

Mémoire présenté devant le Centre d'Etudes Actuarielles
pour l'obtention du diplôme
du Centre d'Etudes Actuarielles
et l'admission à l'Institut des Actuaires
le 22 juin 2011

Par : Henry de Courtois et Sarah Bouquerel
Titre : Le coût du capital des sociétés d'assurance
Volatilité du coût du capital
Application au risque de dépréciation de survaleur dans le cadre d'une acquisition

Confidentialité : NON X OUI (Durée : 1an X 2 ans)
Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus

Membre présent du jury de
l'Institut des Actuaires :

signature

Entreprise : GIE AXA

Nom : Noel Richardson

Signature :



Membres présents du jury du
Centre d'Etudes Actuarielles :

Thomas BEHAR

Vincent DAMAS

Gérard CROSET

Arnaud COHEN

Jean-Pierre DIAZ

Brigitte DUBUS

Paul ESMEIN

Michel FROMENTEAU

Benoît HUGONIN

Christophe IZART

Pierre PETAUTON

Florence PICARD

Christian-Yann ROBERT

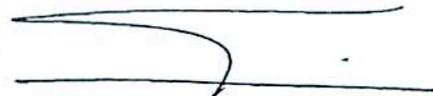
Secrétariat :

Bibliothèque :

Directeur de mémoire en entreprise :

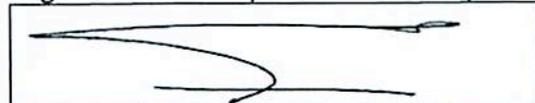
Nom : Guillaume Gorge

Signature :

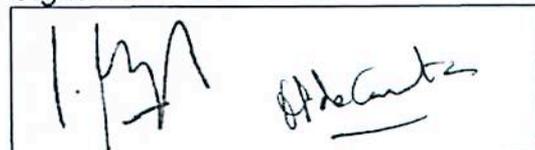


**Autorisation de publication et de
mise en ligne sur un site de
diffusion de documents actuariels**
(après expiration de l'éventuel délai de
confidentialité)

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier extrêmement chaleureusement notre directeur de mémoire, M. Guillaume GORGE, pour le temps qu'il a bien voulu nous accorder, sa passion pour les sujets traités dans ce mémoire et ses précieux conseils tout au long de notre réflexion.

Merci également à :

- Alban DE MAILLY NESLE, directeur central des financements et du corporate finance du Groupe AXA jusqu'au mois d'août 2010 et Noël RICHARDSON son successeur
- Nicolas LECLERCQ, directeur central du corporate finance du Groupe AXA

Pour nous avoir offert l'opportunité de travailler sur ce sujet au sein de leur équipe et de nous avoir apporté leur éclairage d'un point de vue corporate finance.

Nous remercions enfin M. Christian-Yann ROBERT d'avoir accepté d'être notre référent au CEA pour ce mémoire.

Sommaire

Résumé / Abstract.....	4
Introduction.....	6
Partie I Introductions aux activités de Corporate Finance et importance du coût du capital pour les problématiques de valorisation	9
Section 1 AXA et le corporate finance	9
1. Présentation rapide de l'équipe corporate finance d'AXA	9
2. Acquisitions marquantes et stratégie récente en terme d'acquisitions.....	10
3. Approche concernant les acquisitions	12
Section 2 Aperçu d'un processus d'acquisition	14
1. Description d'un processus d'acquisition	14
2. Principales méthodes de valorisation.....	15
3. Dépréciation potentielle de survaleur dans le cadre d'une acquisition	18
Partie II Pertinence du MEDAF pour le secteur de l'assurance.....	20
Section 1 Coût du capital – Méthodes propres au secteur de l'assurance.....	20
1. Définition du coût du capital	20
2. Particularités du secteur de l'assurance et tentatives de développer une méthodologie propre au secteur	21
Section 2 Le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF).....	24
1. Calcul du coût du capital chez AXA.....	24
2. Fondements théoriques et formule du MEDAF.....	25
3. Le coefficient Beta	26
Section 3 Test du MEDAF et analyse du coefficient Beta sur la période 2007-2009.....	29
1. Premières données	29
2. Premiers calculs et enseignements.....	33
3. Tentative d'explication du Beta	35
Partie III Amélioration de la méthode du MEDAF par une méthode multivariée puis par un modèle ARCH.....	45
Section 1 Limites du MEDAF et introduction des modèles Fama-French.....	45
1. Les limites du MEDAF.....	45
2. Le modèle Fama-French théorique.....	46
Section 2 Tentative d'amélioration du MEDAF par la prise en compte de deux facteurs additionnels : « détresse financière » et volatilité.....	48

1.	L'introduction de la détresse financière et de la volatilité	48
2.	Régressions multivariées	52
Section 3	Approche par un modèle ARCH	54
1.	Introduction théorique des modèles ARCH	54
2.	Détection d'un processus ARCH dans les séries temporelles de rendement	57
3.	Simulation d'une distribution du coût du capital à horizon d'un an	59
Partie IV	Application à un cas pratique : projet d'acquisition de la société Unita en Roumanie...	62
Section 1	Aperçu du projet d'acquisition	62
1.	Origine du projet	62
2.	Description de Unita	63
Section 2	Valorisation de Unita	65
1.	Résumé de la valorisation	65
2.	Détermination des principaux paramètres de la valorisation	66
3.	Principaux multiples et sensibilités de la valorisation	72
Section 3	Risque de dépréciation de survaleur liée à la volatilité du facteur d'actualisation	73
1.	Conclusion du projet	73
2.	Sensibilité de la valorisation au facteur d'actualisation	75
3.	Application de la partie III : Détermination d'un niveau de confiance pour la valorisation du goodwill d'Unita	79
Conclusion	82
Bibliographie	84
Annexes	87
Annexe 1	: L'analyse en composantes multiples (ACM)	88
Annexe 2	: Modalités des variables identifiées pour l'analyse ACM.....	91
Annexe 3	: Autres méthodes de calcul du coût du capital	96
Annexe 4	: Graphiques additionnels de la partie III	99
Annexe 5	: Code sous R pour régressions et simulations.....	100

Résumé / Abstract

Le coût du capital d'une entité - le rendement annuel attendu par les investisseurs – est une notion centrale des techniques de valorisation utilisées en finance d'entreprise (il correspond au taux d'actualisation des flux de trésorerie futurs) et plus encore lorsqu'il s'agit d'une société d'assurance dont les cash flows doivent être projetés sur de très longues périodes.

Les valorisations d'entreprises, sur la base desquelles est déterminé le prix d'une acquisition, sont généralement très sensibles au taux d'actualisation utilisé. Dans le contexte d'une opération de Fusion-Acquisition et d'entrée dans le périmètre de consolidation d'une nouvelle entité, la mauvaise calibration du coût du capital fait donc courir un risque significatif de pertes induites par la dépréciation de survaleur, dont les normes comptables IFRS exigent le test annuel de sa recouvrabilité. La crise financière récente a d'ailleurs mis en lumière l'importance accordée par les investisseurs aux éléments incorporels du bilan des entreprises et les sociétés d'assurance ayant réalisé un grand nombre d'acquisition dans des marchés haussiers dans la période 2004-2007 ont vu leur cours soumis à une pression bien plus forte celles n'ayant aucune survaleur à leur bilan.

Nous nous sommes donc interrogés sur les techniques de modélisation du coût du capital et tout d'abord sur la pertinence du MEDAF, utilisé de manière quasiment universelle en finance d'entreprise, en raison de sa simplicité. Notre étude fait apparaître que le MEDAF, et au-delà, différents modèles linéaires de type FAMA-FRENCH permettant de prendre en compte des paramètres de volatilité et de détresse financière, semblent impuissants à expliquer de manière satisfaisante l'évolution du coût du capital au cours du temps, notamment dans le contexte d'une crise financière telle que nous en avons récemment traversée. L'introduction d'un modèle non-linéaire de type ARCH permet un progrès significatif et nous permet de simuler de manière prédictive l'évolution du coût du capital.

Le cœur de notre mémoire étant l'utilisation du coût du capital dans les projets d'acquisition de sociétés d'assurance, Nous nous sommes enfin penchés sur l'application de la simulation à un cas réel d'acquisition analysé par AXA en 2008, qui nous permet de confirmer et de quantifier l'impact d'une mauvaise calibration du coût du capital sur le risque de perte liée à une dépréciation de survaleur pouvant dans des cas extrêmes exposer au risque de ruine.

The cost of capital – the annual return expected by investors – is a key parameter of valuation techniques, as it is used to discount future cash flows. And this is all the more true for insurance companies, cash flows of which must be projected over very long time periods.

Companies' valuations – on which acquisition prices are calibrated – are usually very sensitive to the discount rate. M&A transactions generate goodwill in acquiring entities' balance sheets and a mis-calibration of the discount rate expose them to the risk of impairing that goodwill, as it must be tested annually under IFRS accounting standards. The recent global financial crisis evidenced that listed companies with a large part of their net asset value arising from recent acquisitions – and therefore a high level of goodwill – experienced a significantly higher pressure on their stock price compared to companies with no or little intangible on their balance sheet.

We have investigated cost of capital's modelling techniques and questioned the relevance and accuracy of the CAPM, which is almost universally used in corporate finance, due to its simplicity. Our study evidences that the CAPM – and beyond CAPM, other linear FAMA-FRENCH-type models, taking into account volatility and financial distress, do not provide a satisfactory explanation for changes of cost of capital over time, in particular in a financial crisis context. The introduction of non-linear models ARCH allows to make a real breakthrough and even to be able to simulate and predict the cost of capital.

The key objective of this thesis was to apply our findings on the cost of capital to acquisition projects in the insurance sector. In particular, we apply the outcome of the simulation to a real acquisition project carried out by AXA in 2008 and we evidence and quantify the significant risk of loss or even a risk of ruin for the acquirer arising from an improper calibration of the discount rate

*

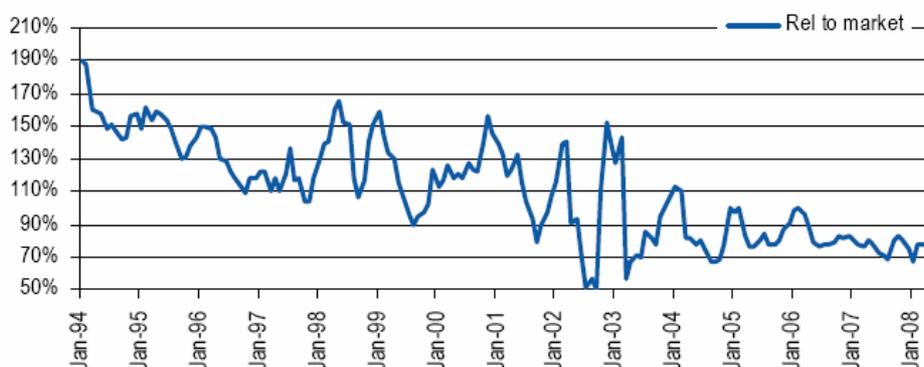
* *

Introduction

Le secteur de l'assurance connaît depuis plusieurs années un paradoxe sans précédent : malgré un contexte normatif convergent, de plus en plus précis, et tendant vers une véritable approche économique de l'information financière publiée (en particulier IFRS et Embedded Value) qui aurait dû augmenter la transparence du secteur vis-à-vis des investisseurs, le secteur de l'assurance souffre d'une très importante « cote de désamour » avec un « derating » du secteur en terme de valorisation :

Cost of capital is at a high

Figure 2: 1 year forward P/E of European insurance sector versus the market – cost of capital at a high



Source: JPMorgan estimates, Datastream.

*“As well as the amount of capital, we think **it’s also about the cost of capital**. After all, this is an industry that generally has long duration cash flows so the discount rate is all important.”*

De nombreux analystes montrent du doigt l’incapacité du secteur à communiquer de manière simple aux investisseurs sur les leviers de création de valeur et les risques inhérents au secteur. La compréhension des mécanismes du coût du capital, compte tenu de la nature de long terme du métier l’assurance, nous semble être l’un des principaux enjeux pour le secteur dans les années à venir.

Le coût du capital est en particulier un paramètre central de la valorisation d’une entreprise, dans la mesure où il correspond au taux utilisé pour l’actualisation des flux de trésorerie futurs. Les valorisations de sociétés d’assurance – parce que les cash flows doivent être projetés sur une très longue période – sont généralement très sensibles au taux d’actualisation utilisé. Or, l’entrée d’une nouvelle entité dans le périmètre de consolidation d’un groupe génère de manière usuelle un « goodwill » ou élément incorporel de « survaleur » au bilan, dont le niveau correspond à la différence entre le prix payé et l’actif net comptable de l’entité acquise. Quand on sait que les normes comptables IFRS exigent que la recouvrabilité de ce goodwill soit testée annuellement et

quand on constate l'attention accrue portée par les analystes financiers, au cours de la crise financière récente, au niveau de goodwill au bilan des entreprises– et la pression forte dont on fait l'objet les entreprises ayant réalisé de nombreuses acquisitions au cours de la période haussière 2004-2007, on ne peut que se poser la question de la pertinence des modèles utilisés pour la calibration du coût du capital.

C'est donc sur ce paramètre que nous allons tenter d'apporter un certain nombre d'éclairages particulièrement à la lumière de la récente crise financière qui a souligné de manière brutale sa nécessaire meilleure compréhension. Un rapide exemple sur le cas d'AXA va permettre d'illustrer nos propos. Selon la théorie économique, le cours de l'action reflète la valeur escomptée des bénéfices futurs attendus. En utilisant de manière un peu simplificatrice la formule de Gordon-Shapiro, on peut ainsi lier le cours de l'action et le coût du capital:

Cours de l'action = Bénéfice par action / (coût du capital – taux de croissance du bénéfice par action)

Pour AXA, avant la crise, les paramètres permettant de vérifier cette formule étaient les suivants :

- Cours de l'action = 25
- Bénéfice par action = 2.5
- Coût du capital = 12%
- Taux de croissance à l'infini = 2%

Au cœur de la crise, les paramètres étaient devenus :

- Cours de l'action = 8 (et même 5.8 au plus bas)
- Bénéfice par action = 1.8 (en baisse d'environ 25-30%)
- Taux de croissance à l'infini = 0%

Un rapide calcul, montre que le coût du capital implicite d'AXA avec un cours à 8 euros aurait explosé aux alentours de 25-30%. Le principal levier du cours de l'action AXA pendant la crise n'était donc pas la révision des bénéfices par action mais bien la volatilité du coût du capital !

Ce mémoire reflète directement le travail des deux rédacteurs depuis plusieurs années au sein de la direction Corporate Finance du Groupe AXA et les débats « interminables » sur le coût du capital à adopter pour la valorisation d'un projet d'acquisition. C'est pourquoi, au-delà des calculs nécessaires requis pour un mémoire présenté à l'Institut des actuaires, le point de vue quotidien et pragmatique requis par des projets de corporate finance est également privilégié.

Notre première partie, après avoir présenté rapidement l'équipe corporate finance d'AXA et sa place au sein du Groupe AXA, aborde de manière assez simple et générale l'importance du coût du capital pour les projets d'acquisition et le risque de dépréciation de survalueur lié à la volatilité du coût du capital dans le cadre d'une acquisition.

La deuxième partie permet de rentrer dans le cœur du sujet : nous montrons que le MEDAF par sa simplicité opérationnelle reste la méthode privilégiée de calcul du coût du capital au quotidien par tous ceux qui utilisent ce paramètre au quotidien. Cependant, basé sur un large échantillon de sociétés cotées du secteur, nous arrivons à la conclusion que le paramètre-clé du modèle, le Beta, reste une « boîte noire » très difficile à décrypter à partir de caractéristiques opérationnelles et financières de chaque société et que la crise financière de 2008-2009 vient fortement perturber l'analyse des facteurs explicatifs du Beta. Cette conclusion nous conduit à la mise en cause de la pertinence du MEDAF.

Dans la troisième partie, partant du constat que le MEDAF est insuffisant pour expliquer de manière satisfaisante les variations des cours de bourse du secteur, nous essayons d'abord d'améliorer les résultats de la deuxième partie à partir de modèle multivarié de type Fama-French en introduisant des facteurs explicatifs additionnels comme la détresse financière ou la volatilité. Ayant là encore constaté avec une certaine impuissance que nous n'améliorerions qu'assez peu les résultats de la deuxième partie, nous nous tournons vers des modèles non linéaires de type ARCH : ces modèles nous permettent de détecter la présence de ce genre de phénomène dans nos séries de rendement et nous permettent de comparer la simulation de distribution du coût du capital à un horizon de un an dans un modèle ARCH et dans un modèle basé sur une loi normale.

Enfin, en quatrième partie, nous appliquons ces résultats à un projet d'acquisition réel étudié par AXA en 2008 en Roumanie. Nous montrons que la non prise en compte de la volatilité du coût du capital peut aboutir à un risque de perte significatif et nous essayons de proposer une méthode simple pour quantifier le niveau de risque et ainsi compléter les analyses dans le cadre d'un projet d'acquisition.

*

* *

Partie I Introductions aux activités de Corporate Finance et importance du coût du capital pour les problématiques de valorisation

Section 1 AXA et le corporate finance

1. Présentation rapide de l'équipe corporate finance d'AXA

Afin de bien comprendre les enjeux du mémoire, nous devons expliquer brièvement le travail de l'équipe corporate finance d'AXA ainsi que l'histoire et la stratégie d'AXA en terme d'acquisitions.

Au moment de la rédaction de ce mémoire, nous travaillons au sein de la DCFG (Direction Centrale des Finances du Groupe) plus spécifiquement dans l'équipe corporate finance : cette équipe, qui comprend 10 personnes, est en charge d'instruire l'ensemble des projets d'acquisition et de cession pour le compte du groupe AXA à travers le monde et dans toutes les lignes métiers (assurance, gestion d'actifs, banque principalement) et de les présenter au Management Committee du Groupe AXA pour validation en vue de déterminer les paramètres d'une offre. Les dix personnes de l'équipe corporate finance sont regroupés en trois pôles géographiques, et nous nous occupons depuis 3 ans environ respectivement de la zone Asie-Pacifique/US et de la zone France/Canada/NORCEE (regroupant l'Allemagne, la Belgique et l'ensemble des pays de l'Europe l'Est). Nous sommes aidés sur certains dossiers de petite taille ou très spécifiques par des équipes locales de corporate finance. Depuis le début du mois de janvier 2011, Henry est responsable de l'actuariat et des statistiques chez Direct Assurance.

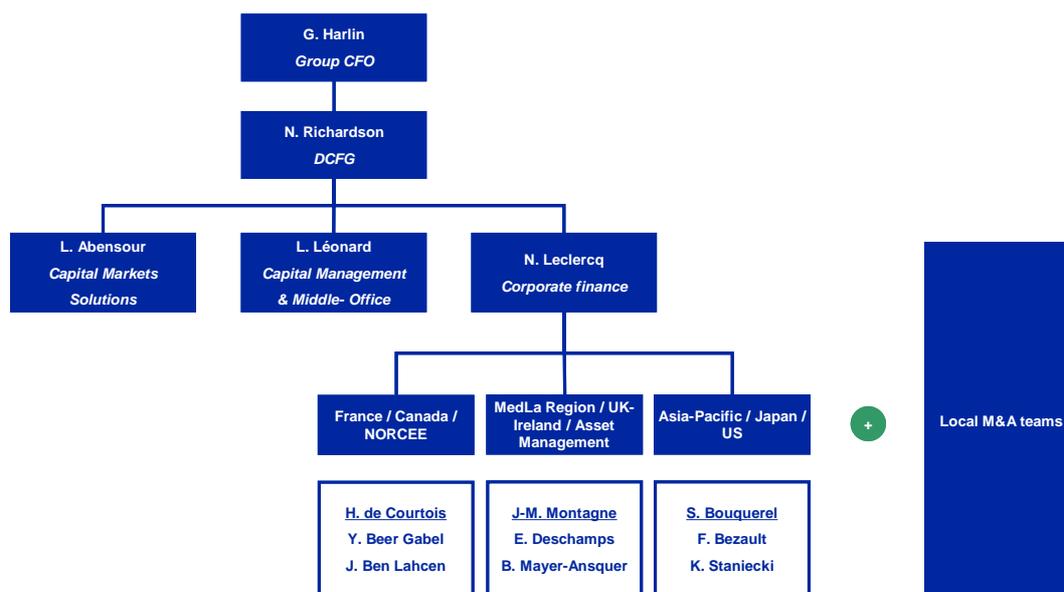


Figure 1 : Structure de l'équipe corporate finance chez AXA

2. Acquisitions marquantes et stratégie récente en terme d'acquisitions

Comparée aux autres acteurs du secteur de l'assurance, AXA est une entreprise encore relativement jeune puisqu'ont été fêtés en 2010 les 25 ans de la marque AXA et les origines de l'entreprise remontent à une trentaine d'années environ. Le développement d'AXA a été extrêmement rapide et caractérisé par de très nombreux projets de croissance externe dont une grande partie ont été menés par Claude Bébéar jusqu'en 2000. Les acquisitions les plus transformantes ont sans doute été dans l'histoire d'AXA :

- Le rachat d'Equitable aux Etats-Unis en 1992,
- Le rachat de National Mutual en Australie en 1996,
- Le rachat de l'UAP en 1997,
- Le rachat de Guardian Royal Exchange en 1999,
- Le rachat de Winterthur en 2006.

Le schéma ci-dessous illustre l'histoire d'AXA, la croissance de son chiffre d'affaire, ainsi que les principales opérations de croissance externe depuis 30 ans. Le groupe AXA est passé en 30 ans du statut d'une petite structure mutualiste à celui d'un des leaders de l'assurance dans le monde avec environ 90 milliards de chiffre d'affaire par an.

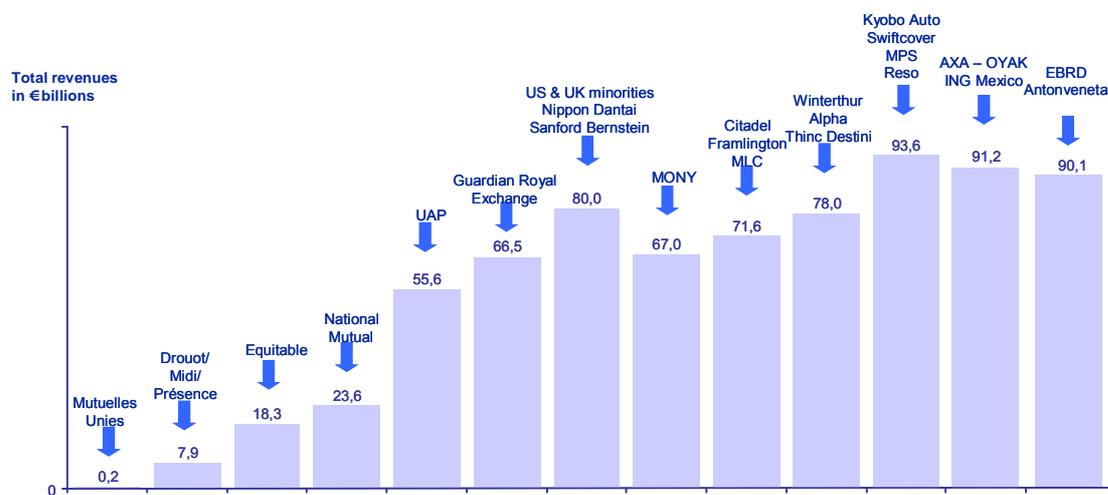


Figure 2 : Evolution du chiffre d'affaire d'AXA et principaux projets d'acquisition depuis 1980

Ces dernières années ont été marquées par relativement moins d'opérations de taille très significatives (même s'il y eut Winterthur en 2006 qui représentait environ 15-20% de la taille d'AXA), le groupe AXA ayant déjà atteint une taille très importante mais par un nombre croissant de dossiers de taille moyenne (jusqu'à un milliard d'euros de valeur d'acquisition) visant à combler des « trous » géographiques ou à acquérir certaines compétences qu'il eut été difficile de développer en interne. Bloomberg a récemment établi un classement des sociétés ayant réalisé le plus grand nombre d'acquisition depuis 2004 et AXA se classe 9ième et premier assureur si l'on excepte ING.

Company Name	Announced Value (\$B)	Number of Deals	5-Year Stock Return
General Electric Co.	\$62.56	196	-52.5%
WPP Plc	3.55	126	24.1%
Morgan Stanley	51.46	125	-36.9%
Goldman Sachs Group Inc.	27.33	121	31.6%
Deutsche Bank AG	28.57	106	-35.2%
ING Groep NV	15.42	105	-57.3%
Macquarie Group Ltd.	27.39	99	-43.8%
Citigroup Inc.	34.98	97	-91.3%
AXA SA	23.14	87	-37.9%
JPMorgan Chase & Co.	19.36	8	20.1%

Figure 3 : Classement des sociétés ayant réalisé le plus grand nombre d'acquisitions depuis 2004

Toutes ces transactions ont permis à AXA de se diversifier vers trois principales zones émergentes... :

- Asie avec des acquisitions en Corée, en Malaisie et à Hong-Kong,
- Europe de L'Est avec des acquisitions en Russie et en Ukraine,
- Zone Méditerranée et Amérique latine avec des acquisitions en Turquie, au Maroc et au Mexique,

...et aussi d'acquérir certains savoir-faire très spécifiques :

- Une banque en Hongrie,
- Une joint-venture de bancassurance en Italie,
- Un assureur Internet au Royaume-Uni et un autre en Corée,
- Un gestionnaire d'actif spécialisé dans les actions au Royaume-Uni,
- Des sociétés de service à la personne dans le domaine de l'assistance...

Il faut noter, concernant les pays émergents, que les cibles de qualité sont très rares et très disputées ce qui explique des prix élevés et le taux de succès relativement bas pour des processus d'acquisition.

La période récente a aussi été caractérisée par un plus grand nombre de cessions (AXA RE, activités de Winterthur aux Etats-Unis, AXA Pays-Bas, une partie des activités vie au Royaume-Uni) afin de sortir d'activités jugées volatiles comme la réassurance ou de gérer plus activement le capital qui est devenu une ressource plus rare depuis le début de la crise financière.

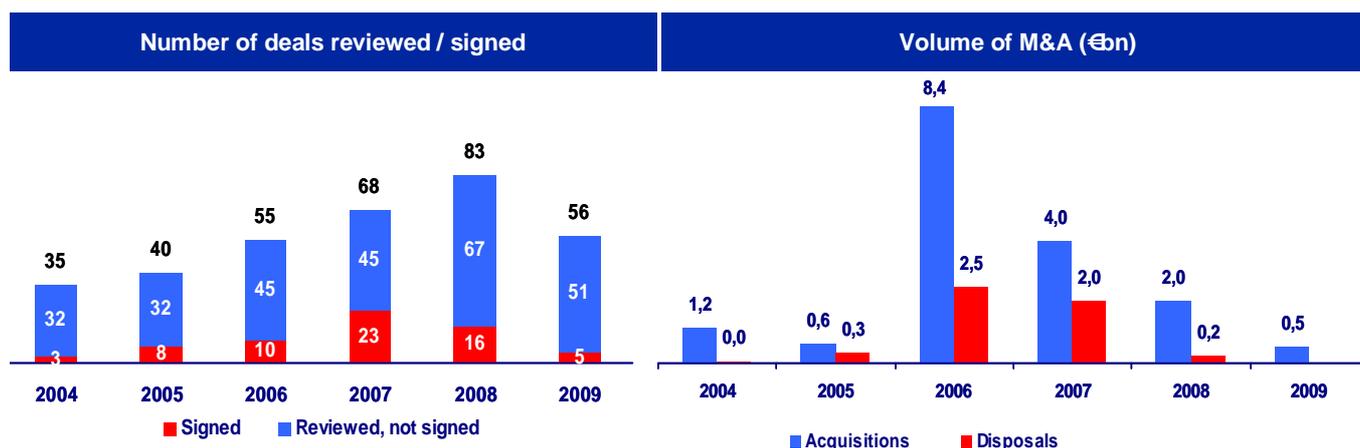


Figure 4 : Nombre de transactions analysées et volume des transactions réalisées 2004-2009

Il faut noter que le nombre de transaction dans le graphique ci-dessus n'est que de 65 pour la période 2004-2009 et n'est donc pas totalement cohérent avec le sondage Bloomberg de la page précédente, l'explication étant qu'un certain nombre de très petite transaction (<€10m de valeur) échappe à l'équipe DCFG car elles sont exclusivement gérées par les équipes locales.

3. Approche concernant les acquisitions

L'approche d'AXA concernant la croissance externe a toujours reposé sur 4 piliers principaux :

- **Réactivité** : AXA a la réputation dans ce domaine d'essayer d'aller au-delà des processus d'enchères organisées et de pro-activement essayer de préempter certains processus par des offres non-sollicitées qui si elles sont acceptées auront plus de chances d'aboutir et peuvent se faire à de meilleures conditions.
- **Sélectivité** : L'équipe corporate finance revoit en moyenne 60-70 dossiers par an et environ seulement 10-20% vont à leur terme en moyenne. Aucune transaction n'est considérée comme indispensable et toutes doivent répondre à des critères notamment financiers objectifs.
- **Discipline financière** : Toutes les transactions doivent créer de la valeur pour AXA (il n'y a pas de valeur « stratégique » à proprement parler), elles doivent dans la mesure du possible être relatives pour le bénéfice par action d'AXA et le financement de toute acquisition doit permettre de maintenir une structure financière solide et flexible.
- **Une équipe importante** : depuis très longtemps, les acquisitions d'AXA reposent sur une équipe interne de 10 personnes expérimentées, souvent composée de 50% de personnes venant de la banque d'affaire et 50% venant de l'assurance. La taille de l'équipe permet d'avoir un recours limité à des banques d'affaires externes.

Grace à ces quatre piliers, AXA a historiquement eu une relativement bonne réputation concernant l'exécution de projets M&A.

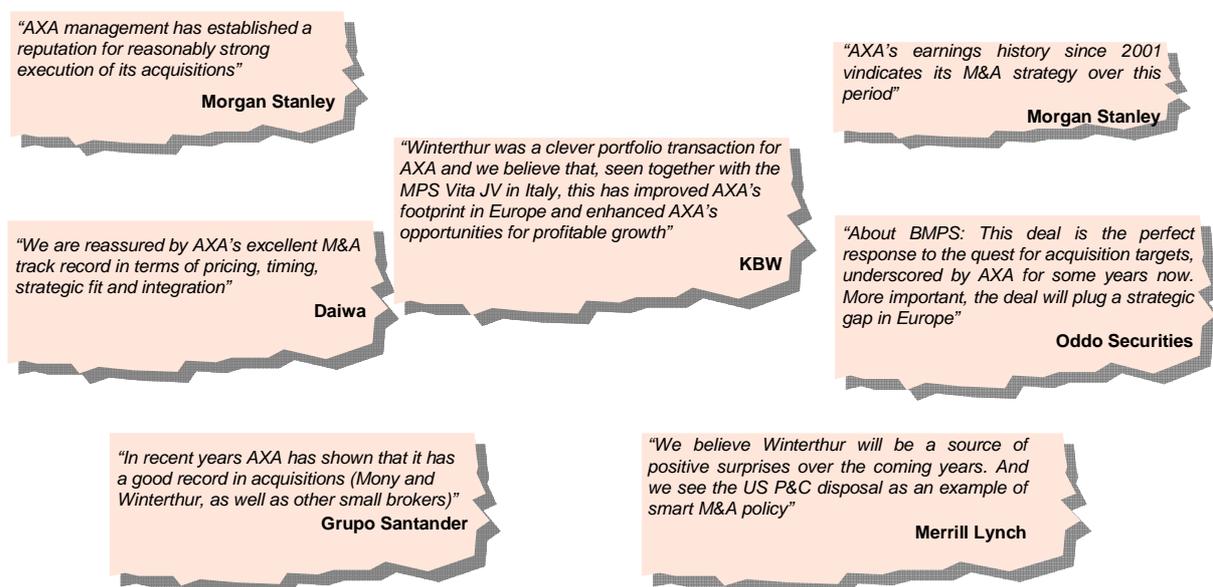


Figure 5 : Opinions d'analystes sur la politique d'acquisitions du groupe AXA

Pendant, toutes les acquisitions faites par AXA n'ont pas été des succès et c'est pourquoi, plus que jamais, AXA doit rester extrêmement prudent dans sa politique de croissance externe car le contexte économiques est volatile et le contexte réglementaire, avec la mise en place de Solvency II (mais aussi Bale III pour les banques) reste lui aussi très incertain et pas encore stabilisé. Si, à moyen terme, nous ne pouvons exclure que Solvency II déclenche de nouvelles opportunités, il est probable qu'à court terme, tant que les règles ne sont pas stabilisées, peu d'acteurs vont oser s'engager dans la voie d'acquisitions significatives.

Les prochaines priorités d'AXA concernant les acquisitions/cessions sont :

- Continuer à augmenter l'exposition d'AXA aux pays émergents,
- Augmenter la part de la distribution des produits AXA à travers le canal de bancassurance en réalisant d'autres JV sur le modèle AXA/MPS en Italie,
- Profiter éventuellement de manière opportuniste des « victimes de la crise » (KBC, Dexia, ING par exemple) dans le secteur financier pour éventuellement réaliser des transactions stratégiques à un bon prix,
- Continuer à gérer activement le portefeuille d'activité d'AXA.

Section 2 Aperçu d'un processus d'acquisition

1. Description d'un processus d'acquisition

Dans le contexte d'un projet d'acquisition, au terme du processus complet (qui prend au minimum deux mois jusqu'à la remise d'une offre liante comme illustré ci-dessous mais souvent beaucoup plus), une présentation est faite au Management Committee d'AXA, afin de valider le principe et les principaux termes économiques d'une offre liante.



Figure 6 : Processus d'acquisition classique lors de la mise aux enchères d'une société

Cette présentation doit impérativement couvrir au moins les aspects suivants :

- Situation économique du pays de la cible,
- Environnement réglementaire,
- Présentation détaillée de la cible,
- Rationnel stratégique,
- Principaux risques liés à l'acquisition,
- Le management de la cible est-il le bon management pour l'avenir de cette nouvelle entité ?
- Valorisation de la cible et des synergies avec AXA,
- Principaux termes du contrat juridique,
- Recommandation et proposition de prix.

Dans cette relativement longue liste, la valorisation de la cible et les synergies ont bien sur une importance particulière, puisqu'elles déterminent la recommandation de prix et in fine sur la capacité à remporter les enchères dans un processus ouvert.

2. Principales méthodes de valorisation

Nous appliquons toujours une méthode multicritère lorsqu'une valorisation est faite dans le cadre d'un projet avec deux approches principales :

- Une approche par les multiples boursiers et/ou de transactions mais cette méthode se heurte très souvent au fait de trouver des situations réellement comparables surtout dans les pays émergents.
- Une approche « intrinsèque » ou nous valorisons les cash-flows de la cible disponibles pour l'actionnaire. Cette deuxième méthode est largement privilégiée tandis que la première méthode sert plus à vérifier que la méthode intrinsèque ne donne pas de résultats aberrants par rapport à l'environnement de la cible.

La valorisation intrinsèque est déterminée en projetant à travers un business plan le résultat net et les cash-flows disponibles pour l'actionnaire de la cible basée sur les règles comptables statutaires locales et en prenant en compte les règles de solvabilité locale. Pour les sociétés dommage, cela prend la forme d'un compte de résultat relativement simple tandis que pour les sociétés vie, nous nous appuyons généralement sur les compétences d'un cabinet d'actuaire extérieur pour nous aider à modéliser l'Embedded Value et la New Business Value.

Une erreur fréquente est de valoriser une cible en assimilant la séquence de résultat net à la séquence de cash-flows : pour une société d'assurance, la croissance de l'activité (primes, encours, réserves) créent chaque année un besoin de fonds propres supplémentaires pour satisfaire les contraintes de solvabilité locales et qui consomment une partie du résultat net. La différence entre le résultat net annuel et le besoin de fonds de propre supplémentaire annuel est le « cash-flow » libre.

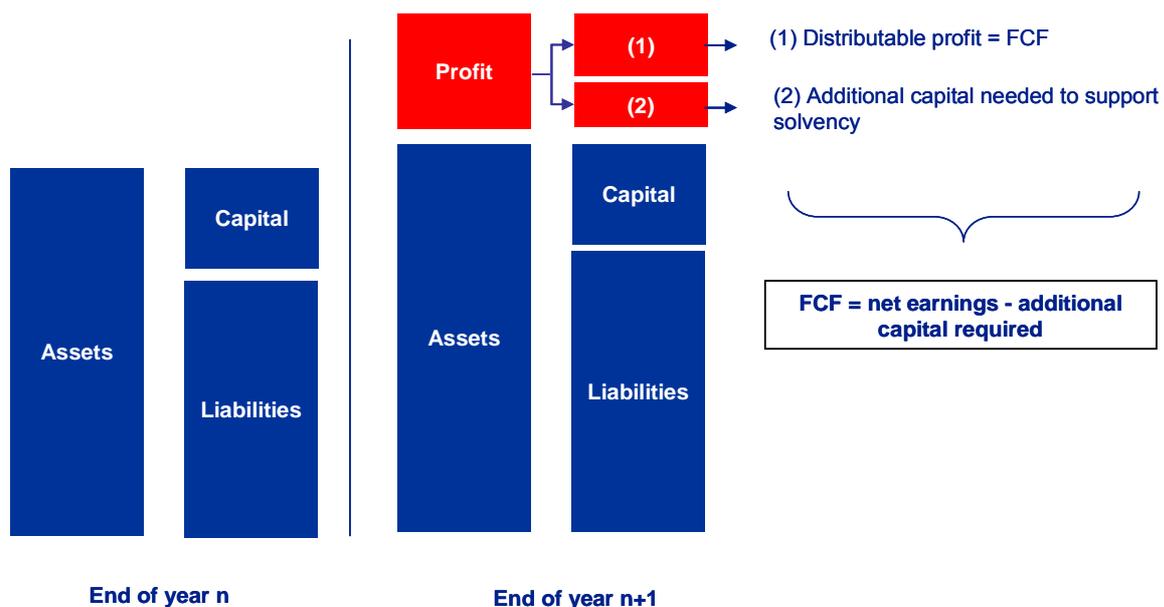


Figure 7 : Valorisation basée sur les « cash-flows libres »

Un facteur d'actualisation est ensuite utilisé pour calculer la valeur présente de ces cash-flows. Ce facteur d'actualisation représente le coût du capital pour un investisseur d'investir dans cette cible (ce coût du capital est différent de celui que les investisseurs appliquent à AXA car il tient compte des caractéristiques spécifiques de la cible). Le facteur d'actualisation est probablement le facteur qui a le plus d'influence sur la valorisation.

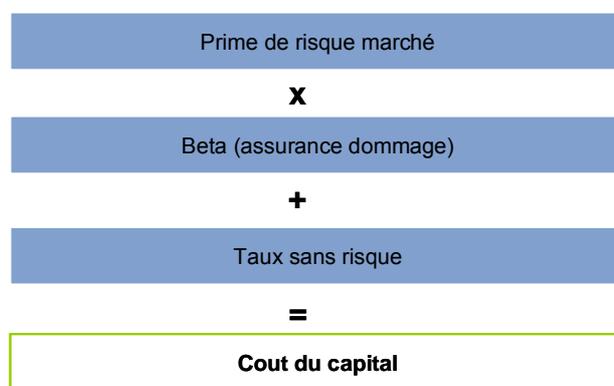


Figure 8 : Calcul du facteur d'actualisation avec le MEDAF

Le coût du capital chez AXA n'est bien sûr pas utilisé seulement pour les projets d'acquisition, il est utilisé par beaucoup d'autres équipes notamment par les équipes du Risk Management pour le pricing de produits. Il existe donc un standard sur ce sujet au sein du groupe AXA qui est régulièrement mis à jour par l'équipe corporate finance et qui doit faire en sorte que les différentes méthodologies soient réconciliables et qu'il y ait une cohérence dans la manière dont est utilisé le coût du capital à différents endroits. Pour tous les projets corporate finance, nous utilisons un standard AXA, basé sur le MEDAF, avec les paramètres suivants :

- Taux sans risque est égal à la moyenne glissante sur 12 mois du taux de gouvernement local en monnaie locale avec la maturité la plus longue possible.
- Beta par lignes de business.
- A l'époque, cette prime de risque était de 4% pour les pays matures et de 6% pour les pays émergents selon nos estimations historiques.

Il y a toujours eu d'interminables débats sur le caractère totalement discrétionnaire du facteur d'actualisation dans la valorisation d'un projet d'acquisition et sur le fait que le facteur d'actualisation est « un plug » destiné à justifier à posteriori le chiffre de valorisation que l'on a en tête ou envie de présenter. Si on ne peut pas nier totalement cette argumentation et parfois certains ajustements discrétionnaires sont ajoutés en fonction du degré de confiance que l'on a dans un projet, le calcul du facteur d'actualisation repose néanmoins sur une méthodologie, certes pas parfaite, mais assez constante au cours du temps, et au-delà de la valorisation en montant absolu reflète le TRI attendu du projet.

Nous reviendrons en détail sur les méthodologies et le mode de calcul dans les parties ultérieures mais le coût du capital est le pivot central d'une valorisation dans un processus d'acquisition. Tout écart, même mineur, dans l'estimation du coût du capital peut avoir des conséquences importantes en terme de destruction de valeur pour l'acquéreur d'une société.

A cette valorisation intrinsèque de la cible s'ajoutent la valorisation de synergies à la fois de coûts (plus ou moins importantes si la cible est achetée dans un pays où AXA a déjà une présence) et de revenus (souvent difficile à quantifier et la aussi plus ou moins importantes si la cible apporte un nouveau savoir-faire à AXA) et la valorisation des « dissynergies » (investissements nécessaires pour amener la cible aux standards AXA ou encore attrition de revenus dans certains canaux de distribution ou lignes d'affaires dans laquelle AXA aurait une part de marché trop importante).

La somme de la valeur intrinsèque et des synergies et dissynergies constitue le « pool total de valeur » pour AXA. Le prix offert lors d'une transaction doit toujours être inférieur au pool de valeur pour permettre à AXA de garder de la création de valeur (si tout se passe comme prévu c'est-à-dire la réalisation du business plan et des synergies) :

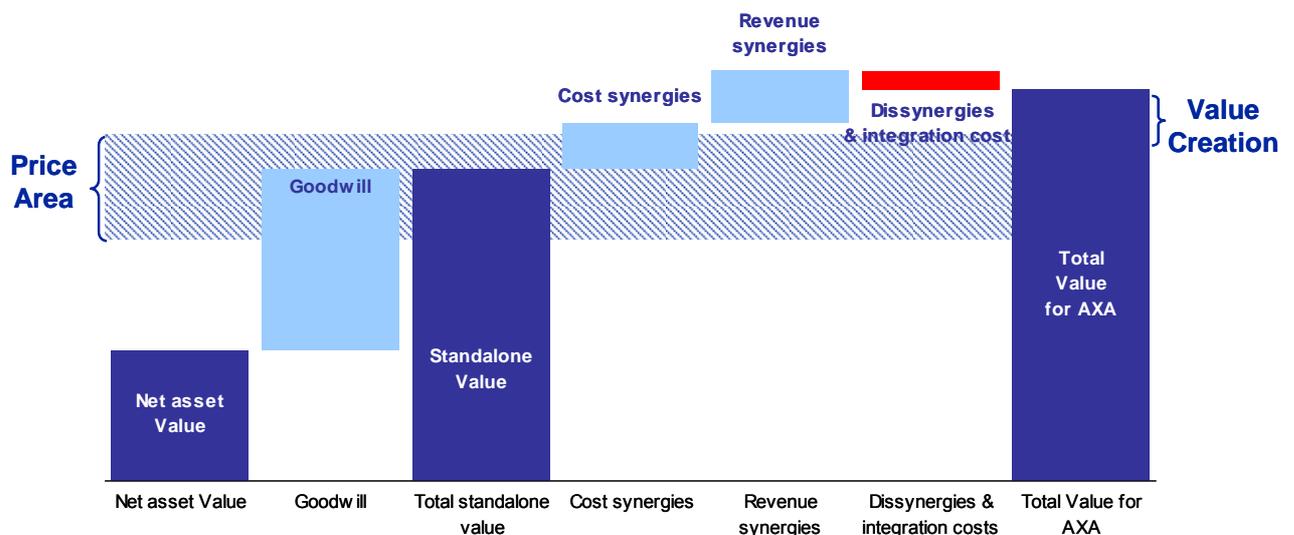


Figure 8 : Illustration du pool de valeur et de la création de valeur

La valorisation intrinsèque d'une compagnie d'assurance peut elle même être séparée en deux entre la valeur des fonds propres ajustés et la valeur de goodwill de la cible. Ce goodwill reflète la valeur de franchise de la cible et ses perspectives futures non encore reflétées dans ses fonds propres. Le prix proposé pour acquérir la cible (sauf cas exceptionnel et dans ce cas c'est souvent une bonne affaire !) comportera en conséquence une composante goodwill plus ou moins significative. Par ailleurs, pour une société vie, on peut aller un cran plus loin en séparant entre la valeur des affaires déjà en portefeuille et la valeur des affaires nouvelles.

3. Dépréciation potentielle de survaleur dans le cadre d'une acquisition

Au moment du bilan d'ouverture de la cible dans les comptes d'AXA, le goodwill devient un actif comptable intangible dont la « recouvrabilité » doit être testée tous les ans selon les normes IFRS (il est à noter que dans les anciennes règles comptables French GAAP, ce goodwill était amorti annuellement). Pour une société vie, le traitement est légèrement différent entre la partie valeur de portefeuille qui est amortie annuellement et le goodwill qui est lui soumis à des tests de dépréciations. Ce test, fait chez AXA en collaboration entre les équipes comptables et corporate finance et ensuite discuté avec les auditeurs d'AXA, prend la forme de la mise à jour annuelle de la valorisation de la cible en tenant compte de l'évolution de l'environnement économique, réglementaire ou compétitif, de la mise à jour des perspectives de la cible... Si cette valorisation aboutit à une valeur inférieure au prix payé alors elle ne permet plus de justifier le goodwill inscrit dans les comptes d'AXA et on procède alors à une dépréciation comptable du goodwill qui vient directement affecter le résultat net d'AXA et donc ses fonds propres.

Toute dépréciation de goodwill peut avoir un impact très significatif sur le cours d'une société cotée car c'est la reconnaissance qu'une acquisition a été payée trop cher et qu'il y a eu une destruction de valeur liée au projet (l'impact sera moins immédiatement visible pour une société non-cotée mais à long-terme l'impact est bien sur le même). Ces tests de goodwill sont un enjeu majeur pour les sociétés cotées tout particulièrement en 2008-2009 lorsque la crise a durablement affecté les perspectives économiques et a donc créé une pression significative sur le secteur de l'assurance, en particulier pour les entreprises ayant réalisé un grand nombre d'acquisition dans des marchés haussiers dans la période 2004-2007.

Lorsqu'AXA réalise une acquisition dans un pays mature, typiquement les multiples payés par rapport aux fonds propres ajustés vont se situer dans une fourchette de [1,2x ; 1,6x] ce qui veut dire au moment du bilan d'ouverture que le goodwill ne va représenter « que » entre [20% ; 40%] du prix total payé. En revanche, dans un pays émergent avec une faible pénétration de l'assurance, les multiples payés pour une cible par rapport aux fonds propres ajustés se situent plutôt dans une fourchette de [2x ; 5x], reflétant les perspectives de croissance importantes de ces cibles, ce qui veut dire que le goodwill va représenter entre [50% ; 80%] du prix total payé. La valeur du goodwill pour les pays émergents est donc extrêmement sensible à tout écart de réalisation du business plan et surtout aux changements de conditions financières ayant une influence sur le coût du capital et par conséquent sur la valorisation.

Le coût du capital est une notion centrale en corporate finance puisqu'elle permet de mesurer la valeur et la création de valeur. Diverses méthodes sont donc mises en œuvre en pratique pour arriver à estimer ce chiffre « magique », d'autant plus difficile à calculer que le secteur de l'assurance est soumis à un certain nombre de contraintes, notamment prudentielles, qu'il faut prendre en compte dans toute analyse. Nous examinons dans la deuxième partie si la méthode la plus

couramment utilisée basée sur le MEDAF est pertinente pour le secteur de l'assurance et surtout si cette méthode reste valable au cours du temps.

*

* *

Partie II Pertinence du MEDAF pour le secteur de l'assurance

Section 1 Coût du capital – Méthodes propres au secteur de l'assurance

Bien que relativement simple conceptuellement, le coût du capital n'est pas directement observable, surtout si l'on se place d'un point de vue externe à l'entreprise, par exemple dans un contexte de valorisation.

1. Définition du coût du capital

Le coût du capital est le taux de rentabilité attendu par les actionnaires en retour de leur investissement. Il mesure donc la rémunération exigée par les investisseurs. Le coût du capital sert aussi de « proxy » pour mesurer la création de valeur : il y a création de valeur lorsque la rentabilité économique est supérieure au coût du capital.

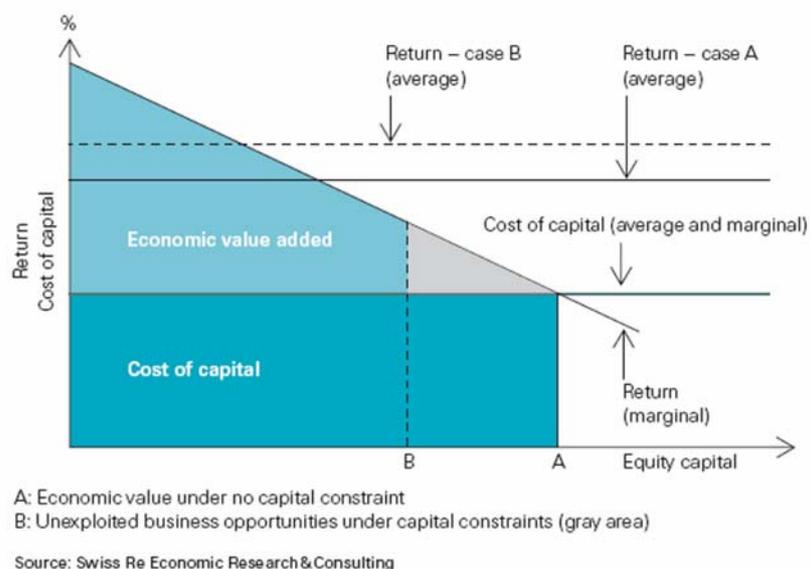


Figure 9 : Coût du capital et rentabilité économique (Swiss Re)

Les pourvoyeurs de fonds d'une entreprise sont de deux types : les actionnaires et les prêteurs. Théoriquement, le coût du capital est la moyenne pondérée du coût des capitaux propres et du coût de la dette par leur part respective dans le capital :

$$CdC = \frac{V_{CP}}{V_{CP} + V_D} k_{CP} + \frac{V_D}{V_{CP} + V_D} (1 - t) k_D$$

avec : V_{CP} la capitalisation boursière, V_D l'endettement, k_{CP} le coût des capitaux propres, k_D le coût de la dette (après impôt) et t le taux marginal d'imposition.

Parmi les différents termes de l'équation, seul le coût des capitaux propres k_{CP} n'est pas directement accessible ou calculable à partir de bases de données financières (Bloomberg, Thomson, FactSet). Dans la suite de cette étude, nous nous intéresserons uniquement au coût du capital que nous noterons k_{CP} .

Les méthodes fréquemment utilisées pour estimer le coût du capital d'une entreprise sont les suivantes :

Méthodes Empiriques

- La moyenne historique du rendement des marchés financiers
- La moyenne historique du retour sur investissement comptable
- Le taux d'actualisation nécessaire pour que la valeur actuelle des flux de trésorerie que l'entreprise générera soit égale à sa capitalisation boursière (celle que nous avons brièvement tenté de d'illustrer en introduction)

Modèles Théoriques

- Le MEDAF (Modèle d'Evaluation des Actifs Financiers) ainsi que les modèles multivariés qui s'en inspirent de type Fama French
- Le MCPM (Market Consistent Pricing Model)

2. Particularités du secteur de l'assurance et tentatives de développer une méthodologie propre au secteur

Approche MCPM (Market Consistency Pricing Model)

Nous nous sommes initialement intéressés aux méthodes spécifiquement développées pour le secteur de l'assurance.

C'est ainsi le cas de la méthodologie MCPM qui vise à séparer le coût du capital pour la partie investissement et la partie assurance. Il est fondé sur l'évaluation au prix du marché de l'ensemble des actifs et passifs de l'entreprise. Le point central pour l'application du MCPM est la modélisation de ces actifs et passifs via des « replicating portfolios ». Le coût du capital pour une compagnie d'assurance peut alors se concevoir comme le rendement exigé d'un portefeuille d'investissement

spécifique plus une prime pour compenser les investisseurs d'avoir pris en charge des risques d'assurance.

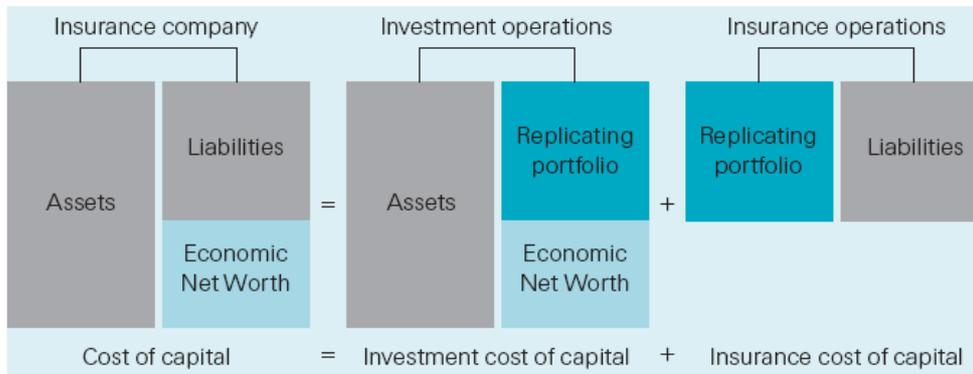


Figure 10 : Coût du capital mesuré comme la somme du coût du capital de l'activité investissement et de l'activité assurance dans l'approche MCPM ("Insurers' Cost of Capital and Economic Value Creation", Sigma Swiss Re, n°3/2005)

Dans ce cadre, le coût du capital du portefeuille d'investissement (ou le rendement exigé des activités d'investissement sur l'actif net économique) peut être relativement aisément (car tous les actifs financiers même les plus compliqués sont répliqués par des portefeuilles d'actifs plus simples) estimé par :

$$CdC_I = r_f + \bar{p}$$

\bar{p} est la moyenne des primes de risque pour les différents types d'actifs en portefeuille.

La principale difficulté du MCPM réside cependant dans l'estimation du coût du capital des activités d'assurance. Il n'est pas possible d'estimer ces coûts séparément comme cela a été fait pour la partie investissement. Une solution pour venir à bout du problème consiste à estimer tous les coûts frictionnels de façon homogène et indirecte. Deux approches peuvent être envisagées : l'analyse historique des « underwriting returns » et le prix de marché du risque d'assurance approché par des « insurance-linked securities » (ILS).

L'analyse historique des « underwriting returns »

Le coût du capital pourrait être estimé en fonction de données historiques long-terme de rentabilité économique opérationnelle des activités d'assurance, qui est un indicateur facilement accessible à première vue, l'idée sous-jacente étant qu'en moyenne sur le long terme, les investisseurs obtiennent le rendement qu'ils réclament.

Le prix de marché du risque d'assurance approché par les « insurance-linked securities » (ILS)

Le ILS sont des titres issus de techniques de titrisation émis sur les marchés financiers par les assureurs ou réassureurs comme alternative à la réassurance classique pour se protéger contre certains risques le plus souvent extrêmes (Cat Bond, Mortality Bond...). L'idée de cette méthode alternative consiste à mesurer le spread moyen (écart entre le taux sans risque et le rendement observé de ces ILS), ce spread serait vu alors une bonne mesure du risque d'assurance pur.

Les limites du MCPM

L'idée du MCPM est séduisante à la base et spécialement dans le contexte de solvabilité II dont les premiers résultats montrent que plus de 60% du capital économique des assureurs est lié aux risques financiers ou de marché (voir la note de recherche « Solvency II : Quantitative & Strategic Impact » Morgan Stanley et Oliver Wyman 2010).

Cette méthode MCPM permettrait aux assureurs de montrer de manière tangible l'impact sur leur coût du capital de réduire la proportion de l'activité investissement par exemple. Néanmoins, si elle confine le problème à l'estimation du coût du capital de la partie assurance, le MCPM ne propose pas de méthodologies très robustes pour estimer celui-ci.

La méthode des « underwriting returns » est extrêmement empirique et repose sur un retraitement de données qui paraît considérable, les problèmes évidents sont :

- Les données vont devenir incohérente lorsque le return est négatif ou très faible (effet du point mort) par exemple.
- Comment retraiter la surcapitalisation d'un certain nombre de société (i.e. comment allouer le capital en excès du besoin de fonds propres d'une société d'assurance entre risques d'assurance et risque financier)?
- L'observation repose sur des données comptables dont on sait qu'elle ne reflète pas réellement la rentabilité réelle et économique des compagnies d'assurance
- Le fondement même de la méthodologie (« les investisseurs obtiennent ce qu'ils réclament ») paraît relativement faible.

La principale critique concernant la méthode des ILS est que malgré l'essor fulgurant de ce marché au moins jusqu'au début de la crise financière (avec près de \$33 milliards d'encours à décembre 2007, le marché des ILS constituait le premier réassureur au monde et concentrait un tiers des primes de réassurance) les ILS ne concernent que des risques très spécifiques. L'attractivité des ILS pour les

investisseurs est que les ILS « tranchent » des risques de manière très fine pour ne donner aux investisseurs que des risques acceptables de leur point de vue alors que dans une société d'assurance, un investisseur est exposé à l'ensemble de la chaîne des risques. Par ailleurs les ILS cherchent à minimiser les coûts d'agence alors que la aussi dans une société d'assurance, un investisseur est exposé à un certain montant de coût d'agence. C'est pourquoi il nous semble que la méthode par les ILS pourrait substantiellement minimiser ou déformer le coût du capital pour l'assurance.

Cette méthode MCPM, si elle a le mérite d'apporter un éclairage intéressant en séparant coût du capital assurance et coût du capital investissement ne paraît pas pouvoir être facilement mise en œuvre compte tenu de la difficulté de trouver une méthode fiable et précise pour calculer le coût du capital « assurance ».

Il nous a donc semblé opportun de revenir aux méthodes les plus couramment utilisées, en particulier le modèle du MEDAF, qui demeure – à tort ou à raison – la référence dans de nombreuses entreprises, dont AXA.

Section 2 Le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF)

1. Calcul du coût du capital chez AXA

Le coût du capital chez AXA est utilisé par de nombreuses équipes et avec de nombreuses finalités (calculs d'embedded value traditionnelle, pricing de nouveaux produits, évaluation de la création de valeur associée à divers projets). Son importance est cependant particulière pour l'équipe Corporate Finance à laquelle nous appartenons, dans la mesure où la valorisation de sociétés d'assurance via la projection de valeurs actuelles de cash-flows constitue une des bases des opérations d'acquisition ou de cessions auxquelles le groupe participe.

Il existe ainsi une norme sur le calcul du coût du capital au sein du groupe AXA qui est régulièrement mis à jour par l'équipe Corporate Finance et dont l'objet est d'assurer une unité de méthodologie de calculs de coût du capital, quel qu'en soit l'usage.

Le modèle de théorique sur lequel repose cette norme groupe est la théorie du MEDAF, dont l'avantage est qu'elle s'explique relativement simplement.

Les paramètres de l'équation présentée ci-dessous sont estimés à partir des données de marché téléchargeables sur Bloomberg.

$$CdC = r_f + \beta [E(r_m) - r_f]$$

Avec les paramètres suivants :

- Taux sans risque est égal à la moyenne glissante sur 12 mois du taux de gouvernement en monnaie locale avec la maturité la plus longue possible (30 ans pour les pays matures mais souvent 10 ans pour les pays émergents car il n'y a pas d'émission avec d'aussi longue

maturité) afin de refléter la nature très long-terme d'un projet d'acquisition. Il faut noter que les taux sans risques généralement utilisés dans les modèles MEDAF sont très souvent des taux monétaires. Le fait d'avoir fait le choix d'une maturité la plus longue possible nous semble ici refléter une des spécificités du secteur de l'assurance : son caractère de long-terme. S'agissant des méthodes de valorisation type « DCF », il faut ainsi souligner que nous projetons des cash flows sur des périodes pouvant aller jusqu'à 25 ans quand la valorisation d'une entreprise « classique » s'appuie sur un business plan de 4 ou 5 ans.

- Pour une cible cotée (ce qui est relativement rare), Beta de la société pris directement sur Bloomberg. Pour une société non cotée, Beta calculé à partir des Betas par ligne de business partir d'un échantillon de « pure players » (Vie, Dommage, gestion d'actifs) et mise à jour trimestriellement.
- Moyenne de la prime de risque sur 2 ans (différence entre le rendement de marché et le taux sans risque) historique observée sur les marchés



Figure 11 : Evolution de la prime de risque dans le monde entre 1990 et 2010

- Dans certains cas, pour des projets de start-ups par exemple, nous rajoutons une prime de risque discrétionnaire reflétant les risques supplémentaires du projet.

2. Fondements théoriques et formule du MEDAF

Le marché efficient

Le marché reflète à tout moment toutes les informations disponibles aux investisseurs et les prix s'ajustent à chaque instant. Il n'y a pas d'opportunités d'arbitrage (Sharpe, 1964).

Rationalité des investisseurs

Tous les investisseurs réagissent de manière rationnelle et identique aux informations disponibles.

Selon ces deux hypothèses, chaque investisseur va réagir de la même façon au même ensemble d'informations disponibles, chacun d'entre eux ayant à terme pour objectif de maximiser sa rentabilité pour un niveau de risque donné. Chaque investisseur va supporter deux risques distincts. Un risque lié à la nature de l'investissement, le risque spécifique et un risque lié au marché lui-même.

$$CdC = \text{risque de marché} + \text{risque spécifique}$$

Par définition, le risque spécifique va pouvoir s'atténuer par une diversification du portefeuille d'investissement, et donc diluer le risque total.

Formule du MEDAF

L'investissement dans chacun de ces titres doit offrir un gain supplémentaire à un investissement sans risque, afin de compenser le risque supplémentaire qu'il véhicule. La prime de risque entre un investissement sans risque, au rendement r_f , et l'espérance de gain du marché $E(r_m)$ rémunère la prise de risque de l'investisseur. Chaque actif financier réagissant de façon spécifique aux mouvements propres du marché, on doit introduire un facteur d'amplification propre à chaque actif, le coefficient Beta. Le taux de rentabilité exigé par un investisseur s'exprime donc de la façon suivante :

$$CdC = r_f + \beta [E(r_m) - r_f]$$

3. Le coefficient Beta

Méthode de calcul théorique du coefficient Beta

Le coefficient Beta quantifie le risque d'un titre particulier par rapport au risque « de marché » supporté par un investisseur au portefeuille actions parfaitement diversifié. En d'autres termes, il mesure une élasticité de la cotation d'un titre donné à l'évolution du niveau d'un indice de marché le plus large possible.

L'estimateur du Beta le plus couramment utilisé est donc la pente de la droite de régression des rendements historiques d'un titre donné sur les rendements de marché. Le coefficient Beta d'un titre J s'écrit ainsi :

$$\beta_J = \frac{Cov(r_J, r_m)}{Var(r_m)}$$

avec :

r_j le retour géométrique du titre J

r_m le retour géométrique du marché

La figure 3 présente la régression linéaire entre AXA S.A. et l'indice DJ EuroStoxx 600, un indice qui regroupe les 600 plus grosses capitalisations boursières européennes.

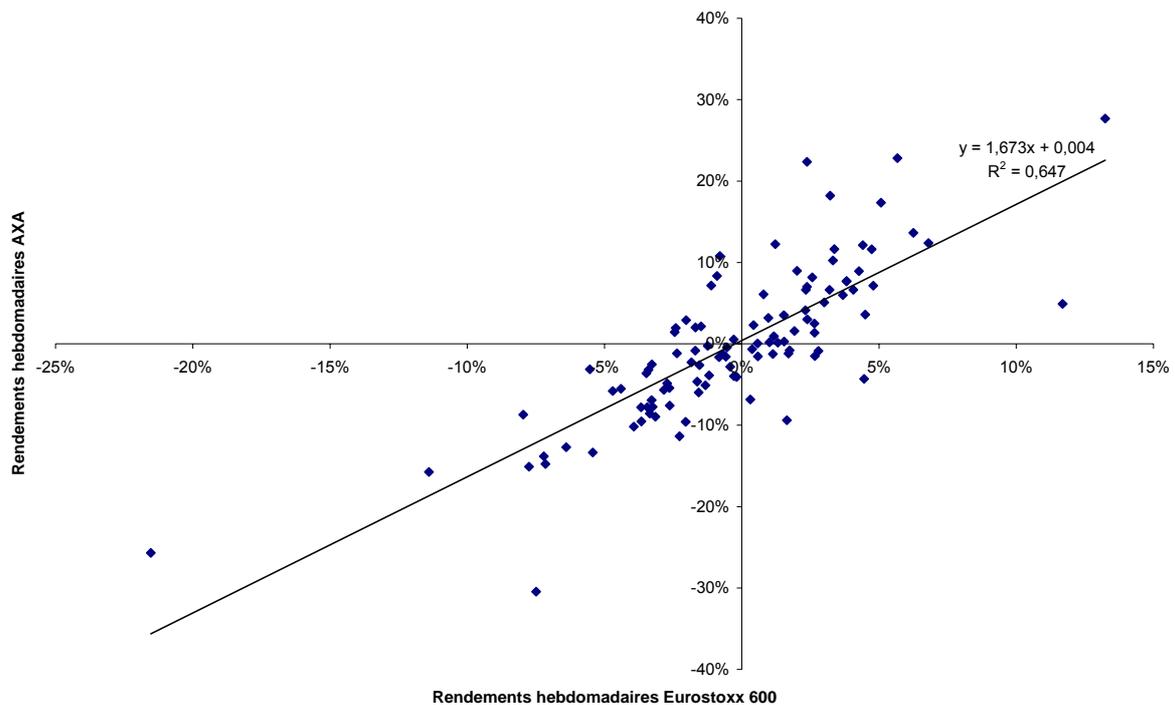


Figure 12 : Estimation du Beta d'AXA au 31 décembre 2009 – Rendements hebdomadaires, période d'observation de deux ans

Le Beta peut également se décomposer en le produit des deux termes suivants :

$$\beta_j = \frac{\rho(r_j, r_m) \sigma(r_j)}{\sigma(r_m)}$$

avec :

ρ coefficient de corrélation

σ volatilité du titre.

Le coefficient de corrélation ρ

Le coefficient de corrélation ρ permet de mesurer la tendance de deux titres à varier dans le même sens. Il est compris entre -1 et 1.

Elevé au carré, le coefficient de corrélation permet d'avoir un indice sur qualité de la régression entre les deux séries de mesure. Celui-ci est communément appelé R^2 . Plus la corrélation est forte, plus la qualité de la régression linéaire sera bonne et inversement. Nous allons donc prêter particulièrement attention à la valeur de ce coefficient dans notre étude. Sur la figure 2 ci-dessus, le coefficient R^2 est de 65%, les mesures sont donc fiables. Autrement dit, 65% des mouvements d'AXA S.A. s'expliquent par les mouvements du DJ EuroStoxx 600.

La déviation standard σ

La déviation standard se calcule comme la racine carrée de la variance, soit :

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

Cette déviation standard, ou écart-type, sert de mesure de la volatilité d'un titre. Elle quantifie l'écart d'une série par rapport à sa moyenne.

La volatilité relative

Calculée comme le rapport de la volatilité d'un titre sur celle du marché, cette mesure permet d'apprécier la nature des mouvements propres de la valeur de l'entreprise, donc de définir une limite à l'impact du marché sur le titre d'une société.

Ainsi, Le Beta mesure la sensibilité d'un titre à un indice de référence. C'est un facteur d'amplification du mouvement du marché qui sert à calculer le coût du capital d'une entreprise ou le rendement espéré sur un produit financier. Le Beta dépend des caractéristiques intrinsèques du produit valorisé, entreprise, titre coté et de l'environnement économique. Par conséquent, il quantifie toutes les informations disponibles sur ce produit à un instant t. Le Beta n'est pas stationnaire et cette dynamique, mesurée par la volatilité des Betas, est parfois importante

Nous allons, dans la section 3, tester le modèle du MEDAF sur un échantillon de sociétés cotées pendant la période 2007-2009, puis de manière plus spécifique, nous allons tenter d'identifier les facteurs influençant le Beta afin de voir si nous arrivons à expliquer la volatilité du cout du capital pendant cette période.

Les outils utilisés seront principalement :

- Des outils de statistique exploratoire afin de repérer des corrélations entre variables, modalités et individus
- Des régressions linéaires simples et multivariées

Section 3 Test du MEDAF et analyse du coefficient Beta sur la période 2007-2009

Dans la mesure où le taux sans risque et la prime de risque du marché sont des données directement observables et non spécifiques à une société donnée, nous avons cherché à modéliser le Beta d'une société d'assurance. En effet, l'estimation de ce paramètre de mesure du risque spécifiquement associé à une société donnée est considérée comme problématique : l'équipe « Corporate Finance » du groupe utilise généralement des moyennes de Betas « pure players », ce qui conduit à faire le raccourci – dont nous verrons plus loin qu'il est erroné – que la détermination du Beta d'une société est uniquement liée à la nature de son activité, assurance vie vs. Assurance dommages.

1. Premières données

Echantillon

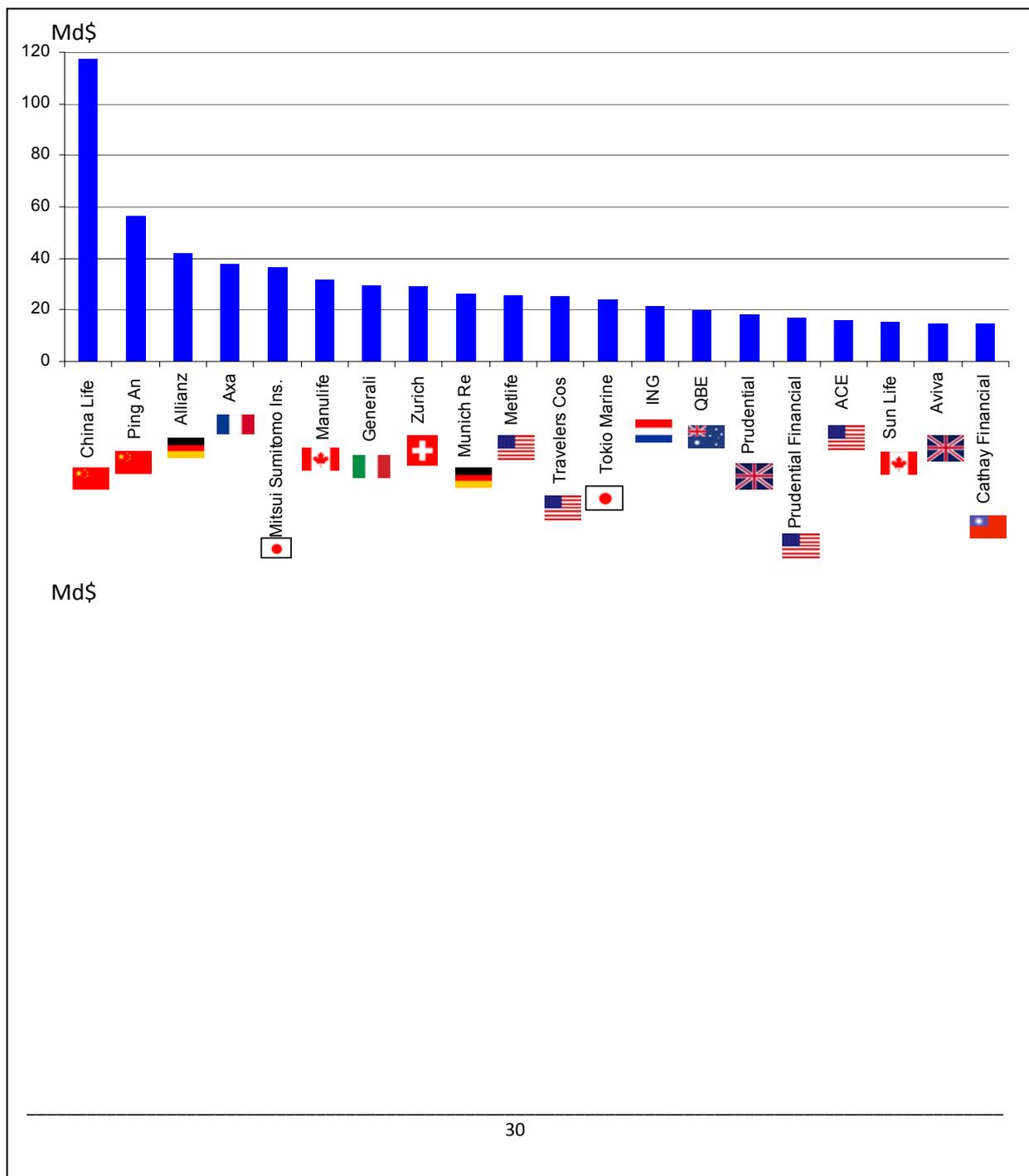
Les « observations » (ou « individus ») se composent de 43 entreprises, soit 21 assureurs européens, 11 américains et 11 asiatiques et australiens. Nous avons fait en sorte de sélectionner ces entreprises pour avoir un échantillon représentatif des compagnies d'assurances mondiales.

On trouvera ainsi des entreprises dont la capitalisation boursière varie de 2 Md€ à plus de 100 Md€ (pour China Life) mais dont l'essentiel se situe entre 5 Md€ et 40 Md€, des « pure players » spécialisés dans l'assurance vie ou IARD et des assureurs globaux ou des compagnies de bancassurance intégrée comme ING. Les situations financières sont également variées, les entreprises asiatiques, qui détiennent traditionnellement peu de dette financière sont à opposer aux firmes européennes et américaines, pour lesquelles le ratio d'endettement est plus important.

Europe	Amérique	Asie-Pacifique
Aegon	ACE	AMP
Allianz	Allstate	Axa Asia Pacific
Aviva	Ameriprise	Cathay Financial
Axa	Lincoln National	China Life
Baloise	Manulife	IAG
CNP Assurances	Metlife	Mitsui Sumitomo Insurance
Fondiarria SAI	Principal Financial	PICC P&C
Generali	Progressive	Ping An
ING	Prudential Financial	QBE
Mapfre	Sun Life	Samsung Fire & Marine
Munich Re	Travelers Companies	Tokio Marine
Old Mutual		
Prudential		

Sampo		
Standard Life		
Swiss Life		
Swiss Re		
Trygvesta		
Uniqa		
Vienna Insurance		
Zurich		

Figure 13 : répartition de l'échantillon par continent



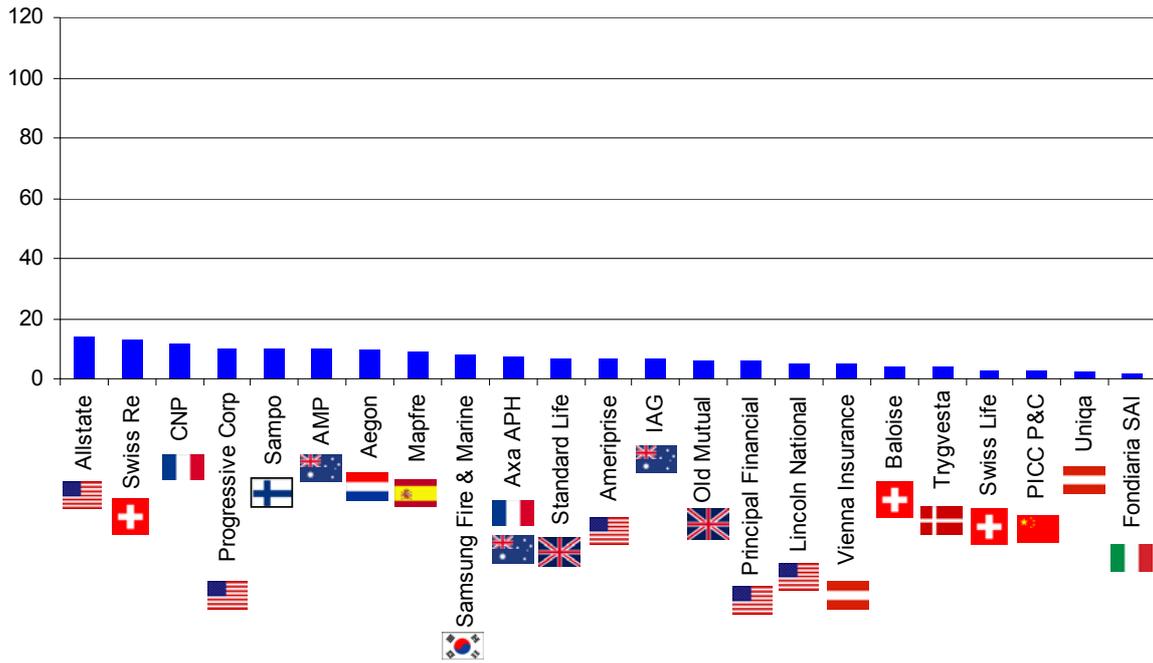


Figure 14 : Capitalisations boursières des entreprises de l'échantillon

Période d'observation

La période d'observation est constituée des années 2007, 2008 et 2009.

Il est à noter que l'on capture de ce fait l'effet de la crise, dont nous verrons qu'il a un impact sur les régressions réalisées dans la suite. La difficulté d'obtenir des données cohérentes d'une année sur l'autre et les nombreux retraitements nécessaires nous ont cependant obligés à nous en tenir à une période récente, en l'occurrence les trois dernières années. Par ailleurs, on raisonnera parfois dans la suite en décomposant la situation selon les années 2007, 2008 et 2009, chacune d'entre elles étant plus ou moins représentatives, selon nous, d'une « période » financière, économique et boursière.



Figure 15 : Evolution des indices boursiers rebasés (2003 : 100)

L'estimation du Beta d'une société se fait par la régression des rendements de cette société contre les rendements d'un indice de référence. Pour l'observation des Betas de l'échantillon, qui sont les variables centrales de nos calculs statistiques, nous avons du faire plusieurs choix additionnels.

Choix de l'indice

En théorie, l'indice de référence doit refléter l'ensemble des choix de l'investisseur potentiel et doit donc être aussi large que possible. Cependant, la corrélation avec un indice trop large peut se révéler insuffisante et entraîner une qualité statistique trop basse. Dans tous les cas, le poids des sociétés de l'échantillon dans les indices doit être faible pour éviter le phénomène d'auto corrélation qui ramène artificiellement le Beta vers 1. Nous avons sélectionné les indices de référence comme suit :

- Pour l'Europe: DJ EURO STOXX 600
- Pour les Etats-Unis : S&P 500
- Pour l'Asie : MSCI Asia-Pacific

Choix de la période d'estimation

Le choix d'une période d'estimation trop courte est problématique dans la mesure où elle ne permet pas d'obtenir un nombre de rendements permettant une régression de qualité suffisante (et d'autant moins que les intervalles de retour sont élevés). Elle donne par ailleurs un poids trop grand aux « anomalies » pouvant être observées sur les marchés et augmente l'instabilité au cours du temps des Betas observés. Au contraire, sur une période d'estimation trop longue, les caractéristiques fondamentales des sociétés observées, parce qu'une acquisition ou une réorientation majeure de la

stratégie d'un groupe peuvent avoir profondément changé et conduire à une ré-évaluation par le marché du risque associé à la société considérée. Nous avons donc choisi une période d'estimation de un an.

Choix de l'intervalle de retour

Plus la fréquence des rendements observés est élevée, plus le nombre d'observation sur une période considérée est significatif et meilleure est en principe le pouvoir explicatif de la régression. En revanche, une fréquence trop élevée (rendements journaliers) augmente le risque de présence d'un bruit statistique. Nous avons décidé, entre des rendements journaliers et des rendements annuels d'observer des rendements hebdomadaires.

Au total, nos Betas sont ainsi calculés sur 52 rendements observés.

2. Premiers calculs et enseignements

Un premier calcul de « Beta moyen » du secteur en régressant sur la période 2007-2009 les return hebdomadaires de l'échantillon contre les return hebdomadaires des indices de référence, via une régression linéaire simple nous permet d'obtenir l'équation suivante :

$$\text{Rendement société} = 1.19 \times \text{Return indice} + 0.16\% + \text{résidu}$$

Le r^2 de cette régression est de 33%.

Ce « Beta moyen » est très significativement supérieur à 1 (ce qui signifie qu'en moyenne, les valeurs boursières « assurance » sont perçues comme des investissements significativement plus élevés que la moyenne du marché) et peut se décomposer en deux éléments :

- Une corrélation moyenne de 57%
- Une volatilité relative – élevée - de 2,09

Il est intéressant de s'interroger sur la pertinence de ce Beta moyen sur la simple base de l'observation de l'évolution du béta « observé » société par société. Pour notre échantillon de sociétés européennes, l'évolution des Betas, calculés sur la base de retours hebdomadaires, sur deux années glissantes, présente les caractéristiques suivantes :

Evolution du Beta des sociétés européennes de l'échantillon

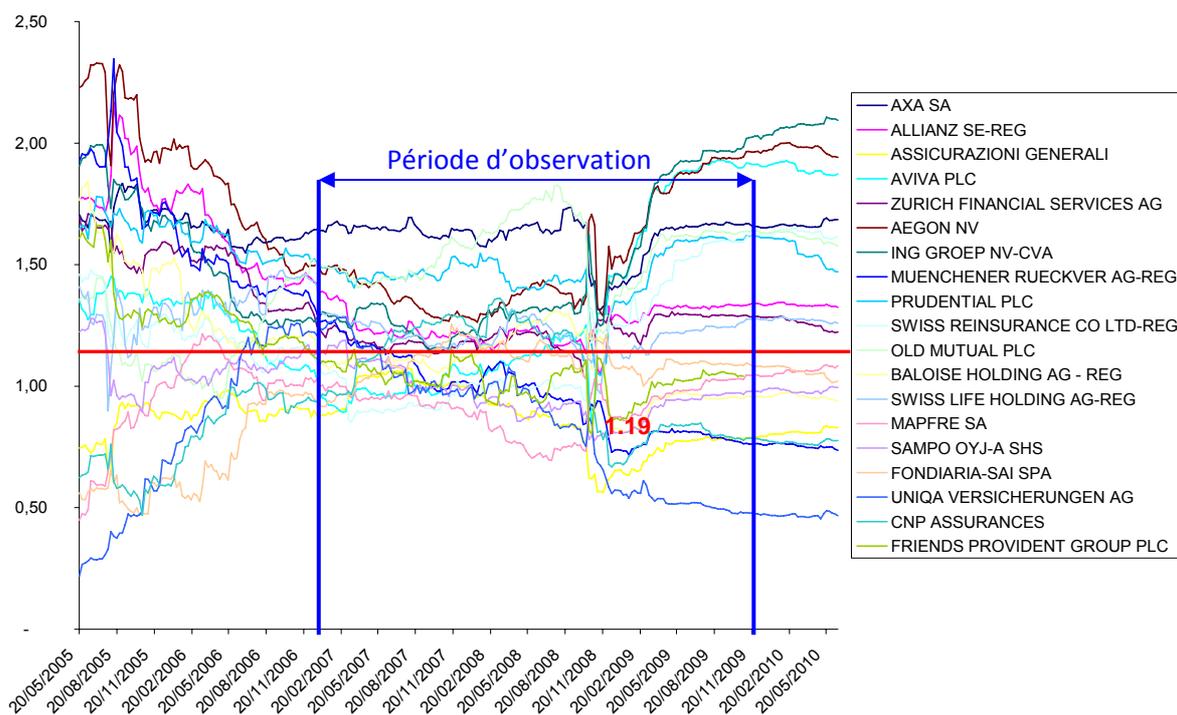


Figure 16 : Evolution du Beta des sociétés européennes de l'échantillon (2005-2010)

Nous pouvons tirer de ce graphique plusieurs observations intéressantes :

- (a) Tout d'abord la dispersion des Betas des assureurs de l'échantillon est forte. A la fin de l'été 2010, le Beta de l'assureur autrichien Uniqa était ainsi inférieur à 0.5 tandis qu'ING – pour des raisons de détresse financière relativement évidentes - est au-delà de 2. Il semble possible de classer les assureurs en différentes catégories (assureurs à « bas Beta » et assureurs à « Beta élevé » dont fait sans nul doute partie AXA)
- (b) Ensuite, les Betas ne sont pas stables dans le temps. La crise a de ce point de vue abouti à une forte dispersion des Betas
- (c) L'analyse plus détaillée de la corrélation et de la volatilité relative des cours des assureurs européens de l'échantillon semble indiquer que les entreprises d'assurance sont (i) à la fois relativement bien corrélées aux mouvements du marché et (ii) que leur volatilité relative est très sensiblement plus élevée. La seule entreprise de l'échantillon très peu corrélée au marché (Uniqa) est également de taille relativement modeste avec un flottant très réduit (8%)

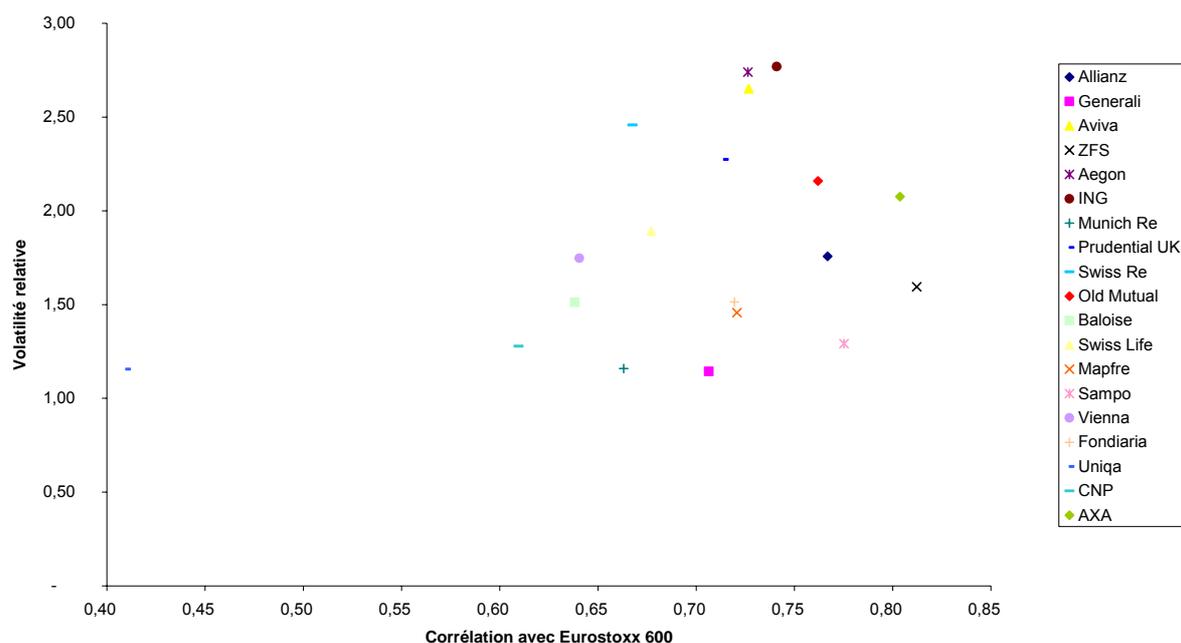


Figure 17: Corrélation et volatilité relative des sociétés européennes de l'échantillon - 31/12/2009

Il nous a semblé crucial de tenter d'expliquer d'une part les disparités significatives de Beta observées d'une société d'assurance de l'échantillon à l'autre, et d'autre part leur évolution au cours du temps, en essayant d'identifier les facteurs dont le niveau du Beta d'une société d'assurance dépend.

3. Tentative d'explication du Beta

Variables et traitement des données

Afin d'identifier les facteurs explicatifs du Beta, nous avons travaillé sur la constitution d'une base de données rassemblant, outre les données de marché simples que sont les rendements observés sur les marchés, des données financières mais également des données plus qualitatives, comme la durée du mandat du CEO ou la qualité de l'information financière publiée par une société.

Au-delà de la question de la sélection des données, l'un des principaux obstacles auquel nous nous soyons heurtés est la question de leur disponibilité. Nous avons utilisé les trois bases de données suivantes :

- Bloomberg a été utilisé pour les données boursières comme les ratio de price-to-earnings ou price-to-book-value.

- Thomson Knowledge nous a permis de télécharger rapidement des éléments bilanciers sans avoir à avoir recours au rapport annuel de chaque entreprise. Il a notamment servi de complément à Bloomberg, ne serait-ce que pour vérifier la cohérence de nos données.
- AM Best étant une base propre à l'assurance, nous avons pu y télécharger des éléments bilanciers propres à l'assurance et qui n'étaient pas systématiquement disponibles sur Thomson Knowledge.

Malgré l'accès à ces bases de données nous avons dû fournir un effort important à la fois pour compléter les données non disponibles (particulièrement pour les sociétés asiatiques dont le niveau de communication est inférieure aux sociétés américaines ou européennes) mais aussi pour vérifier et retraiter certains agrégats : la comptabilité du secteur financier dans son ensemble étant assez différente du reste des autres secteurs, cela peut entraîner certaines incohérences dans les bases de données. Néanmoins, il n'est pas sûr que nous ayons obtenu une base de données suffisamment robuste et sur une assez longue période pour obtenir des résultats très satisfaisants comme nous le verrons plus tard.

Code	Nom	Description	Source	Corrélation intuitive avec le Beta
BETA _{i, N}	Beta désendetté de la société i, au 31/12/N	Beta estimé par régression linéaire simple des rendements hebdomadaires de l'année N, de la société i par rapport à son indice de référence. Le Beta est corrigé de l'impact de la structure financière (endettement) de la société i	Bloomberg, rapports annuels pour la dette	
BPA _{i, N}	Bénéfice par action de la société i, pour l'année financière N	Résultat net (comptes consolidés) divisé par le nombre d'actions dilué au 31/12/N	Thomson Knowledge	Corrélation négative attendue : les sociétés ayant une force capacité de génération de résultat seraient perçues comme moins risquées
CEO _i	Ancienneté du CEO de la société i, été 2010	Nombre d'années d'ancienneté dans le poste du CEO	Rapports annuels, sites internet	Pas évident : la longévité du top management est un facteur de stabilité donc potentiellement synonyme de risque moins élevé mais un CEO depuis trop longtemps en poste peut également être identifié comme un facteur de risque
FSSP _i	Notation de solidité financière « financial strength » S&P de la société i		S&P	Corrélation négative attendue : la solidité financière d'une entreprise doit assez logiquement s'accompagner d'un Beta moins élevé
GOODWILL _{i, N}	Ratio Goodwill / Fonds propres, de la société i au 31/12/N	Ratio rapportant la survalueur constatée dans les comptes au 31/12/N aux fonds propres consolidés à la même date	Rapports annuels, AM Best	Corrélation positive attendue. Une société dont une part significative des fonds propres est constituée d'intangibles devrait être perçue comme plus risquée

$PER_{i,N}$	Price-to-Earnings ratio de la société i au 31/12/N	Capitalisation boursière moyenne (mesurée hebdomadairement) pour la société i , rapportée au résultat net consolidé	Bloomberg, Thomson Reuters	Corrélation attendue négative, conséquence directe de la formule de Gordon-Shapiro
$PBR_{i,N}$	Price to Book Ratio (au 31/12/2008)	Capitalisation boursière moyenne (mesurée hebdomadairement) pour la société i , rapportée aux fonds propres comptables consolidés au 31/12/N	Bloomberg, Thomson Reuters	Corrélation attendue négative
$OWN_{i,N}$	Pourcentage du flottant dans l'actionariat de la société i , été 2010		Bloomberg	Pas évident : en temps de crise, un flottant de taille plus modeste (censé refléter un actionariat de référence de taille importante) peut être interprété comme le signe d'une plus grande stabilité et donc un facteur de réduction du risque associé à une société. Au contraire, un flottant important est généralement associé à une plus grande liquidité du titre (donc un facteur de réduction du risque)
$ROE_{i,N}$	Retour sur fonds propres de la société i , pour l'exercice N	Résultat comptable consolidé de l'exercice N rapporté aux fonds propres comptables au 31/12/N	Bloomberg	Corrélation positive attendue (le ROE est censé être un estimateur du coût du capital)
$SOLVA_{i,N}$	Ratio de solvabilité au 31/12/N de la société i		Rapports annuels, notes d'analystes	Corrélation négative attendue (une solvabilité élevée étant associée à un niveau de risque moindre et une exigence de rendement inférieure)
$SHARES_i$	Parts des actions sur le total des investissements (au 31/12/2008)		AM Best	Corrélation positive attendue : plus l'exposition actions d'une société d'assurance est forte et plus on s'attend à ce que son cours ait une volatilité et une corrélation avec les marchés forte, d'où un Beta élevé
$VIE_{i,N}$	Part des activités « Vie » dans le revenu (en %)		AM Best, Thomson Knowledge, rapports annuels	Corrélation positive attendue (exposition action plus importante)

Figure 18 : Choix des principales variables explicatives testées pour expliquer le Beta

Il nous semble important de souligner les éléments suivants :

- ✓ La constitution de cette base de données a été un exercice long et complexe

Il nous a ainsi été nécessaire de collecter un certain nombre de données manuellement, soit parce qu'elles n'étaient pas disponibles dans les bases de données auxquelles nous avons eu accès, soit parce que la qualité des informations collectées nous est apparue insuffisante.

La collecte de données relatives à la solvabilité impose ainsi un travail de recherche dans les rapports annuels et présentations aux analystes financiers réalisées par les groupes d'assurance. Il en est de même pour les données relatives au rating financier, l'ancienneté du CEO (information qui impose un travail de recherche sur les sites internet des sociétés de notre échantillon !) ou la solvabilité.

Par ailleurs, nous avons ainsi choisi de travailler avec des Betas désendettés, afin d'éliminer l'impact de la structure de financement des sociétés d'assurance considérées sur le Beta. La relation entre le Beta et le Beta désendetté est donné par la formule suivante :

$$\beta_a = \frac{\beta}{1 + \frac{(1-t)D}{E}}$$

avec t le taux d'impôt, D l'endettement financier et E la capitalisation boursière. Il faut noter que cette formule repose sur deux hypothèses très fortes, posées par F. Modigliani et M. Miller (1963) : (i) l'entreprise s'endette au taux sans risque (beta de l'endettement net nul) et (ii) la valeur de l'entreprise endettée est la valeur de l'entreprise non endettée augmentée de la valeur de l'économie d'impôt.

Ces retraitements ont été pour nous extrêmement lourds à réaliser, dans la mesure où les agrégats de dettes financières téléchargeables sur Bloomberg sont difficilement utilisables directement :

- les IFRS permettent la classification de certains instruments de dette (titres super subordonnés) en fonds propres (impliquant des retraitements manuels et la collecte d'informations présentées de manière non standardisée dans les rapports annuels)
 - les données Bloomberg sont présentées nettes des liquidités consolidées des sociétés (ce qui, pour une société d'assurance conduit à une sous-évaluation des montants de dettes financières dans la mesure où des liquidités importantes sont en principe disponibles dans les entités opérationnelles pour permettre le règlement de sinistres)
- ✓ Il ne nous a pas été possible de collecter certaines données dont la pertinence nous semblait pourtant importante

La séparation des activités d'un groupe d'assurance entre l'assurance vie et l'assurance dommage nous a en effet semblé un détail de classification insuffisant : nous aurions souhaité pouvoir effectuer une typologie plus précise (pour l'assurance dommage, pour séparer les risques relatifs à la responsabilité civile des risques « courts » de dommage aux biens par exemple (Cummins et Philips ont ainsi cherché à expliquer le beta des assureurs par la détermination de betas « par ligne

d'activité »). Nous n'avions cependant pas à notre disposition les données nécessaires, la base AM Best dont les champs prévoient en principe un niveau de détail très fin n'étant pour de nombreuses sociétés pas renseignée correctement.

D'autres variables nous semblaient valoir d'être prises en compte dans notre étude, comme la répartition géographique de l'activité ou la qualité de l'information financière (les analystes soulignant à échéance régulière la complexité de l'information financière publiée par les sociétés d'assurance et identifiant de manière récurrente les « bons » et les « mauvais » élèves). La collecte de données aurait cependant nécessité de trop longues recherches, pour une qualité finalement incertaine (il n'existe par exemple aucune harmonisation d'un assureur à l'autre en matière de publication d'indicateurs géographiques d'activité : des chiffres « asiatiques » peuvent ainsi inclure ou non suivant les cas des pays aux marchés extrêmement matures comme le Japon ou l'Australie, rendant l'utilisation de ces chiffres hasardeuses).

- ✓ La fréquence de communication financière des entreprises, comparée à la quasi permanence et continuité de la publication de données boursières (cotations des sociétés et des indices de références) pose la question de la pertinence de l'exercice mené

Nous avons utilisé pour notre analyse des corrélations et régressions linéaires des Betas au 31 décembre de chacune des trois années sur lesquelles porte notre étude. Etant donnée la méthodologie de calcul que nous retenue (rendements hebdomadaires sur une période de un an), ces Betas intègrent bien l'intégralité de l'information boursière disponible chaque semaine pour les sociétés de l'échantillon sur l'exercice considéré. Les données de notre base au contraire sont publiées annuellement et ne permettent pas de rendre compte des informations rendues disponibles de manière quasi continue aux investisseurs financiers (évolution des projections de résultats de sociétés considérées, publication d'informations sur d'opérations majeures, par exemple une fusion ou acquisition annoncée mais pas encore réalisée au 31 décembre).

Il est donc certain que notre analyse passe sans nul doute « à côté » de certains facteurs impactant potentiellement de manière très significative.

Allure des données : Traitements préliminaires et premiers enseignements

Nous allons dans un premier temps essayer de décrire et caractériser les données à notre disposition. On utilisera pour cela des régressions simples et des analyses en composantes multiples. Il faut noter que nous avons décidé de conduire une analyse par année, afin d'identifier dans quelle mesure la crise financière perturbait notre compréhension des facteurs explicatifs du Beta, car la représentation graphique faisait clairement apparaître que la dispersion et la volatilité des Betas avait fortement augmenté à partir de 2008, à notre sens sans que l'évolution des variables de notre base ne justifie de tels mouvements.

L'Analyse en Composantes Multiples (ACM) est une méthode de la famille de l'analyse de données dérivée de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), qui consiste à transformer des variables liées entre elles (dites "corrélées" en statistique) en nouvelles variables indépendantes les unes des autres (donc "non corrélées"). Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", ou axes. Elle permet au praticien de réduire l'information en un nombre de composantes plus limité que le nombre initial de variables. Il s'agit d'une approche à la fois géométrique (représentation des variables dans un nouvel espace géométrique selon des directions d'inertie maximale) et statistique (recherche d'axes indépendants expliquant au mieux la variabilité - la variance - des données). Elle permet de « compresser » le nombre d'informations disponibles pour identifier des tendances et des corrélations potentielles en certaines variables.

L'ACM permet l'analyse de variables qualitatives : nous avons décidé d'utiliser cette méthode plutôt qu'une méthode ACP afin d'éviter des effets de seuil : nous avons ainsi identifié, pour chacune des variables présentées dans le tableau 2, des seuils nous permettant d'allouer les variables à différentes classes (les modalités), décrites en annexe 2. Nous avons ainsi séparé la variable GOODWILL en 5 modalités (ratio goodwill sur fonds propres inférieur à 10%, compris dans une fourchette 10-30%, dans une fourchette 30-40%, une fourchette 40-60%).

Notre première analyse a consisté en une représentation des variables dont les résultats sont présentés ci-dessous.

2007

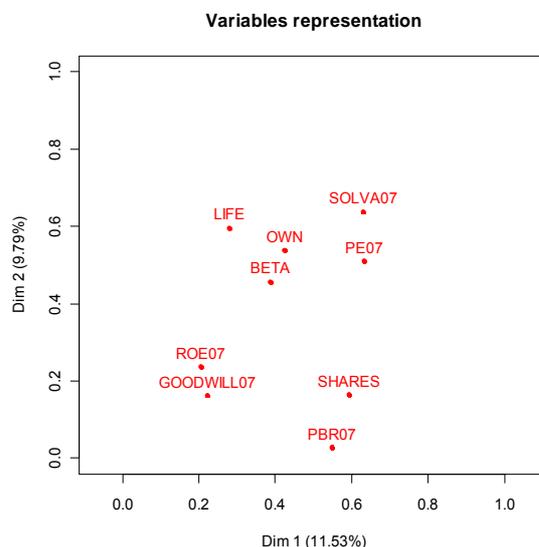


Figure 19 : Analyse en composantes multiples 2007

En 2007 (cf. figure 19), on observe que le Beta des assureurs est potentiellement corrélé au pourcentage de l'activité « vie » dans leur chiffre d'affaires, de même qu'à la part de flottant dans leur actionnariat. Le pourcentage de « vie » dans le chiffre d'affaire d'un assureur peut être vu comme un proxy pour mesurer son exposition au marché action et sa sensibilité à la volatilité de marché. Des entreprises très exposées à l'activité « vie » sont donc vues comme plus risquées par les

investisseurs. Dans une moindre mesure, le Beta semble également corrélé avec le PE ratio (ce qui est a priori attendu (on attend une corrélation négative, voir ci-dessus). L'inertie expliquée par le graphe est ici égale à 21,32 %, ce qui est tout à fait convenable. Enfin, le pourcentage de flottant dans l'actionnariat apparaît comme la variable la plus corrélée au Beta, ce qui s'explique assez facilement : plus l'actionnariat de l'entreprise est stable (présence de participations stratégiques ou étatiques), moins l'action sera volatile.

2008

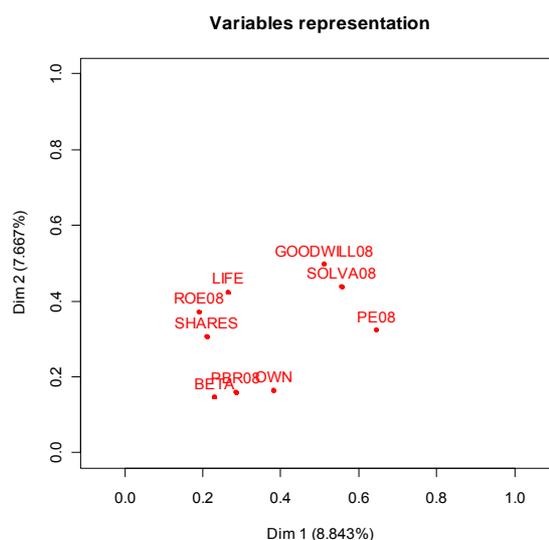


Figure 20 : Analyse en composantes multiples 2008

La crise de 2008 viendra bouleverser ce panorama. Le graphe de la figure 20 explique 16,51 % de l'inertie du nuage de point, ce qui est un peu moins que la régression de 2007. Il est donc plus difficile d'interpréter ces résultats, puisque la crise a eu un très fort impact sur nos données. Néanmoins, les résultats montrent clairement la forte corrélation du Beta avec le P/B ratio. Cette analyse est intéressante quand on sait que le P/B ratio – qui dont l'inverse représente un indicateur de la détresse financière d'une entreprise - est identifié par Fama et French comme variable explicative du coût du capital.

On retrouve par ailleurs une forte corrélation du Beta avec le pourcentage de flottant dans l'actionnariat (qui reflète probablement le fait qu'une entreprise avec un flottant de taille importante a probablement un cours plus corrélé au marché que la même entreprise dont le flottant est de taille très réduite). On constate par ailleurs la forte corrélation du Beta avec le pourcentage d'actions dans les investissements, la rentabilité économique et le pourcentage de l'activité « vie » dans le chiffre d'affaires sur l'axe 1 seulement, c'est-à-dire sur la base d'une inertie expliquée de 8,84 %.

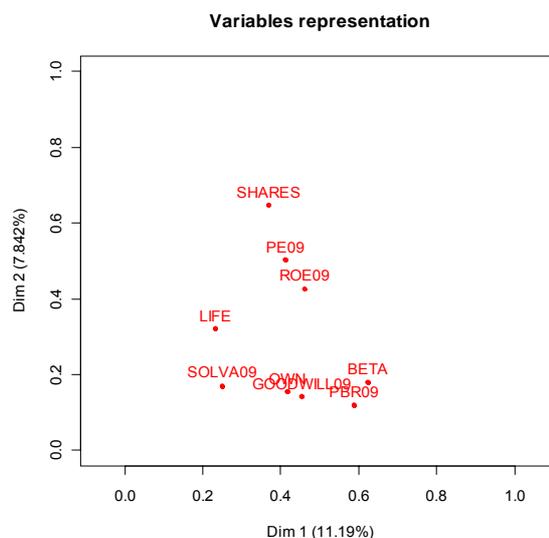
2009

Figure 21 : Analyse en composantes multiples 2009

La situation en 2009 (*cf.* figure 21) paraît assez similaire à 2008 : le Beta reste fortement corrélé au PB ratio, et est corrélé dans une moindre mesure au ratio goodwill/fonds propres et à la part de flottant dans l'actionnariat (19,03 % d'inertie expliquée). La corrélation avec le ratio goodwill/fonds propres est intéressante puisqu'en 2007 et 2008, cette variable ne semblait pas avoir beaucoup d'influence sur le Beta. Les investisseurs ont-ils commencé à s'intéresser aux éléments intangibles du bilan seulement après la crise ? Toujours est-il que si l'on croit ces corrélations, le contexte reste assez mitigé puisque la situation de 2009 se rapproche davantage de celle de 2008 que de ce que l'on a pu constater en 2007.

Ces analyses sont néanmoins à prendre avec précaution. Il s'agit là de grandes tendances – les corrélations suggérées pouvant ne pas être corroborées par des régressions linéaires et les inerties expliquées se situent aux alentours de 20 %, ce qui, même si c'est dans le domaine de l'acceptable pour ce type d'étude, est néanmoins faible si l'on veut réaliser une modélisation rigoureuse. Par ailleurs, si l'analyse permet d'identifier des corrélations mais pas de confirmer si elles sont négatives ou positives.

Régression

Après avoir sélectionné à partir des ACM, les variables explicatives les plus intéressantes, nous avons essayé de régresser les Betas contre ces variables pour essayer de conclure quant à l'existence d'une équation permettant d'expliquer l'évolution du Beta au cours du temps.

On cherche dans cette partie à expliquer le coefficient Beta, qui apparaît comme le principal facteur d'incertitude dans le MEDAF. On examine ainsi la significativité de chaque variable sur ce Beta à l'aide d'une régression simple.

Nous avons dans un premier temps régressé nos Betas sur les variables identifiées par l'ACM comme étant apparemment corrélées. Il nous faut avouer que les résultats se sont avérés extrêmement décevants, avec des coefficients de régression significativement trop élevés.

Nous avons alors cherché quels pouvaient être les variables les plus explicatives du Beta et nous obtenons les trois équations empiriques suivantes (et le coefficient de corrélation associés aux différents paramètres) :

$$\beta_{07} = -0,146 PBR_{07} + 1,033$$

(0,064) (0,002)

$$\beta_{08} = -0,002 PE_{08} + 0,291 VIE + 1,028$$

(0,0007) (0,146) (0,245)

$$\beta_{09} = -0,126 PBR_{09} + 0,315 VIE + 0,116 SOL_{09} + 0,371 OWN$$

(0,052) (0,121) (0,04) (0,204)

Pour être honnête, nous espérons de bien meilleurs résultats avec une équation plus stable au cours du temps et qui dépende de paramètres que nous avons intuitivement en tête au début de notre analyse comme la solvabilité ou le pourcentage de goodwill dans les fonds propres

On peut cependant faire quelques observations :

- En 2007, le PBR semble être significatif, ce qui n'était pas visible sur l'analyse en composantes multiples réalisée précédemment
- En 2008, le PE et la « vie » sont les deux variables qui ont le plus d'impact sur le Beta. Plus l'activité « vie » est importante dans le CA de l'assureur, plus le Beta est élevé
- En 2009, on retrouve une corrélation négative du PE, une corrélation positive de la vie. Les variables « SOLVA » et « OWN » sont également significatives et positivement corrélées

Nous avons représenté ci-dessous le graphique des résidus du Beta observé au cours de l'année 2008 d'AXA induit par l'équation empirique présentée ci-dessus.

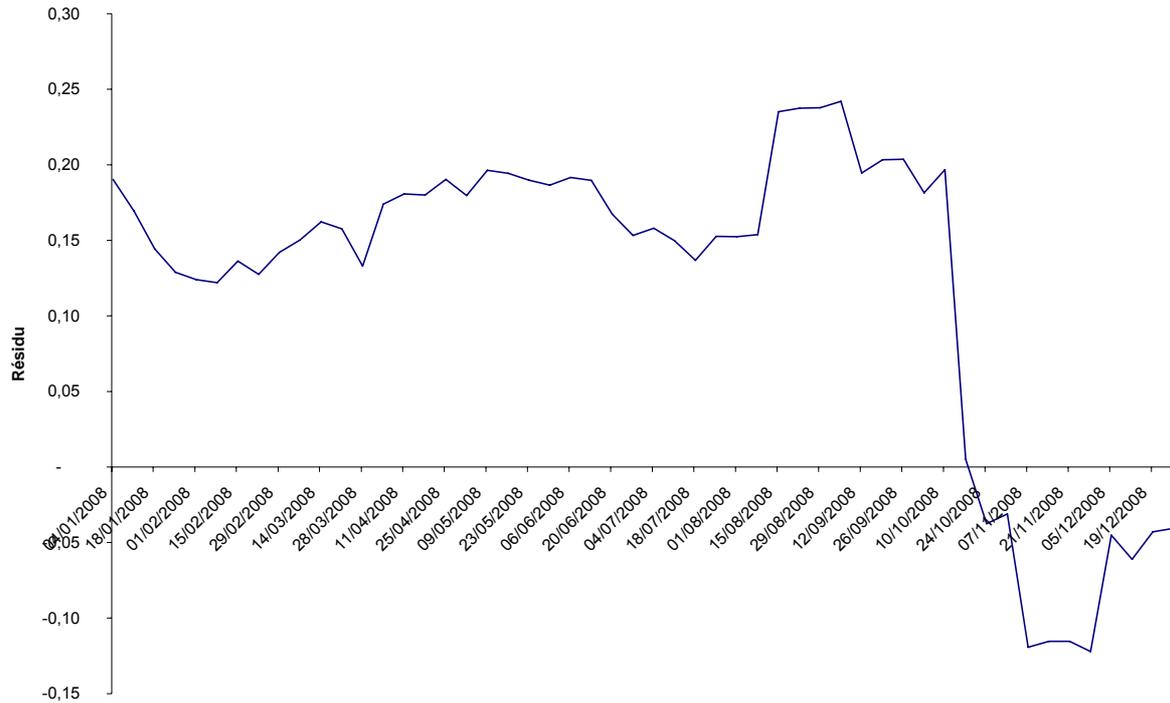


Figure 22 : Résidu de régression linéaire Beta d'AXA 2009

Ce graphique fait apparaître clairement qu'un résidu important persiste, avec une valeur moyenne non nulle (0,12) et un décrochage brutal au troisième trimestre.

La difficulté à identifier les facteurs explicatifs du niveau du Beta, l'instabilité visible au cours du temps des corrélations entre le Beta et les différents indicateurs financiers, boursiers et opérationnels identifiés pour les besoins de notre étude et la forte instabilité du Beta au cours du temps nous conduisent à nous interroger sur la pertinence du modèle MEDAF pour la détermination du coût du capital. Si le MEDAF présente l'avantage de la simplicité et est, à ce titre largement utilisé par les professionnels de la finance, permet-il de capturer de manière appropriée l'évolution du coût du capital des sociétés, notamment dans le contexte d'une crise financière telle que nous l'avons connue récemment ?

*

* *

Partie III Amélioration de la méthode du MEDAF par une méthode multivariée puis par un modèle ARCH

Section 1 Limites du MEDAF et introduction des modèles Fama-French

1. Les limites du MEDAF

Indubitablement, le MEDAF a fait la preuve d'une grande supériorité « pratique » sur les autres modèles grâce au recours à des variables observées, qui s'imposent à tous. La facilité d'utilisation qui en découle révèle également sa fragilité. Les études empiriques destinées à valider le cadre théorique du MEDAF ont, en effet, donné naissance à un vaste champ de recherche des anomalies du MEDAF. Le MEDAF repose ainsi sur un certain nombre d'hypothèses fortes qui ne sont pas toujours exemptes de certaines critiques, dont voici quelques brefs exemples ci-dessous :

Les limites de la diversification

Le MEDAF repose sur l'hypothèse de la diversification possible d'un portefeuille de titres, *i.e.* le fait qu'un investisseur lambda puisse réduire le risque inhérent à son portefeuille au seul risque du marché, et donc comparer son exigence de gain à celui du marché.

Pourtant, les dernières études en montrent que, dans le courant des années 1970, un vingtaine de titre diversifié suffisait à remplir un niveau de diversification satisfaisant contre près d'une cinquantaine aujourd'hui, difficile à réaliser en pratique pour un particulier. Ceci s'explique par une plus grande volatilité des titres et par un effet de mondialisation des marchés financiers. La corrélation entre entreprise domestique et marché domestique diminue tandis que la corrélation entre les marchés mondiaux augmente. Il devient par conséquent difficile de calculer le risque d'une entreprise par rapport à un seul marché de référence.

Le taux sans risque

La théorie du MEDAF prévoit l'utilisation d'un taux sans risque, dont le choix à une influence évidente sur le taux de rentabilité exigé.

Il existe deux types de risques. Le premier est le risque de contrepartie, lié au défaut possible de l'emprunteur et donc à sa possible incapacité à rembourser le capital investi. Le second risque est celui du réinvestissement des coupons (c'est-à-dire le réinvestissement des intérêts perçus à un taux inférieur au taux initial). Les obligations d'Etat « zéro coupon » correspondent le mieux à cette définition de taux sans risque, car il s'agit de placements à taux garanti et flux unique offert par l'état, donc sans risque de contrepartie, net de réinvestissement de coupon. Cette référence est donc souvent utilisée comme taux sans risque malgré toutefois deux problèmes principaux. D'une part, l'horizon d'investissement doit être identique, afin de capturer le risque lié au temps – un investissement plus long ayant une volatilité attendue plus forte. D'autre part, ces taux varient dans le temps avec l'influence de facteurs imprévus, comme l'augmentation de l'inflation ou l'émission de

nouvelles obligations à un taux différent. Le MEDAF ne dépend lui que des caractéristiques à un moment donné et capture donc mal ce risque lié à l'horizon d'investissement.

Instabilité du Beta

Le Beta devrait être à peu près stable dans le temps, car la nature intrinsèque des actifs sous jacents à des coefficients Beta reste stable au cours du temps. Cependant, différentes études ont pu montrer que les Betas sont volatiles. Le MEDAF est un modèle prévisionnel, car il permet de calculer des espérances de rendement à partir de l'espérance de gain du marché. Le Beta ne devrait par conséquent pas être estimé à l'aide de données historiques, mais de données prévisionnelles. Pour cette raison, le calcul du Beta est souvent ajusté, sur la base d'un raisonnement simple. A terme, les risques liés à chaque actif doivent converger avec le risque du marché. Par conséquent, le Beta devrait avoir tendance à se rapprocher du Beta du marché, soit 1.

Le marché efficient

Il faut constamment garder en mémoire que le MEDAF est fondé sur une théorie de marché efficient, *i.e.* un marché dans lequel tous les investisseurs réagissent de façon rationnelle. Le développement de théories alternatives pour expliquer le mouvement des marchés, comme la finance comportementale, tend à mettre en évidence certaines failles dans le modèle.

2. Le modèle Fama-French théorique

De nos jours, les entreprises sont de plus en plus mondialisées et doivent faire face à une multitude de risques tels que le risque du marché, le risque de faillite, le risque de change, le risque lié à l'insuffisance de l'offre, l'évolution de la réglementation... Il paraît dès lors probable qu'un modèle ayant recours à plusieurs sous-facteurs aura un pouvoir de prévision et de description plus fort que ceux du MEDAF utilisant un facteur unique, le Beta, pour agréger l'ensemble des risques cités. En outre sur le plan statistique, les facteurs additionnels sont supposés améliorer le pouvoir prédictif d'un modèle.

Eugene Fama et Kenneth French ont ainsi montré qu'en introduisant d'autres facteurs explicatifs, la puissance explicative du MEDAF pouvait être significativement augmentée. Fama et French ont isolé trois facteurs explicatifs :

- La rentabilité du marché (comme pour le MEDAF),
- Le ratio capitaux propres comptables / capitalisation boursière (ou l'inverse du Price to Book ratio),
- L'écart de rentabilité entre les grosses capitalisations et les petites, témoin d'un effet taille.

Le modèle Fama-French est ainsi une version « multivariée » du MEDAF dont la formule peut être présentée de la manière suivante :

$$CdC = r_{if} + \beta_1 [E(r_{im}) - r_{if}] + \beta_2 SMB + \beta_3 HML$$

Avec :

SMB (« small minus big »): rendement des petites capitalisations moins celui des grosses capitalisations.

HML (« high minus low ») : rendement des actions dites « value » (PBR faible) moins celui des actions dites « growth » (PBR élevé).

David Cummins et Richard Phillips, professeurs à l'université de Géorgie, qui ont souvent travaillé avec le Groupe AXA sur ces problématiques de coût du capital, ont adapté l'approche de Fama-French au secteur de l'assurance. Tout d'abord, ils ont jugé que le facteur taille n'était pas prépondérant dans le secteur de l'assurance car ce secteur ne comprend que des entités de taille significative compte tenu des contraintes de capitalisation prudentielles (par exemple, notre échantillon commence à partir de €2Mrd de capitalisation boursière).

Ils ont donc éliminé ce facteur taille et ont examiné dans un premier temps un modèle Fama-French à deux facteurs, avec le Beta « classique » et le ratio capitaux propres comptables / capitalisation boursière. Ce ratio traduit selon Fama-French ou Cummins-Phillips deux concepts légèrement différents :

- Dans l'approche Fama-French, Il est appelé ratio « valeur » car il tend à différencier les valeurs avec un ratio élevé, dites « value stocks » et les valeurs avec un ratio faible, dites « growth stocks ».
- Par Cummins et Phillips, Il est aussi appelé ratio de détresse financière (« financial distress ») car les firmes les plus vulnérables ont des valeurs de ce ratio plus élevées que les firmes en bonne santé. Ce facteur reflète la tendance des investisseurs à réclamer des rendements supérieurs pour les firmes en situation de difficultés financières.

Puis, Cummins et Phillips ont, dans un deuxième temps, examine une approche appelée « Full-Information Industry Beta Methodology (FIIB), dans laquelle à partir de l'approche à deux facteurs, ils essaient d'obtenir des Betas par sous-lignes de business (Vie, Dommage et autre par exemple). Nous ne développerons pas cette approche, néanmoins très instructive car elle permet de mettre en lumière pour les assureurs les différences de coût du capital entre les lignes de business (traditionnellement, l'assurance dommage a un Beta plus faible que l'assurance vie, elle-même ayant un Beta plus faible que la gestion d'actif) et peut permettre aux assureurs de mieux allouer leur capital entre les différentes activités et par exemple de trouver une sorte de « frontière efficiente » entre vie et dommage.

Section 2 Tentative d'amélioration du MEDAF par la prise en compte de deux facteurs additionnels : « détresse financière » et volatilité

1. L'introduction de la détresse financière et de la volatilité

L'un des intérêts du modèle de Fama-French multivarié est qu'il est extrêmement flexible et permet de tester n'importe quelles nouvelles variables explicatives pour tenter d'améliorer le modèle MEDAF traditionnel. Nous avons vu dans la première partie, que le modèle du MEDAF était partiellement satisfaisant pour expliquer les variations du coût du capital (puisque chaque élément le composant varie en fonction du temps) mais que ce coût du capital ainsi calculé ne suffisait pas à expliquer totalement les variations des cours de bourse des sociétés d'assurance au plus fort de la crise.

Dans cette section 2, nous allons donc tenter de trouver un modèle de coût du capital qui permette réellement de comprendre les variations des cours de bourse pendant cette période 2007-2009. Nous allons donc essayer d'améliorer les résultats de la partie I, en travaillant à partir d'un modèle Fama-French multivarié avec deux facteurs additionnels en plus du Beta de marché :

- Nous avons gardé le facteur de détresse financière car la crise financière de 2008-2009 était justement un moment de stress intense pour les entreprises d'assurance avec notamment de très fortes interrogations sur la solvabilité des assureurs et une pression accrue sur les cours de bourse et que donc ce facteur pouvait avoir beaucoup de sens dans un modèle de coût du capital.
- Lorsque que l'on regarde en arrière cette crise de 2008-2009, l'un des aspects le plus frappant est sans doute l'explosion de la volatilité : nous nous étions habitués depuis plusieurs années à des marchés financiers assez stables, plutôt dans une tendance haussière pour les actions notamment et avec une volatilité faible et aussi très stable. Le brutal pic de volatilité entre septembre 2008 et mai-juin 2009 (illustré ci-dessous pour les principales actions européennes) nous a potentiellement pu apparaître comme un facteur explicatif fort des variations du coût du capital et donc des cours de bourse.

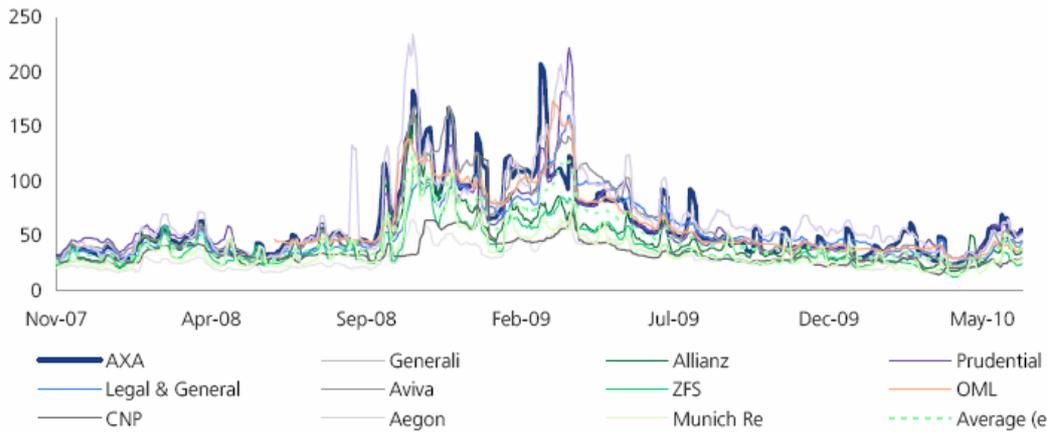


Figure23 : Volatilité dans le secteur de l'assurance pendant la crise

Si nous reprenons l'exemple d'AXA développé dans la partie II, nous avons remarqué que pour des périodes bien spécifiques, le MEDAF était impuissant à expliquer l'évolution du cours de bourse des entreprises du secteur de l'assurance. Nous avons graphiquement représenté pour AXA le coût du capital donné par le MEDAF en prenant en compte l'évolution des différents paramètres au cours du temps (Beta, prime de risque et taux sans risque), le coût du capital implicite donné par le cours de bourse et la formule de Gordon Shapiro et la différence entre ces deux coûts du capital.

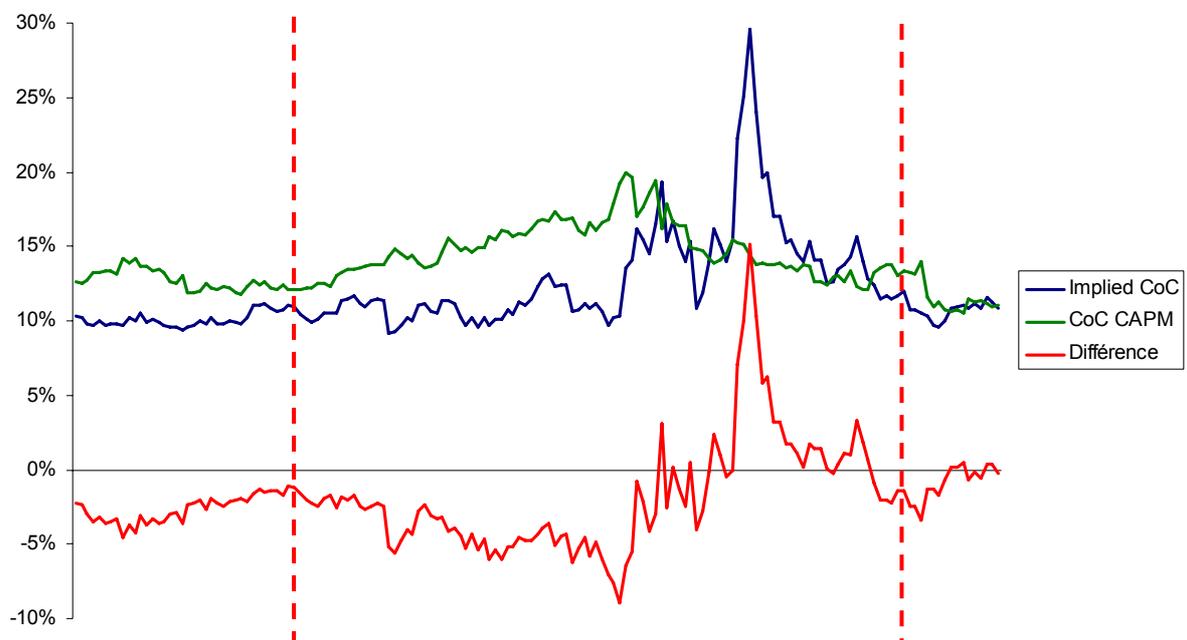


Figure 24 : Evolution pour AXA du MEDAF et du coût du capital implicite basé sur le cours de bourse

Nous pouvons remarquer par exemple pour AXA que :

- Le MEDAF donne au cours du temps un résultat généralement supérieur au coût du capital implicite (ce qui peut vouloir dire notamment que les anticipations de bénéfice par action n'étaient pas assez élevées). Cependant, ce calcul de coût du capital implicite est relativement sensible aux paramètres de Gordon Shapiro, notamment le bénéfice par action et donc des différences dans un range de [+2% ; -2%] ne sont pas forcément réellement significatives.
- Il est frappant de constater qu'à partir du début de l'année 2008, la différence s'inverse (le coût du capital implicite devenant supérieure au MEDAF) et explose au cours du premier trimestre 2009, lorsque le cours de l'action AXA est particulièrement attaqué et tombe très nettement en dessous de €10. On constate bien à nouveau que le MEDAF classique ne suffit pas à expliquer l'évolution du cours de bourse d'AXA. On peut se demander alors si le coût du capital dans ces périodes de stress intense n'est tout simplement pas sous-estimé par le MEDAF ?

Nous avons alors pensé que ces moments de différence extrême correspondent à des périodes pendant lesquelles la volatilité du marché dans son ensemble explose et pendant lesquelles les craintes sur la solvabilité d'AXA sont extrêmement vives.

Ainsi, nous avons représenté ci-dessous, l'évolution de la différence des coûts du capital ainsi que l'évolution de l'INVPBR (lorsque le cours de bourse s'effondre, l'INVPBR monte en flèche pour AXA) et enfin l'indice VIX, qui est un indice de volatilité, rebaptisé aussi « indice de la peur ».

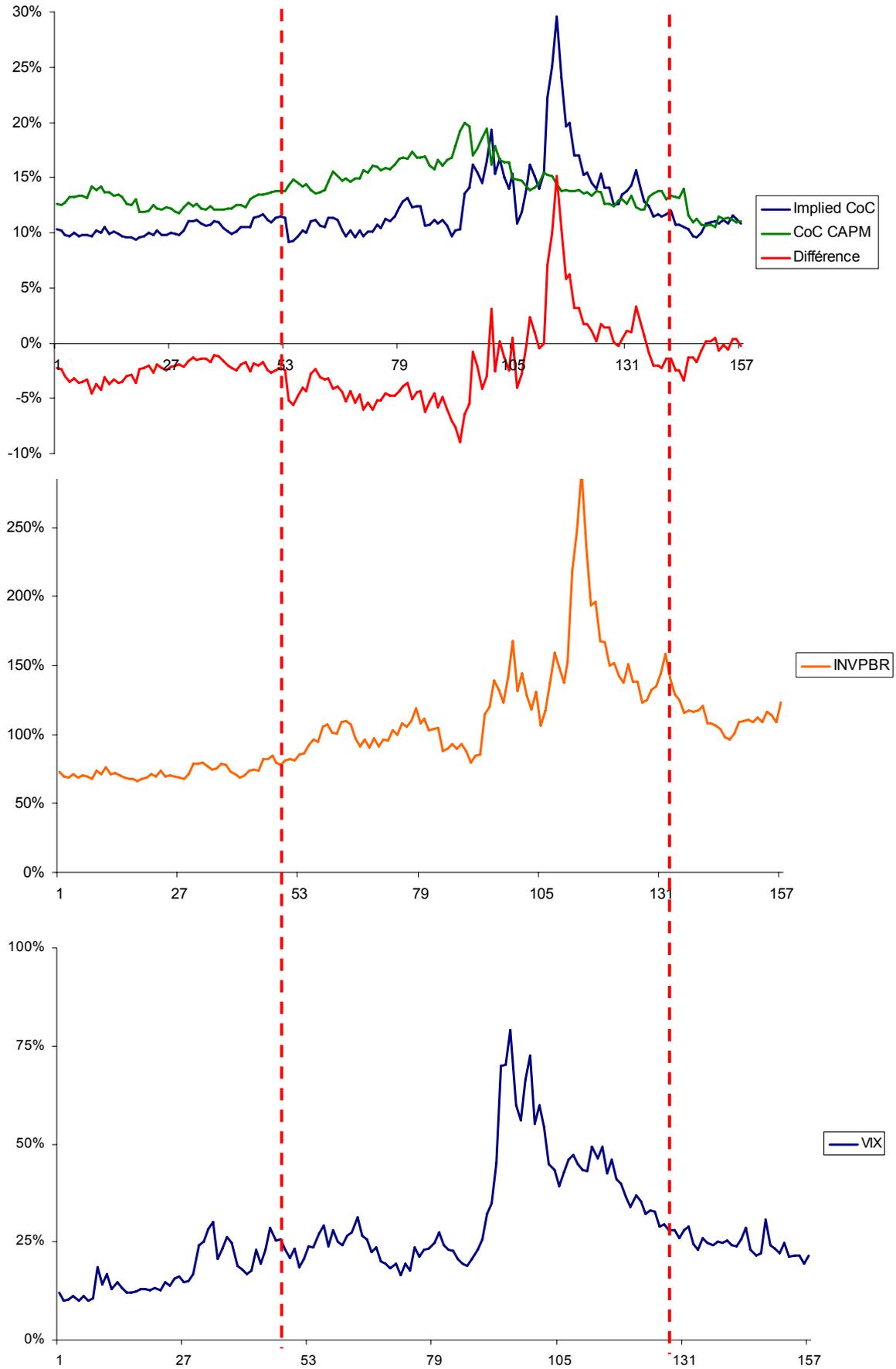


Figure 25 : Mise en relation du coût du capital, de la détresse financière et de la volatilité

En regardant plus précisément pour AXA les différentes corrélations entre les variables, nous nous sommes aperçus pour AXA d'une très forte corrélation, de 0.84 entre le coût du capital implicite et l'INVPBR.

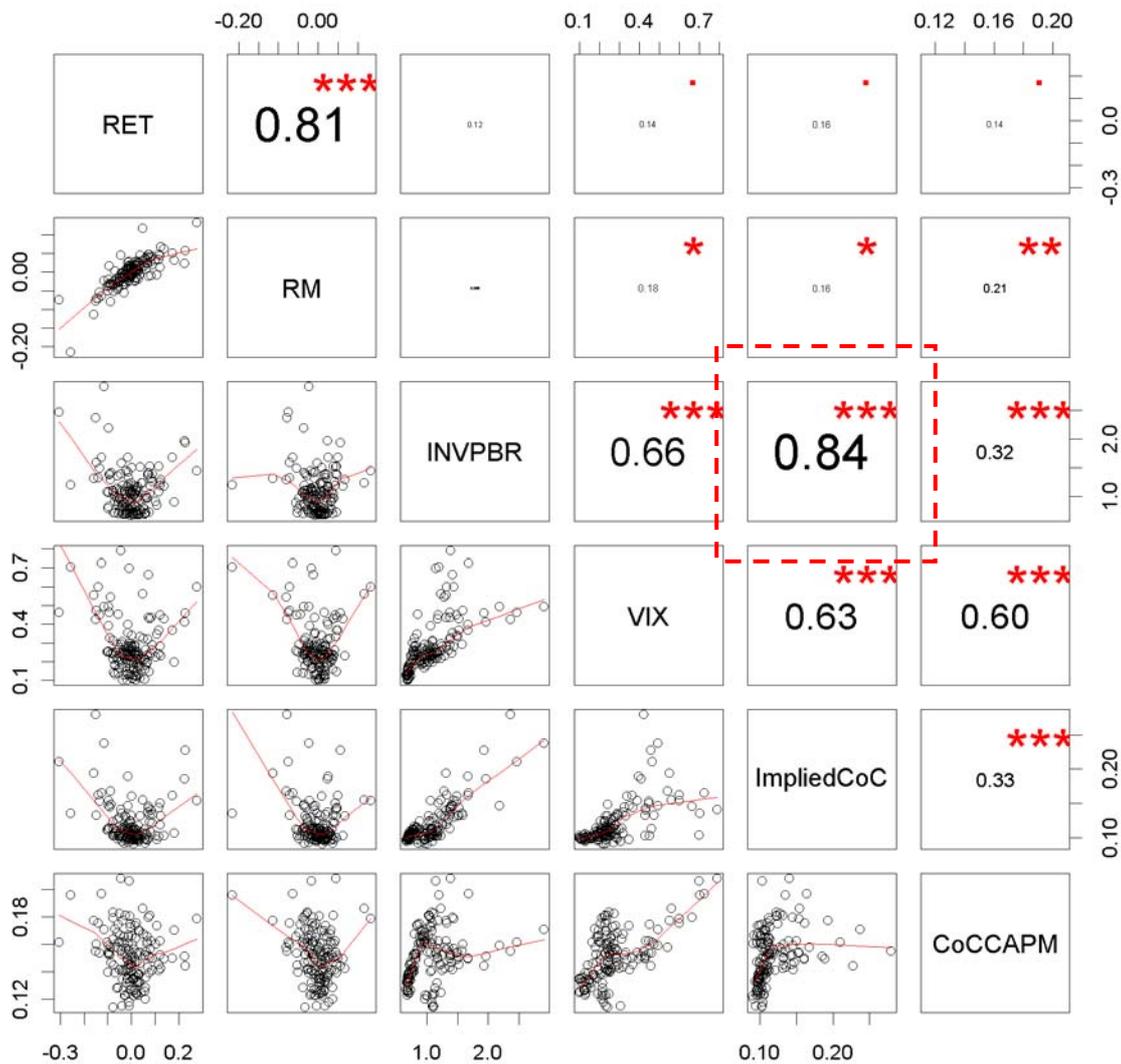


Figure 26 : Graphique des corrélations entre variables pour AXA

Cette corrélation, conforme avec le modèle de Fama-French se retrouve aussi pour d'autres assureurs. Aussi, naturellement, nous avons essayé d'introduire ces variables dans le modèle.

2. Régressions multivariées

En examinant ces graphes, il nous a semblé sauter aux yeux (en tout cas pour AXA mais ces formes de graphes se retrouvent à peu près pour l'ensemble de l'échantillon) qu'introduire les paramètres de détresse financière et de volatilité permettrait de trouver une équation du coût du capital qui, au moins dans cette période, permettrait de mieux expliquer les cours de bourse. Aussi, si nous avons raison, la possibilité d'analyser et surtout de simuler et de prédire le coût du capital serait fortement augmentée.

Pour rappel, nous avons trouvé dans la partie II, une équation de la forme :

Rendement hebdomadaire firme = 1,19 x rendement hebdomadaire marché + 0,16%

Avec un r^2 d'environ 33%

Nous avons donc repris les régressions linéaires faites dans la partie II avec cette fois une équation multivariée de la forme suivante :

Rendement firme = Beta x rendement marché + Alpha x InvPBR + Lambda x VIX + résidu

Les résultats (assez décevants il faut l'avouer) nous donnent pour l'ensemble de l'échantillon les valeurs numériques suivantes :

- Beta = 1,08
- Alpha = -0,0039
- Lambda = 0,0098
- Residu = 0,18%

Nous pouvons faire les quelques observations suivantes :

- Le Beta diminue par rapport à la partie I mais c'est à priori normal car il « doit laisser la place » aux autres coefficients de la régression
- Le coefficient INV PBR est négatif alors qu'il devrait être positif et il est très petit
- Le coefficient VIX et lui aussi très petit est très proche de 1%
- Le r^2 s'améliore très faiblement à 36%

Par ailleurs, les t-value (ou statistiques de Student) pour Alpha, Lambda et le résidu ne sont pas supérieures à 2, ce qui montre bien que la valeur des coefficients n'est pas significativement différente de 0. Ainsi, nous aurions une équation du coût du capital de type Fama-French suivante :

CoC = Beta x Prime de risque - 0,0039 INV PBR + 0,0098 VIX + taux sans risque

Comme remarqué plus haut, le coût du capital baisserait lorsque INV PBR augmenterait ce qui est contre-intuitif car lorsque la détresse financière augmente, le coût du capital est censé augmenter et le coût du capital augmenterait de seulement 0,5% si le VIX passait de 20% à 70% ce qui est insignifiant pour un mouvement d'une extrême violence. Nous avons donc appliqué cette formule à AXA et à un certain nombre de sociétés de l'échantillon et l'écart entre les courbes du coût du capital implicites et le coût du capital « dit Fama French » est seulement très légèrement plus faible mais de manière non significative.

Nous concluons cette section 2 par encore une certaine forme frustration : en effet, la détresse financière et la volatilité n'ont pas permis d'améliorer significativement le r^2 de la régression des rendements de l'échantillon et donc l'équation du coût du capital pour le secteur de l'assurance. Nous n'obtenons donc pas de modèle explicatif, ni de modèle prédictif satisfaisant de l'évolution du coût du capital au cours du temps.

Nous l'avons dit plus haut, une des hypothèses envisageables est que l'échantillon sur lequel nous travaillons agrège des sociétés parfois si hétérogènes que la qualité de nos régressions est plus faible que prévue. En regardant le modèle de Fama-French de façon plus précise, on observe que le facteur utilisé par Fama-French n'est pas le facteur de détresse financière mais une différence de rendements entre les sociétés à détresse financière vs celles qui ne l'ont pas. On peut supposer que Fama et French ont introduit un tel modèle parce que les facteurs de détresse financière sont explicatifs de façon individuelle (comme c'est le cas pour AXA) mais pas pour le marché : problème de linéarité,....

Ainsi, pour certaine société particulière, il serait sans doute possible de trouver en tâtonnant un peu une équation du coût du capital appropriée contenant l'un des deux ou les deux paramètres (INVPBR et VIX) mais clairement, à ce stade, nous n'arrivons pas à trouver un modèle linéaire satisfaisant pour l'ensemble de l'échantillon.

Section 3 Approche par un modèle ARCH

1. Introduction théorique des modèles ARCH

Une autre piste, selon nous, est au qu'au cours de cette crise financière l'explosion absolument phénoménale de la volatilité (voir le graph ci-dessus du VIX) a pu fausser en partie nos régressions. En effet, dans la méthode traditionnelle de la régression, cherchant à minimiser les moindres carrés, certains points « aberrants » peuvent à eux seuls être responsables d'un r^2 relativement faible. Nous avons donc regardé plus en détail les diverses corrélations entre les variables pour la totalité de l'échantillon et obtenons les graphiques suivants :

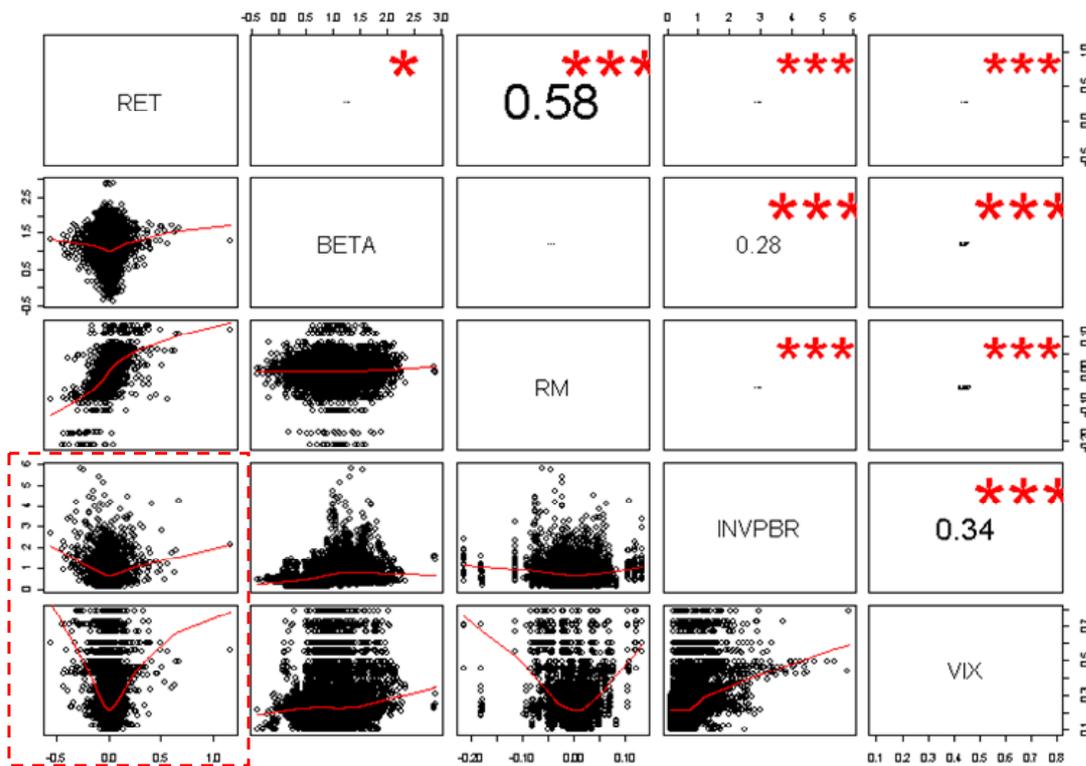


Figure 27 : Graphique des corrélations entre variables pour la totalité de l'échantillon

Nous avons pu vérifier que les rendements des sociétés (« RET ») étaient linéairement corrélés aux rendements de marché (« RM »). En revanche, le lien de corrélation entre RET et INVPBR et VIX (entouré par un pointillé rouge) étaient très certainement non linéaires, puisqu'on observe une courbe de tendance en « U » assez aplatie entre RET et INVPBR et en « U » plus marquée entre RET et VIX. Nous nous sommes alors dit que nos modèles de régressions linéaires ne pouvaient sans doute pas bien fonctionner quelles que soient les variables introduites en plus du Beta.

Nous nous sommes donc tournés vers des modèles ARCH pour nous aider à comprendre et simuler le coût du capital. Faisons un bref retour sur la notion de volatilité : La volatilité est une mesure de l'instabilité du cours d'un actif financier. Elle mesure l'amplitude des variations d'une action, d'un produit dérivé ou d'un marché. Il s'agit d'un paramètre de quantification du risque de rendement et de prix. La volatilité sert également aux calculs pour optimiser la diversification des portefeuilles d'actifs financiers et l'évaluation des contrats financiers dérivés tels que les options. Les séries financières (cours de bourse par exemple) sont caractérisées par le « clustering » de volatilité, à savoir les périodes de forte volatilité alternent avec les périodes de faible volatilité (exactement ce que nous observons dans la période 2007-2009, 2007 est caractérisée par une faible volatilité alors que 2008 et 2009 sont marquées par une explosion de la volatilité). Or, pour ce type de séries, les modèles linéaires utilisés principalement jusqu'à récemment, tels que le processus autorégressif moyenne mobile (ARMA), sont limitatifs : ils n'autorisent pas la prise en compte des phénomènes de variabilité de la volatilité en fonction du temps et des mécanismes d'asymétrie puisqu'ils sont basés

sur des lois normales : or, les queues de distributions des probabilités empiriques des séries financières sont généralement plus épaisses que celle d'une loi normale : autrement dit, la probabilité d'un fort mouvement à la hausse ou à la baisse est dans la réalité trop importante pour pouvoir être modélisé par une loi normale.

Dans le modèle AR(1) de base de modélisation d'un actif financier, nous avons l'équation suivante :

$$y_t = \delta + \phi y_{t-1} + e_t \quad \text{où } e_t \sim N(0, \sigma^2)$$

Dans ce modèle, e_t suit une loi Normale, et σ^2 (σ , l'écart-type, qui correspond au concept de volatilité) est constant ce qui est une approche un peu restrictive car l'expérience a montré que la volatilité peut fluctuer de façon importante (voir à nouveau le graphique sur l'évolution du VIX).

Si l'on regarde l'espérance et la variance, on a :

$$E y_t = \mu = \delta / (1 - \phi) \text{ et } \text{Var } y_t = \sigma^2 / (1 - \phi^2).$$

Et si on suppose y_{t-1} connu, on a de manière plus remarquable :

$$E[y_t \mid y_{t-1}] = \delta + \phi y_{t-1}$$

La moyenne conditionnelle dépend de l'information disponible au temps $t-1$ et n'est pas nécessairement constante. Par contre, la variance conditionnelle est constante et ne dépend de l'information disponible au temps $t-1$. En fait, l'hypothèse $e_t \sim N(0, \sigma^2)$ nous amène directement à ce résultat ci-dessous :

$$\text{Var}[y_t \mid y_{t-1}] = E[(y_t - E[y_t \mid y_{t-1}])^2 \mid y_{t-1}] = E[(e_t)^2 \mid y_{t-1}] = \sigma^2$$

Dans le but de pallier les insuffisances des modèles ARMA pour les problèmes monétaires et financiers, Engle (1982) propose une nouvelle classe de modèles autorégressifs conditionnellement hétéroscédastiques (ARCH) aptes à capter le comportement de la volatilité dans le temps. En 2002, Engle a reçu le prix Nobel pour ses contributions sur le développement des modèles ARCH.

Cette classe de modèles a tout d'abord été introduite dans le cadre d'études sur des données macroéconomiques (en particulier sur l'inflation au Royaume-Uni). Engle est parti de la constatation suivante : les travaux économétriques usuels effectués sur ces séries, qui supposent une volatilité constante, laissent certaines données mal expliquées, et celles-ci sont souvent regroupées. Elles correspondent à des périodes où les variations deviennent plus fortes que celles constatées sur l'ensemble de la série, et sont donc considérées comme aberrantes par un modèle usuel. Sur les séries financières, ce type de phénomène est encore plus courant: on sait que les périodes de forte variation des cours sont souvent groupées (phase d'incertitude économique, tension sur les marchés, ...), contrastant avec des périodes calmes. Là encore, un modèle ARMA à volatilité constante ne pourra rendre compte de ce type de processus.

Le modèle ARCH est donc formé de deux équations (on considère ici un modèle d'ordre 1)

$$y_t = \delta + \phi y_{t-1} + e_t \quad \text{où } e_t \sim N(0, \sigma_t)$$

La première équation correspond à la relation de type AR classique et met en relation le rendement et certaines variables qui l'expliquent. La deuxième introduit la non-constance de la volatilité, par le biais d'un modèle ARCH :

$$\text{avec } \sigma_t = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2$$

Le principe proposé par Engle consiste à introduire une dynamique dans la détermination de la volatilité en supposant que la variance est conditionnelle aux informations dont nous disposons. Il avance une spécification où la variance du terme d'erreur au temps t , dépend de l'importance des termes d'erreur au carré des p périodes passées (dans un modèle Arch (p)). Par exemple, quand le choc e_{t-1} est grand (positif ou négatif), σ_t estimée est élevée. Si effectivement e_t obtenu est grand, σ_{t+1} estimée demeure importante. La variance conditionnelle estimée se stabilise et diminue lorsque l'ampleur des chocs devient petit jusqu'à ce qu'un nouveau et grand choc se présente. Le modèle ARCH permet donc de générer des épisodes de volatilité importante suivis d'épisodes de volatilité plus faible.

Les modèles (G)ARCH, grâce à l'introduction d'une volatilité aléatoire, permettent de mieux appréhender la réalité des séries financières. Ils sont donc mieux adaptés pour la prévision. La modélisation GARCH (« Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity ») est devenue de nos jours un outil souvent utilisé en finance, particulièrement utile pour analyser et prévoir la volatilité.

Afin de corriger les problèmes soulevés dans la section 2, il semble donc intéressant de voir dans quelle mesure il est possible d'appliquer un modèle ARCH pour obtenir une série fiable du coût du capital, exploitable pour la suite de l'étude.

2. Détection d'un processus ARCH dans les séries temporelles de rendement

Pour vérifier notre hypothèse de non-normalité des séries financières, nous avons donc testé la présence de phénomène ARCH sur les séries temporelles des rendements de marché, de l'échantillon et d'AXA. On a retenu pour ce test un modèle AR(1)/ARCH(1). Les coefficients pour AXA et pour le marché sont les suivants :

Fit GARCH AXA

	mu	omega	alpha1	beta1
mu	0.000359873454513496			
omega		3.99443785999383e-05		
alpha1			0.142744615919043	
beta1				0.851065782488784

Fit GARCH Market Return

	mu	omega	alpha1	beta1
mu	0.000973986932172088			
omega		0.000117238898528873		
alpha1			0.222534578586904	
beta1				0.718828136363354

Figure 28 : Coefficients Arch pour le rendement de marché et AXA

Les résultats ainsi que les statistiques de Student confirment la présence de modèle ARCH dans nos séries temporelles :

- Le coefficient μ n'est pas significativement différent de 0 et confirme qu'il n'y pas de tendance haussière ou baissière généralisée,
- Le coefficient ω confirme la présence d'un minimum de volatilité autour de la tendance,
- Le coefficient α_1 permet de vérifier que les séries temporelles suivent un processus AR, c'est-à-dire que le cours d'AXA par exemple dépend du cours précédent,
- Enfin, le coefficient β illustre la volatilité du modèle ARCH et montre montrent qu'il y a clairement un rapport entre le niveau de la volatilité et les variations observées sur les jours précédents.

Nous avons aussi représenté ci dessous pour l'ensemble de l'échantillon les courbes de distribution de ces quatre coefficients qui semblent confirmer les résultats observés ci-dessus pour AXA et le rendement de marché :

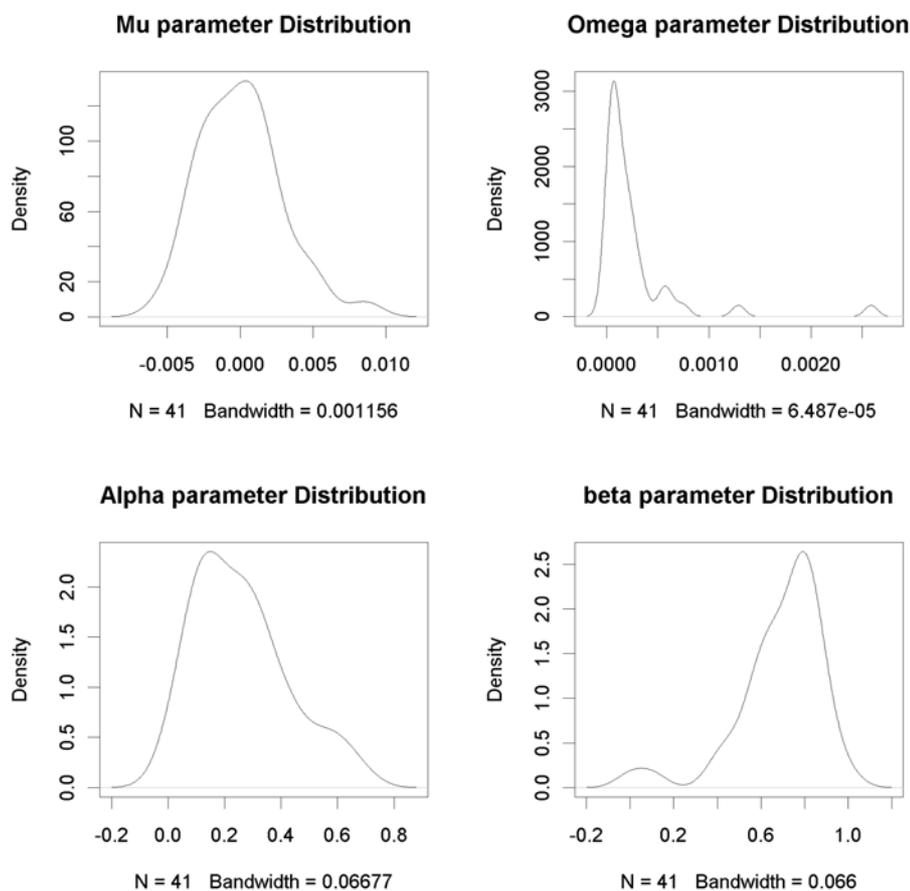


Figure 29 : Courbe de distribution des coefficients ARCH pour l'échantillon

Ces résultats valident donc bien que les séries financières des rendements pendant la période 2007-2009 suivent des modèles ARCH : si donc nous sommes impuissants à expliquer de manière linéaire les variations passées du coût du capital, en revanche, grâce à ces modèles, nous sommes capables de mieux prévoir la distribution du coût du capital dans un horizon de temps proche. Ainsi, nous aurions fait un progrès significatif pour une meilleure compréhension des risques liés aux mouvements du coût du capital.

Nous pensons que les modèles ARCH permettent non véritablement d'expliquer les variations du coût du capital issues de la méthode CAPM mais de mettre en lumière les insuffisances de cette méthode particulièrement dans les périodes très volatiles car le CAPM ne capture la volatilité que de manière imparfaite selon nous à travers le Beta. Cependant, bien évidemment, nous pensons que le CAPM sera toujours massivement utilisé compte tenu de sa simplicité mais nous militons pour une formule du CAPM légèrement modifiée qui ajouterait une marge de prudence facteur de la volatilité, même si comme nous l'avons vu, une formule linéaire est assez difficile à trouver.

Avant de passer à la suite, il faut souligner une des principales limites des modèles (G)ARCH qui reposent sur l'hypothèse fondamentale que des chocs positifs ou négatifs ont le même effet sur la variance conditionnelle, on parle alors d'effets symétriques implicites dans la formulation au carré. Or, des observateurs des marchés financiers ont plutôt l'impression d'une asymétrie dans les effets : des chocs négatifs (mauvaise nouvelle) auraient un effet beaucoup plus grand sur l'incertitude et la volatilité que des chocs positifs (bonne nouvelle) ce qui semble être confirmé par la période 2007-2009 où les mauvaises nouvelles ont eu un effet dévastateur sur les cours de bourse. Pour corriger cette limite, nous aurions pu utiliser des modèles N-GARCH ou E-GARCH.

3. Simulation d'une distribution du coût du capital à horizon d'un an

En vue de notre partie IV et de l'application à un cas pratique d'acquisition, nous avons cherché à comparer la distribution du coût du capital dans un modèle classique de loi normale et dans un modèle ARCH à un horizon de un an. Pour cette simulation, nous avons utilisé le logiciel R et n'ayant pas toutes les connaissances requises, nous avons été aidés sur cette simulation par Guillaume. La majeure partie du code se trouve en annexe.

Notre démarche (probablement pas totalement robuste méthodologiquement) a été la suivante :

- En reprenant les caractéristiques des séries 2007-2009, nous avons simulé à horizon de un an le cours de bourse d'AXA (nous avons retenu AXA par simplicité) sur 400 points avec un modèle de loi normale et un modèle ARCH, les deux modèles ayant la même médiane et le même écart-type.

- Puis à partir de cette simulation, nous avons calculé, en repartant de la formule de Gordon Shapiro et des projections de bénéfice par action des analystes pour AXA, les courbes de distribution de coût capital implicite pour AXA dans un modèle normale et un modèle ARCH à un horizon de un an

Ces calculs ont donné les courbes de distribution suivantes pour le coût du capital « AXA » :

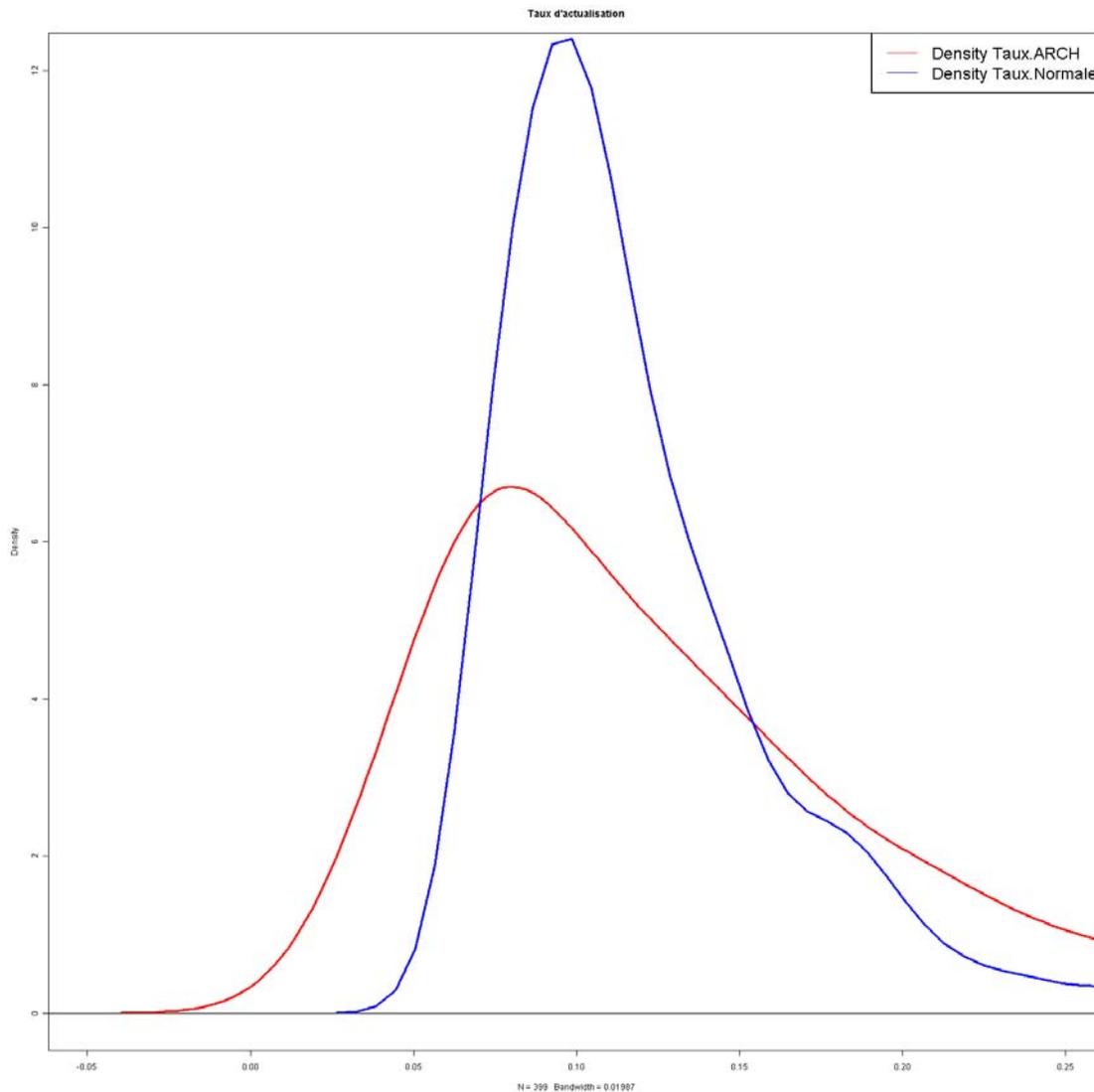


Figure 30 : Courbe de distribution ARCH et NORMALE du coût du capital

Nous pouvons faire les observations suivantes :

- Dans le modèle ARCH, les cours d'AXA s'échelonnent de 0.7 à 130 euros. Dans le modèle Normale, les cours s'échelonnent de 0.5 à 30 euros. La moyenne de ces deux séries est de 15 euros environ pour le cours AXA (la distribution des cours de bourse se trouve en annexe)

- De la même manière, le coût du capital s'échelonne respectivement de 2% à 240% et de 6% à 320% avec ARCH et un modèle Normale
- Même si c'est la simulation Normale qui a généré le cours AXA le plus bas (et donc le coût du capital le plus haut), la courbe de distribution ARCH est significativement plus « épaisse » que la courbe Normale. Par exemple le modèle ARCH a généré 78 points pour le cours AXA sous 8 euros contre seulement 35 pour la loi normale. Par conséquent, le modèle ARCH a donc généré 78 points avec un coût du capital au dessus de 20% contre seulement 35 pour la loi normale. Le modèle ARCH a généré un nombre d'occurrences défavorables largement supérieures et ce phénomène a tendance à être largement sous-estimé.

Nous concluons donc cette partie III en constatant que :

- Nous avons été impuissants à expliquer de manière linéaire les séries de rendement pendant la période 2007-2009 et qu'en conséquence, nous n'avons pas été capables de trouver une équation linéaire du coût du capital meilleure que celle du MEDAF pour l'ensemble de l'échantillon.
- En revanche, en nous intéressant de plus près à la volatilité pendant cette période, nous avons détecté des phénomènes ARCH dans les séries de rendement 2007-2009 qui illustrent que la volatilité peut être largement sous estimée à partir d'un modèle normale.
- Grâce à ces modèles ARCH, nous sommes capables de simuler des courbes de distribution « réalistes » du coût du capital implicite dans un horizon de temps pas trop éloigné.

Nous allons maintenant revenir au corporate finance et chercher à appliquer les résultats obtenus dans cette partie sur la volatilité du coût du capital en période de crise au risque de dépréciation de survaleur dans le cadre d'un projet d'acquisition réel étudié par AXA en 2008 en Roumanie mais infructueux.

*

* *

Partie IV Application à un cas pratique : projet d'acquisition de la société Unita en Roumanie

Section 1 Aperçu du projet d'acquisition

1. Origine du projet

Comme nous l'avons mentionné dans partie I notamment, la période 2004-2008 pour AXA a été caractérisée par une recherche soutenue de cibles dans les pays émergents, AXA ayant historiquement une faible exposition à ces zones de croissance, environ 5% de son chiffre d'affaire, l'objectif étant dans un horizon de temps raisonnable de porter ce poids à 15% environ.

AXA avait notamment acquis à travers le groupe Winterthur des sociétés d'assurance Vie et Retraite dans les pays de l'Est, en Pologne, République, Tchèque, Hongrie et Slovaquie et avait réalisé depuis des acquisitions en assurance Dommage en Russie et en Ukraine mais il lui manquait une présence en Roumanie, principal marché avec une population de 22 million d'habitants dans lequel AXA n'était pas présent en Europe de l'Est. Avec une présence en Roumanie, AXA aurait été présent dans les pays représentant environ 87% du PIB total de l'Europe de l'Est.

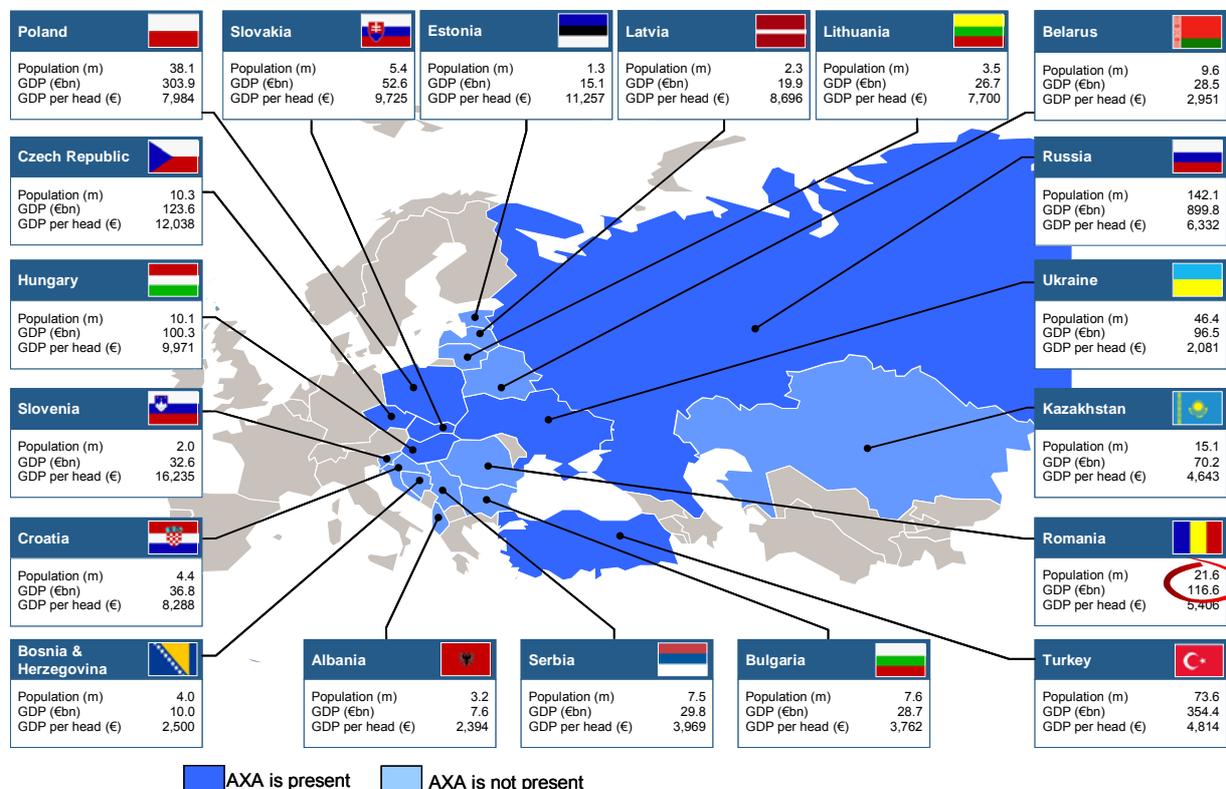


Figure 31 : Présence d'AXA en Europe de l'Est en 2007

Cette volonté de rentrer en Roumanie s'était déjà caractérisée par la recherche systématique d'une cible adéquate sur le marché roumain et la participation à plusieurs processus de vente. Cependant, les prix de vente s'étaient toujours révélés au dessus des valorisations d'AXA et en conséquence, AXA n'avait jamais remporté les enchères. Les multiples de prix pour la Roumanie et pour les pays émergents en général étaient très élevés pendant cette période, particulièrement les prix sur fonds propres ajustés autour de 4.5x.

Date	Target	Acquirer	Country	Price for 100% (in US\$ m)	Stake acquired	Deal size (in US\$ m)	P/GWP	P/NAV	
2007									
September	BT Asigurari (BETA)	Groupama	Romania	139	100%	139	1,8x	5,7x	
July	Asirom (Cross)	Wiener Städtische	Romania	211	31%	64	1,0x	5,9x	
July	Asitrans	Eurohold Bulgaria Plc.	Romania	23	75%	17	0,9x	4,7x	
June	Astra - Uniqa	UNIQA Versicherungen AG	Romania	93	23%	21	0,8x	n.a.	
June	Asirom	Wiener Städtische	Romania	217	13%	28	1,1x	4,6x	
June	Ardaf	PPF	Romania	79	71%	56	1,1x	1,1x	
2005									
December	Asiban	Investor Group	Romania	71	20%	14	0,5x	2,8x	
June	Astra	UNIQA Versicherungen AG	Romania	122	27%	33	2,1x	n.a.	
May	Omniasig	Vienna Insurance Group (VIG)	Romania	115	71%	81	1,2x	5,7x	
							High	1,8 x	5,9 x
							Low	0,5 x	1,1 x
							Average	1,0 x	4,4 x
							Median	1,0 x	4,7 x

Figure 32 : Multiples de transaction en Roumanie dans la période 2005-2007

2. Description de Unita

Le cas que nous allons présenter ici plus en détail, est le projet d'acquisition de la société Unita détenue à 100% par Vienna Insurance Group. Vienna Insurance Group avait plusieurs sociétés en Roumanie, avait été contraint par les autorités de la concurrence roumaine de céder une de ces quatre sociétés et avait donc décidé de rationaliser son portefeuille en vendant Unita. Le processus de vente était une mise aux enchères classique en deux phases et avait duré de février 2008 à mai 2008.

Rank	Name	GWP (€ m)	Market Share	Shareholder
1	Allianz Ţiriac	340	19,6%	Allianz
2	Omniasig	265	15,2%	VIG
3	BCR Asigurari	172	10,0%	VIG
4	Asirom	154	8,8%	VIG
5	Asiban	152	8,7%	Groupama
6	Unita	142	8,1%	VIG
7	Astra	110	6,3%	Uniqa
8	Generali	96	5,5%	Generali
9	BT Asigurari	80	4,6%	Groupama
10	Ardaf	50	2,9%	PPF
Total top 10		1 561	89,7%	

Figure 33 : Classement des compagnies d'assurance dommage en Roumanie en 2007

Unita était typique d'une société d'un pays émergent et dont les principales caractéristiques étaient :

- 6ième assureur roumain en assurance dommage,
- €142m de primes très principalement auto,
- Une forte croissance des volumes,
- Un ratio combiné autour de 115% les trois dernières années mais un résultat net relativement proche du point mort grâce aux intérêts financiers,
- 900 employés,
- Des systèmes informatiques et des process rudimentaires,
- Recours non optimisé de techniques type réassurance,
- Une distribution par des brokers ou agents mais avec une faible productivité,
- Un faible niveau de fonds propres, environ €25m, soit une marge de solvabilité légèrement au dessus de 100% avec des critères solvabilité I.

AXA voyait donc dans Unita une bonne opportunité de rentrer sur le marché roumain avec immédiatement une taille critique en terme de volume et la possibilité d'améliorer fortement la rentabilité en faisant profiter Unita des bonnes pratiques AXA dans un certain nombre de domaines (Informatique, réassurance, gestion actif-passif...).

AXA's criteria	
Emerging country	<input checked="" type="checkbox"/> One of the largest insurance market Central and Eastern Europe. Insurance penetration expected to almost triple within 2020
Strategic opportunity	<input checked="" type="checkbox"/> Very solid position in high growth market: #6 in P&C
Turnaround opportunity (business sub-optimized)	<input checked="" type="checkbox"/> Poor profitability. Opportunity to enhance growth and profitability thanks to AXA's know-how
In line with financial discipline	<input checked="" type="checkbox"/> Limited impact on group financial structure Financed through internal resources
Group values compliant	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure 34 : Critères d'acquisition pour le projet Unita

Les process et la partie technique (souscription, tarification, sinistre) étaient notamment très peu sophistiqués et rudimentaires. Pour donner un exemple concret, Unita avait d'assez loin le tarif le moins élevé pour les voitures de plus de 7 ans et avait donc un portefeuille surpondéré en vieille voiture ce qui expliquait en partie les ratios combinés très élevés.

Company	Allianz	Omniasig	Asiban	BCR	Unita	Asirom
Market share casco	26,1%	15,3%	10,2%	8,1%	8,0%	7,9%
Index price						
<1y	91	104	101	97	100	102
1-4y	96	96	108	103	100	95
4-7y	106	98	129	101	100	100
7-12y	121	111	152	106	100	119

Figure 34 : Echelle de tarif pour une assurance auto en fonction de l'âge d'une voiture

Section 2 Valorisation de Unita

1. Résumé de la valorisation

Comme nous l'avons expliqué dans la partie I, la valeur totale pour AXA d'une acquisition se décompose essentiellement en 3 blocs, qui pour Unita donnait :

- Fonds propres ajustés : €19m
- Valeur de goodwill : €160m
- Synergies et dissynergies : €22m

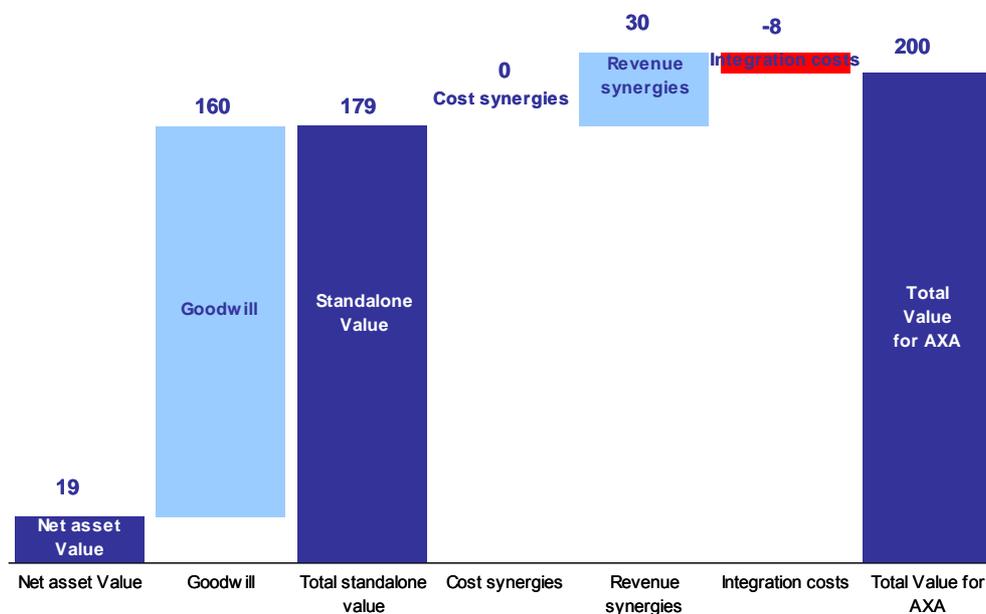


Figure 35 : Résumé de la valorisation intrinsèque d'Unita et synergies (M€)

Pour ce projet, nous nous intéresserons essentiellement à la valeur du goodwill car c'est la très grande majorité de la valeur. Dans d'autres projets, la valeur des fonds propres ajustés peut être la problématique centrale compte tenu de très nombreux ajustements possibles : plus ou moins values latentes, litiges, excédent ou déficit de réserves, problématique fiscale... Les synergies, même si elles avaient été quantifiées consistaient essentiellement à l'accélération d'autres projets en cours en Roumanie (implantation d'AXA Assistance, signature d'un accord de bancassurance avec Alpha Bank avec qui AXA est déjà partenaire en Grèce) mais n'avaient pas vocation à être « payées » au vendeur ou alors en très petite partie. Pour Unita, AXA avait soumis une offre liante au vendeur de €180m, soit en ligne avec la valeur intrinsèque et faisant ressortir un TRI de 12.2%, si toutes les synergies étaient réalisées, le goodwill représentait donc environ 90% de la valeur totale et nous reviendrons plus tard sur le dénouement de la transaction.

2. Détermination des principaux paramètres de la valorisation

Le business plan qui détermine la valeur de goodwill est habituellement faite sur une période de 20 ans pour un pays émergent et de 10 ans pour un pays mature. Le business plan est toujours fait en monnaie locale. La valeur de goodwill pour une société dommage dépend essentiellement de trois ou quatre grands paramètres dans le business plan :

- Croissance des primes
- Ratio Combiné
- Couple Taux de rendement des actifs / Facteur d'actualisation

Bien sur, chaque paramètre peu être assez délicat à déterminer et requérir beaucoup d'analyses. Il faut cependant comprendre que lors d'un processus d'acquisition, le temps est très limité, il y a énormément de sujets à couvrir, la qualité des données est souvent relativement faible (pour Unita, par exemple, la plupart des documents étaient en roumain) et il est donc aussi important de se forger une opinion la meilleure possible et d'être prêt à temps plutôt que de se perdre dans des analyses trop complexes. Nous allons donc essayer d'expliquer un peu grossièrement comment ces trois paramètres sont calculés dans une valorisation.

La tendance générale de croissance des primes est déterminée en fonction de la formule suivante (elle dépend naturellement aussi du mix produit et de pleins d'autres sous-facteurs) :

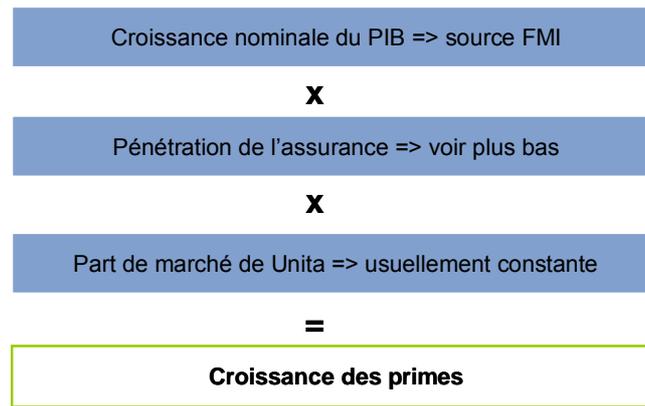


Figure 36 : Formule simplifiée de croissance des primes dans un business plan

Le premier facteur est assez facilement objectivable à partir de données comme celle du FMI. Le troisième, sauf cas exceptionnel, est proche d'une constante car pour des raisons de prudence nous ne pensons pas qu'une entreprise puisse indéfiniment gagner de la part de marché. Le cas le plus fréquent est qu'après une acquisition, la cible perd un peu de part de marché à cause du changement de contrôle puis les regagne ensuite. Le paramètre le plus difficile à déterminer est donc souvent la vitesse d'augmentation de la pénétration de l'assurance dans un marché donné. Pour cela, nous utilisons des benchmarks de la pénétration de l'assurance en fonction du PIB par habitant. Il faut souvent retraiter attentivement ces données car dans certains pays, des catégories d'assurance sont obligatoires et faussent donc les chiffres de pénétration.

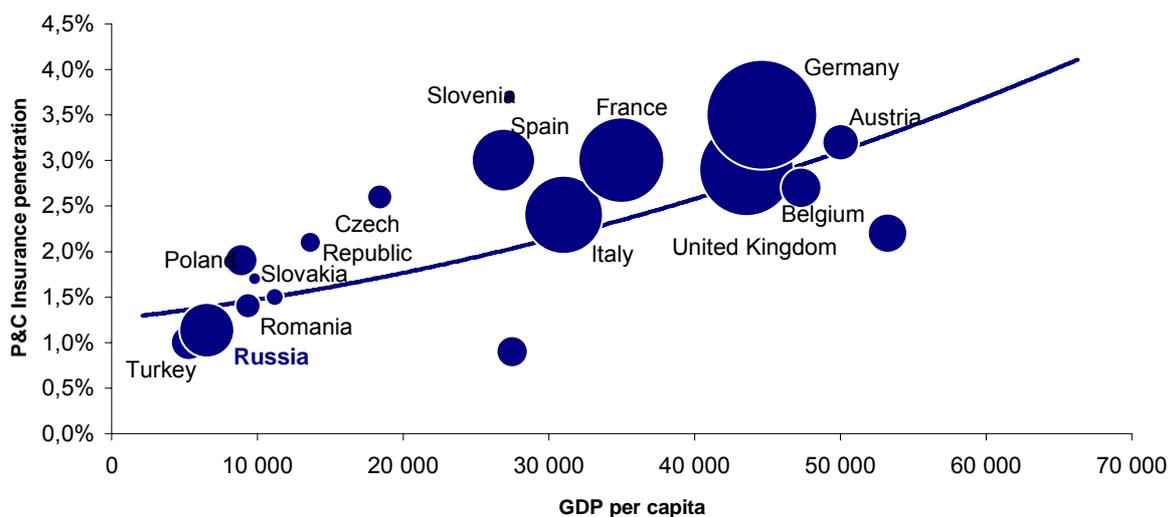


Figure 37 : Pénétration de l'assurance dommage en fonction du PIB/habitant

Ensuite, nous regardons de manière empirique à quelle vitesse, la Roumanie peut rattraper certains pays voisins relativement semblables : nous faisons l'hypothèse par exemple que la Roumanie va rattraper en 2010 le niveau de pénétration de la Pologne de 2005 et en 2015 le niveau de la République Tchèque de 2005.

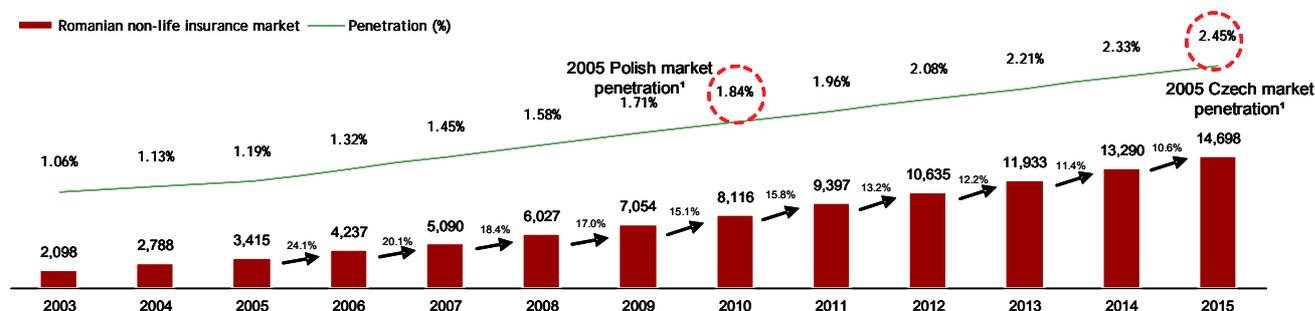


Figure 38 : Rattrapage de la pénétration de l'assurance en Roumanie

Le ratio combiné cible moyen est déterminé en fonction de plusieurs benchmarks :

- Expérience d'AXA dans d'autres pays similaires,
- Cible aspirationnelle pour les ratios combinés : typiquement, en fonction du cycle, AXA souhaite être dans une fourchette de ratio combiné de [97% ; 101%] pour les pays matures et [95% ; 99%] pour les pays émergents,
- Comparaison avec les autres acteurs du marché. Par exemple, dans le cas d'Unita, comme illustré ci-dessous, Unita faisait significativement moins bien que le marché en partie pour les raisons évoquées ci-dessus (mauvaise segmentation/tarifification), avec un ratio dommage au moins 10% au dessus du marché et donc le potentiel d'amélioration par rapport au marché était, selon notre analyse, significatif.

Net Loss Ratio (%)	2004	2005	2006	3Q 2007	Average
Allianz Tiriac	59%	50%	55%	79%	61%
Ardaf	44%	42%	98%	79%	65%
Absolut (**)	49%	79%	85%	84%	74%
Astra	40%	60%	50%	60%	52%
BT Asigurari	85%	66%	69%	81%	75%
Ursula	na	67%	74%	90%	77%
Market	59%	57%	69%	58%	61%
Ursula vs market		10%	6%	32%	16%

Figure 39 : Comparaison des ratios de sinistre de l'assurance auto en Roumanie

Il avait donc été fait l'hypothèse de projeter pour Unita une amélioration du ratio combiné en dessous de 100%, environ 4 ans après l'acquisition, et un ratio cible long-terme à 96.5%

Le facteur d'actualisation est toujours regardé en association avec le taux de rendement du portefeuille d'actifs de la société cible et avait été déterminé avec la formule du MEDAF :

Prime de risque marché : 6.0%
X
Beta (assurance dommage) : 0.8
+
Taux sans risque 10 ans : 6.5%
=
Cout du capital = 11.2%

Figure 40 : Calcul du facteur d'actualisation dans le cas d'Unita avec le MEDAF

Comme nous l'avons expliqué dans la partie I, nous utilisons un standard AXA, basé sur le MEDAF pour tous les projets corporate finance :

- Taux sans risque est égal à la moyenne glissante sur 12 mois du taux de gouvernement roumain en monnaie locale avec une maturité de 10 ans
- Beta pour les sociétés d'assurance dommage
- A l'époque, cette prime de risque était de 4% pour les pays matures et de 6% pour les pays émergents selon nos estimations historiques

Le taux de rendement des actifs est lui déterminé en fonction d'une allocation d'actifs cible, souvent de manière assez simplifiée surtout pour une société dommage :

- 80% d'actifs sans risque rapportant le taux court local compte tenu de la duration des passifs pour une société dommage auto (entre un et deux ans). Dans le cas présent, les taux courts étaient à 5%
- 20% d'actifs risqués (action, immobilier) rapportant environ le taux sans risque utilisé dans le calcul du coût du capital plus la prime de risque
- Le résultat est donc dans le cas présent un taux de rendement des actifs de 6%, maintenant un écart avec le coût de capital de 5.2% ce qui nous semblait raisonnable.

Le résultat du calcul de ces trois paramètres (primes, ratio combiné et facteur d'actualisation) est reflété dans le business plan complet ci-dessous et permet de retrouver les chiffres de valorisation intrinsèque présentés plus haut.

Comme, nous l'avons dit, l'explication de ces trois paramètres ne reflète qu'une petite de l'analyse financière totale requise pour une acquisition. D'autres problématiques demandent beaucoup d'attention et de travail comme par exemple la politique de réassurance ou l'analyse complète du bilan. Dans les pays émergents, par exemple, les primes sont souvent payées par mensualité mais la totalité de la prime annuelle est enregistrée dans le chiffre d'affaire ce qui crée des montants significatifs de créances clients au bilan, or clients arrêtent parfois de payer leur mensualités en cas de difficultés personnelles, il faut donc très finement analyser le stock de créances et parfois en déprécier une partie ce qui peut avoir un impact significatif sur la valeur.

P&L (In RON m)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	07-30 CAGR
GWP	482	548	661	784	915	1 057	1 202	1 360	1 530	1 708	1 894	2 088	2 295	2 515	2 742	2 982	3 228	3 478	3 736	4 002	4 267	4 466	4 674	4 833	10,5%
<i>Growth</i>		14%	21%	19%	17%	16%	14%	13%	12%	12%	11%	10%	10%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	7%	5%	5%	3%	
NEP	276	330	564	680	792	913	1 037	1 170	1 314	1 464	1 620	1 783	1 955	2 138	2 326	2 524	2 726	2 931	3 142	3 359	3 575	3 741	3 914	4 048	
Technical result	-35	-46	-32	-22	20	32	45	53	66	80	81	80	77	70	77	85	92	100	109	117	126	132	138	143	
<i>Net Combined Ratio / NEP</i>	113%	114%	106%	103%	97,5%	96,5%	95,7%	95,4%	94,9%	94,6%	95,0%	95,5%	96,1%	96,7%	96,7%	96,6%	96,6%	96,6%	96,5%	96,5%	96,5%	96,5%	96,5%	96,5%	
Investment result	19	15	20	25	31	36	42	48	55	63	70	79	87	96	104	113	123	132	142	152	163	172	180	187	
<i>Investment yield</i>	9,1%	6,7%	6,3%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	
Gross Profit	-16	-31	-12	3	51	69	87	102	122	142	151	159	164	166	182	198	215	233	251	269	288	304	318	330	
Tax	0	0	0	0	-8	-11	-14	-16	-19	-23	-24	-25	-26	-27	-29	-32	-34	-37	-40	-43	-46	-49	-51	-53	
Net Profit	-16	-31	-12	2	43	58	73	86	102	119	127	134	138	139	153	166	181	196	211	226	242	255	267	277	
ROE	-18%	-31%	-9%	1%	19%	23%	25%	26%	28%	29%	28%	27%	25%	23%	23%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	
Additional capital required		-100	-34	-43	-44	-34	-35	-37	-40	-42	-44	-46	-48	-51	-53	-55	-57	-57	-59	-61	-60	-46	-49	-37	
Dividend/(capital injection)		-132	-46	-40	-1	24	38	48	62	77	83	88	89	88	100	111	124	138	152	166	182	209	218	240	
Terminal value																								3 224	
Discount rate		11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	11,2%	
Discount factor		1,00 x	0,90 x	0,81 x	0,73 x	0,65 x	0,59 x	0,53 x	0,48 x	0,43 x	0,38 x	0,35 x	0,31 x	0,28 x	0,25 x	0,23 x	0,20 x	0,18 x	0,16 x	0,15 x	0,13 x	0,12 x	0,11 x	0,10 x	
Discounted flows		-132	-42	-33	-1	15	22	25	29	33	32	30	28	25	25	25	25	25	25	25	24	25	24	23	

312

Valuation Summary	RON	€
Goowill	592	160
ANAV	70	19
Restructuring costs	-31	-8
Total	631	170

Figure 41 : Business Plan simplifié d'Unita et valorisation intrinsèque

3. Principaux multiples et sensibilités de la valorisation

Plusieurs sujets sont particulièrement à surveiller dans une valorisation et peuvent servir à vérifier le caractère raisonnable ou non d'une valorisation :

- Le poids de la valeur terminale dans la valeur totale des cash-flows : ici elle représentait 53% de valeur du goodwill (€85m sur €160m de valeur totale de goodwill) ce qui est élevé après 20 ans de business plan mais pas complètement anormal pour une société dans un pays émergent qui croit beaucoup et dont une partie significative du résultat net doit être gardée pour la croissance des besoins de marge de solvabilité.
- Le retour sur capital induit par la valorisation : ici, le ROE (Return on Equity) était en moyenne à 25%. Typiquement, les ROE sont dans un range [10% ; 18%] pour des pays matures et dans un range [15% ; 30%] pour les pays émergents.
- Les montants absolus à horizon 10-15 ans font ils du sens ? était il par exemple raisonnable de penser que cette société ferait €680m de primes en 2020 et €40m de résultat net ?
- Les multiples implicites donnés par la valorisation intrinsèque : les multiples étaient pour cette transaction vraiment très élevés surtout les P/ANAV mais cela ne reflétait pas seulement la cherté du prix mais aussi la faible capitalisation de la société, ce qui était pris en compte dans la valorisation puisque nous faisons habituellement l'hypothèse que nos cibles doivent capitalisées entre 150% et 200% du ratio de solvabilité I.

Price Level	165	180	195	210
P/GWP 2007	1,3x	1,4x	1,5x	1,6x
P/ANAV 2007	8,7x	9,5x	10,3x	11,1x

Figure 42 : Multiples de transaction en fonction du niveau de prix

- Les sensibilités de la valeur aux principaux paramètres opérationnels, taux de croissance et ratio combinés qui peuvent provoquer des changements de valeur significatif. Il est à noter que ces sensibilités se lisent comme des décalages linéaires des taux de croissance ou du ratio combiné sur toute la durée du business plan ce qui peut expliquer que les impacts soient très matériels. Un effet retard, par exemple 2 ans de plus pour passer en dessous de 100% de ratio combiné a un impact beaucoup moins fort, sur la valeur, par exemple ici dans le cas d'Unita, l'impact sur la valeur serait de -6m car c'est juste un décalage temporel mais ca ne remet pas en cause le business plan final. Or, lors d'un test de dépréciation de goodwill, il est possible de justifier le fait que des performances opérationnelles ont pris un

certain retard mais ne sont pas remises en cause pour le long terme, en revanche, il est beaucoup plus difficile de justifier que le facteur d'actualisation pris à un moment donné va revenir par exemple au niveau historique calculé au moment de l'acquisition.

Growth rate sensitivity				
Goodwill value	CAGR of GWP 07-30	Variable range	Goodwill value	Difference
160	10,5%	2%	208	30%
		1%	183	14%
		0%	160	0%
		-1%	140	-13%
		-2%	122	-24%
Combined Ratio Sensitivity				
Goodwill value	Target combined ratio	Variable range	Goodwill value	Difference
160	96%	2%	225	40%
		1%	192	20%
		0%	160	0%
		-1%	128	-20%
		2%	225	40%

Figure 43 : Sensibilités de la valorisation intrinsèque aux taux de croissance et ratio combiné

Section 3 Risque de dépréciation de survaleur liée à la volatilité du facteur d'actualisation

1. Conclusion du projet

AXA a proposé au vendeur un prix de €180m, un prix déjà généreux, qui n'a pas été acceptée par Vienna Insurance Group.

1. Purchase Price

Our proposal contemplates a payment of EUR 180 Million for 100% of the share capital and voting rights of Unita.

The principal assumptions underlying our Final Proposal include the following:

- (a) The information provided in the data room and throughout the due diligence process (including meetings with the management and with experts which took place in Bucharest on April 16th 2008 & April 23rd 2008) presents a fair and accurate picture of the business, financial condition and results of operations of the Company, and is correct and complete in all material respects;
- (b) From 1 January 2008 through the completion of the Transaction, there has been no direct or indirect distribution of dividends or equity out of the Company and no additional indebtedness will be incurred;
- (c) There are no significant liabilities that have not been recorded or disclosed to date.

Figure 44 : Extrait de la lettre d'offre liante AXA

Unita a finalement été vendu à une société autrichienne relativement semblable à Vienna Insurance Groupe, avec une forte présence en Europe de l'Est, Uniqa, pour €209m environ. Uniqa avait la même estimation qu'AXA des fonds propres ajustés de la cible d'environ €20m. Il est relativement rare dans des transactions de gré à gré de trouver un tel niveau d'information avec le prix finalement payé par l'acquéreur ainsi que la répartition entre les fonds propres. Uniqa avait donc pour cette acquisition enregistré un goodwill de €189m en 2008.

	Date of initial inclusion	Net profit € million ¹⁾	Acquired shares %	Acquisition costs € million	Goodwill 31 Dec. 2008 € million
UNIQA Real Estate Finanzierungs GmbH, Vienna	1.1.2008	-1.8	100.0	0.0	0.0
SIGAL Holding sH.A., Tirana	1.1.2008	0.4	45.6	18.3	10.3
UNIQA Real Estate d.o.o., Belgrade	1.7.2008	-0.1	100.0	0.0	0.0
Renaissance Plaza d.o.o., Belgrade	1.7.2008	1.1	100.0	3.2	0.0
UNIQA Real Estate Alpha d.o.o., Belgrade	1.7.2008	0.0	100.0	0.0	0.0
UNIQA Real Estate Beta d.o.o., Belgrade	1.7.2008	0.0	100.0	0.0	0.0
GLM Errichtungs GmbH, Vienna	1.10.2008	0.3	100.0	6.4	0.0
UNIQA Group Audit GmbH, Vienna	1.10.2008	0.0	100.0	0.0	0.0
UNIQA Asiguran de Viata SA, Bucharest	1.10.2008	0.5	100.0	5.0	0.2
UNITA Vienna Insurance Group S.A., Bucharest	1.10.2008	1.6	100.0	208.7	188.7
AGRAS Vienna Insurance Group S.A., Bucharest	1.10.2008	-0.1	92.3	0.0	1.5
UNIQA Health Insurance AD, Sofia	1.10.2008	0.0	75.0	0.3	0.0
UNIQA Real Estate Albania Shpk., Tirana	1.10.2008	0.0	100.0	0.0	0.0

Figure 45 : Extrait du rapport annuel 2008 d'Uniqa

Le plus intéressant est que ce goodwill de €189m a été déprécié de €33m dès l'année 2009 et une telle dépréciation seulement un an après l'achat reste un phénomène très rare. Cela signifie aussi qu'Uniqa a été capable de justifier une valorisation de €176m soit très proche de l'offre finale d'AXA.

■ Impairment test

The goodwill arises from company mergers and acquisitions. It represents the difference between the acquisition costs and the proportional and current corresponding net market value of identifiable assets, debts and specific contingent liabilities. In accordance with IAS 36, the goodwill is not subject to scheduled depreciation but listed as the acquisition costs less any accrued impairments. In the year 2009, UNIQA undertook a purchase price allocation for 2008 (within the one-year period allowed by IFRS 3) in which €33,439,000 from the takeover of UNITA Asigurari S.A. were allocated to non-tangible economic goods that will be depreciated using the straight-line method as well as valued and tested within the framework of the impairment test as separate intangible units.

Figure 46 : Extrait du rapport annuel 2009 d'Uniqa

2. Sensibilité de la valorisation au facteur d'actualisation

Cette dépréciation illustre notamment l'importance du timing pour un projet d'acquisition. La signature du projet de l'achat d'Unita a été faite en mai 2008 soit juste au début de la crise financière et quelques mois avant la faillite de Lehmann Brother, et le fait qu'une acquisition surpayée (ce qui aurait probablement été le cas avec l'offre d'AXA) vous expose à des risques significatifs de dépréciation de valeur.

Le prix d'AXA de €180m contenait déjà 90% de goodwill environ. Ce goodwill est extrêmement sensible à la valeur du taux d'actualisation :

Discount rate sensitivity				
Goodwill value	Discount rate	Variable range	Goodwill value	Difference
160	11,2%	4%	55	-66%
		3%	73	-54%
		2%	95	-41%
		1%	123	-23%
		0%	160	0%
		-1%	210	31%
		-2%	280	75%

Figure 47 : Sensibilités du goodwill d'Unita au facteur d'actualisation

Une augmentation du taux d'actualisation de 2.5% fait déjà diminuer la valeur du goodwill d'environ 50% passant de €160m à €85m environ. On remarque la que la dépréciation d'Uniqa dans le goodwill d'Unita correspond à une augmentation d'environ 1% du facteur d'actualisation ce qui est relativement faible comme nous le montrons ci-dessous.

AXA a à nouveau regardé une cible en Roumanie en 2009 et à nouveau mis en vente par Vienna Insurance Group. Cette société s'appelait Omniasig de Viata, une très petite société d'assurance vie avec environ €15m de primes (le marché vie étant cependant beaucoup plus petit que celui de la non-vie, Omniasig se classait au 10ieme rang des assureurs roumains pour la vie). Ce projet n'était pas vu comme l'acquisition d'une taille critique immédiate mais plus comme l'acquisition d'une petite plate-forme servant à accélérer un projet de start-up car ils permettaient à AXA en peu de temps d'avoir une licence, une infrastructure, un réseau d'agent...

A cette occasion, nous avons donc remis à jour les paramètres servant à calculer le facteur d'actualisation et nous avons abouti à un facteur d'actualisation très élevé de 17% pour une société vie et 15.8% pour une société dommage, le Beta pour des sociétés vie et dommage étant différent.

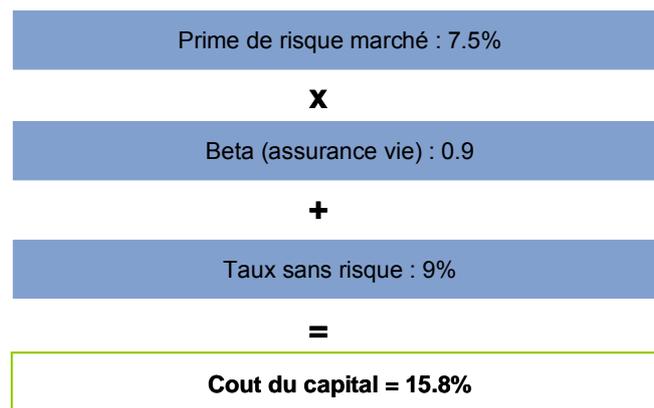


Figure 48 : Mise à jour du facteur d'actualisation en Roumanie en 2009

Plus précisément, en regardant chaque paramètre :

- Les taux roumains avaient fortement augmenté reflétant les inquiétudes sur l'Europe de l'Est et la Roumanie en particulier qui avait demandé de l'aide au FMI

	2005	2006	2007	2008	2009
2 Years	3,56%	2,22%	3,55%	5,09%	7,90%
10 years	5,50%	4,10%	5,75%	6,50%	9,30%

Figure 49 : Evolution des taux d'intérêts en Roumanie pour des maturités 2 ans et 10 ans

- La moyenne mobile de la prime de risque en Europe avait augmenté de 1.5% (et c'était même un minimum) pour les pays matures et nous avons appliqué cette hausse pour les pays émergents. On voit bien sur cette courbe par ailleurs qu'il est assez pertinent de prendre des moyennes sur un an (ou plus) car la prime de risque spot est incroyablement volatile



Figure 50 : Evolution de la prime de risque en Europe et de la moyenne glissante un an

- Les Betas étaient assez stables : la moyenne glissante des Betas de sociétés dommage avait très légèrement augmenté de 0.8 à 0.9 environ

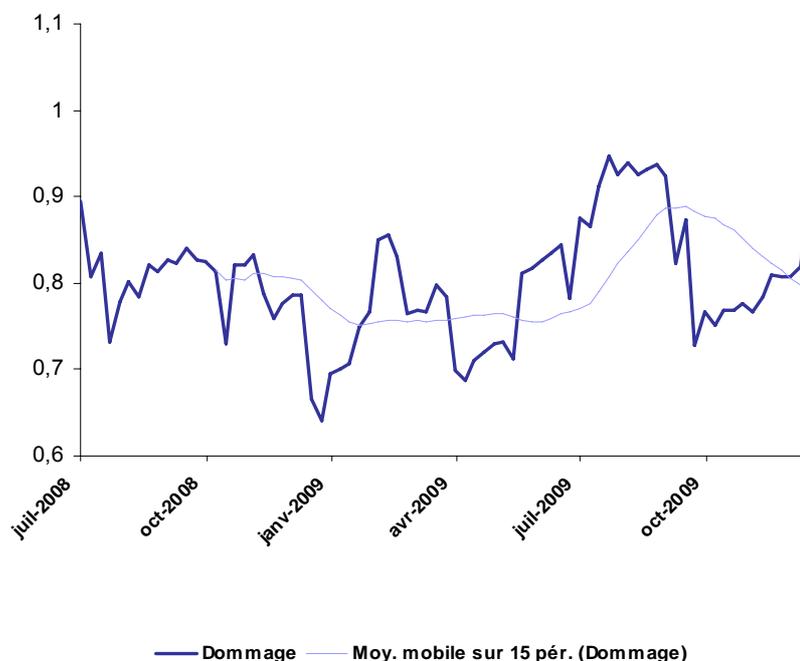


Figure 51 : Evolution des Betas d'un échantillon de pure players P&C en 2008 et 2009

En quelques mois, le facteur d'actualisation avait donc augmenté de 11.2% à 15.8% et nous aurions probablement pu justifier un facteur d'acteur d'actualisation encore un peu plus élevé.

En reflétant ce nouveau facteur d'actualisation dans la valorisation et en augmentant aussi le taux de rendement des actifs, mais en ne changeant pas les autres paramètres opérationnels (ce qui était une hypothèse assez favorable car la crise avait nécessairement aussi provoqué un certain retard pour le business plan de la cible que ce soit celui d'AXA ou d'Uniq), la nouvelle valorisation intrinsèque d'Unita était de seulement €110m contre €179m en 2008 sans que les caractéristiques de la société aient changé mais uniquement car les paramètres macro-financiers avaient dramatiquement bougé.

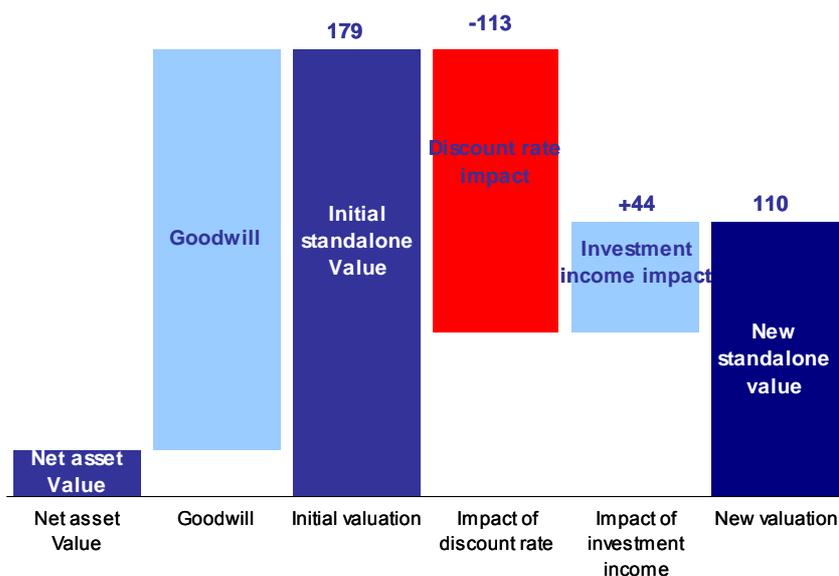


Figure 52 : Réconciliation rapide de la valorisation d'Unita en 2008 et 2009 (M€)

Une première conclusion de cette partie est que AXA, en réalisant l'acquisition d'Unita au prix de son offre liante, aurait du déprécier le goodwill de €70m environ Unita et Uniq aurait du déprécier le goodwill de €100m environ ce qui pour une société avec une capitalisation boursière d'environ €1.7bn aurait pu avoir un effet dévastateur.

Le risque de dépréciation du goodwill, quelques mois après une acquisition à cause de la volatilité du facteur d'actualisation, est donc un risque majeur dans le cadre de tout projet M&A.

3. Application de la partie III : Détermination d'un niveau de confiance pour la valorisation du goodwill d'Unita

Nous venons de constater que l'un des principaux risques de dépréciation du goodwill est la volatilité du coût du capital qui peut très rapidement conduire à des dépréciations. Or, nous avons aussi constaté que cette volatilité est souvent sous-estimée car il est implicitement admis que les séries temporelles suivent des modèles basés sur des lois normales. La partie III a montré que pendant la période 2007-2009, les séries de rendement ne suivaient pas des modèles « normaux » mais des modèles ARCH. Nous allons donc regarder comment mieux appréhender ce risque et introduire des nouveaux calculs relativement simples qui permettront d'alerter sur la prise en compte de ce risque.

A la fin de la partie III, nous avons obtenu des courbes de distribution du coût du capital à partir de simulation du cours AXA. Par translation, nous avons centré ces deux courbes sur le cas central utilisé pour Unita soit 11.2% et une valorisation du goodwill de €160m et nous avons appliqué ces séries de coût du capital à la valorisation du goodwill d'Unita. Nous avons ainsi obtenu les deux courbes suivantes :

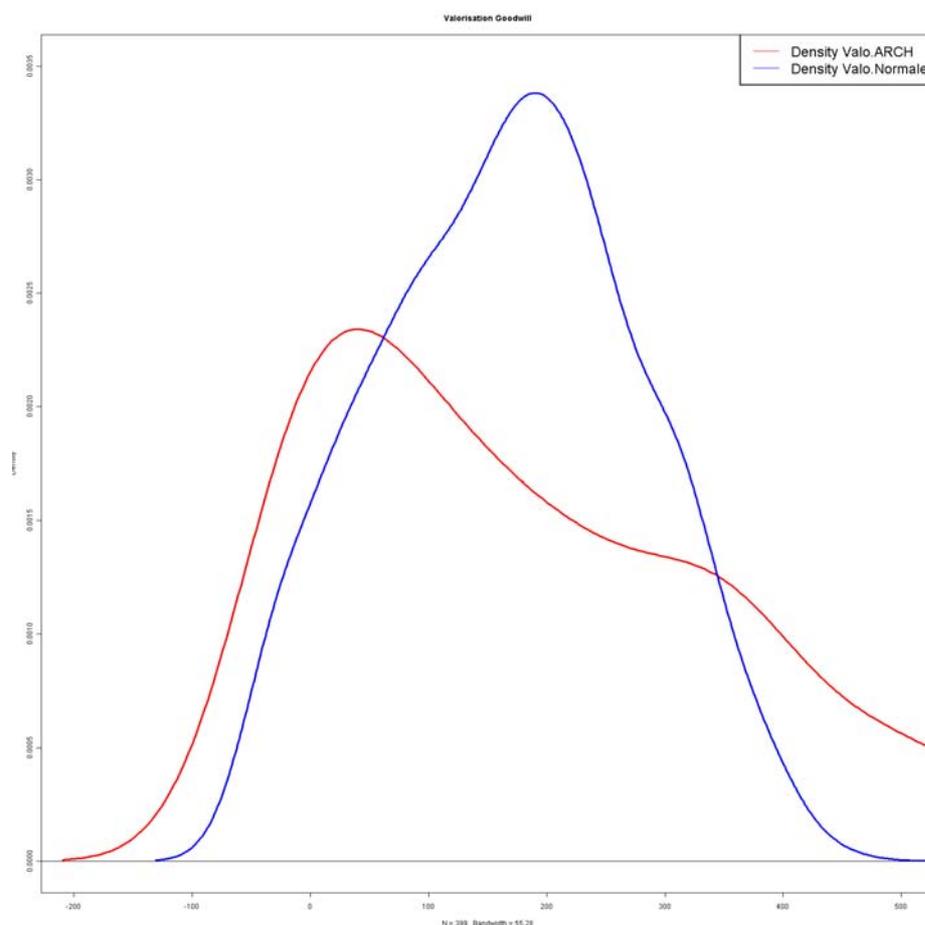


Figure 53 : Distribution du goodwill d'Unita à horizon de un an avec un modèle ARCH et Normale

Il faut noter que pour faire cette simulation, nous aurions dû appliquer au goodwill d'Unita, une courbe de distribution du taux d'actualisation en Roumanie à horizon un. Pour cela, en l'absence de société d'assurance roumaine cotée, nous aurions dû simuler ce taux à partir d'une société ayant les caractéristiques les plus proches de la Roumanie. Nous avons regardé le cas de Vienna Insurance Group qui a une présence significative dans les pays d'Europe de L'Est mais qui ne présentait pas de caractéristiques réellement émergente, et donc par soucis de simplicité, nous avons continué à utiliser l'exemple d'AXA

Nous pouvons faire les observations suivantes :

- Dans le modèle ARCH, le goodwill d'Unita s'échelonne de -40millions à +953millions
- Dans le modèle Normale, le goodwill s'échelonne de -40 million à +441 million
- Le modèle ARCH, génère notamment à gauche de la courbe (la partie défavorable soit celle qui nous intéresse le plus) une distribution significativement plus « épaisse », en ligne avec la courbe de distribution des taux d'actualisation de la partie III

Nous nous intéressons dorénavant entièrement à cette partie défavorable de la courbe. A partir de ces distributions, nous avons été en mesure de calculer des « Value at Risk » avec certain niveaux de confiance qui permettent de dire quel est le niveau de coût capital qu'il faudrait choisir lors du projet pour être sûr à un niveau de confiance donné de ne pas déprécier à cause des mouvements du coût du capital après un an.

VaR - Valorisation	ARCH	NORMALE	Delta
75%	42	82	-40
90%	-17	19	-36
VaR implied CoC	ARCH	NORMALE	Delta
75%	17,2%	14,5%	2,7%
90%	26,7%	19,5%	7,2%

Figure 54 : Value at Risk à 75% et 90% en ARCH et en « Normale » de la valorisation du goodwill

Nous allons regarder comment interpréter ce tableau qui représente l'aboutissement de notre réflexion sur la volatilité du coût du capital appliqué à un sujet d'acquisition :

- Il aurait fallu choisir respectivement 14.5% et 17.2% en Normale et en ARCH pour avoir 75% de chance de ne pas avoir à déprécier le goodwill d'Unita au bout d'un an à cause du coût du capital. Ces chiffres montent respectivement à 19.5% et 26.7% pour un niveau de confiance de 90%. Même si les chiffres à 90% ont un certain intérêt, nous nous intéressons maintenant

principalement à l'intervalle à 75% car l'intervalle à 90% cristallise des chiffres qui ne sont pas réalistes pour des projets de corporate finance. En effet, tout en cherchant à se protéger au maximum contre les conséquences négatives d'une acquisition, il faut participer à un processus si l'on estime que l'on a des chances raisonnables de gagner : or, les niveaux de coût du capital de 20% ou plus bien évidemment ôtent toute chance d'être compétitif dans le processus.

- Au niveau 75%, la prime de risque additionnelle induite par un modèle ARCH est donc de 2.7% sur cet exemple (différence entre 17.2% et 14.5%)
- Le taux d'actualisation de 14.5% en Normale pour un niveau de confiance de 75% correspond à un niveau de confiance de 65% en ARCH
- 1% supplémentaire par rapport au cas médian de 11.2% correspond à un gain de confiance d'environ 5% en ARCH et 10% en Normale

Ainsi, nous pouvons conclure cette partie que, lors d'un projet d'acquisition, le choix du taux d'actualisation, qui peut toujours être objectivé par une approche MEDAF doit tenir compte d'une prime de risque additionnelle pour éviter le risque ne pas devoir déprécier le goodwill au bout d'un et cette prime de risque est significativement différente (au niveau 75% d'à peu près 2-3%) selon que l'on est dans un modèle ARCH ou Normale.

*

* *

Conclusion

A travers ce projet d'étude, nous avons mis en œuvre un certain nombre de techniques statistiques pour tenter de percer le mystère des paramètres explicatifs de l'évolution du coût du capital. Nous mesurons pleinement les limites de certains de nos calculs car nous estimons que les résultats de nos régressions linéaires ne sont pas totalement satisfaisants sans doute, d'une part, à cause d'un historique de données insuffisant et d'autre part, la crise financière ayant été d'une telle violence qu'elle a pu fausser la cohérence des données.

Néanmoins, à partir d'un sujet nous l'espérons original, nous avons essayé d'ouvrir des pistes de réflexions pour estimer le coût du capital non comme un paramètre figé mais comme mettant pouvant évoluer très brutalement et de ce fait mettant les compagnies d'assurance en risque par exemple dans leur politique d'acquisition, pouvant même conduire certaines compagnies aux risques de ruine. Il n'y pas d'exemple récent dans le secteur de l'assurance mais dans le secteur bancaire l'acquisition de ABN Amro par le consortium RBS-Fortis-Santander a de facto conduit à la disparition ou quasi disparition de deux éléments sur trois du consortium

Au final, notre réflexion nous a conduits aux conclusions suivantes :

- (i) Une erreur d'évaluation du coût du capital peut aboutir à des destructions de valeur significatives et/ou des erreurs majeures d'allocation du capital par exemple
- (ii) toute équation tentant d'expliquer de manière universelle linéaire le coût du capital ne peut être qu'imparfaite et c'est pourquoi, le MEDAF reste malgré tout une méthode simple et pragmatique pour estimer le coût du capital mais en étant conscient des limites de cette méthode
- (iii) Le coût du capital peut être soumis à une volatilité importante en temps de crise par exemple mais il semble que l'on assiste ensuite à une sorte de retour à la moyenne
- (iv) la crise financière n'a pas fondamentalement remis en cause la méthodologie ni la manière dont nous faisons nos valorisations dans un projet d'acquisition car AXA est un investisseur stratégique de très long-terme et les business plans sont construits avec des horizons de temps à perpétuité. Une volatilité temporaire de certains paramètres ne doit pas remettre en cause la valeur fondamentale d'un actif.
- (v) Néanmoins, la crise nous a alerté un peu plus sur le caractère fragile de nos exercices de valorisation et nous a amené à compléter nos analyses en ajoutant : (1) des analyses de sensibilités plus robustes et couvrant des cas plus extrêmes, (2) des niveaux de risque couvrant la probabilité de devoir déprécier ou non le goodwill dans un horizon de temps court. Par ailleurs, cet exercice sur les intervalles de risque nous a permis d'être en mesure de justifier à l'avenir de manière plus scientifique certaines primes de risques

« discrétionnaires » que nous mettions dans le facteur d'actualisation de nos projets d'acquisition

Nous espérons avoir un peu contribué à la réflexion sur les dangers d'une politique d'acquisitions trop agressives basée sur des valorisations reposant sur une mauvaise maîtrise et compréhension du coût du capital.

*

* *

Bibliographie

Ouvrages de référence statistiques et corporate finance

- Tim Bollerslev, Ray Y. Chou, Nerayanan Jayaraman, Kenneth F. Kroner : "Les modèles ARCH en finance : un point sur la théorie et les résultats empiriques", Annales d'économie et de statistique, 1991
- Richard Brealey, Stewart Myers et Franklin Allen : "Principles of Corporate Finance", édition McGraw Hill, 9ème édition, 2008
- Pierre Vernimmen, Pascal Quiry et Yann Le Fur : "Finance d'entreprise", édition Dalloz, 8ème édition, 2010
- Cours de CEA d'Assurance 1ère et 2ème années

Littérature générale sur le coût du capital, le MEDAF et ses variantes

- F. Black: "Beta and Return", Journal of Portfolio Management (Fall 1993)
- R. Dobbs et al.: "Why the Crisis has not shaken the Cost of Capital", The McKinsey Quarterly, 2009 n°1
- E.J. Elton, M.J. Gruber and J. Mei: "Cost of Capital Using Arbitrage Pricing Theory: A Case Study of Nine New-York Utilities", Financial Markets, Institutions and Instruments, August 1994
- E.F. Fama and K.R. French: "Industry Costs of Equity", Journal of Financial Economics, 1997
- E.F. Fama and K.R. French: "The Cross-section of Expected Stocks Returns", Journal of Finance, June 1992
- F. Modigliani and M. Miller: "Corporate Income Taxes and the Cost of Capital: a Correction", American Economics Review, 1963
- W.F. Sharpe : « Capital Asset Prices : A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk », Journal of Finance, September 1964

- W.F. Sharpe: "The Capital Asset Pricing Model: A "Multi-Beta" Interpretation", in Financial Decision Making under Uncertainty, Academic Press, 1977

Le coût du capital – Secteur de l'assurance

- J.D. Cummins and R.D. Philips: "Cost of Capital Estimates for European Insurance Companies", prepared for the AXA Group, April 2007
- F. Franzoni: "Discussion on the Cost of Capital and the Equity Premium Puzzle", The Geneva Association, Etudes et Dossiers n°309, January 2006
- K.A. Froot: "Risk Management, Capital Budgeting and Capital Structure Policy for Insurers and Reinsurers", The Journal of Risks and Insurance, June 2007
- Mathieu Gatamel: "Relevancy of Cost of Capital for Insurance Companies", November 2008
- T. Hess: "Insurers' Cost of Capital and Economic Value Creation, Principles and Practical Implications", The Geneva Association, Etudes et Dossiers n°312, February 2006
- S. Schürmann: "The Cost of Capital in Property Casualty Insurance", The Geneva Association, Etudes et Dossiers n°309, January 2006
- "A Market Approach to Market Value Margins", Discussion Paper, CRO Forum, March 2006
- "Insurers' Cost of Capital and Economic Value Creation", Sigma Swiss Re, n°3/2005

Notes de brokers sur le coût du capital

- UBS: Hedging, Fair Value and Cost of Capital, D. Jullens, 12 November 2008
- DB: Fundamental Beta Bettered, Review and Update of the DB Fundamental Beta Model, S. Borthwick, 26 October 2004
- Citi: Digging into ROE: a Look at the Cost of Capital for Life Insurers, C.W. Devine et al.
- ANB Amro: Beta and the Cost of Capital, T. Nagarathnam et al., 30 June 2006
- ABN AMRO: Valuation and the cost of Capital, Tim Clark, Avril 2004
- Cheuvreux: Why Beta is not better? Cristophe Potts, Juin 2002

Bases de données et logiciel

- L'ensemble des données a été collecté grâce à l'utilisation de licences professionnelles détenues par AXA SA et ne saurait par conséquent être l'objet d'une quelconque utilisation publique.
- Logiciel R
- Bloomberg
- Thomson Reuters

- Best's Statement File Global : base de données AM Best
 - o Données financières sur 12000 assureurs dans 100 pays
 - o Plus 4500 assureurs avec ratings
 - o Ratings, rapport de ratings, rapports annuels
 - o Bilans, comptes de résultats, ratios clés
 - o Etudes statistiques diverses
 - o Cours de bourse des entreprises cotées et principaux indices assurance

*

* *

Annexes

Annexe 1 : L'analyse en composantes multiples (ACM)

Dans le cas de plusieurs variables qualitatives, l'ACM permet de détecter les liaisons entre les variables, entre des observations (ou individus) et entre des variables et des observations.

En notant x_{ij} la modalité prise par l'individu i pour la variable j , i varie de 1 à I et j de 1 à J . On considère que la variable qualitative j a K_j modalités.

Etude des individus

L'ACM consiste à comprendre les ressemblances entre les individus du point de vue des variables. En d'autres termes, à dresser une typologie des individus : quels sont les individus les plus proches (resp. les plus éloignés) ? Existe-il des groupes d'individus homogènes du point de vue de leurs ressemblances ?

Etude des variables et des modalités

On cherche ici à dresser un bilan des liaisons entre variables, que l'on peut étudier soit deux à deux, soit globalement. Dans ce dernier cas, on recherche des variables synthétiques qui résument l'information contenue dans plusieurs variables. L'information portée par une variable peut être étudiée au niveau des modalités. En ACM, l'accent est mis sur les modalités, une modalité représentant à la fois une variable et un groupe d'individus (l'ensemble des individus qui prennent cette modalité).

Définition d'une distance entre individus et d'une distance entre modalités

A partir du tableau de données individus x variables, on construit un tableau disjonctif complet (TDC) qui croise en ligne les individus et en colonne l'ensemble des modalités de toutes les variables. L'élément x_{ik} de ce tableau vaut 1 si l'individu possède la modalité k et 0 sinon. Ce tableau est de

$$I = \sum_{j=1}^J K_j$$

dimension $I \times K$ (avec $K = \sum_{j=1}^J K_j$) et n'est constitué que de 0 et de 1.

Distance entre individus

En reprenant les notations du TDC et les objectifs définis précédemment, la distance entre individus se calcule en sommant les différences entre modalités à savoir $(x_{ik} - x_{l'k})^2$, et en le pondérant par une fonction inversement proportionnelle à I_k (avec I_k le nombre d'individus qui prennent la modalité k). Cette distance (au carré) s'écrit :

$$d_{il'}^2 = C \sum_{k=1}^K \frac{(x_{ik} - x_{l'k})^2}{I_k}$$

avec C une constante.

Distance entre les modalités

La distance entre deux modalités k et k' se calcule en dénombrant les individus qui prennent soit la modalité k soit la modalité k' (à savoir $I_{k \neq k'}$), et en pondérant par une fonction inversement proportionnelle à I_k et $I_{k'}$. Cette distance peut donc s'écrire :

$$d_{kk'}^2 = \frac{C' I_{k \neq k'}}{I_k I_{k'}}$$

avec C' une constante. Or d'après le codage ($x_{ik} = 0$ ou 1), le nombre d'individus prenant une et

une seule des deux modalités est égal à $I_{k \neq k'} = \sum_{i=1}^I (x_{ik} - x_{ik'})^2$. On a donc :

$$\begin{aligned} d_{kk'}^2 &= C' \frac{1}{I_k I_{k'}} \sum_{i=1}^I (x_{ik} - x_{ik'})^2 \\ &= C' \left(\frac{1}{I_{k'}} + \frac{1}{I_k} - 2 \frac{\sum_{i=1}^I x_{ik} x_{ik'}}{I_k I_{k'}} \right) = C' \sum_{i=1}^I \left(\frac{x_{ik}}{I_k} - \frac{x_{ik'}}{I_{k'}} \right)^2 \end{aligned}$$

Les nuages et leur ajustement

Des relations de transition lient le nuage des individus N_i au nuage des modalités N_k . On a, en notant $F_s(i)$ (resp. $G_s(k)$) la coordonnée de l'individu i (resp. de la modalité k) sur l'axe de rang s :

$$F_s(i) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_s}} \sum_{k=1}^{K_j} \frac{x_{ik}}{I_k} G_s(k)$$

$$G_s(k) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_s}} \sum_{i=1}^I \frac{x_{ik}}{I_k} F_s(i)$$

Sur l'axe de rang s , au coefficient $\frac{1}{\sqrt{\lambda_s}}$ près, la première équation exprime que l'individu i est au centre de gravité des modalités qu'il possède (puisque $x_{ik} = 0$ pour les modalités qu'il ne possède pas).

Sur l'axe de rang s , au coefficient $\frac{1}{\sqrt{\lambda_s}}$ près, la deuxième relation exprime que la modalité k est au centre des individus qui la possèdent.

Interprétation

Pourcentage d'inertie associé à un axe

Les premiers indicateurs que l'on consulte rapportent l'inertie projetée à l'inertie totale. Soit, pour l'axe s :

$$\frac{\sum_{i=1}^I \frac{1}{I(OH_i^s)^2}}{\sum_{i=1}^I \frac{1}{I(Oi)^2}} = \frac{\sum_{k=1}^K \frac{1}{I(OH_k^s)^2}}{\sum_{k=1}^K \frac{1}{I(Ok)^2}} = \frac{\lambda_s}{\sum_{s=1}^K \lambda_s}$$

Si l'ACM est normée, $\sum_{s=1}^K \lambda_s = K$. Multiplié par 100, cet indicateur représente le pourcentage d'inertie (de N_I dans \mathbf{R}^K ou de N_K dans \mathbf{R}^I) exprimé par l'axe de rang s . Il peut être vu de deux façons :

- Comme une mesure de la qualité de représentation des données ; on dira que tel axe exprime $x\%$ de la variabilité des données. En ACM normée, on compare souvent λ_s à 1, valeur en deçà de laquelle l'axe de rang s , représentant alors moins de données qu'une variable isolée, n'est pas digne d'intérêt ;
- Comme une mesure de l'importance relative des axes ; on dira que tel axe exprime x fois plus de variabilité que le second ; il concerne en effet x fois plus de variables mais cette formulation n'est véritablement exacte que lorsque chaque variable est corrélée parfaitement à un axe.

Du fait de l'orthogonalité des axes entre eux (aussi bien dans \mathbf{R}^K que dans \mathbf{R}^I), ces pourcentages d'inertie s'additionnent pour plusieurs axes.

Qualité de représentation d'un individu ou d'une variable

La qualité de représentation d'un individu i sur l'axe s peut être mesurée par la distance entre le point dans l'espace et la projection sur l'axe. On préfère en réalité calculer le pourcentage d'inertie de l'individu i projeté sur l'axe s . Ainsi, en notant ϑ_i^s l'angle entre Oi et u_s , on a :

$$qit_s(i) = \frac{\text{inertie projetée de } i \text{ sur } u_s}{\text{inertie totale de } i} = \cos^2 \vartheta_i^s$$

Par orthogonalité, cet indicateur s'additionne pour plusieurs axes et se calcule le plus souvent pour un plan.

La qualité de représentation d'une variable k sur l'axe de rang s s'écrit :

$$qit_s(k) = \frac{\text{inertie projetée de } k \text{ sur } v_s}{\text{inertie totale de } k} = \cos^2 \vartheta_k^s$$

Cette dernière quantité est égale à $r^2(k, v_s)$. Quant à la qualité de représentation d'une variable sur un plan, elle s'évalue visuellement à partir de la distance au bord du cercle de rayon 1.

Annexe 2 : Modalités des variables identifiées pour l'analyse ACM et représentation graphique

Code	Modalité
$BETA_{i,N}$	1 : inférieur à 0,6 2 : entre 0,6 et 0,8 3 : entre 0,8 et 1,0 4 : entre 1,0 et 1,2 5 : entre 1,2 et 1,4 6 : supérieur à 1,4
CEO_i	1 : inférieure à 2 ans 2 : entre 2 et 4 ans 3 : entre 4 et 7 ans 4 : supérieure à 7 ans
$FSSP_i$	1 : inférieure à BBB+ 2 : de BBB+ à A+ 3 : supérieure à A+
$GOODWILL_{i,N}$	1 : inférieur à 10% 2 : entre 10% et 30% 3 : entre 30% et 40% 3 : entre 40% et 60% 4 : supérieur à 60%
$PER_{i,N}$	1 : inférieur à 5 2 : de 5 à 10 3 : de 10 à 15 4 : de 15 à 20 5 : de 20 à 30 6 : supérieur à 30
$PBR_{i,N}$	1 : inférieur à 1 2 : entre 1 et 2 3 : supérieur à 2
OWN_i	1 : inférieur à 50 % 2 : entre 50 % et 70 % 3 : entre 70 % et 90% 4 : supérieur à 90 %
$SOLVA_{i,N}$	<u>Europe</u> 1 : inférieur à 1,2 2 : entre 1,2 et 2,5 3 : supérieur à 2,5 <u>Amérique</u>

	1 : inférieur à 2 2 : entre 2 et 5 3 : supérieur à 5 <u>APAC (hors Japon) :</u> 1 : inférieur à 1,5 2 : entre 1,5 et 2,5 3 : supérieur à 2,5 <u>Japon</u> 1 : inférieur à 6 2 : entre 6 et 8 3 : supérieur à 8
VIE _{i, N}	1 : inférieur à 5% 2 : de 5 à 20% 3 : de 20 à 50% 4 : de 50 à 80% 5 : de 80 à 95% 6 : supérieur à 95%

Les figures (a) à (c) présentent la répartition des modalités des variables suivantes :

- Pourcentage de flottant dans l'actionnariat (« OWN »)
- Price to Book Ratio (« PBR »)
- Ratio de solvabilité (« SOLVA »)
- Beta (« BETA »)
- Ratio Goodwill/Fonds propres (« GOODWILL »)
- Pourcentage de l'activité « vie » dans le chiffre d'affaires (« VIE »).

Notons au passage que pour les besoins de l'ACM, ces les modalités prises par ces variables ont été découpées en « tranches ».

On remarque que pour l'année 2007 (*cf.* figure 10), les modalités des variables OWN, PBR et SOLVA sont bien séparées par le nuage de points, ce qui signifie que ces modalités sont bien représentées et

donc *a fortiori* significatives. Pour la part de flottant dans l'actionnariat, on observe que les

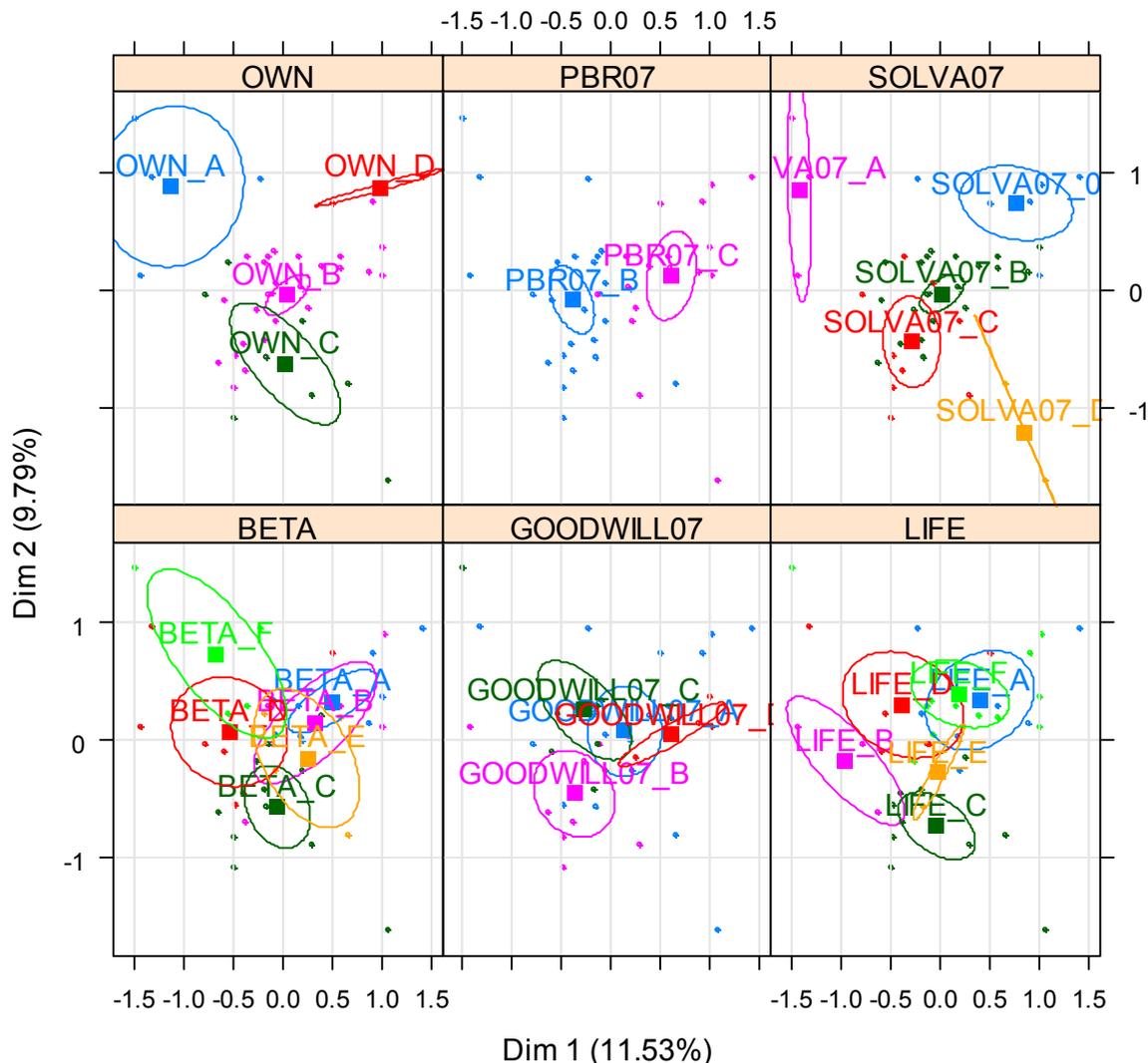


Figure (a) : ACM 2007 - Observations et modalités

entreprises ayant moins de 50 % de flottant et celles ayant plus de 90 % sont opposées par l'axe 1 (11,53 %) d'inertie expliquée, de même que les assureurs à faible solvabilité et ceux à fort ratio de solvabilité séparés par l'axe 2 (9,79 %) d'inertie expliquée. L'axe 1 sépare assez bien les entreprises dont le PBR est entre 1 et 2 d'une part, et celles qui possèdent un ratio supérieur à 2. Les graphes représentatifs des modalités pour les variables BETA, GODDWILL et LIFE sont plus confus et difficiles à expliquer. L'axe 1 met sans doute néanmoins en évidence un effet taille, puisqu'il sépare à la fois les assureurs à fort PBR, forte marge de solvabilité et fort flottant à droite du nuage des ceux qui prennent des modalités plus faibles à gauche.

La figure 11 montre l'effet de la crise sur les données. Seules les modalités des variables PBR et SOLVA semblent à peu près séparées, mais il n'est pas vraiment possible de fournir une

interprétation rigoureuse du graphe. En particulier, la variable OWN, dont les modalités prises par chaque entreprise ne dépend pas de l'année, n'est plus du tout séparée par l'ACM.

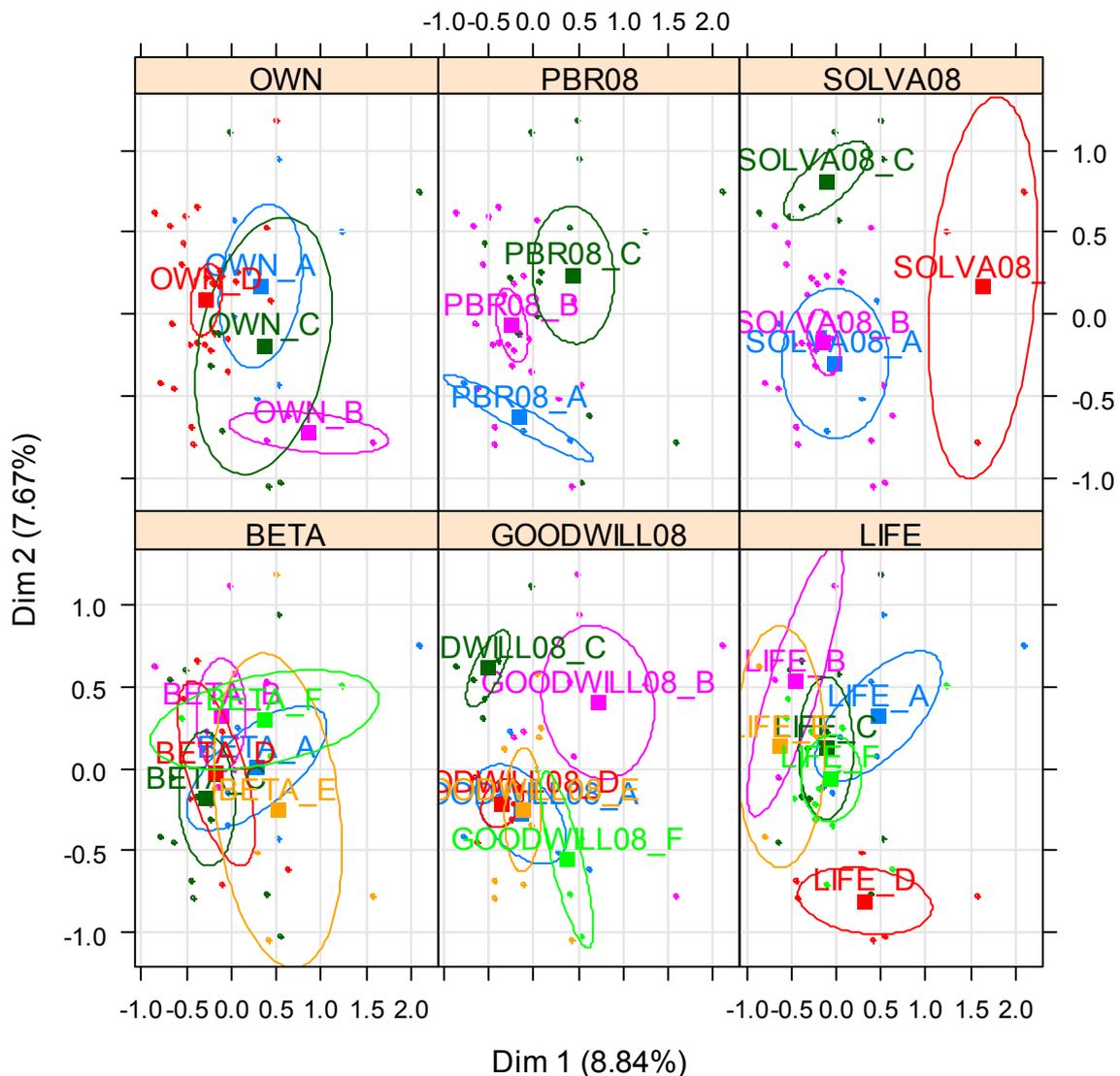


Figure (b) : ACM 2008 - Observations et modalités

En 2009, les modalités des variables OWN, PBR, SOLVA et BETA sont plus ou moins bien séparées. On constate par exemple que les sociétés à beta faible tendent à avoir un ratio de solvabilité plus élevé et un PBR plus élevé. Ceci semble logique si l'on part du principe qu'un assureur possédant un ratio de solvabilité élevé est peu risqué : il sera donc *a priori* d'autant mieux valorisé et sa volatilité par rapport au marché sera moindre. De même on constate que les ellipses correspondant aux entreprises à beta fort et à faible solvabilité se superposent à peu près, ce qui plaide pour une corrélation entre les deux phénomènes.

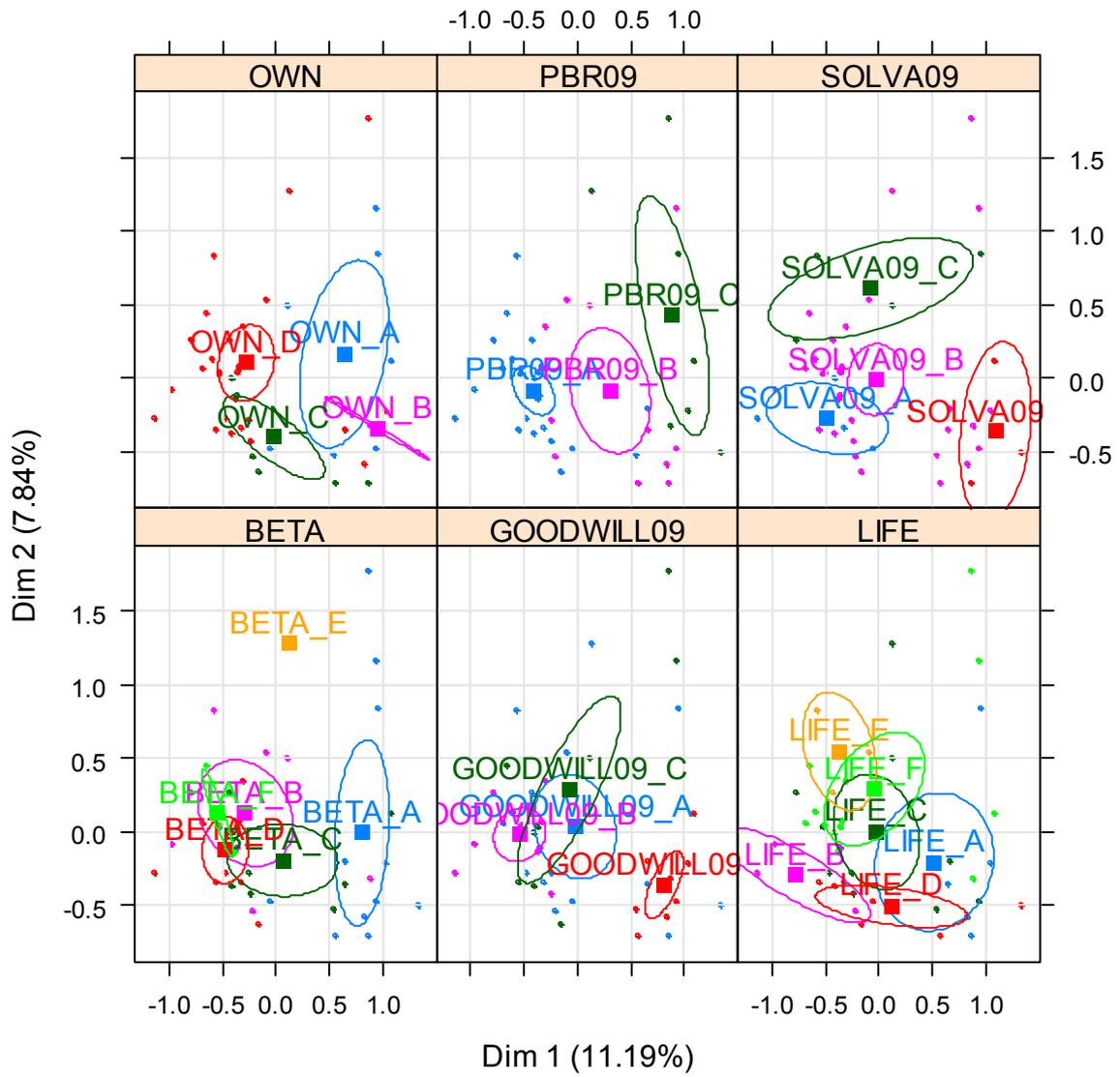


Figure © : ACM 2009 - Observations et modalités

Annexe 3 : Autres méthodes de calcul du coût du capital

Les méthodes qui suivent sont assez théoriques. Elles mettent en œuvre des outils mathématiques et statistiques relativement complexes.

Modèle du prix de marché du risque

Dans un contexte *Solvency II* le capital minimum requis est défini comme le 99,5^{ième} centile. Dans le cas d'une loi de distribution normale pour le résultat net de volatilité σ , le ratio de solvabilité peut être obtenu selon l'équation :

$$SCR = 2,58 \sigma$$

Le ratio de Sharpe λ est la différence de rendement exigé avec le taux sans risque en unité de volatilité, donc λ quantifie le prix de marché du risque. On peut interpréter la « market value margin » (MVM) comme la différence de rendement exigé avec le taux sans risque. Puisque le ratio de Sharpe est connu, on a :

$$MVM = \lambda \sigma$$

Le coût du capital s'exprime donc par :

$$CdC = \frac{MVM}{SCR} = \frac{\lambda}{2,58}$$

Ainsi, si la valeur de marché du risque des passifs d'assurance est connue, il est possible de déterminer le coût du capital, et vice versa.

La valeur de marché du risque des passifs d'assurance peut être exprimée en utilisant des données historiques et mène à des valeurs de l'ordre de 0,15 et donc un coût du capital de l'ordre de 5,5%.

Approche des coûts frictionnels

Les coûts frictionnels du capital représentent le coût, pour l'assureur, de la prise en compte du risque d'assurance et de la neutralisation des coûts d'opportunité que les actionnaires encaissent lorsqu'ils investissent par l'intermédiaire d'une compagnie d'assurance au lieu d'agir directement sur les marchés financiers (John Hancock, 2001).

Cette approche est très théorique et est peu utilisée en pratique. Les coûts de double taxation, de détresse financière, d'agence et de régulation sont les principales sources des coûts frictionnels. Néanmoins le CRO Forum considère que les coûts d'agence et de régulation peuvent ne pas être pris en compte. Sous cette méthodologie, le coût du capital est donc la somme du coût de double taxation et des coûts de détresse financière.

Soit α l'intervalle de confiance avec lequel l'entreprise est capitalisée, $EC(\alpha)$ la valeur du capital et $CdC(EC(\alpha))$ le coût du capital. On prendra les hypothèses suivantes :

- Le résultat net suit une loi normale, de moyenne $EC(\alpha)R_f$ et de volatilité σ , avec R_f le taux sans risque
- x est le résultat net de l'entreprise, τ le taux marginal d'imposition, T_{tax} la valeur cumulée des impôts payés

Le coût de double taxation s'écrit :

$$CdC_{DT} = \frac{T}{T_{\text{fin}}} \int_0^{\infty} x \varphi_{T_{\text{fin}} \text{ ECR} \sigma \sqrt{T_{\text{fin}}}}(x) dx$$

En supposant que si les fonds propres chutent en dessous du ratio de solvabilité minimum (« solvency capital requirement » ou SCR), l'entreprise doit être recapitalisée, les coûts de détresse financière s'écrivent alors :

$$CdC_{FD} = \int_{-\infty}^0 (SCR - x) f_{\text{ECR}}(x) dx$$

avec $f_{\text{ECR}}(x)$ la fonction de probabilité risque-neutre du résultat net annuel, donnée par :

$$f_{\text{ECR}}(x) = \frac{1}{\sigma} \left(\Phi^{-1}(f_{\text{ECR}} + \lambda) \right)$$

où Φ est la distribution de Student à k degrés de liberté et λ le ratio de Sharpe.

Théorie des prix d'arbitrage (modèle APT)

Le modèle APT, proposé en 1976 par Stephen Ross est relativement intuitif. Il prend en compte plusieurs sources de risque et repose sur trois hypothèses :

- Il y a un nombre suffisant d'actifs pour éliminer tout risque diversifiable
- Le rendement des actifs est fonction de k différent facteur de risque
- Il n'y a pas de possibilité d'arbitrage

Il n'a donc pas de besoin des hypothèses du MEDAF suivantes :

- Les investisseurs cherchent à optimiser leur rendement pour tout niveau de risque (Markowitz)
- Les rendements sont normalement distribués
- Le portefeuille de marché contient tous les actifs risqués et il est efficient (risque-rendement optimal)

Approche Solvency II du coût du capital

Pour illustrer la difficulté de choisir une méthode en particulier, il est éclairant de s'intéresser au débat sur le coût du capital dans le cadre de la réforme Solvabilité II. Pour rappel, Solvabilité II suggère de calculer la valeur des provisions comme la somme du best estimate de ces provisions et d'ajouter une market value margin (MVM) qui est le coût de détenir un certain montant de capital (solvency capital requirements ou SCR) jusqu'à l'extinction de ces provisions techniques. La MVM est calculée comme le montre le graphe ci-dessous en multipliant chaque année le montant de SCR par le coût du capital et d'actualiser ce coût du capital avec le taux sans risque pour obtenir la MVM.

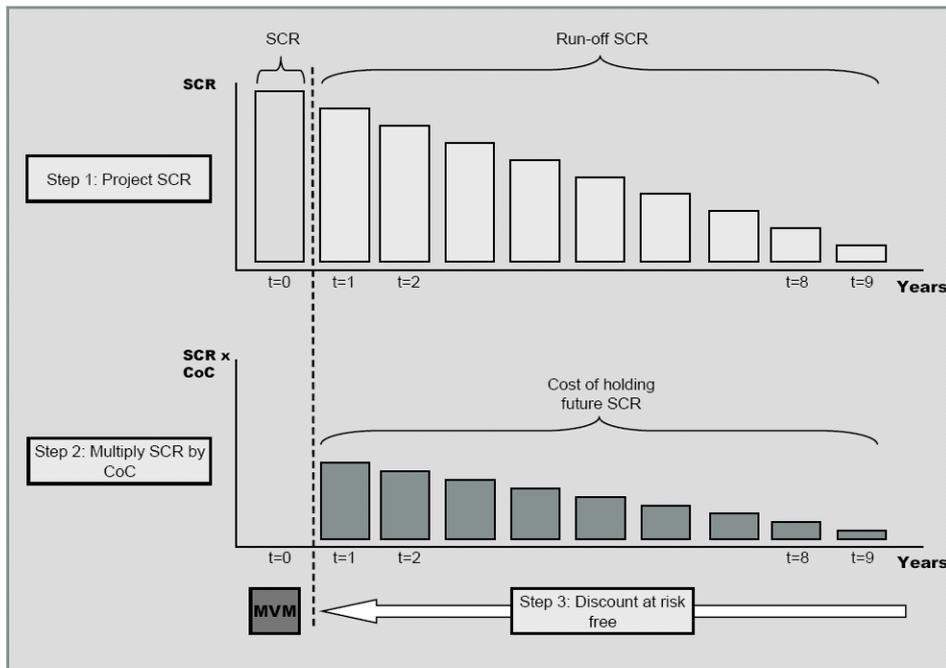


Figure 55 Méthode de calcul de la MVM sous Solvabilité II

Le but du régulateur est d'obtenir un calcul de MVM conservateur, relativement élevé et donc d'appliquer un coût du capital la aussi assez élevé tandis que le secteur de l'assurance cherche à obtenir le contraire pour ne pas être trop pénalisé par des exigences de capital trop importantes.

Les papiers du CEIOPS pour le calcul de QIS4 et QIS5 en 2008 et 2010 suggèrent de prendre mais sans énormément de justification de prendre un coût du capital constant de 6% (au dessus du taux sans risque).

Le très complet papier du CRO forum de Juillet 2008 estime qu'un range approprié serait de 2.5%-4.5% après avoir examiné un certain nombre de méthodologie (approche des coûts frictionnels, prix de marché des risques, MEDAF et Fama French). Le CRO forum propose d'appliquer ce range à l'ensemble des risques d'assurance et de revoir le range tous les 5 par exemple pour s'assurer qu'il n'y ait pas eu de déviation majeure.

L'écart entre 6% et le range de 2.5%-4.5% est très matériel : il illustre selon nous la difficulté de donner un prix « absolu et fixe » et de trouver une méthode qui donne ce prix : un développement intéressant est fait par Matthieu Gatamel dans son article (Relevancy of the cost of capital rate for the insurance companies, 2008) qui suggère d'utiliser des coûts du capital différenciés par risque, selon leur déviation ou volatilité, leur durée et le panier de risques auxquels ils appartiennent (certains risques se diversifiant plus ou moins bien entre eux).

Annexe 4 : Graphiques additionnels de la partie III

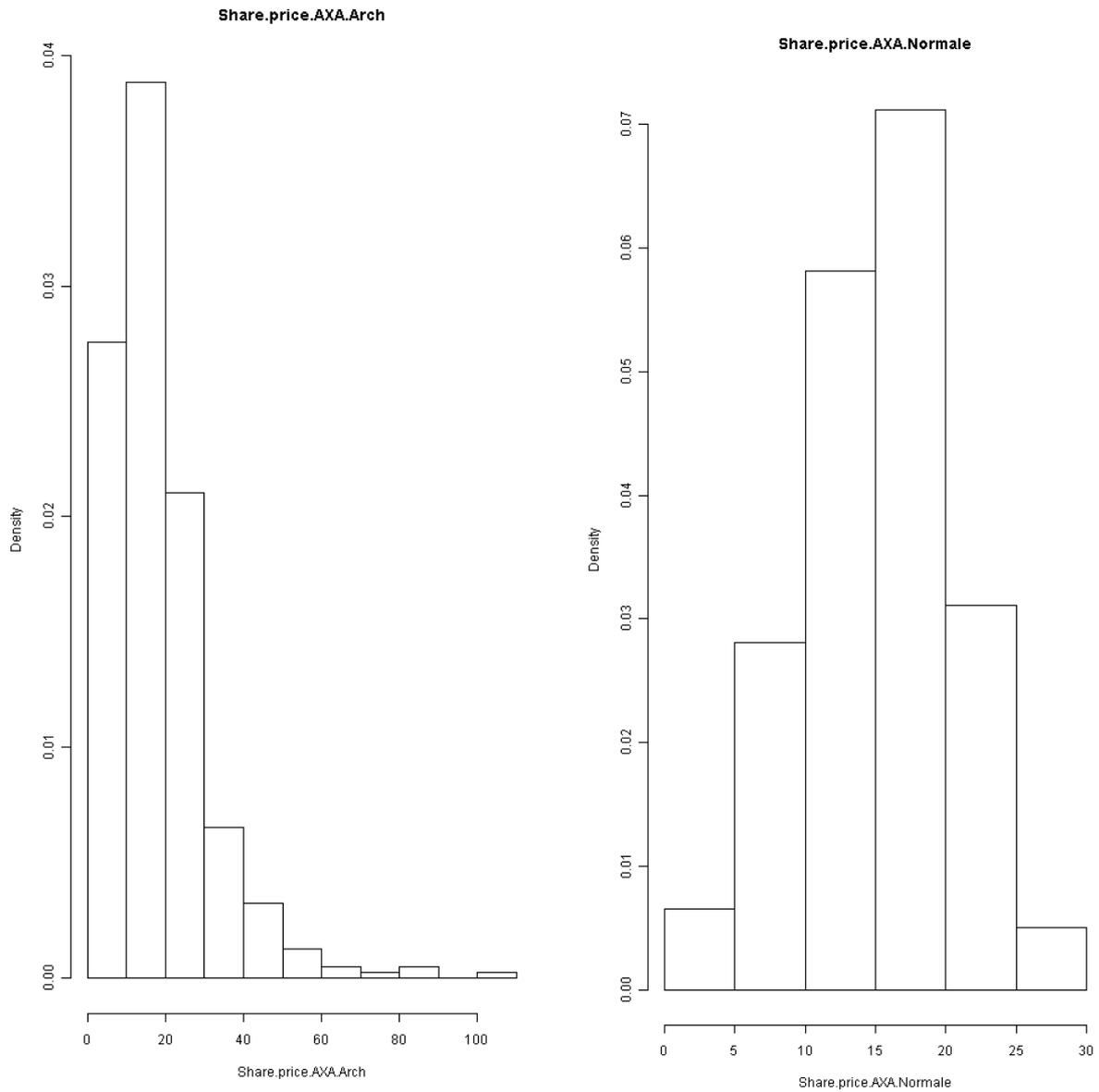


Figure 56 : répartition des cours de bourse AXA en ARCH et Normale

Annexe 5 : Code sous R pour régressions et simulations

```

# Initialisation -----
-----

library(tseries)
library(plm)
library(fSeries)
library(fGarch)

#- RET = return weekly des stocks
#- RM = return weekly du marché
#- RETA = return annuel des stocks
#- RM = equity risk premium

# Lecture de la table des labels -----
-----

cat("lecture de la Table")

filename <- "C:/Documents and Settings/g-gorge/My
Documents/Harp/Projects/GARCH/new reg13.csv"
#new reg12.csv : fichier normal
# new reg13.csv : fichier avec les coûts du capital Gordon Shapiro

Table2 <- read.csv2 (filename)

filenameLastAXA <- "C:/Documents and Settings/g-gorge/My
Documents/Harp/Projects/GARCH/LastAXA.csv"

LastAXA <- read.csv2 (filenameLastAXA)

# A report always starts with StartReport : The ReportName parameter is
mandatory and remains unchanged for all the report elements.
HarpReport.StartReport(ReportName="ACO", Header="Header Text",
HeadAlign="Center", FootAlign="Right", Font="name=Modern No.
20,size=8.25,color=Gray", MetaAuthor="ACO", MetaDate="True", FileName="Arch
Report")

# Inserts a Title Page into the report. Title Page can be customized with
the HARP Report Overlay view.
HarpReport.AddTitle(ReportName="ACO", Title="Report GARCH")

# Mise au Format -----
-----

applyType = function(typ,X){
  if ((typ=="S")||(typ==3)) {
    as.character(X)
  } else if ((typ=="D")||(typ==2)) {

```

```

    as.Date(X,format="%d/%m/%Y")
  } else if ((typ=="N")|| (typ==1)) {
    as.double(sub(',','.',X))
  }
}

convert <- function(M,Coltype){
  saveNames = colnames(M)

  M = lapply((apply(M,2,as.list)),unlist)

  M = mapply(applyType,Coltype,M,SIMPLIFY = FALSE)

  names(M) = saveNames

  M
}

cat("Mise au format")
Table3 = Table2

Table3$RETA=applyType("N",Table3$RETA)
Table3$RET=applyType("N",Table3$RET)
Table3$BETA=applyType("N",Table3$BETA)
Table3$RM=applyType("N",Table3$RM)
Table3$INVPBR=applyType("N",Table3$INVPBR)
Table3$VIX=applyType("N",Table3$VIX)
Table3$RETACOR=Table3$RET-Table3$BETA*Table3$RM
Table3$BETARM=Table3$BETA*Table3$RM

# Variable Uniquement dans New reg13.
Table3$ImpliedCoC=applyType("N",Table3$ImpliedCoC)

Table3$CoCMEDAF=applyType("N",Table3$CoCMEDAF)
#Régression résidu MEDAF vs VIX, INVPBR

panel.cor <- function(x, y, digits=2, prefix="", cex.cor)
{
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(0, 1, 0, 1))
  r <- abs(cor(x, y))
  txt <- format(c(r, 0.123456789), digits=digits)[1]
  txt <- paste(prefix, txt, sep="")
  if(missing(cex.cor)) cex <- 0.8/strwidth(txt)

  test <- cor.test(x,y)

```

```

# borrowed from printCoefmat
Signif <- symnum(test$p.value, corr = FALSE, na = FALSE,
                 cutpoints = c(0, 0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1),
                 symbols = c("****", "***", "**", ".", " "))

text(0.5, 0.5, txt, cex = cex * r)
text(.8, .8, Signif, cex=cex, col=2)
}
cat("graphe")

#-----
# END GRAPH
#-----

png("PAIR.png",width = 1920, height = 1920, units = "px", pointsize = 48)

pairs(~ RET + RM + INVPBR + VIX+ImpliedCoC+CoCMEDAF, data = Table3, main =
"Corrélation entre Variables", lower.panel=panel.smooth,
upper.panel=panel.cor)

#close device
dev.off()

HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="PAIR.png", Size="90")

png("PAIRAXA.png",width = 1920, height = 1920, units = "px", pointsize =
48)

pairs(~ RET + RM + INVPBR + VIX+ImpliedCoC+CoCMEDAF, data = Table3,subset =
(Firm == "Axa"), main = "Corrélation entre Variables - AXA",
lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor)
#pour new reg 12 pairs(~ RET + BETA + RM + INVPBR + VIX, data =
Table3,subset = (Firm == " Axa "), main = "Corrélation entre Variables -
AXA", lower.panel=panel.smooth, upper.panel=panel.cor)

#close device
dev.off()

HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="PAIRAXA.png", Size="90")

#AXA : Coût du capital marche
FirmN <- subset(Table3, Firm == "Axa")
regCoC <- lm(ImpliedCoC ~ 0+ CoCMEDAF , data = FirmN)
summary(regCoC)
regPCoC <- lm(ImpliedCoC ~ 0+ CoCMEDAF+INVPBR , data = FirmN)
summary(regPCoC)

png("RegCoC.png",,width = 1920, height = 1920, units = "px", pointsize =
48)
plot(FirmN$ImpliedCoC ~ fitted(regPCoC),main = "Fitted vs Observed Cost of
Capital",
xlab="Real",
ylab="Estimated" )
points(FirmN$ImpliedCoC, fitted(regCoC), col="blue", lwd=2,pch=19)

```

```

legend("topright", legend = c("MEDAF + Price to Book Ratio ", "MEDAF"))

dev.off()

HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="RegCoC.png", Size="90")

#Regression coût du capital
regPCoCT <- lm(ImpliedCoC ~ 0+ CoCMEDAF:Firm+INVPBR:Firm , data = Table3)

summary(regPCoCT)

#Regression Return
reg <- lm(RET ~ RM:Firm , data = Table3)
summary(reg)

reg <- lm(RET ~ RM+ RM:Firm , data = Table3)
summary(reg)

reg <- lm(RET ~ 0+ RM:Firm , data = Table3)

summary(reg)

coefreg = coef(reg)
Mescoef <- t(rbind (names(coefreg), coefreg))
HarpReport.AddText(ReportName="ACO", Text="Régression multivariée RET ~
RM:Firm sans Intercept", Font="name=Microsoft Sans Serif,size=8.25")
HarpReport.AddTable(ReportName="ACO", Table=Mescoef,
ColorRule="AlternateRow", Font="name=Arial,size=8.25",
FileName="coefreg.csv")

png("ResiduRegression.png",width = 1920, height = 1920, units = "px",
pointsize = 48)
x <- residuals(reg)
plot(density(x), main = 'MEDAF Residual vs Normal Distribution')

xfit<-seq(min(x),max(x),length=40)
yfit<-dnorm(xfit,mean=mean(x),sd=sd(x))

lines(xfit, yfit, col="blue", lwd=2)

dev.off()

HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="ResiduRegression.png",
Size="90")

png("MEDAF.png",width = 1920, height = 1920, units = "px", pointsize = 48)

# Create Line Chart

# convert factor to numeric for convenience
Table3$FirmN <- as.numeric(Table3$Firm)
nFirmN <- max(Table3$FirmN)

# get the range for the x and y axis

xrange <- range(Table3$RET,na.rm = TRUE)
yrange <- range(Table3$RM,na.rm = TRUE)

```

```

# set up the plot
plot(xrange, yrange, type="n", xlab="Return Company",
     ylab="Return Market" )
colors <- rainbow(nFirmN)
linetype <- c(1:nFirmN)
plotchar <- seq(18,18+nFirmN,1)

# add lines
for (i in 1:nFirmN) {
  FirmN <- subset(Table3, FirmN==i)
  points(FirmN$RET, FirmN$RM, type="p",
        col=colors[i] )
  (z <- line(FirmN$RET, FirmN$RM))
  abline(coef(z),col=colors[i])
}

# add a title and subtitle
title("Company Returns vs Market Return", "Weekly Return")

# add a legend
#legend(xrange[1], yrange[2], 1:nFirmNs, cex=0.8, col=colors,
pch=plotchar, lty=linetype, title="FirmN")

#close device
dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="MEDAF.png", Size="90")

# Garch AXA
Table3$RES = residuals(reg)

cat('Garch AXA')
FirmTable <- subset(Table3, Firm == "Axa")
RES = FirmTable$RES

fitGarchAXA = garchFit( ~garch(1, 1),data = RES)

CoefGARCHAXA = coef(fitGarchAXA)
CoefGARCHAXA2 = rbind(names(CoefGARCHAXA),CoefGARCHAXA)
summary(fitGarchAXA)

HarpReport.AddText(ReportName="ACO", Text="Fit GARCH AXA",
Font="name=Microsoft Sans Serif,size=8.25")
HarpReport.AddTable(ReportName="ACO", Table=CoefGARCHAXA2,
ColorRule="AlternateRow", Font="name=Arial,size=8.25",
FileName="CoefGARCHAXA.csv")

# GARCH Marche
RM = FirmTable$RM
fitGarchRM = garchFit( ~garch(1, 1),data = RM)
CoefGARCHRM = coef(fitGarchRM)
CoefGARCHRM2 = rbind(names(CoefGARCHRM),CoefGARCHRM)
summary(fitGarchRM)

HarpReport.AddText(ReportName="ACO", Text="Fit GARCH Market Return",
Font="name=Microsoft Sans Serif,size=8.25")
HarpReport.AddTable(ReportName="ACO", Table=CoefGARCHRM2,
ColorRule="AlternateRow", Font="name=Arial,size=8.25",
FileName="CoefGARCHRM.csv")

```

```

png("CorrelationMarketReturnResidual.png",width = 1920, height = 1920,
units = "px", pointsize = 48)
plot(residuals(fitGarchRM),residuals(fitGarchAXA))
dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO",
FileName="CorrelationMarketReturnResidual.png", Size="90")

png("TimeSeries.png",width = 1920, height = 1920, units = "px", pointsize =
48)

rate<-as.numeric(FirmTable$RES)
N<-length(rate)
t<-1:N
Diff<-rate[2:N]-rate[1:(N-1)]

par(mfrow=c(2,2))
plot(t,rate,type='l',xlab="week",ylab="AXA Residual")
plot(1:(N-1),Diff,type='l',xlab="week",ylab="1st diff")
acf(rate,lag.max = 60)
acf(Diff,lag.max = 60)

dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="TimeSeries.png", Size="90")

# Garch Toute Société

# fit AR(1)/GARCH(1,1):

for (i in 1:nFirmN) {
  FirmTable <- subset(Table3, FirmN == i)
  RES <-FirmTable$RES
  Fitgarch <- garchFit(~ garch(1,1),data=RES)
  #Conservation des différents coefficients
  if(i==1){MescoefGARCHT <- t(coef(Fitgarch))}else
  {MescoefGARCHT <- rbind (MescoefGARCHT, t(coef(Fitgarch)))}
}
MoyMescoefGARCHT=summary(MescoefGARCHT)

HarpReport.AddText(ReportName="ACO", Text="Fit GARCH Moyenne marché",
Font="name=Microsoft Sans Serif,size=8.25")
HarpReport.AddTable(ReportName="ACO", Table=MoyMescoefGARCHT,
ColorRule="AlternateRow", Font="name=Arial,size=8.25",
FileName="MoyMescoefGARCHT.csv")

png("DensityGarchCoef.png",width = 1920, height = 1920, units = "px",
pointsize = 48)
par(mfrow=c(2,2))
plot(density(MescoefGARCHT[,1]), main = 'Mu parameter Distribution')
plot(density(MescoefGARCHT[,2]), main = 'Omega parameter Distribution')
plot(density(MescoefGARCHT[,3]), main = 'Alpha parameter Distribution')
plot(density(MescoefGARCHT[,4]), main = 'Beta parameter Distribution')

```

```

dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="DensityGarchCoef.png",
Size="90")
# Simulation GARCH

muAXA = CoefGARCHAXA[1]
# on ne retiendra pas muAXA en considérant qu il est nul
OmegaAXA=CoefGARCHAXA[2]

alAXA=CoefGARCHAXA[3]

blAXA=CoefGARCHAXA[4]

# Simulation GARCH
muRM = CoefGARCHRM[1]
# on ne retiendra pas muAXA en considérant qu il est nul
OmegaRM=CoefGARCHRM[2]

alRM=CoefGARCHRM[3]

blRM=CoefGARCHRM[4]
specRM = garchSpec(model=list(omega=OmegaRM , alpha=alRM , Beta=blRM ,
mu = 0),rseed = NULL)
specAXA = garchSpec(model=list(omega=OmegaAXA, alpha=alAXA, Beta=blAXA, mu
= 0),rseed = NULL)

#specRM = garchSpec(model=list(omega=OmegaAXA, alpha=alAXA, Beta=blAXA, mu
= 0),rseed = NULL)

limite = 0.4
nsimul = 2000 # nombre de simulation
for (j in 1:nsimul){

TableSimResAXA= garchSim(specAXA, n=52)

TableSimRM=garchSim(specRM, n=52)
VectorSimResAXA=as.vector(TableSimResAXA$garch)
VectorSimRM=as.vector(TableSimRM$garch)
VectorSimAXA = 1.2 * VectorSimResRM + VectorSimResAXA

IndexAXA =1
IndexRM = 1
SharePrice = 13.24
for (i in 1:52) {

VectorSimAXA[i]= min(limite,max(-limite,as.numeric(VectorSimAXA[i])))
SharePrice = SharePrice * (VectorSimAXA[i]+1)
IndexAXA = IndexAXA * (VectorSimAXA[i]+1)
IndexRM = IndexRM *(VectorSimRM[i] + 1)

}
if (j==1){
Total.SharePrice = SharePrice
Total.IndexAXA = IndexAXA
Total.IndexRM =IndexRM}
else
{

```

```

Total.SharePrice = rbind(Total.SharePrice,SharePrice)
Total.IndexAXA = rbind(Total.IndexAXA,IndexAXA)
Total.IndexRM =rbind(Total.IndexRM,IndexRM)
}
}
png("RendemtAnnuelAXAvsMarche.png",width = 1920, height = 1920, units =
"px", pointsize = 48)
plot(Total.IndexAXA,Total.IndexRM)
dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO",
FileName="RendemtAnnuelAXAvsMarche.png", Size="90")
png("DensitySharePrice.png",width = 1920, height = 1920, units = "px",
pointsize = 48)
x=Total.SharePrice
plot(density(x))
xfit<-seq(min(x),max(x),length=40)
yfit<-dnorm(xfit,mean=mean(x),sd=sd(x))
lines(xfit, yfit, col="blue", lwd=2)
yfit<-dlnorm(xfit, meanlog = mean(log(x)), sdlog = sd(log(x)), log = FALSE)

lines(xfit, yfit, col="red", lwd=2)
dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO", FileName="DensitySharePrice.png",
Size="90")

# on resimule en mettant à 0 les paramètres alpha qui sont peu
significatifs
specRM = garchSpec(model=list(omega=OmegaRM , alpha=0, Beta=b1RM , mu =
0),rseed = NULL)
specAXA = garchSpec(model=list(omega=OmegaAXA, alpha=0, Beta=b1AXA, mu =
0),rseed = NULL)

#specRM = garchSpec(model=list(omega=OmegaAXA, alpha=alAXA, Beta=b1AXA, mu
= 0),rseed = NULL)

# nombre de simulation
for (j in 1:nsimul){

TableSimResAXA= garchSim(specAXA, n=52)

TableSimRM=garchSim(specRM, n=52)
VectorSimResAXA=as.vector(TableSimResAXA$garch)
VectorSimRM=as.vector(TableSimRM$garch)
VectorSimAXA = 1.2 * VectorSimResRM + VectorSimResAXA

IndexAXA =1
IndexRM = 1
SharePrice = 13.24
for (i in 1:52) {

VectorSimAXA[i]= min(limite,max(-limite,as.numeric(VectorSimAXA[i])))
SharePrice = SharePrice * (VectorSimAXA[i]+1)
IndexAXA = IndexAXA * (VectorSimAXA[i]+1)
IndexRM = IndexRM *(VectorSimRM[i] + 1)

}
if (j==1){

```

```

Total.SharePrice = SharePrice
Total.IndexAXA = IndexAXA
Total.IndexRM =IndexRM}
else
{
Total.SharePrice = rbind(Total.SharePrice,SharePrice)
Total.IndexAXA = rbind(Total.IndexAXA,IndexAXA)
Total.IndexRM =rbind(Total.IndexRM,IndexRM)
}

}

png("DensitySharePrice0alpha.png",width = 1920, height = 1920, units =
"px", fontsize = 48)
x=Total.SharePrice
plot(density(x))
xfit<-seq(min(x),max(x),length=40)
yfit<-dnorm(xfit,mean=mean(x),sd=sd(x))
lines(xfit, yfit, col="blue", lwd=2)
yfit<-dlnorm(xfit, meanlog = mean(log(x)), sdlog = sd(log(x)), log = FALSE)

lines(xfit, yfit, col="red", lwd=2)
dev.off()
HarpReport.AddGraph(ReportName="ACO",
FileName="DensitySharePrice0alpha.png", Size="90")
#-----
# END GRAPH
#-----
-----

HarpReport.EndReport(ReportName="ACO")

```