

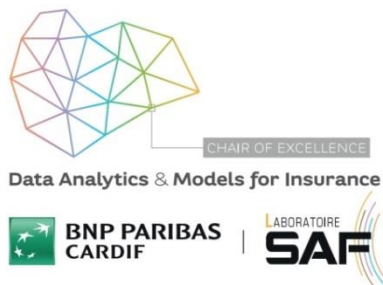
La valorisation économique en assurance-vie

Incohérences de marché de la market-consistency

Nicole EL KAROUI, Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires , Université UPMC/Paris 6
Julien VEDANI, Laboratoire de sciences Actuarielle et Financière, Université Lyon 1

Market inconsistencies of the market-consistent European life insurance economic valuations: pitfalls and practical solutions – N. EL KAROUI, S. LOISEL, J-L. PRIGENT, J. VEDANI

Petit déjeuner thématique de la chaire BNP Paribas Cardiff 07/06/16



Introduction

- Depuis le début des années 2000, un grand nombre de transformations réglementaires en assurance vie (Solvabilité 1, Solvabilité 2) ont mené les opérationnels à prendre en compte un plus grand nombre de problématiques pour la valorisation de leurs passifs
- Orientations liées à la tendance vers une juste valeur comptable des pays anglo-saxons : nouvelles normes comptables IFRS (2002)
- Ces problématiques sont liées à l'introduction de deux notions de finance particulièrement complexes
 - La valorisation risque-neutre
 - La market-consistency

Sommaire

Introduction

- Éléments d'historique
- Le risque-neutre en finance et en assurance
- Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux
- Conclusion et recommandations

La théorie du risque-neutre en finance

- **1944** – Bretton Wood – base d'un système financier mondial
- Emulation académique autour de la théorie de l'équilibre général (Walras 1874, Arrow et Debreu 1954)
→ notion de prix unique sans arbitrage (idée proche de Bachelier 1900 pour la finance)
- **1971** – fin de Bretton Wood, nouveaux risques financiers (taux d'intérêt, taux de change)
→ besoin de se protéger
- **1973** – Création du CBOE
- **1973 / 1973** – Black-Scholes-Merton : idée d'introduire des dynamiques de portefeuilles dans la théorie des options. Prix d'Arrow-Debreu statiques vs. Trading dynamique. Choix de prix et hedge (parfait) simultanés

La valorisation risque neutre en assurance

- **2002** – IFRS 2005 : comptabilité en *fair-value* (vision orientée vers les actionnaires)
 - **2009** – Market Consistent Embedded Value, « market-consistency » pour le calcul de l'EV (EEV 2005, première évocation de la TVFOG)
 - La régulation assurantielle : cadre risque-neutre pour parler de solvabilité
 - **2002** – Solvabilité I : capital requis calculé comme un ratio Cook de la PM
 - **2009** – Solvabilité II : calcul de la TVFOG → trajectoires stochastiques, risque-neutre, inspiration de Bâle II, IFRS
- **Cadre centré sur la notion de valeur économique**

Sommaire

Introduction

- Éléments d'historique
- Le risque-neutre en finance et en assurance
- Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux
- Conclusion et recommandations

Le risque-neutre en finance

Des pratiques bancaires liant modèle et objectif

L'utilisation de la valorisation risque-neutre en banque est liée à une activité bien spécifique, **celle des dérivés** :

- Produits dont le risque doit être couvert dynamiquement, contrat par contrat
- **La quantité importante est le coût de couverture**
- **L'évaluation risque-neutre sert à calculer la couverture dont la mise en place parfaite annule l'impact du rendement du sous-jacent**
- Toute l'activité de la banque n'est pas concernée

Dérivés → RN car on s'intéresse à la volatilité, au risque résiduel, pas au rendement

Gestion de portefeuille → pas de RN dans les prix puisqu'on valorise un produit dans un objectif de rendement (pas juste le taux sans risque...)

Le risque-neutre en finance

L'usage quotidien du risque-neutre

Problématiques de la valorisation risque-neutre

- Dans la pratique, **grande importance des instruments de calibration**
- Souvent, **un modèle par classe de produit**

Pratique quotidienne, mise à jour en continu

- Marché incomplet, **non unicité du prix et de la probabilité**

En pratique un prix risque-neutre n'est pas nécessairement associé à un achat/vente

- Non prise en compte des fourchettes Bid-Ask

Conclusion : pour ce type d'activité

Les prix fluctuent constamment

Les modèles ne sont utiles que parce qu'ils sont mis à jour en continu

L'utilité d'un modèle tient du lien avec son objectif

Si l'on simule, il est nécessaire de faire un lien avec ce qu'on simule et ce qu'on valorise

Le risque-neutre en assurance

La valorisation du bilan : ce que dit la directive

Solvabilité 2 (FR) :

« Les passifs sont valorisés au montant pour lequel ils pourraient être transférés ou réglés dans le cadre d'une transaction conclue, dans des conditions de concurrence normales, entre des parties informées et consentantes. »

→ **fair-value (IFRS)**

« Le calcul des provisions techniques utilise, en étant cohérent avec elles, les informations fournies par les marchés financiers et les données généralement disponibles sur les risques de souscription (cohérence avec le marché) »

→ **Valorisation de marché**

→ **Market-consistency**

Le risque-neutre en assurance

Adaptation du cadre financier à l'assurance

L'utilisation de la valorisation risque-neutre en assurance vie, est liée à une réglementation et à un formalisme d'estimation de la solvabilité

- Cadre peu adapté à la théorie et à la pratique financière
 - Pas de notion d'achat/vente des objets valorisés
 - Hedging complexe car tous les risques sous-jacents sont reliés à des sous-jacents non hedgeables sur des marchés liquides (risques techniques)
 - Simulations de très long terme
 - Impossibilité pratique de mettre les modèles et les prix à jour, jour après jour

Conclusion :

- De nombreuses difficultés d'implémentation pour valoriser de tels objets

➔ **Prise en compte seule des risques financiers**

➔ **Besoin d'un critère pour choisir parmi les probabilités RN disponibles sur les marchés**

Le risque-neutre en assurance Market-consistency et valorisation économique

Volonté de rapprocher pricing d'option en finance et valorisation de passif en assurance

Pas de formule fermée → « Scénarios Risque Neutre »
Problématique : quel critère pour choisir la probabilité à utiliser...

→ market-consistency

"A market consistent value of an asset or liability is its market value, if it is readily traded on a market at the point in time that the valuation is struck, and, for any other asset or liability, **a reasoned best estimate of what its market value would have been had it been readily traded at the relevant valuation point.**"
(Kemp M., 2009)

Algorithme standard de calcul des Fonds Propres / Best Estimate of Liabilities

1. Choix des modèles financiers à utiliser dans la Table de Scénarios Economiques
2. Extraction des hypothèses économiques à la date de calcul
3. Calibrage market-consistent des modèles
4. Simulation d'une table de scénarios économiques sur H années
5. Lancement de la table dans le modèle ALM de l'entreprise

Sommaire

Introduction

- Éléments d'historique
- Le risque-neutre en finance et en assurance
- Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux
- Conclusion et recommandations

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

Calibrage *standard* d'un modèle de taux le 31/12/N

Maturité nominaux
(1:T) (courbe EIOPA)

1	0.9871
2	0.9634
3	0.9351
4	0.9032
5	0.8691
6	0.8336
7	0.7977
8	0.7636
9	0.7284
10	0.6963
11	0.6619
12	0.6301
13	0.6004
14	0.5706
15	0.5448
16	0.5204
17	0.4973
18	0.4763
19	0.4550
20	0.4366
21	0.4196
22	0.4039
23	0.3895
24	0.3764

Maturité \ Tenor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	65%	62%	60%	58%	57%	56%	54%	53%	52%	51%
2	63%	60%	59%	57%	56%	54%	53%	52%	51%	50%
3	60%	59%	57%	56%	54%	53%	52%	51%	50%	49%
4	58%	57%	55%	54%	53%	51%	50%	49%	49%	48%
5	56%	55%	54%	52%	51%	50%	49%	48%	47%	47%
6	55%	53%	52%	51%	50%	49%	48%	47%	46%	45%
7	53%	52%	50%	49%	48%	47%	47%	46%	45%	44%
8	51%	50%	49%	48%	47%	46%	45%	45%	44%	43%
9	50%	49%	48%	47%	46%	45%	44%	43%	43%	42%
10	48%	47%	46%	45%	45%	44%	43%	42%	42%	41%

Prix de swaption
« de marché »
(formule de Black)



Prix de swaption
« théoriques »
(dépendants de θ)

Modèle de marché
RN Ex : Hull-White
Paramètres
 $\theta = \begin{pmatrix} a \\ \sigma \end{pmatrix}$



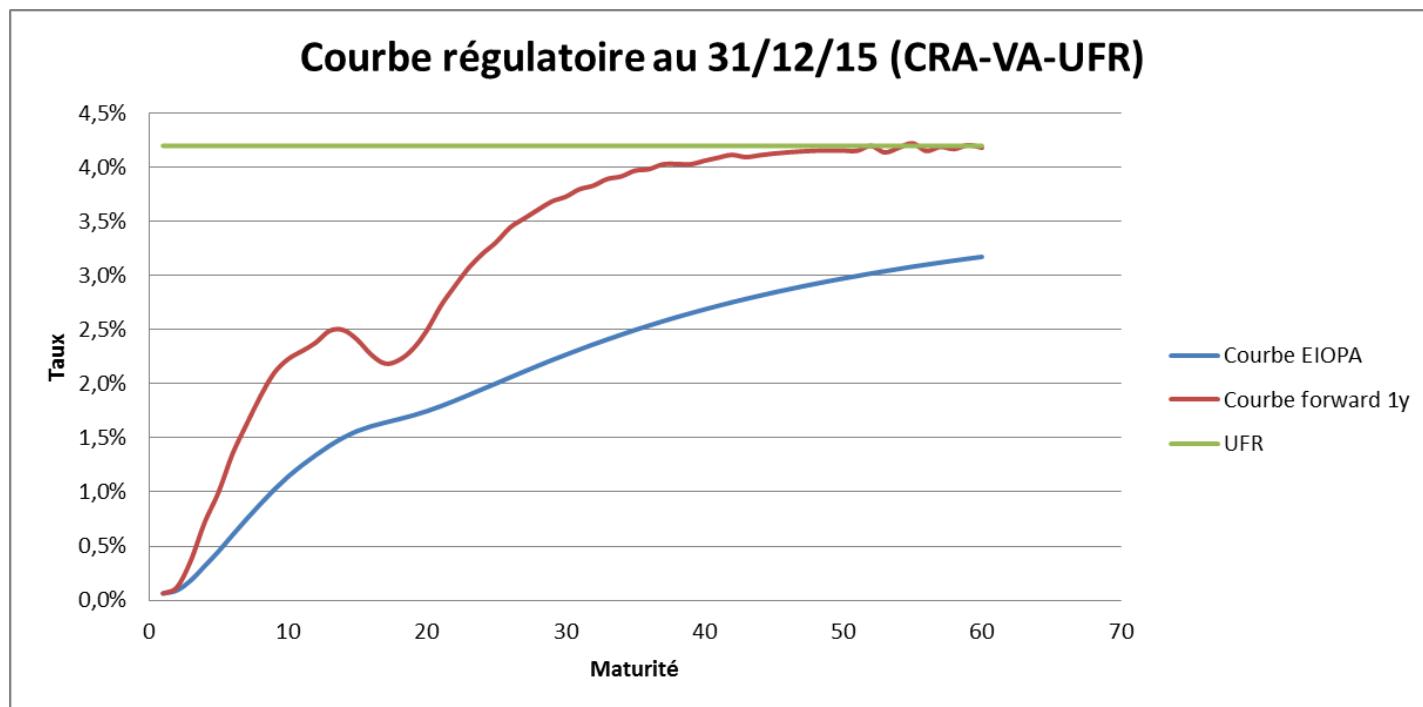
Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

La courbe régulatoire

EIOPA - Technical documentation of the methodology to derive EIOPA's risk-free interest rate term structures (05/16)

“The starting point in Solvency II is the economic valuation of the whole balance sheet, where all assets and liabilities are valued according to **market consistent** principles.

The risk-free interest rate term structure [...] underpins the calculation of liabilities by insurance and reinsurance undertakings. **EIOPA is required to publish the risk-free interest rate.** “

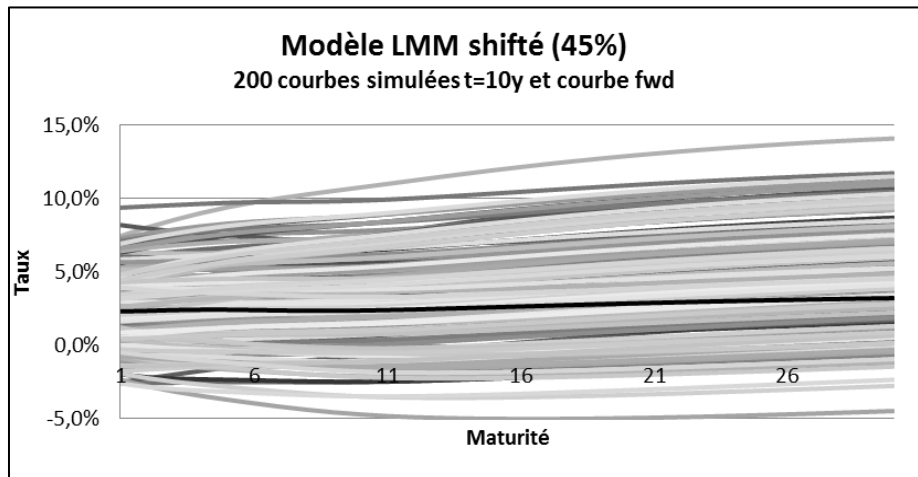


Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

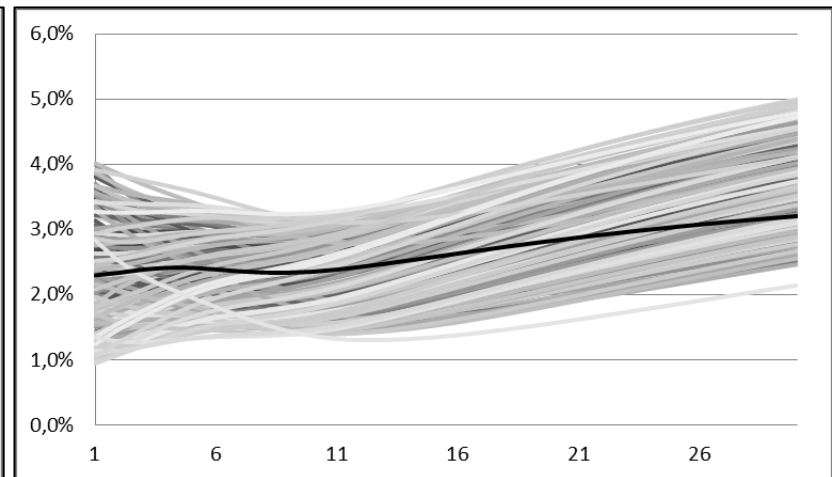
La courbe régulatoire

Deux problématiques introduites par ce lien entre market-consistency et courbe régulatoire :

1. Aucun lien avec la courbe swap de marché
 - Impossibilité de reconstruire les prix de marché
 - **On se calibre sur des prix EIOPA**
 - **Création d'opportunités d'arbitrage**
2. La courbe forward impacte fortement les courbes générées par les modèles RN
 - La courbe choisie par l'EIOPA **conditionne donc très fortement la valeur obtenue**



LMM shifté, $t=10$ ans
200 simulations tirées aléatoirement vs. courbe forward



LMM shifté, $t=10$ ans
20% des simulations vs. Courbe forward

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

Calibrage des modèles

EIOPA - Annexes to the QIS5 Technical Specifications (07/10)

“The use of implied volatilities has the following advantages:

- Implied volatilities are based on current information derived from financial markets.
- Historical volatilities may not be relevant to current market conditions.
- **Where an insurer is holding a hedging instrument for which there is a price, using historical rather than implied volatilities will lead to unnecessary balance sheet volatility.**
- **The derivation of implied volatilities based on financial models such as the Black-Scholes is consistent with the way in which market participants analyze the prices of traded financial instruments and price over-the-counter financial instruments .**

[...]

Implied volatilities seem to be more appropriate [than historical volatilities] for the purpose of a market consistent valuation.”

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

Calibrage des modèles

Le capital de solvabilité requis :

Une valorisation annuelle basée sur des données de marché au 31/12

Problématique de l'effet Turn-of-the-Year

Cet effet est associé à une tendance à l'augmentation des volumes de trading et une augmentation des prix des actions entre la dernière semaine de décembre et les premières de janvier.

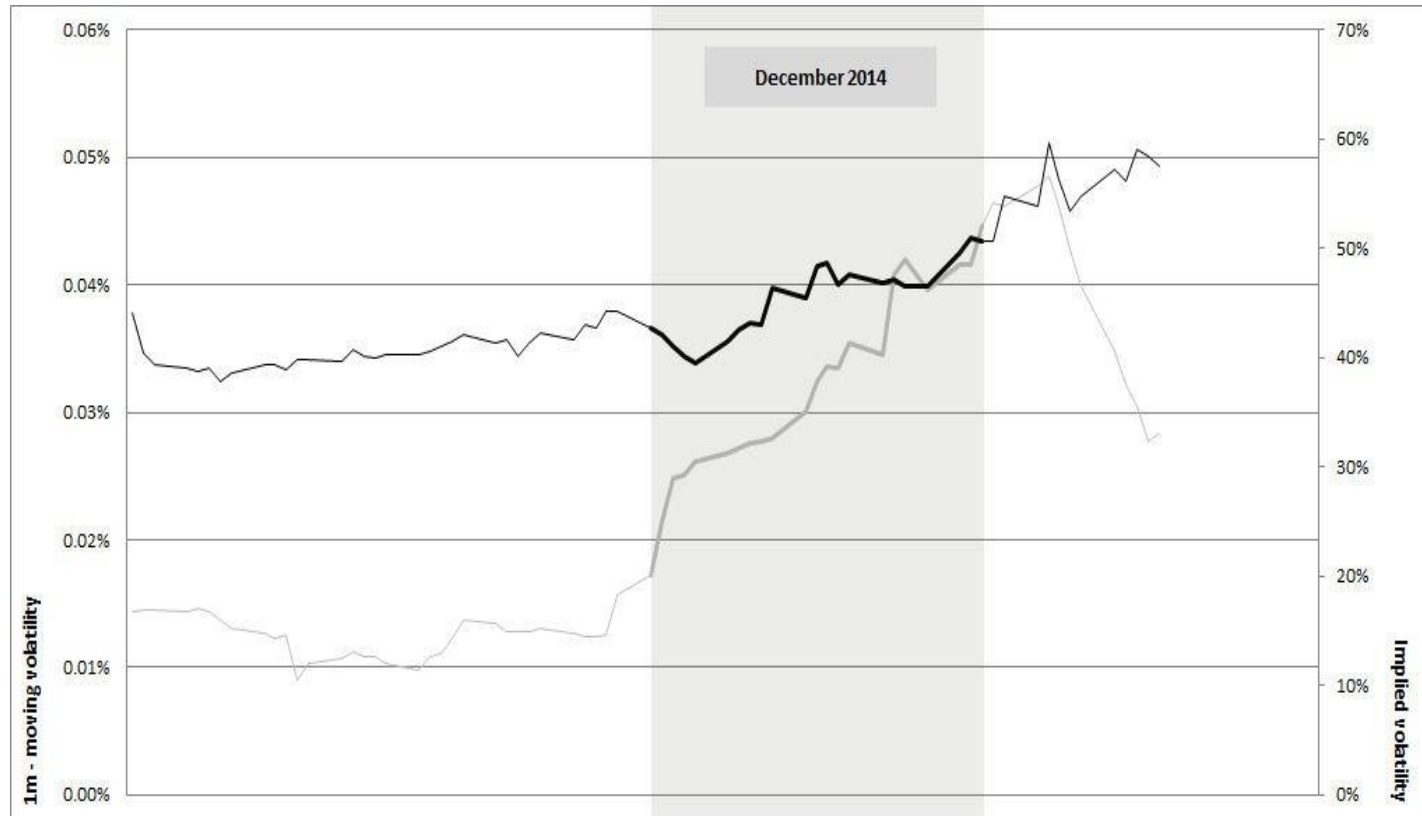
Historique	Turn-of-the-year	Autres jours
1950-2004	+0,144%	+0,039%

Rendements

Source : Fundamentals of Investments, McGraw Hill, 2006

- Forte volatilité des données
- Valeurs biaisées car prenant en compte tous les ajustements comptables des grandes compagnies
- **Les traders se méfient des données du marché au 31/12**

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux Calibrage des modèles



Evolution de la volatilité implicite de swaption 5x5 et de la volatilité de cet indicateur
Horizon octobre 14' – janvier 15'

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

Simulation – exemple du LMM shifté

Diffusion du LMM shifté (version assurantielle) :

$$dF_k(t) = (F_k(t) + \delta) \left(s^2(t) \sum_{i=m(t)}^k \left[\frac{\Delta_i(F_i(t) + \delta)}{1 + \Delta_i F_i(t)} \gamma_i(t) \cdot \gamma_k(t) \right] dt + s(t) \cdot \gamma_k(t) \cdot dZ^d(t) \right)$$

Structure de volatilité : $\gamma_j(t) := g_j(t)\beta_j(t)$

$\beta_j(t) = (\beta_j^1(t), \beta_j^2(t))$ avec $\beta_j^1(t)^2 + \beta_j^2(t)^2 = 1$ (structure de corrélation calibrée sur historique)

$g_j(t) = (a + bT_{j-m(t)})e^{-cT_{j-m(t)}} + d$

$\delta > 0$ et $s(t) = f(t)$

Avec $f()$ une fonction d'échelle déterministe :

$s(t) = f(t) = (f_\infty + (1 - f_\infty)e^{-\alpha_{vol} \cdot T_j})$ pour $t \in [T_j, T_{j+1}[$

7 paramètres : $\mathcal{P} := (a, b, c, d, f_\infty, \alpha_{vol}, \delta)$

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

Simulation – exemple du LMM shifté

Mise en œuvre comparée

Calibrage en $t=0$

- Pratiques similaires finance/assurance

Simulation

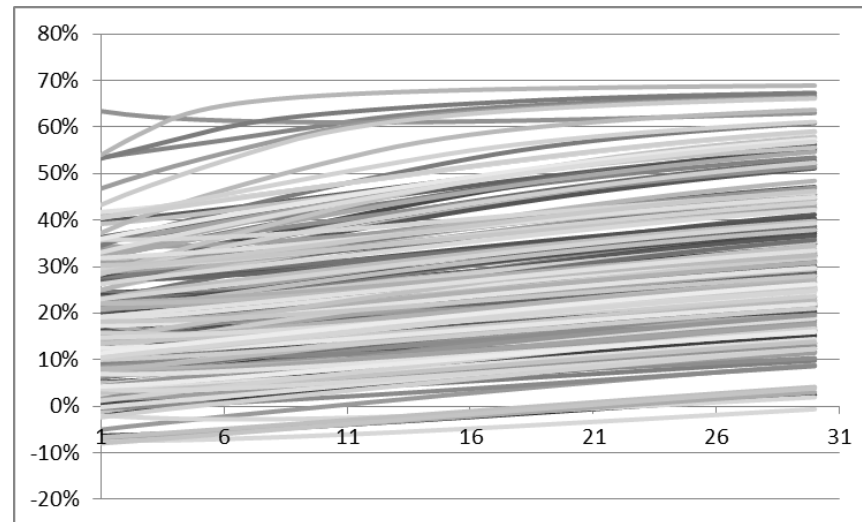
- Discrétisation
 - Assurance : Discrétisation d'Euler, pas annuel ou mensuel
 - Finance de marché : Discrétisation d'Euler, **pas journalier**
- Diffusion des paramètres
 - Assurance : \mathcal{P} ne dépend pas du temps
 - Finance : \mathcal{P}_t , tous les paramètres sont recalibrés après chaque pas de temps

→ On parle donc de deux modèles distincts

En particulier, la martingalité du LMM en assurance n'est pas assurée

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux Simulation – exemple du LMM shifté

Variabilité des trajectoires obtenues par l'approche assurancielle



LMM shifté, t=40 ans – 200 simulations aléatoires

Autre élément de comparaison

Finance – cadre de valorisation d'options de taux

Simulations à court terme : 10'000 à 50'000 scénarios

Assurance – valorisation économique (BEL, FP)

Simulations à très long terme, volatilité explosive, ~1'000 scénarios

→ Quels intervalles de confiance, quantiles (VaR) des VAN simulées?

Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux

Manipulabilité du cadre économique

Mise en œuvre de 4 approches market-consistent

- Nous avons testé 4 approches du calibrage de nos modèles de taux sur des matrices de volatilités implicites de swaptions
 - Au 31/12/14, sur la « croix 5,5 » (v2)
 - Au 31/12/14, sur la « croix 10,10 » (v1)
 - Approche v2 moyennée sur octobre
 - Approche v2 moyennée sur octobre et novembre
- Sur 3 portefeuilles d'épargne distincts « type marché »
 - Règles ALM standards (rachats dynamiques, rebalancements d'actifs, TMG,...)

v2

M\T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	65%	62%	60%	58%	57%	56%	54%	53%	52%	51%
2	63%	60%	59%	57%	56%	54%	53%	52%	51%	50%
3	60%	59%	57%	56%	54%	53%	52%	51%	50%	49%
4	58%	57%	55%	54%	53%	51%	50%	49%	49%	48%
5	56%	55%	54%	52%	51%	50%	49%	48%	47%	47%
6	55%	53%	52%	51%	50%	49%	48%	47%	46%	45%
7	53%	52%	50%	49%	48%	47%	47%	46%	45%	44%
8	51%	50%	49%	48%	47%	46%	45%	45%	44%	43%
9	50%	49%	48%	47%	46%	45%	44%	43%	43%	42%
10	48%	47%	46%	45%	45%	44%	43%	42%	42%	41%

v1

Résultats :

	Octobre 14'	Oct. & Nov. 14'	12/31/14 v1	12/31/14 v2
Portefeuille no 1	16'898	15'614	7'046	10'000
Portefeuille no 2	12'826	12'283	9'517	10'000
Portefeuille no 3	12'553	12'073	6'050	10'000

Sommaire

Introduction

- Éléments d'historique
- Le risque-neutre en finance et en assurance
- Zoom sur les problèmes posés par la simulation des taux
- Conclusion et recommandations

Garder à l'esprit le lien entre modèle et objectif

- La valorisation de l'optionnalité d'un produit d'assurance est très spécifique et ne pourra jamais être répliquée par celle d'actifs de marché
- D'autre part, les prix ne sont pas uniques
- On n'aura donc jamais une juste valeur unique

Si on fait une valorisation sans arbitrage cela veut dire qu'il y a un acheteur et un vendeur qui s'accordent sur le prix

- C'est cela qui rend les valeurs comparables
- En assurance, ces valeurs ne seront donc jamais comparables
 - Ni entre elles
 - Ni à aucune valeur financière

Conclusion et recommandation

Extrême complexité des modélisations...

→ Donne une forme de légitimité aux valeurs

...mais implémentation très approximative

→ Une approche plus simple pourrait être envisagée (modèles à facteurs, ajout de réalisme, modélisation de moins long terme – 5/10 ans)

Nécessité de mettre en œuvre des procédures pour **homogénéiser** les pratiques et rendre les valorisations **plus comparables**

→ Couverture contre les manipulations

→ Robustesse des calculs

Le lien entre solvabilité, comptabilité et réalité manque de clarté