



FINUCCI Florent

H05140

Majeure finance 2009

Mémoire de recherche – Master II

## **Produits dérivés de l'immobilier et indices immobiliers**

Groupe HEC

Mai 2009

# Abstract

---

Si l'immobilier – commercial, résidentiel ou industriel – est un actif de poids, paradoxalement le marché des produits dérivés de l'immobilier n'a pas connu ces vingt dernières années un développement aussi important que les autres classes d'actifs (actions, produits de taux d'intérêts, matières premières...). Un contrat financier de produit dérivé permet à deux parties contractantes de fixer des flux financiers futurs sur la base d'un actif sous-jacent sans pour autant investir directement dans cet actif. De prime abord, il semble intéressant pour un investisseur de pouvoir exposer son portefeuille au marché immobilier sans en subir les coûts et délais de transactions élevés ou l'impossibilité de vendre à découvert, pourtant l'étendue des produits dérivés de l'immobilier reste actuellement restreinte et concerne essentiellement des produits négociés de gré à gré. A l'origine de ce décalage, la littérature académique – particulièrement les travaux du Professeur David Geltner, MIT – a mis en évidence une importance barrière au développement : les indices immobiliers.

Partant de ces constats, ce mémoire de recherche se décompose en deux parties. Dans un premier temps, une présentation générale des produits dérivés de l'immobilier sous la forme d'un « guide de l'investisseur » permet de mieux cerner ce marché particulier par la présentation concrète des types de produits disponibles, des stratégies possibles et des risques plausibles pour un investisseur. Dans un second temps, il convient de s'interroger sur ce qui constitue à la fois un accélérateur mais également un frein au développement des produits dérivés de l'immobilier, à savoir les indices immobiliers servant de base à la construction de ces types de contrats financiers. En passant en revue les différents indices immobiliers du marché : méthodologie de construction, avantages, inconvénients, on comprend alors l'apport de ces indices au développement du marché des produits dérivés de l'immobilier.

Directeur de mémoire : Alessandro Citanna, Professor of Economics and Finance, HEC Paris

# Sommaire

---

Abstract .....	2
Partie I – Présentation générale des produits dérivés de l’immobilier.....	5
A/ Introduction.....	5
B/ Les spécificités du marché immobilier.....	6
C/ Mesure de la performance des biens immobiliers .....	7
D/ Les swaps sur indices immobiliers.....	8
1) Swap taux d’intérêts / rendement indiciel.....	8
2) Swap spread / rendement indiciel .....	10
3) Swap de rendements indiciels.....	10
E/ Les forwards sur indices immobiliers.....	11
F/ Stratégies immobilières possibles avec les produits dérivés .....	12
1) La couverture de risque (« hedging »).....	12
2) Diversification immobilière .....	14
3) Diversification internationale .....	15
G/ Les risques des produits dérivés de l’immobiliers.....	16
Partie II - Les indices immobiliers.....	18
A/ Introduction.....	18
B/ Les indices d’expertise immobilière .....	18
1) Méthodologie d’expertise immobilière.....	18
2) NCREIF Property Index (NPI) .....	23
3) IPD Index.....	24
4) FTSE UK Commercial Property Index.....	26
5) Inconvénients des indices d’expertise immobilière .....	27
6) Outils statistiques de correction du décalage temporel des indices d’expertise.....	28
C/ Les indices de transactions commerciales.....	33
1) Méthodologie de construction d’indices immobiliers transactionnels.....	33
2) Transactions-Based Index (TBI) .....	36
3) Indice Moody’s/REAL Commercial Property Index (CPPI).....	36
4) S&P/Case-Shiller Home Price indice.....	37

D/ Les autres types d'indices.....	37
1) ReXX index.....	37
2) HQuant Lodging Index (HLI) .....	38
E/ Conclusion : qu'est-ce-qu'un bon indice pour les produits dérivés ?.....	39
Conclusion .....	41
Annexe 1 – Tableau comparatif des indices immobiliers.....	42
Annexe 2 - Avantages et inconvénients des méthodes « hedonic regression » et « repeat-sales » ....	43
Bibliographie.....	44

# Partie I – Présentation générale des produits dérivés de l'immobilier

---

## A/ Introduction

Un produit dérivé est un instrument financier dont la valeur dépend d'un actif sous-jacent, qu'il soit de type financier ou physique, utilisé pour déterminer les flux financiers futurs entre la partie acheteuse et la partie vendeuse du contrat de produit dérivé. Les produits dérivés de l'immobilier permettent ainsi à l'investisseur, sans aucune transaction sur un actif physique :

- d'augmenter ou de réduire son exposition au marché de l'immobilier
- de se protéger contre le risque des actifs immobilier de son portefeuille (« hedging »)
- de changer rapidement la composition de son portefeuille (migrer depuis des positions d'immobilier locatif vers de l'immobilier commercial)
- de spéculer sur le marché immobilier, à la hausse comme à la baisse

Bien qu'existant depuis le début des années 1990, le développement des produits dérivés de l'immobilier a été fortement freiné par le krach immobilier européen de 1992 à 1996. Dès 2005, un regain d'intérêt pour ces contrats sous la forme de swap, notamment sur la place de Londres, ainsi que la création du premier produit dérivé immobilier indexé sur l'indice immobilier IPD, lance une période d'expansion des produits dérivés de l'immobilier. La crise immobilière américaine de 2007-2008 a néanmoins freiné les récents développements.

Les produits dérivés de l'immobilier considérés dans cette étude sont de type indiciel<sup>1</sup> : le sous-jacent est un indice immobilier rendant compte de l'état du marché immobilier. Les indices immobiliers permettent à une certaine date et fréquence (mensuelle, trimestrielle, annuelle...) de rendre compte par un chiffre, à lire relativement par rapport à un seuil de référence, de la valeur d'un type d'immobilier (commercial, résidentiel, locatif) dans une zone géographique donnée (France, Etats-Unis, quartier spécifique de l'Etat de New York...). Dès lors, l'indice permet le calcul des rendements du marché immobilier qu'il couvre. Il existe de nombreux indices immobiliers sur le marché, les plus utilisés dans le cas des dérivés de l'immobilier étant l'indice IPD (marchés immobiliers européens) et NPI (marché immobilier américain).

---

<sup>1</sup> Ce que l'on entend généralement par « produit dérivé de l'immobilier » est un dérivé adossé à un indice immobilier, mais il existe des « dérivés » très spécifiques, peu « financiers » et peu liquides adossés, par exemple, à un actif immobilier bien particulier (immeuble) comme une option d'achat d'immeuble.

## B/ Les spécificités du marché immobilier

Les produits dérivés de l'immobilier dépendent de la valeur d'un actif immobilier dont la valorisation est délicate. Le marché de l'immobilier en outre est globalement inefficace et peu transparent. Les difficultés de ce marché sont les suivantes :

- Valorisation délicate des biens immobiliers. Il est souvent nécessaire de faire appel à des experts immobiliers pour estimer la valeur et l'intégrité du bien : des opérations de due diligence sont parfois réalisées car de nombreux critères sont à prendre en compte pour valoriser un bien immobilier (âge, qualité de construction, type de matériaux, mise aux normes, sécurité...). Dans la mesure où un produit dérivé d'immobilier se fonde sur un indice déterminé par une tierce partie, les parties contractantes n'ont alors pas à valoriser le marché immobilier auquel elles s'exposent (néanmoins les problèmes de valorisation sont reportés au niveau indiciel).
- Manque de transparence du marché. Les transactions immobilières sont souvent réalisées de gré à gré et peu d'informations sont rendues publiques (montants, parties prenantes, etc). Les produits dérivés de l'immobilier sont fondés sur une information publique : l'indice, dont l'objectif est d'être le plus transparent et représentatif possible du marché.
- Coûts élevés de transactions. Les coûts de due diligence du bien, de management, de commission de vente représentent de 3% à 5% de la valeur du bien et les transactions prennent du temps avant de se conclure. C'est pourquoi un produit dérivé de l'immobilier donne la possibilité d'investir dans ce secteur à un coût minimal (frais de courtage, commissions bancaires essentiellement) et de façon beaucoup plus rapide.
- Marché peu liquide. La rencontre d'une partie acheteuse et d'une partie vendeuse n'est pas aisée. Les transactions prennent du temps du fait des due diligences et des phases de négociation. C'est pourquoi des perspectives d'investissement à court terme sont difficilement réalisables dans le secteur de l'immobilier. Les produits dérivés permettent une conclusion contractuelle plus rapide et plus aisée.
- Impossibilité de vendre à découvert. Le « short-selling » permet à un investisseur de parier à la baisse sur un actif en le vendant à découvert pour le racheter à un prix moins

élevé. Ce n'est pas possible pour un bien immobilier étant données les contraintes physiques et transactionnelles. Les produits dérivés de l'immobilier donnent ainsi la possibilité de vendre à découvert.

## C/ Mesure de la performance des biens immobiliers

Investir dans un produit dérivé de l'immobilier permet d'exposer son portefeuille à un rendement immobilier déterminé par un indice, c'est pourquoi il est nécessaire de comprendre les différents types de rendements immobiliers existant.

### *Sans levier financier et avant impôts*

L'évaluation des rendements sans levier financier et avant impôts d'un bien immobilier est triple :

- Le rendement en capital (« Capital return ») mesure la différence entre la valeur d'achat et la valeur de revente du bien. Il peut se calculer périodiquement sans revente physique en évaluant le bien à sa juste valeur de marché  $V_t$  pour toute période  $t$  (il est à cet effet nécessaire de recourir aux services d'expertise immobilière). Le calcul de ce type de rendement est donné par :  $RC_t = (V_t - V_{t-1}) / V_{t-1}$
- Le rendement sur les revenus (« Income return ») mesure les rendements de l'activité opérationnelle du bien immobilier, le Net Operating Income (NOI) : loyers perçus plus autres types de revenus moins les dépenses opérationnelles (maintenance, taxes, assurances, frais de management, ...). A chaque période  $t$ , ce rendement est donné par :  $RB_t = NOI_t / V_{t-1}$
- Le rendement total (« Total return ») est la somme des deux précédents types de rendements. Pour toute période  $t$ ,  $RT_t = RB_t + RC_t = (V_t - V_{t-1} + NOI_t) / V_{t-1}$

Ces trois types de rendements sont calculés avant l'impact du financement du bien immobilier : en effet, la structure financière du montage immobilier (dette/capitaux propres) n'est pas prise en compte. En outre, de façon logique ces rendements sont calculés avant les impôts sur les revenus puisque ceux-ci dépendent entre autres de la structure financière.

### **Avec levier financier et après impôts**

Il est également possible de calculer ces rendements avec l'effet du levier financier et après impôts. Pour cela, il faut calculer la Net Asset Value (NAV), la juste valeur (« fair value ») des capitaux propres des actionnaires. Selon l'égalité comptable actif = passif, la NAV s'obtient par différence entre la valeur de marché du bien immobilier (actif) et la valeur de marché des dettes et autres passifs. Dès lors, pour toute période t les rendements sont donnés par :

- Rendement en capital :  $RC_t = (V_t - V_{t-1}) / NAV_{t-1}$
- Rendement sur les revenus :  $RB_t = (NOI_t - I_t) / NAV_{t-1}$  où  $I_t$  est le montant des intérêts de la dette
- Rendement total : somme des deux précédents types de rendements. Pour toute période t,  $RT_t = RB_t + RC_t = (V_t - V_{t-1} + NOI_t - I_t) / NAV_{t-1}$

## **D/ Les swaps sur indices immobiliers**

Les swaps sont les produits dérivés de l'immobilier les plus couramment utilisés. Les swaps sont très personnalisables en fonction des besoins des parties contractantes, c'est pourquoi il existe une grande variété de swaps immobiliers dont les plus fréquents sont présentés dans cette section.

### **1) Swap taux d'intérêts / rendement indiciel<sup>2</sup>**

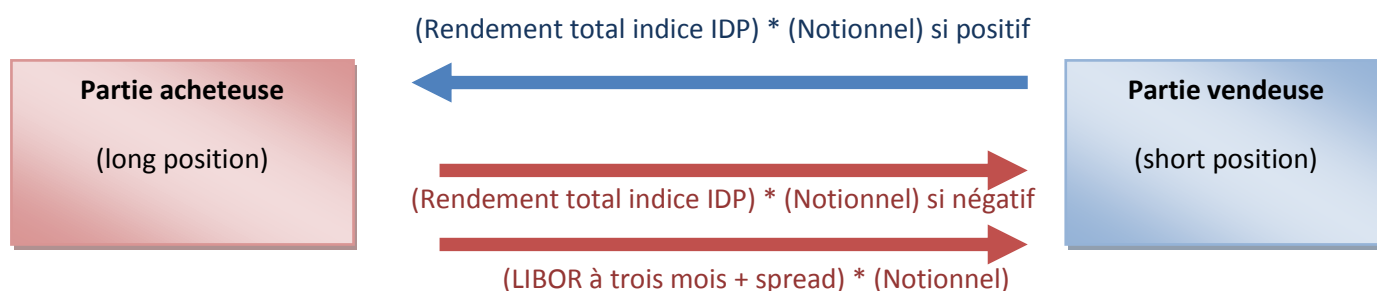
Un swap est un contrat par lequel deux parties s'engagent sur des cash-flows futurs réciproques calculés et payés à intervalles réguliers (mois, trimestre, ....) selon une formule convenue pendant la durée du contrat. Considérons le cas de swaps sans échange de capital initial. On appelle notionnel le montant fixé servant de base au paiement des cash-flows futurs - il n'est pas échangé entre les parties. A intervalles de temps réguliers, l'acheteur reçoit la composante rendement d'un indice immobilier (par exemple rendement total de l'indice IDP), versée par le vendeur et lui paye en échange un taux d'intérêt (par exemple LIBOR à trois mois) plus une marge en points de base (bps) appelée spread et fixée par le contrats. Ces deux taux sont appliqués au notionnel et la position nette trimestrielle de ces flux inverses donne le montant que l'acheteur/le vendeur devra payer à sa contrepartie. C'est pourquoi la somme des flux de l'acheteur et du vendeur est nulle.

---

<sup>2</sup> Voir Venter, J. (2007). *Barriers to Growth in the US Real Estate Derivatives Market*, Massachusetts Institute of Technology, pp. 17-18



Exemple : swap rendement total IDP contre LIBOR à trois mois + spread. Paiements trimestriels.



### Swap IDP rendement total - Libor

Durée	1 an
Paiements	Trimestriels
Notionnel	5 000 000 €
Spread	2,50%

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Taux LIBOR à 3 mois	1,50%	1,25%	1,25%	1%
Spread	0,63%	0,63%	0,63%	0,63%
Rendement total IDP	3,15%	2,75%	1,50%	1,75%

#### Partie acheteuse

Rendement total IDP	157 500 €	137 500 €	75 000 €	87 500 €
LIBOR + spread	-106 250 €	-93 750 €	-93 750 €	-81 250 €
<b>Reçoit / (Paye)</b>	<b>51 250 €</b>	<b>43 750 €</b>	<b>-18 750 €</b>	<b>6 250 €</b>

#### Partie vendeuse

Rendement total IDP	-157 500 €	-137 500 €	-75 000 €	-87 500 €
LIBOR + spread	106 250 €	93 750 €	93 750 €	81 250 €
<b>Reçoit / (Paye)</b>	<b>-51 250 €</b>	<b>-43 750 €</b>	<b>18 750 €</b>	<b>-6 250 €</b>

Paiement acheteur + vendeur	0 €	0 €	0 €	0 €
-----------------------------	-----	-----	-----	-----

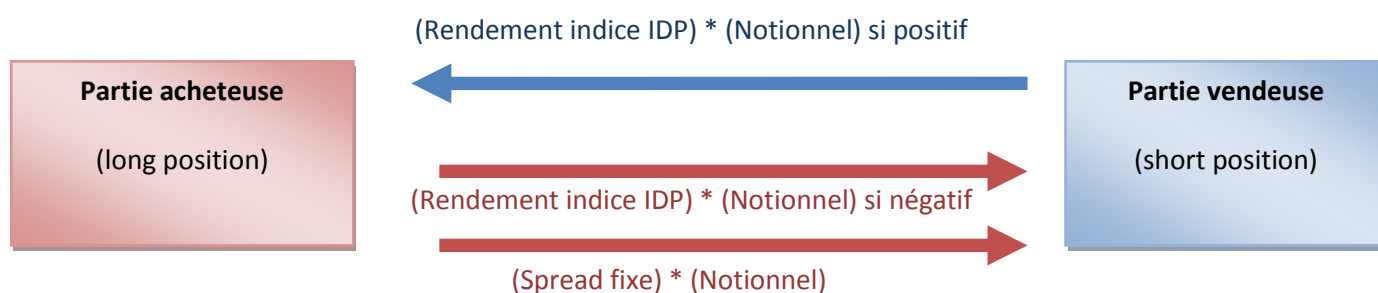
Dans le cas où le rendement total donné par l'indice IDP est négatif, la partie acheteuse, au lieu de recevoir un paiement de la partie vendeuse du type (Rendement total indice IDP) \* (Notionnel), paiera ce montant à la partie vendeuse.

Le taux LIBOR à 3 mois auquel on ajoute le spread ne peut pas être négatif car les taux d'intérêts ne sont pas négatifs et le spread est une marge s'ajoutant au taux LIBOR.

Ainsi, c'est le différentiel entre le taux LIBOR + spread et le rendement total IDP qui détermine si la partie acheteuse va recevoir de l'argent ( $\text{Rendement total IDP} > \text{taux LIBOR} + \text{spread}$ ) de la partie vendeuse, ou si c'est le contraire ( $\text{Rendement total IDP} < \text{taux LIBOR} + \text{spread}$ ).

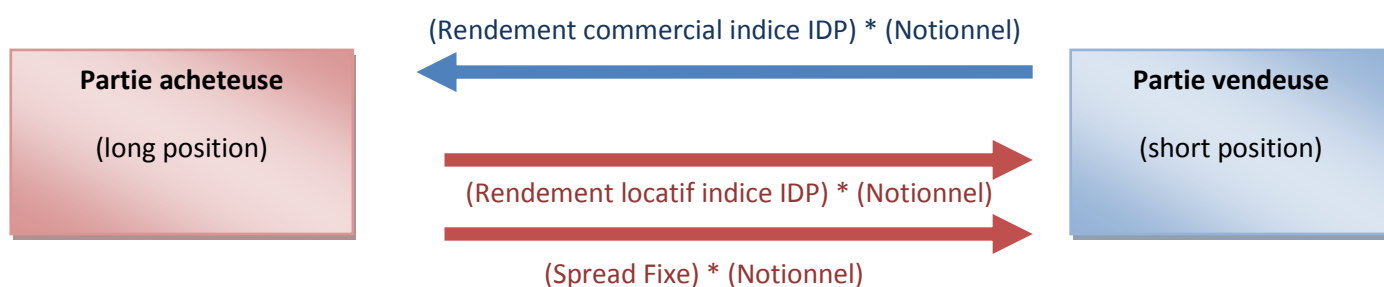
## 2) Swap spread / rendement indiciel

Par les mêmes mécanismes que le swap précédemment étudié, à intervalles réguliers fixés par le contrat de swap, l'acheteur reçoit du vendeur les rendements (capital, revenu, total) d'un indice immobilier et paye un spread exprimé en points de base au vendeur. Ces taux servant à déterminer les cash-flows s'appliquent au montant notionnel du contrat. Il n'y a pas d'échange de capital initial. Le spread reste fixe pendant toute la durée du contrat, contrairement aux taux d'intérêt qui fluctuent.



## 3) Swap de rendements indiciels

Par les mêmes mécanismes que le swap précédemment étudié, à intervalles réguliers fixés par le contrat de swap, l'acheteur reçoit du vendeur les rendements (capital, revenu, total) d'un indice immobilier d'un segment du marché immobilier (immobilier commercial, de bureau, locatif) et paye au vendeur le même type de rendement mais d'un indice immobilier d'un segment du marché immobilier différent plus un spread en points de base. Ces taux servant à déterminer les cash-flows s'appliquent au montant notionnel du contrat. Il n'y a pas d'échange de capital initial.



## E/ Les forwards sur indices immobiliers

Un forward est un contrat par lequel un investisseur s'engage à acheter quelque chose (dans le cas présent, un indice immobilier) à un prix donné à une date future donnée. Comme les swaps, les forwards d'indice immobilier sont généralement conclus de gré à gré<sup>3</sup> (« over-the-counter », OTC) entre un investisseur et une banque. Ils nécessitent un indice immobilier qui soit « investissable » c'est-à-dire pour lequel il existe un fonds dont on peut acheter les actions et qui réplique la performance indicielle (c'est le cas de l'indice FTSE UK Commercial Property Index Series<sup>4</sup>). A l'échéance du contrat les deux parties contractuelles « nettent » leurs positions (« cash settlement »), la différence [niveau actuel de l'indice immobilier ( $N_T$ ) – coût du forward ( $N_t$ )] étant payée à la partie adéquate :

- Si  $N_T \geq N_t$ , l'investisseur gagne la différence payée par la banque. En effet, le prix fixé de l'indice immobilier par le forward à la date  $t$ ,  $N_t$ , est inférieur au niveau du même indice immobilier à la date d'échéance  $T$  du forward,  $N_T$ , ce qui signifie que l'investisseur a gagné  $N_T - N_t$ .
- Si  $N_T < N_t$ , l'investisseur paye la différence à la banque : il a acheté l'indice immobilier à l'avance plus cher que ce qu'il vaut plus tard.

Le coût du forward est en particulier déterminé par la banque, en fonction des taux d'intérêt et de sa marge, puisque pendant toute la maturité du forward la banque va devoir investir dans le fonds d'indice immobilier afin de pouvoir le livrer à l'échéance du forward sans pour autant que l'investisseur investisse initialement en capital, bien qu'il existe des obligations d'acompte à la signature. C'est là l'intérêt principal des forwards : exposer son portefeuille à un marché immobilier (à travers un indice) dans un certain temps sans apport de capital initial avec paiement à l'échéance du coût du forward, c'est-à-dire le prix fixé par le contrat plus les frais bancaires.

Au total, l'investisseur s'engagera dans un contrat forward s'il estime que la performance indicielle au cours de la durée du contrat sera supérieure au coût facturé par la banque. En cas de forte sous-

---

<sup>3</sup> Les forwards et les futures sont des contrats similaires, à ceci près que les premiers se négocient de gré à gré et les seconds s'échangent au sein de marchés organisés (chambres de compensations limitant les risques de défaut des parties...).

<sup>4</sup> Voir FTSE Indices for Property Derivatives (2008)  
[http://www.ftse.com/Indices/FTSE\\_UK\\_Commercial\\_Property\\_Index\\_Series/Downloads/FTSE\\_Indices\\_for\\_Property\\_Derivatives\\_0308.pdf](http://www.ftse.com/Indices/FTSE_UK_Commercial_Property_Index_Series/Downloads/FTSE_Indices_for_Property_Derivatives_0308.pdf), pp. 8

performance indicielle, les pertes pour l'investisseur peuvent être énormes vu que cette sous-performance s'ajoute aux frais bancaires.

### Exemple

Un investisseur souhaite investir dans un an 5 m€ dans un fonds indicial d'immobilier commercial. Le coût du forward de la banque est de 4,50 % avec, au moment de la signature du contrat, un niveau indicial de 97,8. Dès que le contrat de forward est convenu entre l'investisseur et la banque, la banque investit 5 m€ dans le fonds indicial d'immobilier commercial pendant 1 an. A l'échéance du contrat, c'est-à-dire au bout d'un an, le niveau indicial est à :

- 107,3. Autrement dit, la performance de l'indice en 1 an est de 9,7%. Le coût du forward s'élève à 97,8 + 4,50. L'investisseur est donc gagnant de  $5 * (107,3/97,8 - 1 - 4,50\%) = 0,26$  m€ soit une performance frais bancaires déduits de 5,2% (= 9,7% - 4,5%).
- 90,4. L'indice a sous-performé en 1 an de 7,6 %. Le coût du forward s'élève à 97,8 + 4,50. L'investisseur est donc perdant de  $5 * (90,4/97,8 - 1 - 4,50\%) = 0,603$  m€, soit une sous-performance frais bancaires déduits de 12,1 % (= -7,6 - 4,5).

## **F/ Stratégies immobilières possibles avec les produits dérivés**

Les swaps d'indices immobiliers permettent à l'investisseur de moduler son exposition aux rendements immobiliers indiciaux en fonction de sa stratégie d'investissement<sup>5</sup>. C'est pourquoi il est crucial que l'investisseur ait une parfaite compréhension de ces produits dérivés afin d'en comprendre les tenants et aboutissants et de limiter les risques.

### **1) La couverture de risque (« hedging »)**

La couverture de risque consiste pour un investissement ayant une position dans un actif donné à se prémunir – totalement ou partiellement - contre l'impact d'une baisse des prix de cet actif. Il s'agit donc d'investir dans un actif de telle sorte que la position prise ait une corrélation négative avec l'actif que l'on souhaite couvrir. Ce mécanisme de protection est rendu possible par l'utilisation de

---

<sup>5</sup> Voir Lim, J.Y. and Zang, Y. (2006). *A Study on Real Estate Derivatives*, Massachusetts Institute of Technology, pp. 13-19

produits dérivés, et plus particulièrement par l'utilisation d'un swap de taux d'intérêt. En effet, si l'investisseur est court sur le swap (« short »), en l'échange du paiement d'un rendement déterminé par un indice immobilier (« y »), elle reçoit un taux LIBOR + spread (« l ») : autrement dit, elle gagne/perd (« l-y »)\*(notionnel). Parallèlement, son portefeuille de biens immobiliers lui procure un certain rendement (« p »). Si l'investisseur s'attend à une chute du marché immobilier contre laquelle elle souhaite se couvrir, en étant court (« short ») sur un swap de taux d'intérêt sur un horizon de couverture souhaité, elle va transférer son rendement de portefeuille (« p ») immobilier vers sa contrepartie dans le swap (paiement de « y ») et gagnera en échange le taux LIBOR + spread « l ».



Cette stratégie couvre plus ou moins efficacement les risques du marché immobilier en fonction du montant investi dans le swap (notionnel), de l'ordre de grandeur et de la similarité (même type d'immobilier, même secteur géographique...) entre « p » et « y ».

Investissement immobilier	10 000 000 €
Montant investi dans le swap	1 000 000 €
LIBOR + spread réalisé l%	2,00%

p% réalisé	y% réalisé	(l-y)%	Gain / (perte) de la couverture
4,00%	3,50%	-1,50%	385 000,00 €
2,00%	3,50%	-1,50%	185 000,00 €
-2,50%	-1,00%	3,00%	-220 000,00 €
-0,50%	-1,00%	3,00%	-20 000,00 €

Investissement immobilier	10 000 000 €
Montant investi dans le swap	7 000 000 €
LIBOR + spread réalisé l%	2,00%

p% réalisé	y% réalisé	(l-y)%	Gain / (perte) de la couverture
4,00%	3,50%	-1,50%	295 000,00 €
2,00%	3,50%	-1,50%	95 000,00 €
-2,50%	-1,00%	3,00%	-40 000,00 €
-0,50%	-1,00%	3,00%	160 000,00 €

En effet, dans le cas où le marché immobilier est en difficulté de telle sorte que le rendement indiciel est inférieur au taux LIBOR+spread ( $l-y > 0$ ), la couverture est d'autant plus efficace que le montant investi dans le swap est élevé et que le rendement du portefeuille immobilier à couvrir n'est pas trop inférieur au rendement indiciel (« y » et « p » ont le même ordre de grandeur). Dans le cas contraire où le rendement indiciel est supérieur au taux LIBOR+spread ( $l-y < 0$ ), la couverture fait perdre de l'argent à l'investisseur, d'autant plus que le montant investi dans le swap est important. Dans tous les cas, le critère (LIBOR+spread)-(rendement indiciel) est fondamental dans l'efficacité de la couverture : le rendement du marché immobilier est ainsi comparé à un taux de base. Il faut aussi que « y » et « p » soient autant que possible alignés en termes de types d'immobilier et de localisation afin qu'ils soient du même ordre de grandeur sinon le « transfert » est inefficace.

### Cas pratique

Un investisseur newyorkais dans l'immobilier de centres commerciaux s'attend à une chute du marché de ce type d'immobilier (rendements en capital négatifs) et à une chute du chiffre d'affaires des commerces implantés dans ses centres (rendements sur les revenus négatifs) pour les deux années à venir. Elle ne souhaite pas vendre ses biens car elle s'attend au bout de deux à ce que le marché se porte mieux et que ses rendements en capital reviennent alors aux niveaux de ses attentes. Néanmoins, elle est inquiète à propos de la forte chute des rendements sur les revenus. Elle peut se couvrir contre les rendements négatifs sur les revenus en souscrivant à un swap de taux d'intérêts LIBOR contre rendement sur les revenus basé sur l'indice NPI Commercial Real Estate New York pour une durée de deux ans.

## 2) Diversification immobilière

Les swaps de rendements immobiliers permettent de diversifier la composante immobilière du portefeuille d'un investisseur en convertissant un type de rendement (capital, revenus, total) d'un segment de l'immobilier à un autre (locatif, bureaux, commercial) en contrepartie du paiement d'un spread. Cela permet à un investisseur de diversifier son portefeuille immobilier en investissant dans un segment immobilier pour lequel il ne compte pas investir dans des biens physiques supplémentaires pour des contraintes de liquidité, de coûts de transaction ou encore de temps.

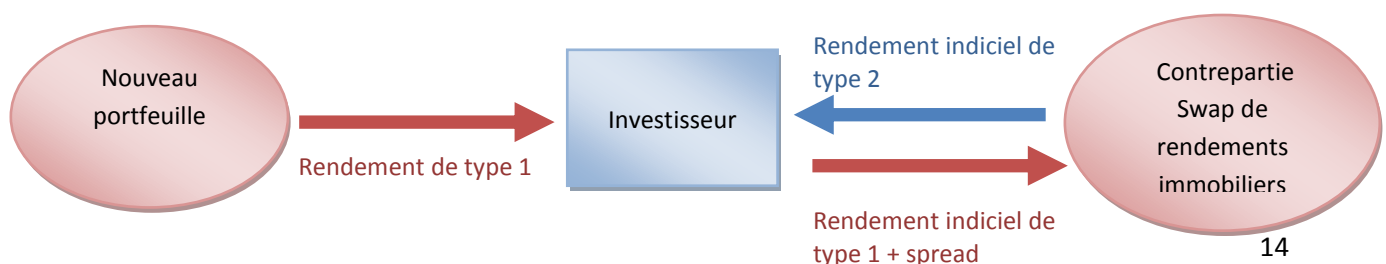


Figure : l'investisseur souhaite convertir une partie du rendement de type 1 d'un portefeuille en rendement de type 2 afin de diversifier son portefeuille global.

### Cas pratique

Un investisseur immobilier possède un portefeuille composé à 80% d'immobilier commercial et à 20% d'immobilier de bureau pour un montant de 150 m€. Elle souhaite investir dans un autre portefeuille immobilier d'un montant de 50 m€ composé à 50% d'immobilier commercial (25 m€) et à 50% (25 m€) d'immobilier de bureau. Par rapport à son ratio immobilier commercial / immobilier de bureau cible de 80%/20%, ce nouveau portefeuille est déséquilibré, pourtant les rendements attendus de ce portefeuille sont attractifs. L'investisseur peut alors prendre une position dans un swap rendement immobilier de bureau / rendement immobilier commercial pour 15m€ afin de gagner le rendement d'immobilier commercial contre le paiement du rendement d'immobilier de bureau plus un spread. Dès lors, ce nouveau portefeuille aura une partie immobilier commercial valorisée à  $25 \text{ m€} + 15 \text{ m€} = 40 \text{ m€}$  et une partie immobilier de bureau valorisée à  $25 \text{ m€} - 15 \text{ m€} = 10 \text{ m€}$ . Le nouveau portefeuille de 150 m€ ainsi formé sera corrigé d'une trop grande exposition au segment de l'immobilier de bureau et gardera une cible de 80%/20%.

### **3) Diversification internationale**

Un investisseur peut vouloir diversifier la partie immobilière de son portefeuille en investissant dans le marché immobilier d'autres pays. Pourtant il n'a pas la possibilité d'investir dans des biens physiques dans ces pays : barrières à l'entrée dans un marché (législation, autorisations, ...), contraintes de temps, coûts de transaction, expertise sur place limitée sont autant de facteurs dissuasifs. La combinaison de deux swaps de taux d'intérêt permet :

- D'une part de payer le rendement indiciel d'un pays et de recevoir de la contrepartie du swap un taux LIBOR + un spread : par exemple on paye le rendement total de l'indice NPI et on reçoit le taux LIBOR + spread. Ce swap permet de réduire son exposition dans un pays, le marché américain dans cet exemple.
- D'autre part de gagner le rendement indiciel d'un autre pays vers lequel on souhaite diversifier son portefeuille en payant à la contrepartie un taux LIBOR + spread : par exemple on paye un taux LIBOR + spread et on reçoit le rendement total IPD du marché

français. Ce swap permet d'augmenter son exposition dans un pays, le marché français dans cet exemple.

La combinaison de ces deux swaps permet ainsi de diversifier internationalement son portefeuille. Néanmoins, en l'état actuel du marché des produits dérivés, la diversification internationale en utilisant des swaps n'est possible que dans un nombre réduits de pays (Etats-Unis grâce à l'indice NPI, pays d'Europe couverts par l'indice IPD).



Figure : l'investisseur souhaite diversifier son portefeuille immobilier en augmentant son exposition dans le marché immobilier du pays 2.

## G/ Les risques des produits dérivés de l'immobiliers

Les produits dérivés d'immobilier présentent pour l'investisseur quatre grands types de risques<sup>6</sup> :

- Le risque de base, c'est-à-dire la différence entre le portefeuille de l'investisseur d'une part et l'indice immobilier d'autre part. En effet, il est possible que l'indice immobilier ne « recouvre » pas parfaitement la stratégie d'investissement en immobilier de l'investisseur en terme de situation géographique et de type de biens immobiliers. Par exemple, dans le cas d'une stratégie de diversification immobilière par swap, le rendement immobilier du portefeuille de l'investisseur (immobilier commercial des grandes tours à la Défense) peut être différent du rendement indiciel qu'il paye (indice IPD commercial France) afin de recevoir un autre rendement diversifié : il y a bien une différence géographique (la Défense / France) et de type d'immobilier (grandes tours / immobilier commercial en général).

<sup>6</sup> Voir FTSE Indices for Property Derivatives (2008)  
[http://www.ftse.com/Indices/FTSE\\_UK\\_Commercial\\_Property\\_Index\\_Series/Downloads/FTSE\\_Indices\\_for\\_Property\\_Derivatives\\_0308.pdf](http://www.ftse.com/Indices/FTSE_UK_Commercial_Property_Index_Series/Downloads/FTSE_Indices_for_Property_Derivatives_0308.pdf), pp. 6



- Risque de contrepartie, c'est-à-dire la possibilité dans le cadre du contrat de produit dérivé que l'autre partie ne puisse pas couvrir ses obligations contractuelles par manque d'argent ou par évasion (risque de défaut). Pour en limiter l'impact, d'une part il faut que l'investisseur choisisse une contrepartie présentant des risques de défaut les plus limités possibles, par exemple en choisissant des banques bien notées par les agences de notation. D'autre part, des mécanismes d'appel de marges permettent pour certains produits dérivés (particulièrement pour les forwards) de sécuriser régulièrement des liquidités à intervalles réguliers en fonction de niveaux : par exemple dans le cas d'une contrepartie payant un rendement immobilier indiciel de façon trimestrielle, on peut décider que cette contrepartie devra payer en cash toutes les semaines à une tierce partie de confiance un certain montant si les rendements immobiliers indiciels passent au-dessus d'un certain niveau. Cela permet de sécuriser hebdomadairement une partie des montants qui seront payés trimestriellement. Les forwards à longue maturité sont très exposés au risque de défaut dans la mesure où il n'y a qu'un seul règlement en cash (à la maturité) et que la partie qui investit dans le forward n'apporte pas de capital initial (bien que des acomptes soient souvent requis).
- Risque de liquidité, c'est-à-dire les pertes issues des coûts de liquidation d'une position dans un produit dérivé. Les produits dérivés de l'immobilier sont le plus souvent des contrats de gré à gré entre deux parties et ne sont donc pas échangés sur un marché, c'est pourquoi un investisseur qui souhaite liquider une position risque d'avoir des difficultés pour trouver preneur. Il peut être dans l'impossibilité de liquider sa position ou bien devra accepter un prix de revente du produit très défavorable.
- Risque de « mark-to-market », c'est-à-dire le risque que les fluctuations des marchés des sous-jacents du produit dérivé (marché immobilier, marché des taux...) changent la valeur « mark-to-market » du dérivé (appréciation ou dépréciation de la valeur) avant qu'il n'arrive à maturité. Il en résulte une perte ou un gain dans le compte de résultat de l'investisseur (mais il n'y a pas d'impact en cash tant que les paiements ne sont pas réalisés).

# Partie II - Les indices immobiliers

---

## A/ Introduction

On peut classer les indices immobiliers en trois catégories selon leur méthodologie de construction :

- Les indices fondés sur l'agrégation des expertises immobilières de chaque bien immobilier composant le panier indiciel. Ces indices, simples à comprendre, sont les plus utilisés.
- Les indices fondés sur l'agrégation des prix des transactions commerciales immobilières. Ces indices ont une méthodologie de construction plus complexe et sont plus récents que les indices d'expertise immobilière.
- Les indices dont la méthodologie n'est pas l'une des deux précédentes. Ces indices ont pour spécificité d'être très précis dans le type de marché qu'ils couvrent et conviennent à un type très particulier d'investisseur dans l'immobilier.

Les différents indices étudiés au cours de cette partie sont répertoriés et résumés dans le tableau comparatif des indices immobiliers disponible en Annexe 1.

## B/ Les indices d'expertise immobilière

### 1) Méthodologie d'expertise immobilière

La finalité de l'expertise immobilière<sup>7</sup> est de déterminer la valeur de marché du bien immobilier. Néanmoins, il n'y a pas de méthode de valorisation permettant de valoriser systématiquement tout type de bien immobilier comme il en existe, par exemple, pour le *pricing* d'une option d'achat ou de vente d'une action cotée en bourse. C'est pourquoi il est nécessaire de recourir aux services d'un expert immobilier dont la connaissance du marché immobilier : acheteurs, vendeurs, emplacements, types d'immobiliers..., et les données qu'il possède s'avèrent nécessaires pour déterminer une valeur de marché d'un bien immobilier.

---

<sup>7</sup> Expertise immobilière est ici sous-entendue « financière ». En effet, il existe des expertises immobilières techniques (canalisations, plomb, amiante, sécurité...), un métier très différent, mais dont les résultats sont réutilisés pour affiner l'expertise immobilière financière.

Il existe de nombreuses méthodes d'expertises immobilières en fonction des pays et de leurs réglementations spécifiques. Au niveau international, il n'y a pas véritablement d'harmonisation de ces différentes méthodes mais on retrouve des tendances dans lesquelles s'ancrent des spécificités nationales. On considère qu'il y a trois grands types d'expertises immobilières :

- Approche par les coûts
- Approche par les ventes comparables
- Approche par les revenus

Les deux dernières méthodes sont les plus couramment utilisées.

### *Approche par les coûts*

L'approche par les coûts consiste à estimer la valeur d'un bien immobilier en additionnant la valeur du terrain et la valeur dépréciée du coût de remplacement du bien. Le coût de remplacement est ce qu'il coûterait de remplacer le bien actuel par un bien-réplique procurant la même utilité mais avec les techniques de construction actuelles (matériaux, design...). Déprécier le coût de remplacement consiste à lui soustraire un montant correspondant à la désutilité que procure l'âge du bâtiment : les désuétudes fonctionnelles. Par exemple une mauvaise conception à l'origine, une modification de l'utilisation du bien (centre commercial reconverti en bureaux), un sur- ou un sous-dimensionnement.

Cette méthode est plus efficace sur un bien immobilier récent et l'est moins sur un bien ancien où il devient très difficile d'estimer les désuétudes fonctionnelles. Cette approche est généralement la seule valable pour estimer la valeur de biens immobiliers hors-marché ou à usage unique : musées, écoles, bâtiments sportifs... C'est pourquoi elle est moins pratiquée que les autres méthodes.

### *Approche par les ventes comparables*

Cette méthode de valorisation estime la valeur d'un bien immobilier par celle d'un bien similaire (même pays, même type d'immobilier, même taille, même qualité, même quartier ...) vendu récemment appelé comparable. Le principe sous-jacent est qu'un investisseur rationnel paiera le même montant pour deux biens immobiliers similaires, toutes choses égales par ailleurs : dès lors par substitution on peut estimer le prix d'un bien à partir de l'autre.

Le travail de l'expert immobilier dans cette approche consiste en partie à accumuler des données et à les retraiter pour constituer une liste de biens comparables à celui qu'il veut évaluer. Ces données sont en majorité disponibles dans les publications sectorielles, les notes de *brockers* immobiliers, les données d'Etat (notaires)... Néanmoins il est rarement possible de trouver un comparable direct aux caractéristiques parfaitement identiques : pour cela, à partir de plusieurs comparables, l'expert

immobilier réalise des ajustements sur la valeur du bien à estimer en fonction des différences par rapport aux comparables portant, par exemple, sur la surface habitable, la qualité des matériaux ou encore l'emplacement. Il est donc nécessaire de découper le plus possible les caractéristiques des biens immobiliers afin d'obtenir d'affiner la valorisation<sup>8</sup>.

### *Approche par les revenus*

#### 1° Approche par le Cap rate

L'approche par les revenus consiste à estimer la valeur d'un bien immobilier à partir du cash-flow qu'un investisseur recevrait au cours d'une période donnée. Pour cela, on utilise un taux de capitalisation (« capitalisation rate » ou « cap rate ») qui à une période donnée lie les revenus du bien immobilier à sa valeur de marché :

$Caprate_t = NOI_t / V_t$  où  $V_t$  représente la valeur du bien immobilier et  $NOI_t$  le Net Operating Income du bien au cours de la période. L'inverse du cap rate est le multiple : si le cap rate est à 5%, le multiple est de 20x.

Dès lors :  $V_t = NOI_t / Caprate_t$ . Plus le cap rate est faible (plus le multiple est élevé), plus la valeur du bien immobilier est grande. Pour déterminer le cap rate d'un bien immobilier à expertiser, on utilise généralement des comparables, c'est-à-dire les cap rates de biens immobiliers similaires (même pays, même type d'immobilier, même taille, même qualité, même quartier ...) qui ont été achetés par des investisseurs. Ces cap rates sont disponibles dans les publications de l'industrie immobilière, des *brockers*...

La notion sous-jacente à ce type d'évaluation immobilière est que les investisseurs sont prêts à payer un prix pour un bien immobilier en fonction de son potentiel à générer des cash-flows.

Le cap rate / multiple dépend de trois facteurs :

- Le coût d'opportunité du capital, déterminé par le marché des capitaux.
- Les perspectives de croissance des cash-flows du bien immobilier, déterminé par le marché immobilier. Plus les perspectives de croissance des cash-flows sont élevées, plus le cap rate sera faible.
- Le niveau de risque, déterminé à la fois par le marché des capitaux et le marché immobilier. Plus le risque est élevé, plus le cap rate est élevé.

---

<sup>8</sup> On comprend alors d'emblée que la valeur d'un bien immobilier peut s'estimer en « découpant » ses caractéristiques propres afin de les valoriser et d'en reconstituer la valeur. Cette idée est à la base du modèle de valorisation « hedonic regression » développé en C/- 1).

Le problème de cette approche est double. D'une part, le cap rate d'un bien immobilier peut dépendre des motivations propres à un investisseur donné (appréciation du risque propre, volonté de disposer à tout prix de ce bien jugé stratégique, ...) et donc pour un même bien donné peut varier d'un investisseur à l'autre. D'autre part, les raisonnements sur les cap rates sont « circulaires » puisqu'ils font référence aux autres biens immobiliers du marché. En dépit de ces défauts, sa grande simplicité de mise en œuvre et sa référence au marché font que cette méthode d'expertise immobilière est très couramment utilisée par les professionnels du secteur.

## 2° Approche par le Discounted Cash-Flows (DCF)

La méthode DCF applique le concept de Net Present Value (NPV), valeur actualisée des futurs cash-flows établis sur un horizon (durée) déterminé. Pour un horizon d'investissement (revente du bien)  $k$ , un taux d'actualisation  $r$ , la NPV de l'investissement à la date  $n$  est donnée par :

$$NPV_n = \sum_{1 \leq i \leq k} FT_i / (1+r)^i + VT_{k+1} / (1+r)^k$$

Où  $FT_i$  sont les cash-flows générés par le bien et  $VT_{k+1}$  est la valeur terminale (valeur résiduelle) du bien à l'issue de la période d'investissement.

L'évaluation DCF se fait en trois étapes :

- Etape 1 : déterminer les cash-flows sur l'horizon d'investissement. En effet, l'investisseur va recevoir les cash-flows du bien immobilier jusqu'à temps qu'il le revende. Ces cash-flows correspondant au Net Operating Income (NOI) du bien immobilier moins les dépenses en capital (CAPEX : rénovation, installation de nouveaux équipements...). Ces cash-flows sont généralement calculés sans levier financier et avant impôts, l'impact de la structure financière étant inclus dans les taux d'actualisation de ces cash-flows (le «  $r$  »).
- Etape 2 : à la fin de la période, l'investisseur va toucher un nouveau cash-flow correspondant au prix de revente (valeur résiduelle). Cette valeur résiduelle se calcule en divisant le NOI de l'année suivant la période des projections (6<sup>ème</sup> année dans le cas d'un investissement sur 5 ans) par le taux d'actualisation  $r$  moins la croissance future du NOI anticipée  $g$  :

$$VT_{k+1} = NOI_{k+1} / (r - g)$$

Le raisonnement sous-jacent à cette méthode de calcul de la valeur terminale est que le NOI de l'année suivante est en fait un cash-flow perpétuel augmentant annuellement de

g%. Généralement on calcule la valeur terminale en divisant le NOI de l'année suivante par le cap rate, puisque cette valeur terminale est la valeur de revente du bien immobilier que l'on peut estimer par la méthode du cap rate.

- Etape 3 : actualiser les cash-flows au taux d'actualisation approprié afin d'obtenir la NPV. Le taux d'actualisation est le coût d'opportunité de l'investissement. On utilise généralement le coût moyen pondéré du capital (« weighted average cost of capital », WACC) pour actualiser les cash-flows qui sont calculés à l'étape 1 sans levier financier. Le taux d'actualisation est étroitement lié au cap rate à ceci près qu'il ne tient pas compte de la croissance future attendue des cash-flows, contrairement au cap rate (d'où le retraitement « r-g » dans le calcul de la valeur terminale à l'étape 2 que l'on peut également approximer par le cap rate).

#### Exemple simplifié d'application

Un investisseur veut acheter un bien immobilier puis le revendre au bout de 5 ans :

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6
NOI	10 000	10 300	10 609	10 927	11 255	11 593
Taux de croissance		3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
CAPEX	600	800	800	600	700	
Valeur terminale					115 927	
Cash-flows	9 400	9 500	9 809	10 327	126 482	
Cash-flows actualisés	8 319	8 407	8 681	9 139	111 931	
<b>NPV</b>	<b>146 477</b>					
Taux d'actualisation	13%					
Croissance à l'infini	3%					
<u>Cap rate résiduel</u>	<u>10%</u>					

Le problème de cette approche est qu'elle est très sensible à la fois au taux d'actualisation choisi et au calcul de la valeur résiduelle (celle-ci représente généralement un montant de valeur totale du bien assez important). Un changement dans ces paramètres peut faire considérablement varier l'évaluation NPV. Enfin, cette méthode nécessite de pouvoir se projeter sur plusieurs années alors que la méthode d'évaluation par le cap rate a un aspect plus « ponctuel ».

## 2) NCREIF Property Index (NPI)<sup>9</sup>

Aux Etats-Unis, l'indice de référence pour les produits dérivés de l'immobilier est le NPI : Property Index du National Council of Real Estate Investment Fiduciaries (NCREIF), association de professionnels du secteur de l'immobilier.

L'indice permet de mesurer trimestriellement le rendement d'un bien immobilier que l'on aurait acheté au début du trimestre et revendu à la fin du trimestre, les prix d'achat et de vente étant la valeur de marché déterminée par une expertise immobilière. L'indice NPI adopte les mesures standards de mesure des rendements l'industrie immobilière : rendement total, en capital, sur les revenus<sup>10</sup> :

- Rendement en capital :  $RC_t = ( CV_t - CV_{t-1} - C_{dept} + C_{revt} ) / ( CV_{t-1} - 0,5 * C_{dept} + 0,5 * C_{revt} + 0,33 * NOI_t )$
- Rendement sur les revenus :  $RB_t = NOI_t / ( CV_{t-1} + 0,5 * C_{dept} - 0,5 * C_{revt} + 0,33 * NOI_t )$
- Rendement total :  $RT_t = RC_t + RB_t$

$CV_t$  = valeur en capital à la fin du trimestre t

$C_{dept}$  = total des dépenses en capital durant le trimestre t

$C_{revt}$  = total des revenus en capital durant le trimestre t

$NOI_t$  = Net Operating Income du trimestre t (loyers plus autres revenus moins charges opérationnelles : assurances, taxes, frais de management, ...)

L'indice est calculé sans levier financier, c'est-à-dire que les biens immobiliers de l'indice ne sont pas financés par de la dette. Bien que certains biens immobiliers composant l'indice sont financés en partie par de la dette, ils sont retraités pour entrer dans le panier de l'indice comme s'ils n'étaient pas financés par de la dette. Les rendements sont de plus calculés avant impôt.

Au final, le rendement de chaque bien immobilier est calculé individuellement selon les règles ci-dessus puis est pondéré dans la composition globale de l'indice selon sa valeur (« value-weighted »).

Cet indice a pour principal défaut qu'il ne couvre en valeur qu'une faible proportion du marché de l'immobilier : l'immobilier commercial américain pèse 3000 milliards de dollars alors que l'indice NPI ne couvre que 300 milliards environ, soit 10% de la valeur du marché de l'immobilier commercial américain. Dès lors, les sous-indices régionaux issus de l'indice, par exemple l'indice commercial d'un état particulier, posent des problèmes de représentativité par rapport au marché car le NPI n'agrège

<sup>9</sup> Voir Fisher, J.D. (2005). *US commercial real estate indices: the NCREIF property index*, BIS Papers, <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf>

<sup>10</sup> Voir NCREIF Frequently Asked Questions, *What is the NPI index methodology?*, <http://www.ncreif.com/faqs/index.phtml>

qu'un faible de nombre de propriétés pour couvrir le sous-indice et l'ajout ou suppression d'un bien immobilier au sous-panier indiciel peut le faire varier largement. En outre, seule la fréquence trimestrielle est disponible.

### 3) IPD Index<sup>11</sup>

En Europe, l'indice de référence pour les produits dérivés de l'immobilier est l'indice IPD. Créée en 1985, Investment Property Databank est une société spécialisée dans l'étude et l'analyse des marchés immobiliers. Les indices IPD couvrant au total 20 pays peuvent, après octroi d'une licence, permettre aux investisseurs de créer leurs dérivés d'immobiliers dans le cadre de stratégies financières internationales (diversification sur plusieurs pays...).

Les différents indices IPD peuvent être calculés mensuellement, trimestriellement ou annuellement, selon les pays et marché (résidentiel, commercial, industriel) couverts. Ainsi les trois fréquences sont disponibles au Royaume-Uni alors que seule la fréquence annuelle est disponible en Allemagne. L'indice IPD adopte les mesures standards de mesure des rendements l'industrie immobilière : rendement total, en capital, sur les revenus, sans levier financier et avant impôts. Contrairement à l'indice NPI qui couvre, selon les secteurs, de 5 à 10% du marché, la couverture de l'indice IPD est beaucoup plus large : IPD Royaume-Uni couvre 60% du marché.

L'indice est élaboré à partir des rendements mensuels des biens immobiliers physiques possédés directement en propre par les investisseurs participant à l'élaboration du panier indiciel : sont donc exclus les actions, obligations, produits dérivés, ..., portant sur des biens immobiliers. A partir des reportings mensuels des expertises immobilières, chaque bien immobilier est pondéré en fonction de sa valeur (déterminée par expertise immobilière) et l'intervalle de temps entre les différentes mises à jour de sa valeur (« time-weighting », conforme aux mesures traditionnelles des performances multi-périodes, cf. principes Global Investment Performance Standard - GIPS) ce qui facilite la comparaison avec les autres classes d'actifs (actions, obligations, ...) ou la norme d'élaboration des rendements est le « time-weighting ».

---

<sup>11</sup> Voir IPD Technical Note (2004) <http://www.propertynz.co.nz/files/Research/IPD%20Methodology.pdf>



### Méthode de calcul des rendements «time-weighted »

Cette méthode fonctionne en deux étapes :

Etape 1 : chaque mois, les rendements totaux, en capital et sur les revenus sont calculés pour chaque bien immobilier :

- Rendement en capital :  $RC_t = ( CV_t - CV_{t-1} - C_{dept} + C_{rev_t} ) / ( CV_{t-1} + C_{dept} )$
- Rendement sur les revenus :  $RB_t = ( NOI_t ) / ( CV_{t-1} + C_{dept} )$
- Rendement total :  $RT_t = RC_t + RB_t = ( CV_t - CV_{t-1} - C_{dept} + C_{rev_t} + NOI_t ) / ( CV_{t-1} + C_{dept} )$

$CV_t$  = valeur en capital à la fin du mois t

$C_{dept}$  = total des dépenses en capital durant le mois t

$C_{rev_t}$  = total des revenus en capital durant le mois t

$NOI_t$  = Net Operating Income du mois t (loyers plus autres revenus moins charges opérationnelles : assurances, taxes, frais de management, ...)

Etape 2 : à partir des rendements mensuels (total, en capital ou sur les revenus), les rendements pondérés par le temps sont obtenus en multipliant autant de fois que nécessaire les rendements mensuels auxquels on attribue le même poids (d'où « time-weighted »)<sup>12</sup>.

Pour  $i=3$  (fréquence trimestrielle) ou  $i=12$  (fréquence annuelle) :

$$RTW_i = \prod_{j \leq i} ( 1 + R_j ) - 1$$

Où  $R_j$  est le rendement mensuel (total, en capital ou sur les revenus) du mois j.

Un intervalle de temps réduit (mensuel, voir trimestriel) permet de repérer plus facilement les mouvements à court terme du marché au détriment de la représentativité de l'indice par rapport au marché étant donné qu'il y a moins de biens immobiliers composant le panier indiciel mis à jour dans un intervalle temps réduit : en effet si les investisseurs sont tenus de réévaluer leurs biens immobiliers au minimum de façon annuelle dans la plupart des pays développés, tous ne le font pas mensuellement<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Voir IPD Calculating income return in the time-weighted methodology

<http://www.ipd.com/Portals/1/downloads/Indices/Time%20weighted%20income%20return.pdf>

<sup>13</sup> Cet indice n'utilise pas de méthodologie statistique pour « recréer » une expertise immobilière mensuelle non réalisée par les propriétaires du bien immobilier<sup>13</sup> à partir des expertises immobilières réalisées par les autres propriétaires : voir la méthode de régression « repeated-mesures » en 6) fournissant une réponse statistique à ce problème de mise à jour

#### 4) FTSE UK Commercial Property Index<sup>14</sup>

Le Financial Times Stock Exchange (FTSE) est une entreprise spécialisée dans le calcul d'indices boursiers sur les marchés internationaux. Créé en 2006 spécifiquement pour le marché immobilier du Royaume-Uni, l'indice UK Commercial Property est composé de quatre sous-indices : FTSE UK Retail Property Index (indice d'immobilier résidentiel), FTSE UK Office Property Index (indice d'immobilier de bureau), FTSE UK Industrial Property Index (indice d'immobilier industriel) et FTSE UK All Property Index, agrégat des trois indices précédents couvrant 43% du marché immobilier anglais.

La fréquence de calcul de l'indice est journalière et mensuelle. Trois types de rendements sont disponibles, calculés à partir de l'agrégat des expertises immobilières pour chaque bien immobilier :

- Rendement total sans levier financier et avant impôts.
- Rendement total en tenant compte du levier financier et après impôts (calcul du rendement fondé sur la Net Asset Value).
- Rendement en capital en tenant compte du levier financier et après impôts.

Ainsi, contrairement aux indices IPD ou NPI, l'indice FTSE dispose de rendements calculés en tenant compte du levier financier (structure financière : dette/capitaux propres) et après impôts.

La base de données des biens immobiliers formant le panier indiciel est composée de biens immobiliers du marché satisfaisant les critères suivants :

- Représentativité par rapport au marché
- A tout moment, le bien immobilier peut être acheté ou vendu sur le marché
- Le bien immobilier améliore la diversification et la représentativité de l'indice

Une pondération est ensuite effectuée afin de déterminer l'indice global FTSE UK All Property Index. Selon le FTSE, cette pondération est mise à jour annuellement par des experts afin d'être la plus représentative possible du marché immobilier mais peu d'informations sur la méthodologie de construction sont disponibles. En 2008, la pondération était la suivante :

- Immobilier industriel : 13,17%
- Immobilier de bureau : 43,47%
- Immobilier résidentiel : 43,36%

---

<sup>14</sup> Voir Rules for the Management of the FTSE UK Commercial Property Index Series version 2.0 (2008) [http://www.ftse.com/Indices/FTSE\\_UK\\_Commercial\\_Property\\_Index\\_Series/Downloads/FTSE\\_UK\\_Commercial\\_Property\\_Ground\\_Rules.pdf](http://www.ftse.com/Indices/FTSE_UK_Commercial_Property_Index_Series/Downloads/FTSE_UK_Commercial_Property_Ground_Rules.pdf)

## 5) Inconvénients des indices d'expertise immobilière

Il y existe deux grands types de problèmes liés au processus d'expertise immobilière d'un bien immobilier<sup>15</sup>, le bruit et le décalage temporel :

- Le bruit<sup>16</sup> : il y a un écart entre la vraie valeur du bien immobilier, non observable en pratique, et la valeur observée dans une transaction immobilière ou une expertise immobilière. Deux experts immobiliers ne trouveront probablement pas la même valeur pour un même bien immobilier, au moins l'un d'entre eux aura « tord », si ce ne sont les deux, sans pour autant que l'on puisse parler de négligence ou d'incompétence : cet écart de valeur peut être tout à fait rationnel du point de vue de l'expert immobilier étant donnée la nature des informations empiriques disponibles dans le marché immobilier à un moment donné. Le bruit est donc, d'une certaine façon, « aléatoire » et difficilement observable, ce qui gêne le *pricing* des produits dérivés de l'immobilier fondés sur les indices d'expertise.
  
- Les indices fondés sur l'expertise immobilière sont moins volatils que le marché et ont un certain décalage temporel par rapport au marché. L'indice induit un décalage de l'indice par rapport à la véritable valeur du marché et tend à « lisser » la valeur du marché immobilier qu'il est supposé représenter. Dès lors, le décalage et le lissage de l'indice peuvent gêner le développement de produits dérivés de l'immobilier : la stratégie de certains investisseurs peut être mise à mal alors que le *pricing* d'un produit dérivé doit, d'une manière ou d'une autre, incorporer le décalage et le lissage de l'indice. Deux raisons expliquent ce phénomène :
  - Tous les biens immobiliers du panier indiciel ne sont en fait pas systématiquement réévalués à la même fréquence que le calcul de l'indice (mensuel, trimestrielle...). En effet, les propriétaires de ces biens ne prennent pas forcément le temps chaque mois ou chaque trimestre de procéder à une expertise complète de leur bien, on préfère généralement réévaluer son bien si on estime qu'il y a eu un changement majeur dans sa valeur. Dans le cas de

---

<sup>15</sup> Voir Geltner, D.M. et Miller N.G. (2007). *Commercial Real Estate Analysis and Investments 2<sup>nd</sup> edition*, South-Western Div of Thomson Learning, Chapter 25

<sup>16</sup> Voir Fisher, J.D. (2005). *US commercial real estate indices: the NCREIF property index*, BIS Papers, <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf>, pp. 362

l'indice NPI, environ 20% des biens immobiliers du panier indiciel sont effectivement réévalués trimestriellement, 30% le sont tous les six mois.

- Le processus d'expertise immobilière permettant de déterminer la valeur de marché des biens possède un décalage intrinsèque avec le marché : manque d'information sur le marché et les transactions récentes, information retardée par rapport aux conditions changeantes du marché, intervalle de temps nécessaire pour conduire l'expertise immobilière.

Quelle que soit la façon de conduire l'expertise immobilière et de construire l'indice, il faut faire un arbitrage entre ces deux types d'erreurs, le bruit et le décalage temporel, vu que réduire un type d'erreur conduit à augmenter l'autre type. En effet, pour réduire le bruit on peut augmenter le nombre d'observations dans la base de données (plus on dispose de données, plus on s'approchera de la « vraie » valeur du marché), ce qui va mécaniquement accentuer le problème du décalage temporel présent dans chacune des observations. Réciproquement, pour réduire l'impact du décalage temporel, on peut ne sélectionner que les expertises immobilières récentes et à jour ce qui conduit à réduire le nombre d'observations de la base de données et donc mécaniquement augmente le bruit vu qu'il y a moins de données disponibles. C'est pourquoi en termes d'optimisation il s'agit de minimiser la somme de ces deux erreurs.

## 6) Outils statistiques de correction du décalage temporel des indices d'expertise

Deux approches statistiques ont été construites par David Geltner<sup>17</sup> afin de corriger l'obsolescence des données d'expertises immobilières dans le cas de la construction d'un indice d'expertise, permettant ainsi de limiter le problème du décalage temporel. Intéressants d'un point de vue académique, ces outils statistiques n'ont à ce jour pas encore été intégrés dans un indice fondé sur les expertises immobilières mais ces raisonnements sont à la base même des méthodologies de construction des indices transactionnels plus innovants.

---

<sup>17</sup> Voir Geltner, D.M. et Miller N.G. (2007). *Commercial Real Estate Analysis and Investments 2<sup>nd</sup> edition*, South-Western Div of Thomson Learning, Chapter 25 où les deux approches sont développées

### 1° Régression « repeated-mesures »

Un des problèmes de conception des indices d'expertise est que les expertises immobilières des biens immobiliers ne sont conduites au mieux que tous les trimestres, au pire tous les ans, d'où le décalage par rapport à la situation du marché. Ainsi, à chaque période, un certain nombre de biens immobiliers composant le panier indiciel ne sont pas mis à jour : ce sont des « observations manquantes » caractérisées par une certaine obsolescence. Il existe un outil statistique pour diminuer ce problème d'obsolescence : une régression du type « repeated-mesures » (RMR).

Le fonctionnement de ce correctif est le suivant : à chaque période, on prend seulement en compte les valeurs des biens immobiliers pour lesquels une expertise immobilière a été conduite.

Exemple simplifié : soit un portefeuille composé de deux biens immobiliers. Soit trois périodes : t, t+1 et t+2. Le bien immobilier n°2 n'a pas fait l'objet d'une expertise immobilière à la période t+1 : il s'agit d'une « observation manquante ».

Pour la compréhension de l'exemple, on suppose que l'on a les vraies valeurs des rendements immobiliers entre chaque période (ce qui ne serait pas le cas en pratique) :

	Réalisé		
	t	t+1	t+2
<b>Bien 1</b>		100	110
<b>Bien 2</b>		50	55

Les rendements réalisés sont donc de 10% entre t et t+1 et de 0% entre t+1 et t+2.

Les expertises immobilières conduites à chaque période donnent les résultats suivants :

	Evaluation financière		
	t	t+1	t+2
<b>Bien 1</b>	100	110	110
<b>Bien 2</b>	50	?	55

Dans la méthode de régression RMR, il y a autant d'équations que d'observations successives de valeurs d'expertise immobilière pour chaque bien immobilier. Dans cet exemple, il y a trois observations : la première correspond à la valeur évaluée du bien n°1 entre la période t et t+1, la deuxième est celle du bien n°2 entre la période t+1 et t+2 et la troisième correspond à valeur évaluée du bien n°2 entre la période t et t+2.

La variable dépendante (partie gauche de chaque équation) a pour valeur zéro sauf si la période de début de l'observation est la période de base (ici, la période t) et dans ce cas seulement la partie gauche de l'équation prend pour valeur l'expertise immobilière du bien pour cette première période. Les variables des parties droites des équations de la régression correspondent aux périodes des rendements à estimer. Dans cet exemple, il y a deux variables : rendement entre t et t+1, rendement entre t+1 et t+2. Ces variables ont pour valeur zéro si elles sont hors des périodes des observations. Si la première expertise de l'observation est avant la période correspondant à la variable, alors cette variable prend comme valeur la valeur négative de cette première expertise. Réciproquement, si la deuxième expertise de l'observation est après la période correspondant à la variable, alors cette variable prend comme valeur la valeur positive de cette deuxième expertise.

Dans cet exemple, la configuration est la suivante :

Observations	Variable dépendante V	Variable D1   t, t+1	Variable D2   t, t+2
1 : Bien 1   t, t+1	100	110	0
2 : Bien 1   t+1, t+2	0	-110	110
3 : Bien 2   t, t+2	50	0	55

La forme générale des équations dans la régression de type RMS est, pour chaque observation portant sur le bien immobilier i et la période de début t :

$$V_{t,i} = \sum_j \beta_{t+j} * D_{t+j,t,i} + e_{t,i}$$

Où l'indice j de la somme parcourt l'ensemble des périodes successives (t+j, t+j+1 etc).

Les coefficients  $\beta_{t+j}$ , qui vont être déterminés par la régression, sont l'inverse des rendements immobiliers entre la période de début t et la période t+j. Ils sont généralement déterminés de façon à minimiser la somme des carrés des résidus des différentes équations. Enfin  $e_{t,i}$  est le bruit aléatoire relatif au bien immobilier.

Dans l'exemple, les trois équations sont données par :

$$100 = \beta_1 * 110 + \beta_2 * 0 + e_1$$

$$0 = \beta_1 * -110 + \beta_2 * 110 + e_2$$

$$50 = \beta_1 * 0 + \beta_2 * 55 + e_3$$

En considérant qu'il n'y a pas de bruit dans les données de l'exemple ( $e_i = 0$  pour  $i = 1,2,3$ ), il y a une seule et unique solution satisfaisant simultanément les trois équations :  $\beta_1 = \beta_2 = 0,90909$ .

Dès lors, le rendement sur la période  $t, t+1$  est donné par l'inverse du coefficient  $\beta_1$  moins 1, soit 10% et le rendement sur la période  $t+1, t+2$  est le rendement sur la période  $t, t+2$  :  $\beta_2 - 1 = 10\%$  minoré du rendement sur la période  $t, t+1$  : 10%, ce qui fait un rendement de période de 0%.

Grace à cette régression, on a ainsi pu reconstituer une « observation » manquante en appliquant une « tendance » de marché. Cette approche ne supprime pas complètement le problème du décalage temporel dans la mesure où le panier indiciel reste malgré tout fondé sur des expertises immobilières : si l'on élimine le problème de l'obsolescence des expertises immobilières, le décalage par rapport au marché subsiste néanmoins dans la mesure où il est intrinsèque au processus d'expertise immobilière.

## 2° La rétro-ingénierie

Les experts immobiliers ont plusieurs méthodes pour déterminer la valeur d'un bien immobilier. Parmi ces méthodes, on trouve l'approche par les transactions commerciales comparables afin d'évaluer la valeur de son bien immobilier par le prix d'une transaction commerciale récente portant sur un bien similaire (taille, qualité, emplacement, type d'immobilier...). Généralement, l'expert immobilier utilise plusieurs transactions commerciales comparables. Plus la transaction commerciale comparative est récente, plus l'expert immobilier va s'appuyer dessus pour évaluer son bien immobilier.

Ainsi, supposons qu'il y ait  $N$  transactions commerciales prises en compte, la première étant la plus récente et la  $N$ -ième la plus ancienne :  $w_1$  est le poids accordé à la transaction commerciale la plus contemporaine,  $w_n$  est le poids accordé à la transaction commerciale la plus ancienne, de sorte que pour tout  $i$  élément de  $[1, N]$   $w_{i+1} > w_i$ . De plus, on suppose que les poids accordés à deux transactions commerciales successives dans le temps sont hiérarchisés par l'évaluateur avec le même rapport : pour tout  $i$  élément de  $[1, N]$ ,  $w_{i+1} / w_i = \alpha$  où  $\alpha < 1$ . Plus  $\alpha$  est grand, plus on donne de poids aux transactions récentes.

La moyenne mobile exponentielle permet d'exprimer pour chaque période  $t$  la valeur de l'expertise immobilière  $X_t$  en fonction des différentes transactions contemporaines et passées  $P_i$ <sup>18</sup> :

$$X_t = \alpha * P_t + \alpha * (1 - \alpha) * P_{t-1} + \alpha * (1 - \alpha)^2 * P_{t-2} + \dots$$

Par récurrence, on démonte que :

$$X_t = \alpha * P_t + \alpha * (1 - \alpha) * P_{t-1} + (1 - \alpha)^2 * X_{t-2}$$

Dès lors :

<sup>18</sup> Voir Fisher, J.D. (2005). *US commercial real estate indices: the NCREIF property index*, BIS Papers, <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf>, pp. 364

$$X_t = \alpha * P_t + (1 - \alpha) * X_{t-1}$$

La réorganisation des termes de cette équation permet d'isoler la valeur de la transaction commerciale contemporaine  $P_t$  pour l'exprimer en fonction des expertises immobilières contemporaines et passées :

$$P_t = (X_t - (1 - \alpha) * X_{t-1}) / \alpha = X_t / \alpha - (1 - \alpha) / \alpha * X_{t-1}$$

Exprimons maintenant  $\alpha$  comme étant la moyenne du décalage temporel de l'indice :  $\alpha = 1 / (1 + N)$  où  $N$  est le nombre de périodes annuelles où l'indice est mis à jour, c'est-à-dire  $N=4$  et  $\alpha = 20\%$  dans le cas d'un indice trimestriel,  $N=1$  et  $\alpha = 50\%$  s'il est annuel. Dans le cas trimestriel, on a alors :

$$P_t = 5X_t + 4X_{t-1}.$$

Dès lors, il est possible d'ajuster l'importance accordée à la transaction la plus récente (et donc, par récurrence, à chaque transaction) selon le décalage moyen de l'indice au cours du temps. Au lieu, classiquement, de partir des transactions contemporaines et passées pour, selon un processus d'expertise immobilière, déterminer une valeur immobilière, on met en place un processus inverse où à partir des expertises immobilières passées et récentes on ajuste le poids des transactions financières utilisées pour déterminer la valeur du bien : c'est un mécanisme de rétro-ingénierie. Cela facilite la mise à jour des expertises immobilières fondées sur les transactions comparables et permet d'une certaine façon de les aligner avec la fréquence de calcul indiciaire.

Les problèmes posés par cette méthode sont triples :

- D'une part, si l'indice est particulièrement bruité, le bruit sera amplifié lors du processus de rétro-ingénierie.
- Ce procédé ne corrige qu'une partie du décalage temporel indiciaire du fait de l'obsolescence des expertises immobilières dans la mesure où elle ne fonctionne que sur la méthode des transactions comparables.
- Cette approche doit être mise en place au niveau des expertises immobilières et n'est pas contrôlable au niveau indiciaire ;



## C/ Les indices de transactions commerciales

### 1) Méthodologie de construction d'indices immobiliers transactionnels<sup>19</sup>

Afin de réduire le décalage temporel problématique aux indices d'expertise, il est statistiquement possible, à partir d'une base de données de transactions commerciales, de mettre en place une régression pour estimer les rendements immobiliers. L'idée est que les prix des transactions commerciales reflètent mieux que les expertises immobilières les prix d'équilibres entre l'offre et la demande sur le marché à un moment donné : le décalage temporel par rapport au marché est ainsi moindre que dans le cas des expertises immobilières des biens immobiliers. Deux approches statistiques coexistent : le modèle « hedonic regression » et le modèle « repeated-sales ». L'Annexe 2 résume les avantages et inconvénients de ces deux méthodes.

#### 1° Modèle « hedonic regression »

Dans cette approche, toutes les transactions disponibles sont utilisées, quelle que soit la période de la transaction, mais les différences qualitatives entre les biens immobiliers sont contrôlées dans la régression par des variables explicatives qui parcourent les caractéristiques de chaque bien pour expliquer les différentiels de valeurs entre les biens (par exemple : taille, qualité de construction du bien immobilier...). Une fois que l'on parvient à expliquer la valeur d'un bien par un ensemble de caractéristiques on peut alors à chaque période calculer la valeur transactionnelle du bien, ce qui permet donc de calculer les rendements immobiliers indiciels.

A chaque période  $t$ , la valeur  $V$  du bien immobilier  $i$  est donnée par :  $V_{t,i} = \beta_{0,t} + \sum_j \beta_j * H_{j,t,i} + e_{t,i}$

Où l'indice  $j$  parcourt l'ensemble des caractéristiques « hédoniques »  $H_{j,t,i}$  (taille, âge, qualité...) du bien immobilier.  $\beta_{0,t}$  est un terme constant qui n'est pas spécifique au bien immobilier : il n'est pas possible d'expliquer l'intégralité de la valeur d'un bien par ses seules caractéristiques « hédoniques ». Les autres paramètres  $\beta_j$  sont les prix des caractéristiques « hédoniques » (autrement dit, chaque caractéristique  $H_{j,t,i}$  a une valeur  $\beta_j$ ), ce sont (avec les variables  $H_{j,t,i}$ ) les spécifications du modèle quantifiées par la mise en place de la régression sur la base de données. Enfin  $e_{t,i}$  est le bruit aléatoire relatif au bien immobilier.

---

<sup>19</sup> Voir Geltner, D.M. et Miller N.G. (2007). *Commercial Real Estate Analysis and Investments 2<sup>nd</sup> edition*, South-Western Div of Thomson Learning, Appendix 25A

Dans cette approche, la qualité de la base de données est cruciale puisqu'il faut pouvoir disposer de nombreuses caractéristiques détaillées sur les biens immobiliers. En outre, les erreurs de spécification portant sur les  $H_{j,t,i}$  et  $\beta_j$  peuvent fortement réduire la qualité de la valorisation du bien immobilier et donc la qualité de l'indice.

#### Exemple simplifié d'application

Supposons que pour les acheteurs immobiliers français, le prix d'un bien immobilier de type bureaux soit fonction de trois paramètres : nombre de postes de travail disponibles  $N_t$ , l'âge des bureaux  $A_t$  et la présence ou non de ces bureaux à La Défense  $D_t$ . Une « hedonic regression » sur la base de données des transactions commerciales d'immobilier de bureau en France a permis de quantifier l'impact de ces trois critères sur la valeur transactionnelle en euros d'un bien à la période  $t$  :

$$V_t = 10000 * N_t + 200000 * D_t - 5000 * A_t$$

Avec  $D_t = 0$  ou  $1$ .

Ainsi, le prix de bureaux d'âge 10 ans, présents à la Défense et pouvant accueillir 50 postes de travail s'élève à 650000 euros. Les mêmes bureaux (10 ans, 50 postes) situés autre part qu'à la Défense ont une valeur de 450000 euros.

#### 2° Modèle « repeat-sales »

Dans ce modèle, on n'utilise que les biens immobiliers qui ont fait l'objet d'au moins deux transactions dans l'intervalle temporel historique. Or un bien immobilier qui historiquement a fait l'objet d'au moins deux transactions ne fait pas forcément l'objet d'une nouvelle transaction commerciale à chaque calcul de l'indice (mensuel, trimestriel...): il y donc un problème « d'observations manquantes ». C'est pourquoi, en utilisant la même méthodologie que celle de la régression de type « repeated-measures » (RMR), on va pouvoir reconstituer des prix de transactions commerciales pour des biens qui n'ont pas été mis en vente, ce qui résout le problème des « observations manquantes ». Ainsi, le but de la régression est clairement d'identifier, au cours de chaque période de calcul de l'indice, les changements de valeurs de chaque bien immobilier, qu'ils aient fait l'objet ou non d'une transaction commerciale dans les sous-périodes de la période d'observation historique (sachant que sur la période historique, le bien doit avoir fait l'objet d'au moins deux transactions).

Le problème de cette approche est qu'il faut généralement ajuster les rendements passés lorsqu'on ajoute un nouveau bien immobilier à la base. Par exemple, si au cours de la période historique  $[t, t+i]$ , le bien immobilier XYZ ne fait l'objet que d'une seule transaction commerciale, il ne sera pas pris en

compte dans le calcul des rendements immobiliers au cours de  $[t, t+i]$ . Si au cours de la période  $[t+i, t+j]$  ( $i \leq j$ ), XYZ fait l'objet d'une nouvelle transaction commerciale, on va pouvoir l'incorporer dans la base de données de la période historique  $[t, t+j]$  mais cela nécessitera de mettre à jour les rendements au cours de la sous-période  $[t, t+i]$ .

#### Exemple simplifié d'application

Au cours de la période historique  $[t, t+2]$ , les biens immobiliers 1 et 2 ont tous deux fait l'objet de deux transactions commerciales mais il n'y a pas de transaction commerciale disponible (« observation manquante ») pour le bien 1 en  $t+1$  et pour le bien 2 en  $t$ .

#### **Prix des transactions observés à chaque période :**

	<b>t</b>	<b>t+1</b>	<b>t+2</b>
<b>Bien 1</b>	1000	ND	1100
<b>Bien 2</b>	ND	5500	5500

ND (non disponible) : pas d'observation

La régression « repeated-sales » va pouvoir reconstituer les « observations manquantes » - voir la section consacrée à la méthodologie de régression « repeated-measures » : valeur de 1100 pour le bien 1 en  $t+1$ , 5000 pour le bien 2 en  $t$ .

### 3° Conclusion sur les méthodologies transactionnelles

Le problème de cette approche indiciaire par les transactions commerciales est le bruit existant dans les échantillons si l'indice n'agrège pas suffisamment de transactions commerciales ; un indice fondé sur cette approche doit alors se fonder sur une base de données des transactions commerciales la plus large possible afin de diminuer le bruit, ce qui est délicat vu le manque de « centralisation » des données financières du marché de l'immobilier. Si des techniques statistiques permettent de réduire le bruit, c'est au risque d'augmenter le problème du décalage temporel car il y a un arbitrage à réaliser entre le bruit et le décalage temporel.

Le deuxième problème est celui de la liquidité du marché : les achats et ventes de biens immobiliers peuvent être fortement freinés dans un marché en manque de liquidités, et réciproquement, auquel cas l'ensemble des transactions immobilières ne reflète pas totalement les valeurs des biens immobiliers, tout en alimentant le problème précédemment mentionné car dans le cas d'un marché en crise de liquidité, les transactions commerciales sont moins nombreuses ce qui réduit la taille des échantillons servant à la construction de l'indice, augmentant alors le bruit dans ces échantillons.

## 2) Transactions-Based Index (TBI)<sup>20</sup>

Le MIT Center for Real Estate a développé un indice trimestriel fondé sur les transactions immobilières du secteur commercial, le Transactions-Based Index (TBI). La fréquence de l'indice est trimestrielle.

Cet indice utilise une approche « hedonic regression » sur la base de données des transactions commerciales trimestrielles réalisées du NCREIF afin d'estimer à chaque période les changements en valeur des biens immobiliers qui composent la base de données à partir de leurs caractéristiques propres.

Néanmoins cet indice a un intérêt surtout académique du fait du type de méthodologie de construction qu'il utilise. Son impact sur la sphère des praticiens et investisseurs est encore limité, en particulier en raison du frein que constitue la complexité de sa méthodologie et du manque de richesse de la base de données des transactions commerciales immobilières du NCREIF sur laquelle il est fondé.

## 3) Indice Moody's/REAL Commercial Property Index (CPPI)<sup>21</sup>

Le MIT Center for Real Estate (MIT/CRE) a créé indice immobilier fondé sur la base de données des transactions commerciales immobilières de Real Capital Analytics (RCA). Cette base de données, la plus exhaustive en la matière disponible sur le marché américain à l'heure actuelle, agrège les prix des transactions de biens immobiliers supérieures à 2,5 millions de dollars américains dans le domaine de l'immobilier commercial. L'indice est calculé à des fréquences mensuelles, trimestrielles et annuelles. Par rapport à l'indice TBI, également fondé sur les transactions commerciales, l'indice CPPI est fondé sur une base de données plus large et plus représentative du marché, permettant notamment le calcul de sous-indices régionaux. De plus, contrairement à l'indice TBI, CPPI est disponible en fréquences mensuelles et annuelles.

La création de cet indice répond au besoin de pouvoir utiliser un indice adéquat pour le marché américain des produits dérivés de l'immobilier corrigeant tant que possibles les défauts des indices fondés sur une expertise immobilière comme l'indice NPI. La méthodologie de construction de l'indice est fondée sur la régression « repeat-sales ».

---

<sup>20</sup> Voir MIT Center for Real Estate : Transaction-Base Index (TBI) homepage  
<http://web.mit.edu/cre/research/credl/tbi.html>

<sup>21</sup> Voir Geltner, D.M. et Pollakowski H. (2007). *A Set of Indexes for Trading Commercial Real Estate Based of the Real Capital Analytics Transaction Prices Database*, MIT Center for Real Estate,  
<http://web.mit.edu/cre/research/credl/rca/MIT-wp-r2.pdf>

#### 4) S&P/Case-Shiller Home Price indice<sup>22</sup>

L'indice S&P/Case-Shiller suit la valeur des biens immobiliers de type résidentiel de façon mensuelle. Il couvre 20 zones géographiques des Etats-Unis, les « Metropolitan Statistical Areas » et considère uniquement les biens immobiliers qui hébergent une seule famille (sont donc exclus les logements qui hébergent plusieurs familles, les appartements, ...).

Fondé sur les transactions commerciales, l'indice a un fonctionnement et une méthodologie similaire à l'indice CPPI : il utilise une régression de type « repeat-sales » afin de mesurer les changements de valeur dans le secteur de l'immobilier résidentiel, il prend donc en compte les biens immobiliers qui ont fait l'objet d'au moins deux transactions commerciales.

### D/ Les autres types d'indices

#### 1) ReXX index<sup>23</sup>

Focalisé sur l'immobilier commercial des Etats-Unis, cet indice a pour originalité de suivre trimestriellement, outre les rendements totaux de l'industrie immobilière, les variations des loyers perçus à plusieurs échelles : au niveau régional sur 15 zones géographiques et au niveau national.

Cet indice a pour inconvénient le manque de transparence de sa méthodologie de construction. Cette méthodologie n'est pas fondée sur des expertises immobilières ou des transactions commerciales mais sur une approche par les loyers mêlant paramètres micro- et macro-économiques afin de calculer les rendements totaux. En outre, la méthode de calcul des rendements totaux diffère des standards de l'industrie immobilière tels qu'utilisés, par exemple, dans le calcul de l'indice IPD ou NPI, ce qui exclut toute comparabilité.

Pour tout trimestre t, les rendements totaux sont donnés par :

$$\text{ReXX RT}_t = \Delta \text{IPC}_t + \Delta \text{TI}_t + \Delta \text{Loyer}_t$$

- $\Delta \text{IPC}_t$  mesure la variation trimestrielle de l'indice des prix à la consommation (paramètre macro-économique),
- $\Delta \text{TI}_t$  mesure la variation des taux d'intérêts de la Fed (paramètre macro-économique)

---

<sup>22</sup> Voir S&P/Case-Shiller Home Price Indices Index Methodology (2008), [http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/index/SP\\_CS\\_Home\\_Price\\_Indices\\_Methodology\\_Web.pdf](http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/index/SP_CS_Home_Price_Indices_Methodology_Web.pdf)

<sup>23</sup> Voir ReXX Real Estate Property Index homepage <http://www.rexxindex.com/about.html>

- $\Delta \text{Loyer}_t$  mesure la variation des loyers perçus dans le secteur immobilier suivi par l'indice (paramètre micro-économique).

Peu d'informations sont disponibles sur la base de données utilisée.

## 2) HQuant Lodging Index (HLI)<sup>24</sup>

Disponible pour le marché américain, l'indice HLI a été créé dans le but d'investir via des produits dérivés dans l'immobilier d'hôtellerie, un secteur réputé pour être très risqué notamment en raison d'une forte volatilité des prix des chambres ; en particulier, les produits dérivés basés sur cet indice permettent à l'investisseur en immobilier d'hôtellerie de couvrir les risques (« hedging ») liés à la possession d'hôtels.

Cet indice couvre 68% du marché hôtelier américain, soit plus de 3 millions de chambres. Il est fondé sur le prix journalier moyen des chambres du panier d'hôtels formant l'indice : en ce sens, on peut considérer que HLI couvre des « baux journaliers », ce qui est d'une grande précision (« quasi temps réel »). En outre, cet indice permet une couverture régionale des Etats-Unis très fine. Au total, cet indice a pour spécificité par rapport aux autres indices qu'il est très précis : couverture journalière et régionale de l'immobilier d'hôtellerie aux Etats-Unis. Il ne couvre pas les rendements en capital du secteur hôtelier, mais uniquement les rendements sur les revenus.

En fonction des besoins des investisseurs en produits dérivés, HLI peut être disponible pour d'autres fréquences que journalière : mensuelle, trimestrielle, biannuelle ou annuelle. Le calcul se fait par une moyenne mobile à partir des données journalières.

---

<sup>24</sup> Voir HQuant Lodging Index (HLI) homepage <http://www.hquant.com/hli.html>

## E/ Conclusion : qu'est-ce-qu'un bon indice pour les produits dérivés ?

La création d'un produit dérivé de l'immobilier repose en grande partie sur la qualité de l'indice sous-jacent servant à déterminer les échanges de cash-flows entre les parties. A travers l'étude des différents indices immobiliers, on comprend alors ce qui, dans l'idéal, permet à un indice d'être adapté à la création de produits dérivés<sup>25</sup> :

- L'indice reflète la valeur actuelle du marché immobilier. La méthodologie de l'indice doit permettre de réduire le plus possible le décalage temporel. En effet, un investisseur investit dans un produit dérivé car il fait un « pari » sur l'état futur du marché immobilier à un moment donné : il faut que le rendu-compte de cet état soit le plus fiable et précis possible.
- Filtrage du bruit. La méthodologie de l'indice doit permettre de réduire le bruit des données afin que l'indice soit le plus précis possible avec les données sur les biens immobiliers disponibles. Cela limite les erreurs de *pricing* du produit dérivé qui, d'une façon ou d'une autre, doit incorporer le bruit.
- Transparence et simplicité. Les investisseurs ont besoin d'un indice dont la méthodologie soit facilement compréhensible et qui utilise des techniques économétriques et statistiques reconnues. Cela facilite la décision d'investissement et le *pricing* du produit dérivé. Si les indices transactionnels, grâce à leur méthodologie de qualité, sont très appropriés pour la création de produits dérivés, un frein à leur utilisation reste la compréhension de leur méthodologie de construction par les praticiens. D'une certaine façon, il faut que ces indices sortent du « laboratoire » pour gagner en crédibilité comme les indices d'expertise dont l'atout principal est leur renommée et la confiance.
- Les mises à jour successives de l'indice ne nécessitent pas de revoir et d'ajuster les valeurs passées de l'indice. Certaines méthodologies indicielles sont telles que les mises à jour de l'indice nécessitent de réajuster les valeurs passées de l'indice afin de garder une cohérence entre présent et passé. Si une telle approche ne pose pas de problèmes en soi pour une utilisation académique ou historique de l'indice, il faut considérer que les

---

<sup>25</sup> Voir Geltner, D.M. et Pollakowski H. (2007). *A Set of Indexes for Trading Commercial Real Estate Based of the Real Capital Analytics Transaction Prices Database*, MIT Center for Real Estate, <http://web.mit.edu/cre/research/credl/rca/MIT-wp-r2.pdf>, pp. 6-7

parties investissant dans des produits dérivés de l'immobilier ne peuvent pas attendre longtemps après la maturité du contrat ou les échéances contractuelles (échanges de cash-flows à des périodes régulières dans le cas des swaps) pour déterminer à partir de l'indice leurs échanges de cash-flows. C'est pourquoi, toujours dans l'idéal, l'indice devrait pouvoir mesurer les changements en valeur *réalisés* (donc « non-discutables » et « non-retraitables ») des biens immobiliers du panier indiciel, ce qui n'est pas le cas des indices d'expertise, d'où les approches novatrices par les transactions commerciales.

- L'indice peut suivre des marchés très spécifiques. Si les indices portant sur des marchés larges (immobilier résidentiel aux Etats-Unis, immobilier commercial en France...) rencontrent un certain succès auprès des investisseurs, les indices portant sur des marchés plus spécifiques en termes de couverture géographique et de type de biens immobiliers (par exemple zone géographique restreinte : échelle d'une ville, d'un quartier – ou type d'immobilier très précis : centres commerciaux uniquement) peuvent créer de la valeur pour les investisseurs, notamment parce qu'il permettent une couverture des risques (« hedging ») très fine et en phase avec le portefeuille à couvrir. Le succès des produits dérivés de l'indice HLI (indice hôtelier à forte précision géographique) démontre avec force l'importance de ce critère.

Actuellement, il n'existe pas d'indice « parfait » pouvant à coup sûr satisfaire tous les besoins de tous les investisseurs. C'est pourquoi, en fonction des besoins qui lui sont propres, l'investisseur doit choisir l'indice qui correspondant le mieux à chacune de ses stratégies (voir tableau comparatif des indices immobiliers, Annexe 1).



# Conclusion

---

Les produits dérivés de l'immobilier permettent à l'investisseur de mettre en place des stratégies immobilières plus efficaces et moins coûteuses qu'un investissement direct dans ce marché ; ils permettent notamment de couvrir les risques, de diversifier un portefeuille et de vendre à découvert. Si un investisseur doit être conscient des risques intrinsèques à tout produit dérivé, d'immobilier ou non (risque de base, de contrepartie, de liquidité et de « mark-to-market »), ce mémoire attire l'attention sur l'importance du choix de l'indice servant à la construction du produit dérivé de l'immobilier.

De nombreux indices immobiliers sont disponibles sur le marché et comme nous l'avons vu les indices les plus connus et utilisés ne sont pas forcément les plus efficaces pour répondre aux choix stratégiques de l'investisseur. Il apparaît que méthodologiquement les indices immobiliers fondés sur les transactions commerciales sont généralement plus appropriés à la création de produits dérivés car ils sont plus représentatifs de l'état du marché immobilier à un moment donné que les indices immobiliers fondés sur des expertises immobilières qui ont tendance à inclure un certain décalage temporel. Néanmoins ces indices transactionnels sont moins aisés à comprendre en termes de fonctionnement et certains d'entre eux ont une utilité plutôt académique, ce qui limite leur usage dans la sphère des praticiens et investisseurs.

Ce mémoire montre également qu'il est important que l'indice immobilier du produit dérivé soit le plus en phase possible avec les caractéristiques immobilières de la stratégie de l'investisseur : idéalement, l'indice devrait couvrir le même type d'immobilier, au même emplacement géographique que ce qui est souhaité stratégiquement, et ce afin de limiter le risque de base du produit dérivé et de satisfaire ainsi au mieux la stratégie de l'investisseur. C'est pourquoi toute la difficulté d'un indice est d'être précis géographiquement et temporellement tout en présentant le moins de bruit possible.

Enfin, une des limitations de ce mémoire est qu'il n'aborde l'impact des indices immobiliers sur les produits dérivés que d'un point de vue qualitatif. Afin de poursuivre cette étude, il serait intéressant d'arriver à quantifier, par exemple, l'impact d'un indice d'expertise immobilière ou transactionnel sur une stratégie immobilière donnée ou sur le prix d'un produit dérivé ; ou encore quantifier le risque de base en fonction des indices immobiliers utilisés. Les conclusions d'une telle étude complémentaire permettraient alors à l'investisseur de choisir plus efficacement l'indice de son produit dérivé.

## Annexe 1 - Tableau comparatif des indices immobiliers

Nom	Pays couverts	Précision régionale	Type d'immobilier	Fréquence	Base de données	Type de construction	Méthodologie statistique	Avantages	Inconvénients
IPD Index	20 pays : Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, France, Allemagne, Irlande, Italie, Japon, Corée du Sud, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, Norvège, Portugal, Afrique du Sud, Espagne, Suède, Suisse, Royaume-Uni	Non	Commercial, Industriel, Résidentiel	Selon pays : mensuelle, trimestrielle, annuelle	Base de données d'IPD	Expertise immobilière	Pondéré par l'intervalle de temps ("time-weighting")	- Indice reconnu, de "confiance" pour les investisseurs - Grande variété de marchés couverts permettant une exposition internationale - Marchés immobiliers bien couverts en termes de valeur - Le "time-weighting" facilite la comparaison avec les autres classes d'actifs	- Précision uniquement nationale, et non régionale - Sensible au décalage temporel
NCREIF Property Index (NPI)	Etats-Unis	Oui	Commercial, Industriel, Résidentiel	Trimestrielle	Base de données du NCREIF	Expertise immobilière	Pondéré par les poids ("value-weighted")	- Indice reconnu, de "confiance" pour les investisseurs - Permet une bonne précision régionale aux Etats-Unis	- Ne couvre en valeur d'une faible portion du marché immobilier - Sensible au décalage temporel
FTSE UK Commercial Property Index	Royaume-Uni	Non	Commercial, Industriel, Résidentiel	Journalière, mensuelle	Base de données du FTSE	Expertise immobilière	Pondéré par les poids ("value-weighted")	- Indice reconnu, de "confiance" pour les investisseurs - Il est possible d'avoir des rendements avec ou sans levier financier et avant ou après impôts - Marchés immobiliers bien couverts en termes de valeur - Fréquence journalière disponible	- Précision uniquement nationale, et non régionale - Sensible au décalage temporel
Moody's/REAL Commercial Property Index (CPPI)	Etats-Unis	Oui	Commercial	Mensuelle, Trimestrielle, Annuelle	Base de données des transactions immobilière de Real Capital Analytics (RCA)	Transactions immobilières	Régression "repeated-sales" (méthode "repeated-measures appliquée aux transactions commerciales)	- Fondé sur les transactions commerciales : peu sensible au décalage temporel - Permet une bonne précision régionale aux Etats-Unis - Nombreuses fréquences disponibles	- Sensible au bruit (prise en compte seulement de biens immobilier ayant fait l'objet d'au moins deux transactions) - Des réajustements passés sont nécessaires
S&P/Case-Shiller Home Price	Etats-Unis	Oui	Résidentiel	Mensuelle	Base des données S&P formée à partir des données statistiques des "Metropolitan Statistical Areas"	Transactions immobilières	Régression "repeated-sales" (méthode "repeated-measures appliquée aux transactions commerciales)	- Fondé sur les transactions commerciales : peu sensible au décalage temporel - Forte précision géographique	- Sensible au bruit (prise en compte seulement de biens immobilier ayant fait l'objet d'au moins deux transactions) - Des réajustements passés sont nécessaires
MIT/CRE Transactions-Based Index (TBI)	Etats-Unis	Non	Commercial	Trimestrielle	Base des données des transactions commerciales du NCREIF	Transactions immobilières	Régression hétéronique	- Fondé sur les transactions commerciales : peu sensible au décalage temporel	- Complexité méthodologique : indice actuellement plutôt destiné à la recherche académique qu'aux praticiens et investisseurs - Fréquence trimestrielle seulement - Base de données immobilières étroite
ReXX index	Etats-Unis	Oui	Commercial	Trimestrielle	Pas d'information disponible	Approche macro-économique		- Permet de suivre les variations des loyers perçus - Approche mêlant macro- et micro-économie	- Manque de transparence dans la méthodologie - Définition des rendements différents des standards de l'industrie immobilière (peu comparables)
HQuant Lodging Index (HLI)	Etats-Unis	Oui	Hôtelier	Journalière, mensuelle, trimestrielle, biannuelle ou annuelle	Pas d'information disponible	Rendements sur les revenus	Moyenne mobile à partir des données journalières	- Grande précision pour un investisseur souhaitant investir dans un produit dérivé de l'immobilier d'hôtellerie - Nombreuses fréquences de calcul disponibles	- Pas de suivi des rendements en capital

## Annexe 2 - Avantages et inconvénients des méthodes « hedonic regression » et « repeat-sales »

	Régression « repeated-mesures »	Régression hédonique
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relative simplicité de mise en œuvre.</li> <li>- Ne nécessite pas des données détaillées sur les caractéristiques de chaque bien immobilier.</li> <li>- N'est pas sujet aux erreurs de spécifications (il n'y a pas de variables « hédoniques » dans la régression).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toute la base de données des transactions immobilières peut être utilisée (pas seulement les biens immobiliers qui ont fait l'objet d'au moins deux transactions).</li> <li>- La mise à jour de l'indice (ajout de nouvelles transactions commerciales) ne nécessite pas d'ajuster les rendements passés.</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de données disponibles car les biens immobiliers doivent faire l'objet d'au moins deux transactions (« repeat-sales ») : risque d'augmenter le bruit.</li> <li>- La mise à jour de l'indice nécessite d'ajuster les rendements passés car tout nouvelle revente d'un bien (la deuxième) est liée à la première revente passée du même bien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complexe à mettre en œuvre.</li> <li>- Nécessite des données détaillées sur les caractéristiques de chaque bien immobilier.</li> <li>- Sujet aux erreurs de spécifications, par exemple un ensemble de variables « hédoniques » sont mal quantifiées dans leur explication du prix du bien immobilier ou bien sont manquantes.</li> </ul>

# Bibliographie

---

Geltner, D.M. et Miller N.G. (2007). *Commercial Real Estate Analysis and Investments 2<sup>nd</sup> edition*, South-Western Div of Thomson Learning, Chapters 25, 26, Appendix 25A

Fisher, J.D. (2005). US commercial real estate indices: the NCREIF property index, BIS Papers, <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap21zc.pdf>

Geltner, D.M. et Pollakowski H. (2007). *A Set of Indexes for Trading Commercial Real Estate Based of the Real Capital Analytics Transaction Prices Database*, MIT Center for Real Estate, <http://web.mit.edu/cre/research/credl/rca/MIT-wp-r2.pdf>

Lim, J.Y. and Zang, Y. (2006). *A Study on Real Estate Derivatives*, Massachusetts Institute of Technology

Venter, J. (2007). *Barriers to Growth in the US Real Estate Derivatives Market*, Massachusetts Institute of Technology