

ROYAUME DU MAROC
*_*_*_*_*
HAUT COMMISSARIAT AU PLAN
*_*_*_*_*_*_*_*_*

INSTITUT NATIONAL
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE

INSEA



Projet de Fin d'Etudes

**Exigences en fonds propres conformément à la réforme
solvabilité II en assurance non-vie**

Préparé par : *Mlle Rajae TALEB*

Sous la direction de : *M Fouad MARRI (INSEA)*

M Ahmed SEGHROUCHNI (RMA Watanya)

Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Option : ACTUARIAT-FINANCE

Devant le jury composé de :

- *M Fouad MARRI (INSEA)*
- *M A. MECHRAFI (INSEA)*
- *M Ahmed SEGHROUCHNI (RMA Watanya)*

Juin "2012"

Résumé

Toute compagnie d'assurance doit être capable d'honorer ses engagements vis-à-vis de ses assurés et autres créanciers. La préoccupation du risque et de la solvabilité des entreprises occupe actuellement une place prépondérante. Sur les traces des normes bancaires « Bâle 2 » et d'autres modèles de solvabilité, comme le modèle suisse de solvabilité (« Swiss Solvency Test»), la Commission Européenne en collaboration avec les Etats membres de l'Union Européenne, a lancé l'ambitieux projet nommé «Solvabilité II ». Ce projet harmonisera au niveau européen les normes de solvabilité, afin que les intérêts des assurés soient protégés de la même manière et que les conditions de concurrence soient égales pour toutes les entreprises d'assurance.

Les normes de Solvabilité II définissent un certain niveau d'exigence en capital et proposent deux modes pour son évaluation : une approche standard ou une approche modèles internes. C'est d'ailleurs l'approche standard qui constitue la problématique centrale de ce stage, elle sera appliquée à un produit d'assurance non-vie : « AUTO Corporel ».

L'objet de ce mémoire est le calcul du capital de solvabilité requis, en utilisant des données proposées par la quatrième étude d'impact (QIS 4). Mais le cas du Maroc diffère de la situation en Europe, il nous faudra adapter nos données aux exigences de la solvabilité II. C'est pourquoi nous avons décidé de faire des prévisions sur les taux d'intérêt -entre autres-, nous avons fait l'étude de la série chronologique de la courbe des taux de maturité 1 an, afin d'illustrer l'une des manières de faire ces prévisions.

Mots clés

Solvabilité II, QIS4, Best Estimate, SCR, Séries chronologiques, Test de Dickey-Fuller, méthodes règlementaires de provisionnement...

Dédicace

À ma mère

Les mots ne suffisent pas pour décrire ma gratitude et mon amour, tes efforts n'ont pas été vains, tu as fais de moi qui je suis.

À ma petite sœur Salma

Tu as toujours été là pour moi, tu es ma source de joie, rien que ta présence dans ma vie me comble de bonheur, et ce, depuis le jour où tu es née.

À mon fiancé

Ton soutien et ton amour m'ont permis de surmonter toutes les épreuves, tu as toujours eu confiance en moi, même dans les moments les plus difficiles, quoi que je puisse faire, je ne saurais te prouver à quel point tu comptes pour moi.

À mes sœurs Zineb et Meriem

Aux beaux souvenirs d'enfance...

À mes copines : Hiba, Imane, Imane, Karima, Meriem et Roukaya

Aux moments inoubliables que nous avons passé ensemble

À mon ami Oussama

Pour ton aide précieuse dans la mise au point de mon projet

Et bien sûr...

À mes amies d'enfance : Fadoua, Fatima-zahra, Fatima-zahra et Sara

Rajae TALEB

Remerciement

Ce mémoire a été réalisé au sein du service Risk-Management de la Royale Marocaine des Assurances Watanya (RMA Watanya) à Casablanca.

Je remercie en premier lieu Monsieur Ahmed SEGHROUCHNI, directeur du département pour m'avoir donné l'opportunité d'accomplir mon stage de fin d'études au sein de son service et sous sa tutelle.

Un remerciement spécial aussi à Mlle Lamia BENAMMOU, M. Réda ZGHAOUI et M. Souhil EL KHALDI.

Finalement, j'adresse tout particulièrement un grand remerciement à mon encadrant, Monsieur Fouad MARRI, pour ses directives précieuses et ses conseils avisés qui m'ont été d'un appui considérable dans mon travail et dans mon cursus à l'INSEA.

Table de matières

Résumé.....	3
Dédicaces.....	4
Remerciement.....	5
Table des matières.....	6
Liste des abréviations.....	8
Liste des figures.....	9
Liste des tableaux.....	10
Introduction générale.....	11
CHAPITRE I : CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE.....	13
I- Le secteur des assurances au Maroc.....	14
1) Présentation du secteur.....	14
2) La gestion des risques au sein des compagnies d'assurance.....	15
a) Les risques des compagnies d'assurance.....	15
b) Le système de gestion des risques (ERM).....	16
II- Présentation de l'organisme d'accueil.....	18
1) Historique.....	18
2) Chiffres clés.....	18
III- De la solvabilité I à la solvabilité II.....	21
1) La solvabilité I.....	21
a) Solvabilité I : le régime en vigueur en Europe.....	21
b) Les limites de la solvabilité I.....	23
2) Le projet de directive solvabilité II.....	24
a) La description de la nouvelle réglementation.....	24
b) Les piliers de la solvabilité II.....	26
c) Les études d'impact (QIS).....	29
CHAPITRE II : LA RÈGLEMENTATION À LA RMA WATANYA.....	32
I- Les méthodes règlementaires de provisionnement.....	33
1) La méthode Dossier par Dossier.....	33
2) La méthode du coût moyen.....	35
3) La méthode des cadences des règlements.....	36
II- La solvabilité II à la RMA Watanya.....	38
CHAPITRE III : L'APPROCHE STANDARD.....	41
I- Le Best Estimate.....	42
1) Les provisions techniques.....	42

a) La méthode déterministe de Chain Ladder.....	43
b) La volatilité de la réserve calculée par le modèle de Mack.....	47
2) Le calcul du Best Estimate.....	49
II- Le SCR (Capital de solvabilité requis).....	51
1) Le SCR souscription.....	52
2) Le SCR marché	57
a) Le risque de taux.....	58
b) Le risque d'action	61
c) Le calcul du SCR marché.....	64
CHAPITRE IV : LES PRÉVISIONS DES TAUX FUTURS.....	65
I- Étude de la stationnarité de la série des taux.....	66
1) Description de la série	66
2) Test de Dickey-Fuller.....	68
a) Modèle avec constante et avec tendance.....	68
b) Modèle avec constante et sans tendance.....	69
c) Modèle sans constante et sans tendance.....	70
II- Stationnarisation de la série chronologique des taux	71
1) La série des taux différenciée	71
2) Test de Dickey-Fuller.....	72
a) Modèle avec constante et avec tendance.....	73
b) Modèle avec constante et sans tendance.....	73
c) Modèle sans constante et sans tendance.....	74
III- Identification et estimation des paramètres.....	76
1) Le modèle ARMA(p,q) de la série différenciée.....	76
2) Prévisions des taux futurs.....	77
a) Validation du modèle	77
b) Prévisions du modèle ARIMA(2,1,4).....	78
Conclusion générale.....	80
Bibliographie	81
Annexes.....	82

Liste des abréviations

CASS : Casualty Actuarial Society
COSE: Committee Of Sponsoring Organizations
ERM: Entreprise Risk Management
UBP: Union Bancaire Privée
EMS: Exigence de Marge de Solvabilité
CEIOPS: Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors
CE: Commission européenne
EIOPA: European Insurance and Occupation Pensions Authority
QIS: Quantitative Impact Studies
MCR: Minimum Capital Requirement
SCR: Solvency Capital Requirement
BSCR: Basic Solvency Capital Requirement
DAPS: Direction des assurances et de la prévoyance sociale
EEE: Espace Economique Européen
OCDE: Organisation for Economic Co-operation and Development

Liste des figures

Figure 1: L'évolution du chiffre d'affaire de la RMA WATANYA.....	19.
Figure 2: la part de marché de RMA Watanya en 2010.....	19
Figure 3: la répartition du chiffre d'affaires par branche.....	20
Figure 4: les provisions techniques à RMA Watanya.....	20
Figure 5: la marge de solvabilité sous solvabilité I.....	22
Figure 6 : le calendrier de la mise en place de solvabilité II.....	26
Figure 7 : les trois piliers de solvabilité II.....	27
Figure 8 : Le bilan selon les normes de solvabilité II.....	28
Figure 9 : Le département gestion de risque au sein de la RMA WATANYA.....	38
Figure 10: triangle des sinistres réglés cumulés.....	44
Figure 11: triangle de liquidation.....	44
Figure 12: CC-plot pour $j=0$	45
Figure 13: CC-plot pour $j=1$	45
Figure 14 : CC-plot pour $j=2$	46
Figure 15 : vérification de l'hypothèse H2 de Mack pour $i=1993$	48
Figure 16: décomposition du SCR en BSCR et en SCR opérationnel.....	52
Figure 17: Allure de la courbe des taux donnée par le CEIOPS.....	60
Figure 18: Calcul du SCR actions.....	63
Figure 19 : Courbe des taux de maturité 1 an.....	67
Figure 20 : Corrélogramme de la série des taux.....	68
Figure 21 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et avec tendance.....	69
Figure 22 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et sans tendance.....	70
Figure 23 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle sans constante et sans tendance.....	71
Figure 24 : Allure de la différence première de la série des taux.....	72
Figure 25 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et avec tendance (série différenciée).....	73
Figure 26 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et sans tendance (série différenciée).....	74
Figure 27 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle sans constante et sans tendance (série différenciée).....	75
Figure 28 : Corrélogramme de la série différenciée.....	76
Figure 29 : Coefficients su modèle retenu ARMA(2,4).....	77
Figure 30 : Corrélogramme des résidus.....	78
Figure 31 : Prévisions sur quatre mois des taux futurs.....	79

Liste des tableaux

Tableau 1: Courbe des taux donnée par le CEIOPS.....50

Tableau 2 : Volatilité des réserves en fonction des branches proposé par la QIS4...54

Tableau 3: Les branches d'assurance non-vie.....54

Tableau 4: estimation du marché de la volatilité des primes par branche.....55

Tableau 5: Facteur de crédibilité pour le risque de primes.....55

Tableau 6: matrice de corrélation des sous-modules du risque marché.....57

Tableau 7: Structures par terme modifiés.....58

Tableau 8: Courbe des taux donnée par le CEIOPS.....59

Tableau 9: Chocs sur les actions proposés par la QIS 4.....61

Tableau 10: Placements en actions de la RMA Watanya (2011).....63

Introduction générale

Le secteur des assurances est actuellement un secteur d'une très grande importance dans toute économie en expansion. Son rôle s'inscrit dans un caractère social d'une part par la protection des assurés contre les aléas sociaux tels que la maladie, les accidents de travail, les accidents de la circulation, le décès, les incendies...et d'autres événements parfois incontournables comme la retraite. D'autre part, les compagnies d'assurances mobilisent d'importants fonds qu'ils injectent dans le marché financier, participant ainsi au financement et au développement de l'économie.

Aujourd'hui, avec l'amorce du nouveau millénaire, l'effet domino de la crise financière a fait à ce que le secteur soit parmi les plus touchés vu la nature du métier. En d'autres mots, le secteur d'assurance peut générer une croissance économique remarquable comme il peut engendrer un marasme mondial. Pour y remédier, la mise en place d'un ratio de solvabilité assez sévère et une réglementation s'imposent.

Dans le souci de protection des assurés, la compagnie RMA Watanya est régie par le code des assurances, et contrôlée par le Ministère des Finances et de la privatisation. Des méthodes de calcul de provisions réglementaires, des seuils de placements en obligations, en actions et en immobilisation dans chaque branche, des restrictions dans le choix de variables tarifaires, et d'autres contraintes, lui sont ainsi imposées. L'une des questions les plus pertinentes pour les actuaires est d'évaluer la charge future (provisions et paiements) de la compagnie, donc d'estimer la sinistralité future, en observant le passé.

L'évaluation des provisions, à l'aide des méthodes réglementaires, qui sont notamment, la méthode dossier par dossier, la méthode du cout moyen et la méthode de la cadence de règlement, ne couvrent pas toujours la compagnie du risque d'insuffisance de liquidité.

D'ailleurs, ces réserves techniques vont être liquidées pendant des années, elles seront nécessairement sous évaluées par le facteur d'inflation, d'où la nécessité de faire des placements. Placer ces réserves est une autre problématique qui se pose à la compagnie.

Le projet Solvabilité II a en effet été lancé en 2001 par la commission européenne et propose une révision et une harmonisation (à l'échelle européenne) de la réglementation prudentielle des sociétés d'assurances dans le but de rehausser leur compétitivité internationale et une meilleure gestion du risque par les sociétés d'assurances.

Pour son élaboration, et dans le but de l'adapter au marché de l'assurance de l'Union Européenne, la commission européenne CEIOPS a procédé à des études d'impact depuis 2004

permettant d'obtenir des données de la part des intervenants sur le marché des assurances. Ces études permettent d'évaluer les provisions techniques et d'y intégrer la formule standard du SCR (Capital de Solvabilité Requis).

C'est dans cette optique que la DAPS « direction des assurances et prévoyance sociale » encourage à mettre en place le modèle de solvabilité II afin que les compagnies d'assurances marocaines s'alignent sur les mêmes normes internationales. Par conséquent, RMA WATNYA, et dès le début des années 2008, a créé le département de gestion des risques afin de mettre en place une cartographie du risque et une plate-forme pour le financement de solvabilité II.

En fait, solvabilité II calcule les provisions en décortiquant le passif de l'entreprise en marge de risque plus un Best Estimate, cette rubrique appelée selon les normes de solvabilité I provisions techniques plus les exigences de solvabilités requises.

Dans ce contexte, la problématique traitée dans ce mémoire est la nécessité d'adopter des nouvelles règles dans le cadre de solvabilité II dans le calcul des PSAP et des exigences en fonds propres pour faire face aux différents risques auxquels la compagnie est exposée.

Dans une démarche simple et descriptive des différentes étapes de calcul, nous estimerons successivement la provision de la branche AUTO Corporel par la méthode de Chain Ladder avec une mesure de l'incertitude associée donnée par la méthode de Mack. Pour ne pas s'éloigner du code en vigueur, nous rappellerons au chapitre II de notre mémoire les méthodes réglementaire de ces provisions. Au nombre de trois, elles utilisent les estimations des coûts de sinistres déclarés ou pas.

Nous avons ensuite appliqué la formule standard dans le calcul du capital de solvabilité requis (SCR), qui permettra à la compagnie de faire face à certains risques. Le dernier chapitre sera destiné à faire des prévisions des taux futurs qui interviennent dans le calcul du SCR taux, et donc de faire une étude de la série chronologique de ces taux.

CHAPITRE I :

**CONTEXTE GÉNÉRAL DE
L'ÉTUDE**

I- Le secteur des assurances au Maroc :

1) Présentation du secteur :

Dans tout pays, le système financier est incontournable dans la stimulation de la croissance, à travers la collecte et l'injection de fonds dans les rouages de l'économie. Dans ce contexte, le secteur des assurances, entre autres, joue un rôle important. Il ne cesse de se développer, que ce soit par les sommes importantes qu'il draine ou au niveau des tendances lourdes qui le caractérisent ces dernières années.

Avec une croissance du PIB de l'ordre de 3,3%, le secteur des assurances au Maroc enregistre des résultats satisfaisants, plus particulièrement pour la branche non-vie. L'année 2010 par exemple a confirmé le changement de cap qui s'opère au niveau de la profession, vers une réglementation et un cadre plus strict pour accompagner le développement des activités.

En 2010, les émissions ont atteint un montant de 21 872.8 Millions de Dirhams contre 20 939.6 Millions de Dirhams en 2009, soit une progression de l'ordre de 4.5%. Cette évolution montre un net ralentissement par rapport à la période 2004 - 2009 qui a été marquée par un taux de croissance annuel moyen de 11.44%.

Comme en 2009, cette évolution est contrastée selon les branches. En effet, les opérations non Vie s'inscrivent à 15 213.3 Millions de Dirhams en 2010 (69.55% du total) contre 14 220.8 Millions de Dirhams en 2009 (67.91% du total), soit une progression de 7%. Quant aux opérations Vie et Capitalisation, elles enregistrent en 2010 un montant de 6 659.5 Millions de Dirhams (30.45% du total) contre 6 718.8 Millions de Dirhams en 2009 (32.09% du total), soit une régression de 0.9%.

Cette régression ne s'explique que par le fait que normalement c'est le réseau bancaire qui assure la collecte de la majorité des primes d'assurance vie, pourtant ce dernier a consacré ces efforts dans la collecte de dépôts à travers des produits bancaires vu le manque de liquidité. Concernant la répartition des primes par catégories, l'Automobile garde sa première place avec 32.35% des primes émises. Elle est suivie par la branche Assurances Vie et Capitalisation avec 30.45% des primes émises. Et ensuite, on trouve respectivement les Accidents Corporels, les Accidents du Travail et l'Incendie.

2) La gestion des risques au sein des compagnies d'assurances :

a) Les risques des compagnies d'assurances :

La première définition scientifique du risque a été énoncée par Daniel Bernoulli dans le 18ème siècle et plus précisément en 1738 : « *le risque est l'espérance mathématique d'une fonction de probabilité d'évènements* ». En d'autre terme, le risque est la valeur moyenne des conséquences d'évènements affectés de leur probabilité. Pratiquement dit, un risque est un évènement qui peut surgir à n'importe quel moment et susceptible de causer un dommage aux personnes « malchanceux », les biens ou les deux même à la fois. Dans les relations conventionnelles, l'imprévisibilité qui porte à la fois sur la survenance et sur les conséquences d'un évènement constitue le fondement de l'engagement de l'assureur et de son client, et aussi le fondement de l'engagement du rentier envers son débiteur et réciproquement.

Les risques liés à l'activité de l'assurance sont principalement :

✚ Le risque de souscription :

Le risque de souscription est le risque résultant de la souscription de contrats d'assurance, qui est associé aux risques couverts et aux procédures suivies dans la gestion de l'activité. Le risque de souscription non vie a trait aux incertitudes relatives aux résultats des souscriptions de l'assureur. Ces incertitudes concernent le montant et le moment des règlements de sinistres liés aux passifs existants, le volume d'affaires qui sera souscrit et les taux de prime qui seraient nécessaires pour couvrir les passifs engendrés par les affaires souscrites.

Le métier de base d'une entreprise d'assurance consiste à accepter des risques de souscription par le biais de polices d'assurances.

✚ Le risque de contrepartie :

Le risque de contrepartie est le risque de pertes résultant d'une défaillance imprévue ou d'une dégradation de la note de crédit des contreparties ou des débiteurs de contrats de réduction des risques, tels que des dispositifs de réassurance, des titrisations et des dérivés, ainsi que des créances auprès d'intermédiaires, et de tout autre exposition de crédit non couverte dans le sous-module risque de spread.

Le risque opérationnel :

Le risque opérationnel est le risque de perte résultant de procédures internes inadaptées ou défaillantes, du personnel ou des systèmes, ou d'événements extérieurs. Il comprend également les risques juridiques, mais il exclut les risques de réputation et les risques résultant de décisions stratégiques. Le module risque opérationnel tient compte des risques opérationnels non explicitement couverts dans d'autres modules de risque.

Le risque de marché :

Le risque de marché est le risque de perte lié aux variations de la valeur des actifs. Il existe de nombreux types d'actifs et une quantité presque infinie des produits financiers qui tous sont exposés à ce genre de risque. C'est un risque résultant du niveau ou de la volatilité des cours des instruments financiers.

b) Le système de gestion des risques (ERM) :

L'Enterprise Risk Management est la cellule qui a comme mission au sein d'une compagnie d'assurance de gérer la totalité des risques susceptibles de menacer sa solvabilité.

La notion du Risk Management a vu le jour au début des années 2000 suite aux travaux réalisés par la CASS et du COSO.

Selon l'agence de notation Standard & Poor's, l'objectif de l'Enterprise Risk Management est d'identifier, évaluer, sélectionner et gérer les risques sachant que cette activité reste cyclique et continuellement remise en cause par des tentatives de gestion fructueuses et non fructueuses.

La dernière phrase de la définition permet de noter l'activité cyclique de l'ERM : les conséquences d'une décision dans la gestion des risques seront étudiées. En fonction du positionnement de l'entreprise par rapport à ce qui était prévu en termes de prise de risque, la décision sera renforcée ou modifiée. L'ERM est une activité dynamique. Elle se base sur un suivi régulier des réalisations des risques.

Selon la directive de solvabilité II publiée en juillet 2010, la fonction Risk Management n'est pas différente radicalement coté principes par rapport au Risk Management classique. La mise en place de l'ERM permet d'instaurer un périmètre d'étude des risques formalisé qui permet réellement d'optimiser les processus de gestion des risques, ce qui, en soit, constitue un réel axe de progrès.

Les entreprises d'assurance ainsi que celles de réassurance sont en pleine période de la mise en place d'un système de gestion des risques, celui-ci comprend les stratégies, processus et procédures d'information afin de détecter, mesurer, contrôler, gérer et puis déclarer quotidiennement les risques aux niveaux individuels et agrégés, auxquels elles sont exposées ou pourraient être exposées dans le futur ainsi que l'interdépendances entre ces risques.

Ce système de gestion des risques a plusieurs avantages : d'abord il est intégré à la structure organisationnelle et aux procédures de prise de décision de l'entreprise d'assurance ou de réassurance, et en plus, il est pris en compte par les personnes dirigeantes ou occupant des postes clés au sein de la compagnie. D'autre part, ce système de gestion des risques couvre en plus des risques à prendre dans solvabilité II, l'ensemble des risques n'entrant pas dans le calcul de solvabilité II. Ce système de gestion des risques couvre plus au moins les points suivants : la souscription et le provisionnement, la gestion actif-passif, les investissements en particulier dans les instruments dérivés et engagements similaires, la gestion du risque de liquidité et de concentration, la gestion du risque opérationnel, la réassurance et les autres techniques d'atténuation du risque.

Quant à la partie quantitative, la compagnie a entamé en réflexion avancée afin de définir les besoins en capitaux en mobilisant les fonds propres nécessaires en face de chaque risque.

II- Présentation de l'organisme d'accueil :

1) Historique :

Le 08 Décembre 2004, deux compagnies d'assurances ; la Royale Marocaine d'Assurances et Al Watanya ont donné naissance à RMA Watanya. Capitalisant ainsi deux expériences exclusives en la matière, elles créent le plus grand assureur au Maroc. Cette fusion s'inscrit dans la politique de concentration et de rapprochement que connaît le secteur dans l'objectif d'avoir une structure solide et concurrente.

La Royale Marocaine d'Assurance est la première compagnie d'assurances marocaine. Créée en 1949 par un groupe d'investisseurs marocains, elle a usé d'expertise et de professionnalisme pour devenir l'une des plus importantes compagnies d'assurances de la place. En 1995, la compagnie a participé à la privatisation de la banque marocaine de commerce extérieur devenue BMCE Bank. Trois ans plus tard, le groupe RMA BMCE accompagné de Commerzbank et UBP procède au rachat des parts du groupe français le GAN d'Al Watanya et l'Alliance Africaine d'Assurance. De cette opération résulte un rapprochement des deux entités, qui n'a pris effet que le premier janvier 2001. Le 31 Mars 2003 le président directeur général de la RMA annonce le projet de la fusion de RMA et Al Watanya. Celle-ci n'a été effective que le premier janvier 2005.

2) Chiffres clés :

Dans ce présent paragraphe, nous allons exposer quelques chiffres clés de la RMA Watanya à travers lesquels on pourrait avoir une vision plus claire sur sa situation financière.

Le chiffre d'affaires a progressé de 5,8% en passant de 4206 millions de dirhams en 2008 pour atteindre 4 448 Mdhs en 2010. Cette performance est due principalement à l'assurance vie qui a évolué de 9,3% (1 849 Mdhs).

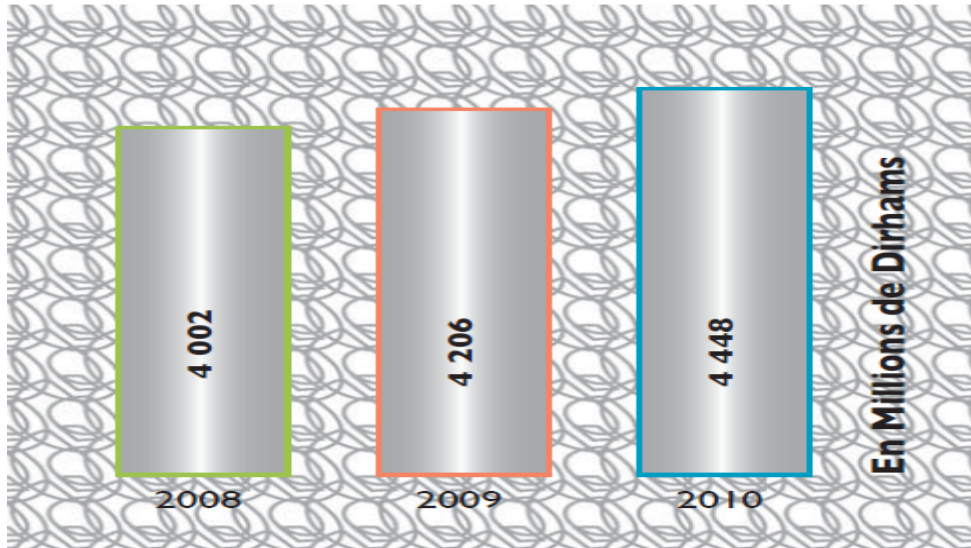


Figure 1: L'évolution du chiffre d'affaire de la RMA WATANYA:

La part de marché de RMA WATANYA quant à elle, a connu une augmentation expliquée par l'amélioration de la vie ce qui permet de compenser la légère réduction de la non vie.

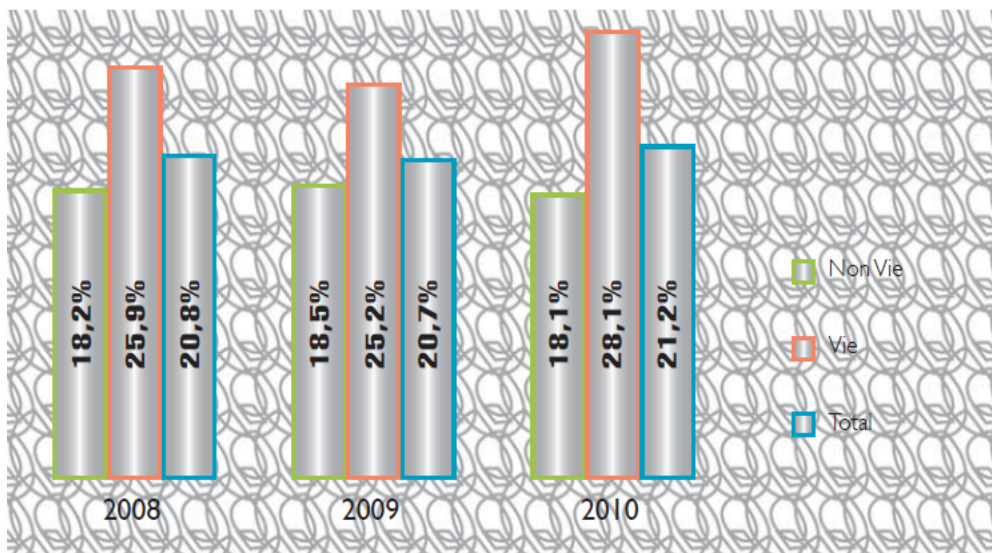


Figure 2: la part de marché de RMA Watanya en 2010

Suite à la performance de la bancassurance, l'activité vie a gagné 1,5 point par rapport à 2009. La branche retraite reste la branche la plus rentable pour la compagnie, elle représente

33% du chiffre d'affaire contre 31% en 2009. La deuxième branche est l'Automobile à 24% au même niveau que l'année précédente. À noter que la branche **accidents corporels** dont le calcul sera plus détaillé dans le chapitre suivant représente 13% du Chiffre d'Affaire de la RMA Watanya.

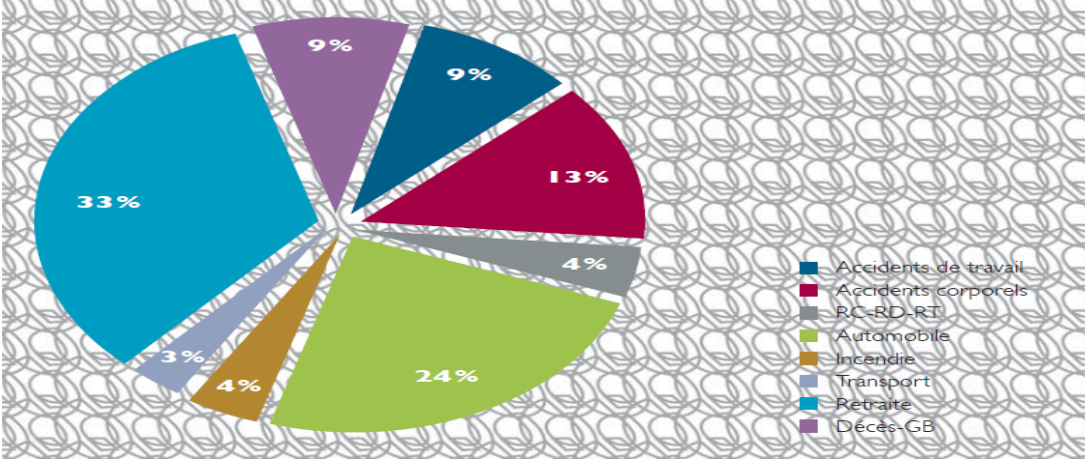


Figure 3: la répartition du chiffre d'affaires par branche

Les provisions techniques ont connu une hausse de 4% par rapport à 2009 en parallèle avec l'évolution du chiffre d'affaires, dans mon projet je vais traiter plus précisément les **provisions pour sinistres à payer**, rubrique qui constitue une part importante dans les provisions techniques.

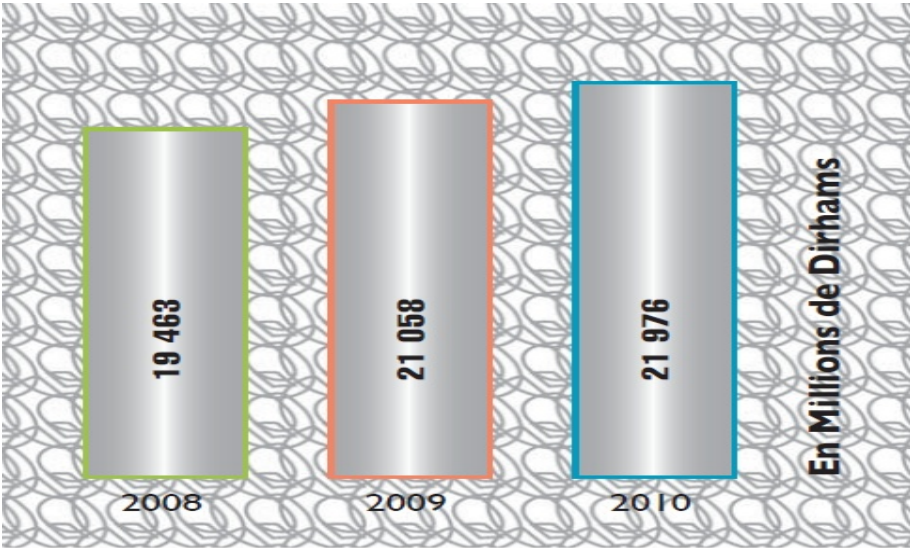


Figure 4: les provisions techniques à RMA Watanya

III- De la solvabilité I à la solvabilité II :

1) Solvabilité I :

a) Solvabilité I, le régime de solvabilité en vigueur en Europe:

✚ Historique :

Les premières règles de solvabilité apparaissent en Europe où la réglementation sur la solvabilité a été énoncée dans deux directives, en 1973 et 1979. Cette dernière imposait aux assureurs de constituer ce qu'on appelle un matelas de fonds propres afin de faire face aux différents aléas qui peuvent surgir. L'objectif du contrôle de solvabilité est que les autorités de contrôle arrivent à déterminer les assureurs susceptibles d'être dans une possibilité de non remboursement.

Solvabilité I n'est apparue qu'au début de 1973-1974 directement après l'apparition de bale I (applicable aux banques), ces années ont été caractérisées par l'apparition d'une forte incertitude sur les marchés financiers (inflation, instabilité de taux de change..) donc l'origine de la mise en place de solvabilité I était la mise en place de marge de solvabilité afin d'éviter essentiellement le risque de faillite. En plus, l'application des règles prudentielles apparaît comme logique dans une économie moderne puisque le fait d'assurer les échanges va certainement créer de la certitude et donc va favoriser les créations monétaires. Le mot « risque » a des origines lointaines puisqu'il a été employé depuis le XIV^{ème} par les assurances maritimes italiennes ce qui prouve que le souci d'évaluer le risque par les compagnies d'assurance est manifesté depuis des siècles.

✚ Réglementation :

La réglementation sur la solvabilité n'a connu que peu de modification depuis l'adoption de solvabilité I et ça été en 2002. Le problème c'est que malgré l'apparition d'une diversité de risque, solvabilité ne prend en considération que le risque de souscription. Depuis Février 2002, la législation n'a pas modifié le calcul de la solvabilité, mais elle a plutôt ajouté certains éléments afin de mieux refléter la situation des compagnies d'assurances. La réglementation a renforcé le contrôle par le fait d'obliger les compagnies d'assurances à respecter les exigences de solvabilité, en plus elle a renforcé les droits d'intervention aux autorités de contrôle du secteur.

✚ Principes :

Le projet de solvabilité I se base sur trois grands principes :

- Des provisions techniques suffisantes qui permettraient de régler les engagements des assureurs vis-à-vis de leurs assurés. La réglementation actuelle prévoit que les engagements réglementés auxquels une compagnie d'assurance doit faire face sont constitués des provisions techniques c'est-à-dire les provisions mathématiques, les provisions pour participation aux bénéfices, les provisions pour sinistres à payer ... Et autres passifs.
- Les actifs utilisés en couverture doivent être liquides et sûrs. Les principaux éléments qui peuvent servir à couvrir les engagements règlementés envers les assurés sont les actions, les obligations, l'immobilier et d'autres créances
- Une marge de solvabilité pour faire face à d'éventuelles pertes futures (EMS : exigence de marge de solvabilité). Elle est constituée du capital de la société plus les plus/moins-values latentes sur les placements financiers.

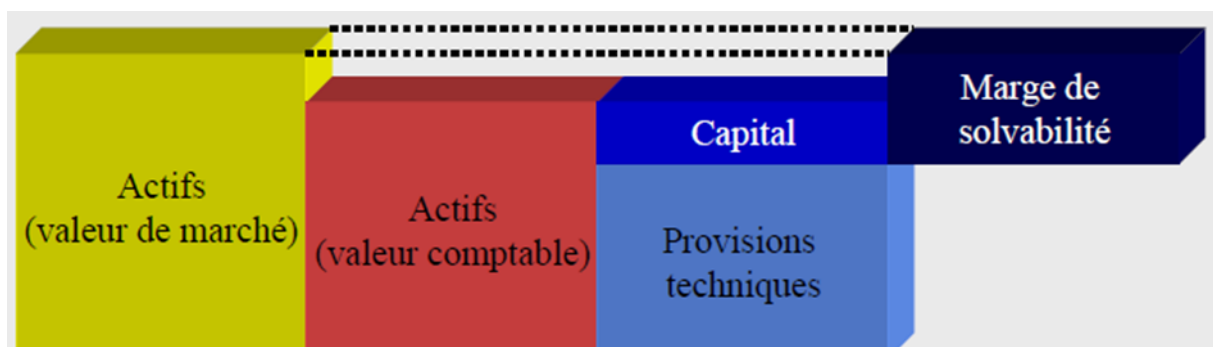


Figure 5: la marge de solvabilité sous solvabilité I

(Source : L'Association Française des Investisseurs en Capital - www.afic.asso.fr)

b) Les limites de la solvabilité I :

La solvabilité I est qualifiée comme simple mais présente plus d'inconvénients que d'avantages. Ces avantages sont sa simplicité et sa possibilité de comparer les résultats obtenus pour différentes entreprises opérantes dans le secteur d'assurance.

Pour ses limites, on trouve que :

- ✚ Le calcul des sinistres dans l'assurance non vie et des provisions mathématiques dans l'assurance vie les deux postes les plus importants dans le calcul du passif de l'entreprise ne se base que sur la prise en compte de risque de souscription alors qu'il existe d'autres risques qui peuvent modifier le calcul, ce qui signifie qu'il n'y a pas une distinction entre les risques qui peuvent surgir quel que soit leur volatilité.
- ✚ Le risque de placement n'est pas inclus dans l'exigence de marge de solvabilité ce qui va donner une marge de solvabilité largement inférieure et donc l'entreprise d'assurance peut tomber dans une situation d'insolvabilité dans le cas d'apparition d'un nouveau risque
- ✚ Le calcul des éléments d'actif et de passif se fait par la valeur comptable et non pas par la valeur de marché introduit par les normes IFRS.
- ✚ Solvabilité I ne sanctionne pas les entreprises qui sous provisionnent les risques mais plutôt pénalise celles qui sur provisionnent vue que logiquement les compagnies d'assurance qui placent les fonds collectés auprès des assurés dans des lieux moins sécurisés tels que l'achat des actions d'une entreprise non cotée sont dans l'obligation d'immobiliser plus d'argent que les autres qui gèrent mieux leurs couples risque/ rendement.

En résumé, on peut déduire que solvabilité I reste qu'une solution provisoire en attendant la sortie définitive de solvabilité II afin de refléter mieux le risque auquel un assureur est réellement confronté. Solvabilité II a un objectif principal c'est l'amélioration de solvabilité I tout en prenant en compte les évolutions en matière techniques financières et de gestion et maîtrise de risque afin d'assurer un rapport adéquat entre les exigences réglementaires de capital et les risques qui peuvent surgir au sein d'une compagnie d'assurance.

2) Le projet de directive solvabilité II :

a) La description de la nouvelle réglementation :

Une nouvelle procédure nommée « solvabilité II » ou solvency II en anglais est entrain d'être élaborée par plusieurs acteurs opérants dans le secteur d'assurance. Ce concept se différencie du premier concept sur le principe de calcul de solvabilité au sein de l'union européenne c'est-à-dire que l'approche qui repose sur le risque de souscription va être remplacée par une approche plus globale qui intègre l'ensemble des risques encourus par une compagnie d'assurance. Ce qu'on peut constater c'est que solvabilité II va poser d'énormes problèmes pour les assureurs qui n'ont pas pris en compte d'une manière précise les caractéristiques sous-jacent de leurs risques.

🚩 Les objectifs :

Selon la CEIOPS, Solvabilité II a des objectifs précis à atteindre, parmi ceux-ci on trouve :

- Assurer une implication harmonisée entre les pays européens par une approche basée sur l'appréciation du risque et en recourant à des éléments quantitatifs que qualitatifs;
- Renforcer la protection des assurés et des bénéficiaires des contrats d'assurance ;
- Favoriser la compétitivité des assureurs ;
- Inciter les entreprises d'assurances à améliorer leur gestion des risques.

Les acteurs :

Les acteurs de la réforme Solvabilité II sont nombreux et regroupent deux catégories d'intervenants : les membres mandatés par la Commission Européenne et les professionnels. Le Comité Européen des Contrôleurs des Assurances et des Pensions Professionnelles (CECAPP ou CEIOPS en anglais), dont le nom est EIOPA (European Insurance and Occupational Pensions Authority) depuis le 1er janvier 2011 est en pleine phase d'implication dans l'élaboration de solvabilité II. CEIOPS aide la commission en fournissant des conseils et des recommandations à partir d'une analyse de résultats des études d'impact quantitatives (QIS) et des « calls for advice » en plus il a déjà mis en place plusieurs groupes de travail afin de répondre aux différents avis techniques formulées par la commission.

Les professionnels (compagnies d'assurances, fédérations professionnelles, actuaires, consultants) ont quant à eux un rôle de consultation sur les projets d'avis de l'ex CEIOPS à travers de « consultation papers » et en ce qui concerne les projets les plus quantitatifs à travers des spécifications techniques des Etudes Quantitatives d'Impacts (Quantitative Impact Studies en anglais)

Le calendrier :

La réforme de solvabilité II sera adoptée en 2013 et appliquée en 2014. Pourtant, les mesures d'application sont déjà en cours de définition. Sachant que les paramètres ne deviendront définitifs qu'à fin août 2012.

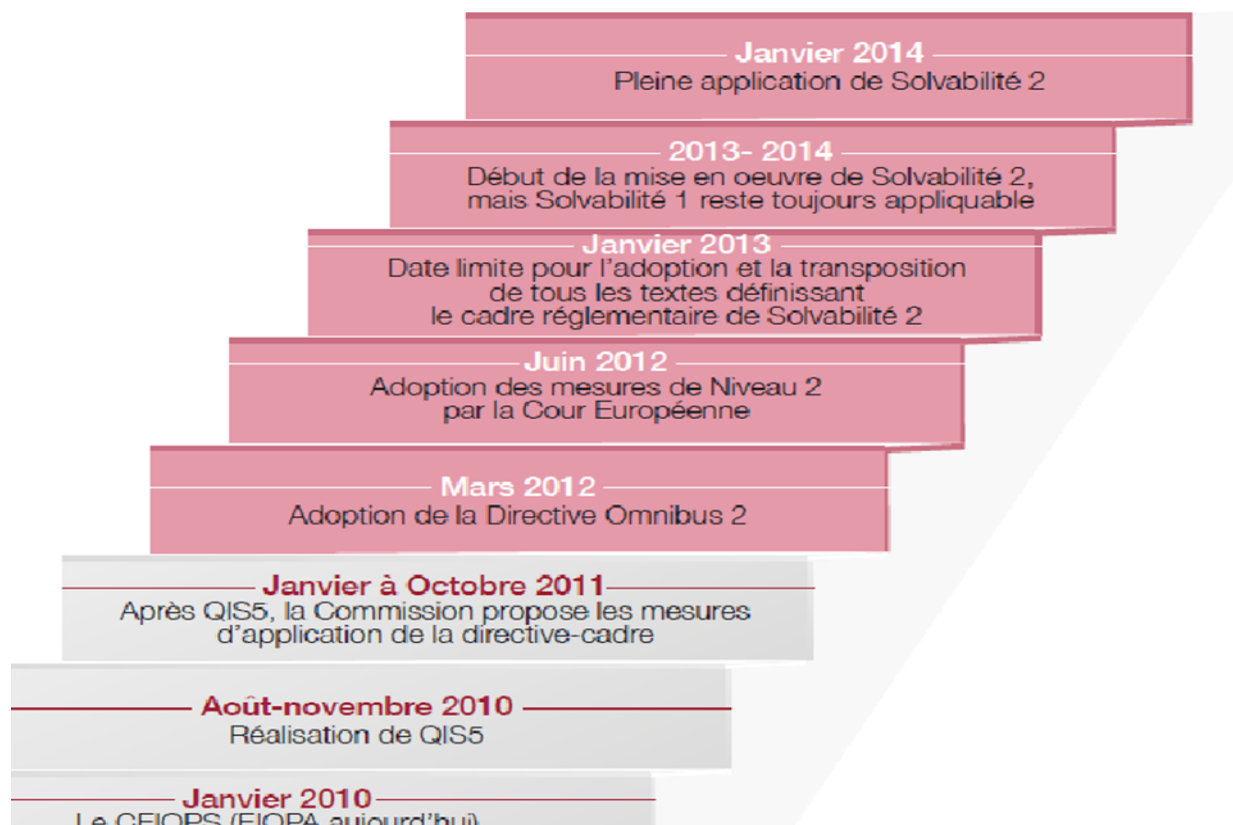


Figure 6 : le calendrier de la mise en place de solvabilité II

(Source : www.CEIOPS.org)

b) Les piliers de la solvabilité II :

La solvabilité II s'articule autour de trois piliers à savoir : les exigences en capital (pilier I) qui vise à mesurer quantitativement les risques, la cadre du contrôle (pilier II) qui vise à évaluer qualitativement la gestion des entreprises, tandis que la discipline de marche (pilier III) vise à accroître la transparence et la clarté des informations fournies aux assurés, aux investisseurs ainsi qu'aux autorités de contrôle.



Figure 7 : les trois piliers de solvabilité II

Source : Dossier technique Optimind : « Solvabilité II: Point d'étape ; Actualité de la réforme et enjeux du moment », mars 2008

✚ **Pilier I : les exigences quantitatives du capital**

Le pilier I permet une analyse plus quantitative aux risques, il s'intéresse à l'harmonisation de la valorisation des provisions techniques. Au niveau des exigences en capital, deux niveaux de capital sont traités :

- Le Minimum de Capital Requis ou MCR (Minimum Capital Requirement) calculé à partir des données simples et identiques pour toutes les compagnies d'assurances, ce seuil représente le niveau minimum à partir duquel l'intervention des autorités de contrôle sera automatique.
- Le Capital de Solvabilité Requis ou SCR (Solvability Capital Requirement) calculé à partir d'une formule standard (basée sur des facteurs et des modules de risque) ou bien d'un modèle interne qui permet d'exposer la situation réelle, exacte et surtout propre de la compagnie, en fait c'est un capital qui permet de faire face à l'apparition d'un sinistre majeur au cours d'une année.

Ce premier pilier est purement quantitatif et permet de fournir les techniques essentielles pour mesurer la suffisance des provisions techniques et l'exigence de capital (MCR & SCR) c'est-à-dire les seuils de fonds propres à partir duquel on peut juger qu'une compagnie

d'assurance est solvable ainsi qu'une unification des principes et des outils de calcul entre les différents compagnies d'assurance.

Voici une décomposition du bilan sous les normes de solvabilité II :

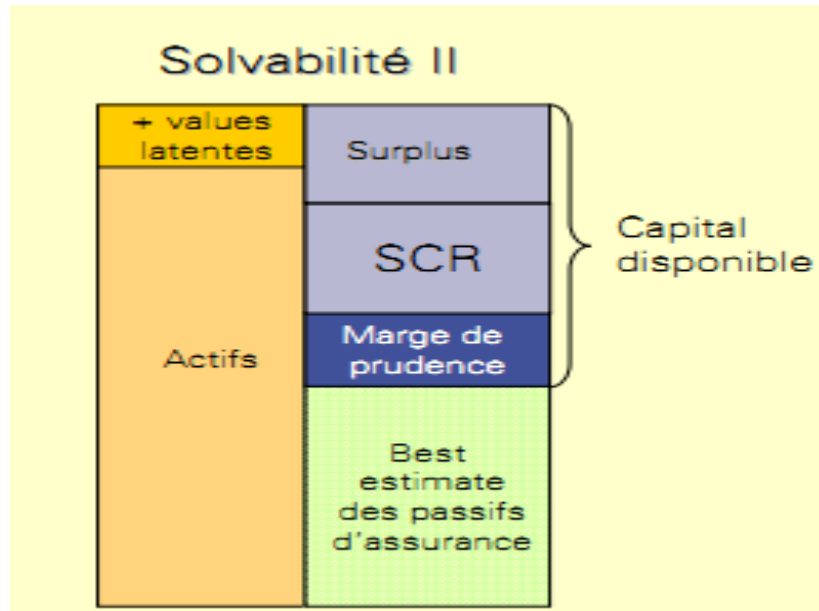


Figure 8 : Le bilan selon les normes de solvabilité II

Source : www.QIS4.fr

✚ **Pilier II : les exigences qualitatives :**

Ce deuxième pilier s'intéresse à définir et à harmoniser les activités de surveillance et de contrôle des assureurs et des superviseurs.

En interne, la mise en place d'un système de contrôle doit permettre de définir une organisation claire, une définition précise des responsabilités, existence des procédures écrites ainsi que la fiabilité du système d'audit interne.

Du côté externe à l'entreprise, les superviseurs sont amenés à définir le processus de contrôle sur pièce et sur place, à organiser des simulations de situation de crise, à mettre en place un outil d'alerte mais aussi à faire respecter la directive Solvabilité II. Au cas où il y a une insuffisance quantitative ou de gouvernance, les superviseurs seront amenés à obliger aux assurés de mettre en place des capitaux et des fonds supplémentaires et donc faire appel à leurs assureurs pour majorer le montant des primes déposées. Les superviseurs ont aussi la mission de contrôler des modèles internes qui peuvent être mis en place par les assureurs.

Pilier III : les exigences d'informations :

Ce dernier pilier concerne le type d'information qui doit être publié au public afin de renforcer la discipline de marche. L'objectif principal de ce pilier est de progresser vers une harmonisation diffusée dans les états appliquant ce processus de solvabilité II à différents niveaux: les assurés, les autorités de contrôle, les investisseurs.

c) Les études d'impact (QIS) :

Le but principal du pilier I est de définir les paramètres et les méthodes dites techniques qui vont être utilisés pour le calcul des différents postes du bilan prudentiel selon le ratio de solvabilité II. Afin de tester les avancées en ce qui concerne ce calcul, le CEIOPS lance des études quantitatives d'impact (QIS pour « Quantitative Impact Studies ») dans le but est d'insister les compagnies d'assurance à appliquer à leurs propres situations les dernières nouveautés de calcul publiant dans les QIS. Les résultats collectés auprès de ces organismes d'assurance permettent au CEIOPS de les analyser afin d'étudier l'impact quantitatif sur les grands postes du bilan et de corriger encore les règles et les modes de calcul afin qu'ils soient définitifs d'ici la fin de 2012 pour être appliqués à l'ensemble des pays faisant partie de l'union européenne début 2014 et à une date N au Maroc.

QIS 1 : Octobre 2005 – décembre 2005

QIS1 avait un double objectif, le premier est de comparer les niveaux de prudence des provisions techniques et le deuxième est de recueillir les informations concernant les méthodes de calcul de ces provisions. Autrement dit, il s'agit de comparer les provisions existantes avec des provisions valorisées selon l'une de ces méthodes :

- Décomposition des provisions techniques en « best estimate » et marge de risque ce qui nous donne:

- calibrage pour obtenir un niveau de confiance prédéterminé, selon une approche « quantile » (60%, 75%, 90%).

Mais il s'est avéré par la suite que plusieurs compagnies d'assurance n'ont pas pu répondre correctement sur l'intégralité du questionnaire vue le caractère novateur de la démarche et les délais de réponses imposés par les autorités de contrôle. Et pourtant, les objectifs ont été atteints quand même puisque les provisions ont été calculées selon une méthode nouvelle et unifiée ce qui a permis de mesurer l'impact de cette harmonisation sur l'ensemble des pays adoptant solvabilité II.

Comme résultat, il s'est avéré qu'on est incapable de prendre en compte l'ensemble des risques avec la méthode des quantiles (catastrophes naturelle, comportement des assurés, mortalité future etc...). Il existe peu de différence entre les trois niveaux de confiance testés (60%, 75%, 90%). Seule la méthode quantile à 75% a par la suite été retenue dans le cadre de QIS2.

Cette étude a démontré qu'en assurance non vie, les provisions « best Estimate » étaient les mêmes par rapport aux provisions actuelles sauf pour certaines compagnies d'assurance comme pour certains pays.

QIS 2 : Mai 2006 – juillet 2006

QIS 2 s'est intéressé à la structure, la faisabilité des approches et sur le calibrage des méthodes.

Même s'il s'agit des délais courts pour la réponse des compagnies d'assurances, les résultats de cette deuxième étude quantitative a permis d'ouvrir la discussion sur certains éléments de la formule standard.

Une préférence pour l'approche « coût du capital » est apparu pour le calcul de la marge de risque dans les provisions.

En moyenne, le niveau des provisions baisse mais le SCR est supérieur à la marge calculé selon solvabilité I et les éléments éligibles en couverture des exigences de capital accroissent.

Donc QIS 2 a traité plutôt l'aspect structurel des risques en laissant le test de calibrage à QIS 3.

QIS 3 : Avril 2007 – juin 2007

QIS 3 est beaucoup plus ambitieuse que les deux premières études qui restaient des études de première approche vue que la première était destinée à calculer les provisions techniques tandis que la deuxième était considérée comme un premier test de la structure de la future formule standard de SCR. Les objectifs de QIS 3 sont :

- fournir des informations sur la faisabilité ou non des calculs selon solvabilité II
- collecter les informations permettant de réaliser le calibrage de la formule standard
- recueillir le maximum d'informations quantitatives disponible sur l'impact sur les bilans des assureurs et sur leurs exigences en capital

QIS 4 :

Cette étude a permis d'éclaircir les choses en donnant une approche plus simple et surtout plus structurée de la formule standard par rapport à QIS 3. En fait, elle permet de mieux calculer le best estimate et la marge de risque {risk margin en anglais} pour le calcul des provisions techniques et ainsi au niveau de SCR et MCR pour quantifier les formules standards. La différence concrète par rapport aux études précédentes est qu'elle intègre des simplifications et des approximations pour les compagnies d'assurance de petites tailles.

QIS 5 : Avril 2010 – juillet 2010

Il en résulte que l'élaboration du bilan prudentiel sous la nouvelle réforme de solvabilité II semble difficile, cette difficulté provient de la complexité de la détermination de la valeur économique des postes du bilan surtout lorsqu'il s'agit des compagnies d'assurance adoptant les principes du plan comptable général c'est-à-dire la comptabilisation selon la valeur d'acquisition et non pas sur la valeur de marche déterminée selon les normes IFRS.

CHAPITRE II :

LA RÈGLEMENTATION À LA

RMA WATANYA

Dans le chapitre précédent, il a été surtout question de la réglementation suggérée par la solvabilité II, qui n'est toujours pas entrée en vigueur en Europe. Qu'en est-il du Maroc? Qu'elles méthodes sont-elles déployées afin d'assurer la solvabilité des compagnies d'assurance. Dans le présent chapitre, je vais expliquer en détails comment la RMA Watanya calcule-t-elle ses provisions pour sinistres à payer, qui vont lui permettre d'être capable d'honorer ses engagements.

I- Les méthodes réglementaires :

Il existe trois méthodes de calcul de provisions techniques, le but de chacune est de calculer la réserve réglementaire. La provision technique à retenir sera une réserve maximum des trois méthodes augmentée d'une réserve complémentaire

1) Méthode dossier par dossier :

- ✚ Le calcul de la provision pour sinistres survenus et déclarés à la date de l'inventaire :

Cette étape consiste à calculer la réserve des sinistres survenus et déclarés à la date de l'inventaire. On procède par une estimation du coût final des sinistres. Cette estimation se fait dossier par dossier selon plusieurs paramètres (âge, sexe, fonction,...)

La provision individuelle est égale à la différence entre le coût final estimé et les paiements déjà faits, la réserve sera donc la somme de toutes ces provisions individuelles

- ✚ L'estimation de la provision pour sinistres survenus et non déclarés à la date de l'inventaire :

La réserve des sinistres survenus et non déclarés à la date de l'inventaire, étant égale au produit du nombre de sinistre survenus et non déclarés par le coût moyen, il est nécessaire d'estimer les IBNR (ou bien les tardifs) et de calculer leur coût moyen.

- Estimation du nombre de sinistre survenus et non déclarés :

L'article 35 de l'arrêté du 10/06/96 a introduit la règle d'enregistrement des sinistres par année de déclaration : « *Tout sinistre déclaré au cours d'un exercice doit être porté au registre des sinistres avant la clôture dudit exercice. Les sinistres déclarés au cours d'un exercice donné et non portés au registre des sinistres avant la clôture de ce dernier sont enregistrés dans l'exercice où le fait a été constaté. De plus, il y a lieu de répartir les déclarations tardives par année comptable c'est à dire l'année de déroulement* ».

En respectant cette règle, on arrive à construire un triangle cumulé des nombres de sinistres déclarés comme suit :

Survenance	Années de déroulement					
	0	1	2	3	4	5
0	N ₀₀	N ₀₁	N ₀₂	N ₀₃	N ₀₄	N ₀₅
1	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄	
2	N ₂₀	N ₂₁	N ₂₂	N ₂₃		
3	N ₃₀	N ₃₁	N ₃₂			
4	N ₄₀	N ₄₁				
5	N ₅₀					

En se référant au tableau, on calcule les coefficients d'aggravation annuels l'aide de la formule ci-dessous :

$$q_h = \frac{\sum_{i=0}^{k-h-1} N_{i,h+1}}{\sum_{i=0}^{k-h-1} N_{ih}}$$

Où les années de survenance sont indexées par i, et les années de déroulement par j, on estime le triangle inférieur par:

$$N_{ij} = N_{ik} \times \prod_{h=k}^{j-1} q_h$$

Le nombre des IBNR est donné par la formule :

$$N_i = N_{ik} \times \left(\prod_{h=k}^{n-1} q_h - 1 \right)$$

En utilisant le triangle de l'historique des nombres des sinistres tardifs.

- Estimation du coût moyen :

Le coût moyen est égal au quotient du coût des sinistres terminés (C'est à dire les sinistres réglés définitivement et les sinistres classés sans suite) au cours des cinq derniers exercices comptables, par le nombre des sinistres terminés au cours de la même période (5 ans). Le coût d'un sinistre terminé est égal à la somme des paiements qui ont été versés au titre du même dossier pendant l'année de fermeture (l'année où le sinistre a été déclaré terminé) et pendant les années qui l'ont précédé.

La réserve évaluée dossier par dossier sera la somme de la réserve pour sinistres survenus et déclarés et celle des sinistres survenus et non déclarés à la date d'inventaire.

2) La méthode du coût moyen :

On l'utilise lorsque la valeur résiduelle pour une année de survenance donnée dépasse 30% de la charge totale des sinistres (c'est-à-dire lorsqu'on a réglé moins de 70% des sinistres survenus). Si par contre la valeur résiduelle reste inférieure à 30% de la charge totale des sinistres, on utilise la méthode réglementaire dossier par dossier. Par valeur résiduelle, on entend la part des réserves totales dans la charge totale des sinistres. Il s'agit du rapport :

$$\text{valeur résiduelle} = \frac{\text{réserve totale}}{\text{charge totale des sinistres}}$$

En utilisant le coût moyen calculé précédemment.

On a donc :

Réserve du coût moyen = (nombre des tardifs+ nombre des sinistre déclarés) * coût moyen

3) La méthode des cadences de règlement :

Elle consiste en premier lieu à déterminer une cadence moyenne pour la compagnie, et à en déduire la réserve pour sinistres à payer PSAP.

La cadence peut se définir comme étant le rythme des règlements des sinistres par la compagnie d'assurances. Elle estime la proportion réglée, de la charge totale des sinistres d'un exercice, à un délai donné, c'est à dire pour une année comptable précise.

L'utilisation de la méthode de cadence de règlements nécessite un triangle de liquidation d'au moins dix années ; donnant pour chaque exercice de survenance l'évolution de la charge des sinistres hormis les IBNR. Cette exclusion résulte du fait que la charge des sinistres d'un exercice comprend à la fois les réserves calculées par la méthode dossier par dossier (ces dernières incluent les IBNR), les paiements effectués l'année en cours et les paiements cumulés des années antérieures. La marge de dix ans a été fixée d'après l'expérience qui a prouvé que l'information pertinente était contenue dans la dernière décennie, et qu'au delà de dix ans, l'utilité marginale de l'information commençait à décroître. La plus part des compagnies d'assurances liquident environ 85% de la charge de leurs sinistres pendant une décennie.

La cadence de règlement de la compagnie résulte des cadences de règlement des exercices de survenance utilisés. La cadence de règlement d'une année de survenance donnée est calculée pour chaque année comptable, et est donnée par la formule :

$$PC_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{in}}$$

Où

PC_{ij} : est la cadence cumulée au titre de l'exercice de survenance i, au délai j.

C_{ij} : est le montant cumulé des règlements effectués au titre de l'année de survenance i, au délai j ;

C_{in} : est le montant cumulé des règlements effectués au titre de l'année de survenance i, au dernier exercice inventorié.

Disposant ainsi du triangle des cadences de règlement pour toutes les années de survenance, on déduit la cadence moyenne de la compagnie, qui est une moyenne pondérée des cadences de règlement, par les charges sinistres du dernier exercice inventorié.

On aura :

$$PCMj = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} PC_{i,j} \times C_{i,n}}{\sum_{i=1}^{n-j} C_{i,n}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} \frac{C_{i,j}}{C_{i,n}} \times C_{i,n}}{\sum_{i=1}^{n-j} C_{i,n}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-j} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{n-j} C_{i,n}}$$

Autrement dit, la cadence moyenne de la compagnie s'obtient en rapportant les paiements de même délai, toutes années de survenance confondues, au paiement cumulé de toutes ces années de survenance, au dernier exercice d'inventaire.

La réserve PSAP étant en quelques sortes une estimation de la charge des sinistres non encore réglés, elle est déduite par la formule :

$$\text{Réserve}_{CR} = \frac{\text{réglements cumulés} * (1 - PCMj)}{PCMj}$$

Cette réserve confirme que la réserve PSAP est nulle lorsque la cadence est de 100%.

🚧 Les provisions complémentaires :

Elles sont non nulles pour les années de survenance pour lesquelles la réserve calculée par la méthode dossier par dossier est inférieure au maximum de celle calculée par la cadence de règlement et le coût moyen. On a :

$$\text{Réserve complémentaire} = \max(\text{réserve CR}, \text{réserve CM}) - (\text{réserve D/D} + \text{réserve IBNR})$$

🚧 La réserve finale réglementaire à constituer est alors pour chaque exercice de survenance :

$$\text{Réserve} = \max(\text{réserve D/D}, \text{réserve CR}, \text{réserve CM}) + \text{réserve complémentaire.}$$

En dépit de la PSAP, il existe d'autres provisions techniques à constituer par la compagnie d'assurances comme la PPNA ou provisions pour primes non acquises, et la provision pour risques d'exigibilité des engagements techniques.

II- La solvabilité II à la RMA WATANYA :

C'est à partir de 2008, que la RMA WATANYA a mis en place la direction de gestion des risques et contrôle interne. Cette direction a pour mission de mieux recenser les risques touchant à l'ensemble de l'activité, de mettre en place les actions et les contrôles efficaces dans le but de les contrecarrer et de procéder, entre autre, à des exercices réguliers de gestion actifs et passif.

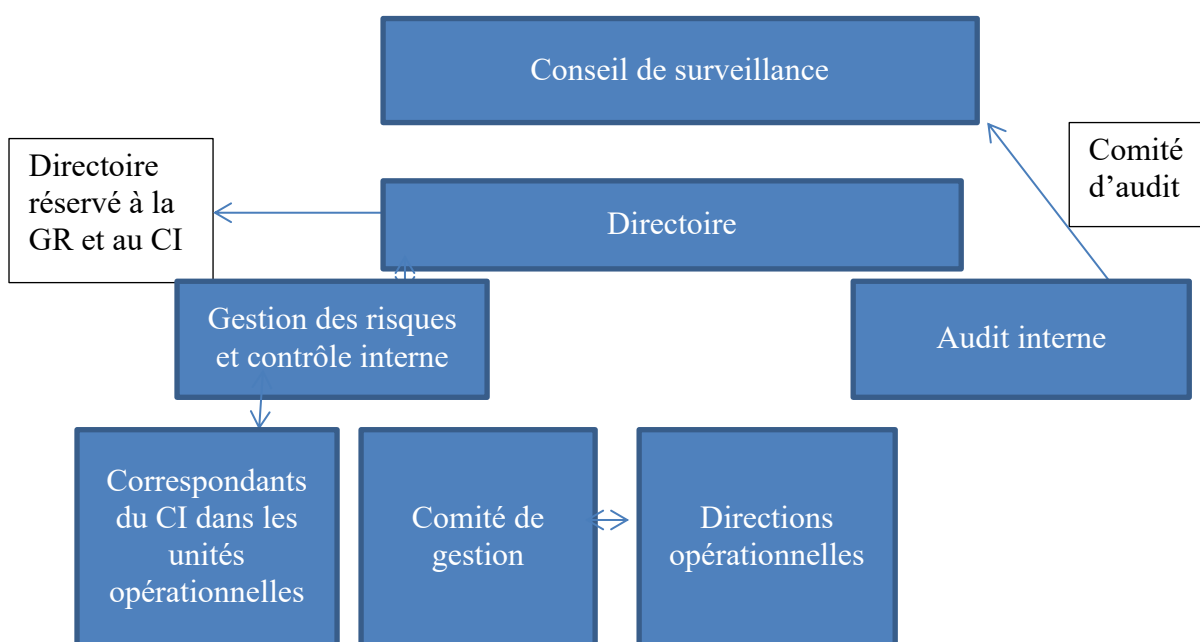


Figure 9 : Le département gestion de risque au sein de la RMA WATANYA

L'objectif de la direction du département gestion des risques et contrôle interne est de mieux gérer les risques pour atteindre ses objectifs avec le moins d'entraves possibles et dans les meilleures conditions, de s'assurer qu'elle connaît et comprend les risques auxquels elle s'expose et de pouvoir par la suite dresser et mettre en œuvre un plan destiné à maîtriser ces risques.

Pour RMA WATANYA, La mise en place de solvabilité II nécessite une transformation radicale des compagnies d'assurances. La procédure adoptée a un impact direct sur l'organisation, le système d'information ainsi que sur l'ensemble des stratégies des compagnies d'assurances surtout celle d'investissement puisque les assurances seront dans

l'obligation d'étudier l'impact de chaque placement avant de placer les fonds collectés auprès des assurés.

Pour que les compagnies d'assurances qui vont appliquer la directive de solvabilité II notamment RMA WATANYA, elles ont besoin de :

- ✚ Déterminer le modèle qu'elle va suivre, puisque les compagnies d'assurances ont le choix d'adopter un modèle standard ou bien un modèle interne.
- ✚ Définir une démarche claire et précise sur sa gestion globale de risque, c'est ce qu'on appelle « entreprise risk management »
- ✚ Prévoir des politiques de restructuration ou de rapprochement afin de pouvoir exercer sous les normes de solvabilité II. Et donc, définir la posture qu'elle doit adopter face à solvabilité II.

Nous pouvons présenter quelques démarches nécessaires à la mise en place de ce nouveau cadre. D'abord, la société doit revoir ses pratiques de gestion de risque. Pour cela, une relecture des processus permettra de mieux tracer le risque global et facilitera l'association des mesures préventives et correctives correspondantes.

En outre, solvabilité II touchera le système d'information. La qualité de la collecte des données est un point clé et discriminant pour la construction des modèles internes.

Sans oublier que solvabilité II touchera notamment le marché et le métier de l'assurance. De ce fait, le dispositif doit pousser les sociétés à améliorer la qualité des produits et à revoir leurs stratégies d'investissements.

En définitive, le déploiement de solvabilité II nécessitera la mobilisation de toutes les directions de la compagnie. Cet enjeu majeur du monde d'assurance doit être considéré comme un projet d'entreprise global sollicitant une organisation et un travail accrus.

D'autre part, RMA WATANYA a bien posé les bases essentielles pour le déploiement du projet « solvabilité II ». Un « système de gestion des risques » est bien entamé suite à la volonté de la DAPS et aux instructions de la circulaire relative au contrôle des entreprises d'assurances et de réassurance.

La gestion des risques et de contrôle interne au sein de la compagnie s'articule autour de trois entités : le département gestion des risques, le département contrôle interne et le département audit interne.

Grâce à ses entités, plusieurs chantiers ont pu être réalisés dans le calendrier fixé au préalable. Comme première étape, un diagnostic du dispositif de gestion des risques a été effectué. Ce diagnostic vise à déterminer où se situe la compagnie en termes de gestion des risques. Cette étape préliminaire a permis à la compagnie d'élaborer sa politique en matière de gestion des risques et s'est conclue effectivement par l'adoption d'un plan détaillant les actions à mener pour réduire les écarts entre la situation actuelle et la vision cible.

La compagnie a aussi effectué une cartographie des risques majeurs. L'objectif de cette cartographie est de mettre en exergue les risques qui peuvent nuire à la compagnie à tout terme et perturber ainsi la réalisation de ses objectifs stratégiques. En outre, RMA WATANYA a tracé une cartographie des risques opérationnels relatifs à la gestion.

Quant à la partie quantitative, la compagnie a entamé en réflexion avancée afin de définir les besoins en capitaux en mobilisant les fonds propres nécessaires en face de chaque risque.

CHAPITRE III :

L'APPROCHE STANDARD

I- Le Best Estimate :

1) Les provisions techniques :

En assurance non-vie, les provisions techniques sont constituées afin de faire face aux engagements futurs de l'assureur vis-à-vis des assurés, sans prendre en considération les différents risques liés à la compagnie, l'assureur doit donc prévoir les charges engendrées par tous les contrats en cours.

Au Maroc l'article premier de la loi 17-99 du code des assurances définit les provisions techniques comme étant des « *comptes d'épargne accumulés par l'entreprise d'assurances et de réassurance pour faire face à ses engagements envers les assurés et bénéficiaires de contrats d'assurance, dont la provision mathématique qui représente la différence entre les valeurs actuelles des engagements respectivement pris par l'assureur et les assurés* ».

Il existe plusieurs types de provisions (dont je définis quelque uns ci-dessous) mais les provisions pour sinistres à payer (PSAP) constituent plus de 85% du total des provisions, c'est pourquoi je vais me restreindre à leur calcul dans mon étude.

✚ Les provisions pour prime non acquise :

Elles permettent de constater la part des primes émises et des primes restant à émettre entre la date de l'inventaire et la date de la prochaine échéance de la prime (qui peut être le terme du contrat).

✚ Les provisions pour risque en cours :

Elles sont destinées à faire face à la charge des sinistres et aux frais liés aux contrats en cours

✚ Les provisions pour sinistres à payer :

Elles constituent une valeur estimative des règlements, en principal et en frais, de tous les sinistres survenus et non payés.

✚ **Les provisions d'égalisation et/ou d'équilibrage :**

Elles permettent d'égaliser les fluctuations des taux de sinistres pour les années à venir ou bien de couvrir des risques spéciaux qui sont rares mais coûteux (catastrophes naturelles par exemple).

✚ **Les provisions pour risque d'exigibilité des engagements techniques :**

Elles permettent de faire face au risque d'insuffisance de liquidité des placements dans le cas par exemple d'augmentation du rythme de règlement des sinistres. Elles sont constituées par la différence entre la valeur globale des placements en action et immobilier évaluée dans le bilan et leur valeur de marché.

a) La méthode déterministe de Chain Ladder :

Les provisions pour sinistres à payer constituent la plus grande part des provisions et devrait disposer une compagnie d'assurance.

Pour faire du provisionnement il existe plusieurs techniques, ces techniques sont en général basées sur des triangles de liquidation.

Dans la figure ci-après, je présente le triangle de liquidation qui montre l'évolution des sinistres AUTO corporel:

<u>AUTO Corporel</u>											
<u>1 - Sinistres Réglés cumulés nets d'annulation et nets de recours</u>											
	N=0	N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9	N=10
Ant 1993											
1993	1 602 822	9 125 209	16 091 013	26 317 541	38 100 909	46 081 223	54 421 553	57 861 937	61 579 100	63 673 023	66 165 956
1994	2 470 165	9 823 119	18 223 059	28 912 581	38 761 591	54 563 770	60 948 409	65 538 851	68 127 972	71 007 392	72 732 001
1995	3 012 741	11 920 883	23 806 271	37 516 644	53 668 556	60 658 150	68 404 544	73 940 672	78 036 493	81 049 853	82 039 666
1996	1 927 343	9 545 715	21 491 395	39 226 039	50 762 091	60 181 718	67 520 924	72 683 435	77 265 368	79 636 427	80 489 180
1997	2 656 241	13 235 199	44 687 618	72 085 689	93 312 361	110 043 112	120 151 895	130 254 694	135 222 185	138 159 578	140 282 058
1998	3 217 218	26 415 183	59 366 432	95 764 802	129 813 663	153 135 967	169 291 515	179 577 763	185 243 927	187 844 946	191 234 542
1999	6 291 740	30 845 973	75 907 414	116 594 359	147 487 980	171 224 667	188 862 313	197 071 124	202 945 819	209 761 692	212 213 692
2000	4 626 342	26 742 493	66 321 714	111 707 570	148 134 084	182 814 558	195 080 369	205 068 768	212 355 846	216 509 877	218 528 4
2001	4 425 464	30 483 677	72 039 021	120 330 356	159 902 609	179 341 642	193 423 241	203 498 041	209 919 870	213 021 889	
2002	6 538 559	37 715 246	86 212 723	147 661 711	182 392 309	206 478 776	221 163 462	230 721 010	235 171 135		
2003	6 830 197	37 899 737	102 435 800	163 359 109	206 729 202	240 585 432	257 826 523	268 026 075			
2004	6 401 024	39 444 123	96 763 066	157 322 868	208 178 374	235 954 366	251 059 279				
2005	4 737 304	34 430 394	96 437 490	165 906 646	211 242 297	236 293 383					
2006	3 751 063	33 334 346	103 314 430	166 244 940	203 683 989						
2007	5 604 853	42 700 142	107 940 426	167 337 468							
2008	6 669 474	52 278 750	114 762 425								

Figure 10: triangle des sinistres réglés cumulés

Dans cette partie je vais appliquer la méthode de Chain Ladder standard pour le calcul de la réserve pour le produit AUTO corporel. Avant de faire l'application, il est commode de donner une brève présentation de la méthode.

La Chain Ladder est une méthode déterministe classique de provisionnement, mais avant de l'appliquer, il faudra d'abord vérifier un certain nombre d'hypothèses :

Si l'on considère le triangle de liquidation suivant, où les C_{ij} sont les règlements cumulés des sinistres survenus à l'année i , effectués à l'année $i+j$:

$C_{1,1}$	$C_{1,2}$...	$C_{1,n-1}$	$C_{1,n}$
$C_{2,1}$	$C_{2,2}$...	$C_{2,n-1}$	
⋮	⋮			
$C_{n-1,1}$	$C_{n-1,2}$			
$C_{n,1}$				

Figure 11: triangle de liquidation

La méthode ne peut être effectuée que si l'hypothèse suivante est vérifiée :

- ✚ Pour j fixé, il existe un paramètre f_j tel que $C_{i,j+1} = f_j C_{i,j}$ pour $i=0, \dots, n-j-1$

Graphiquement, les couples $(C_{ij}, C_{i,j+1})$ doivent être sensiblement alignés sur une droite passant par l'origine. Le CC-plot qui vérifie cette hypothèse est donné par :

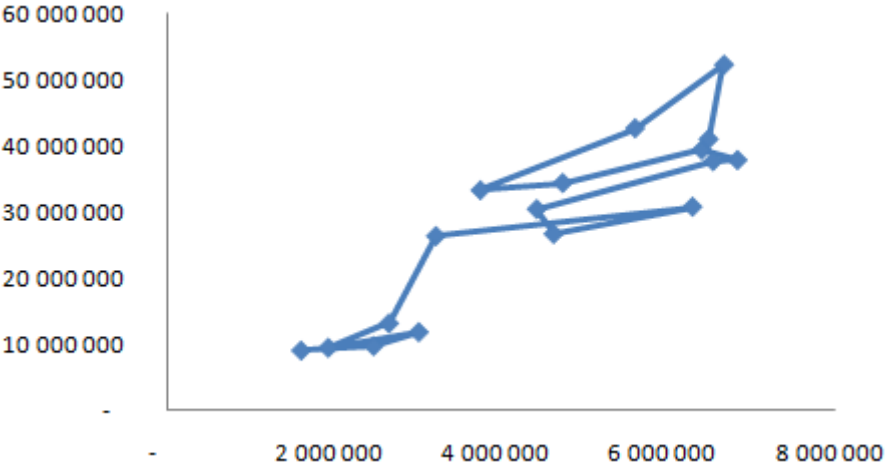


Figure 12: CC-plot pour j=0

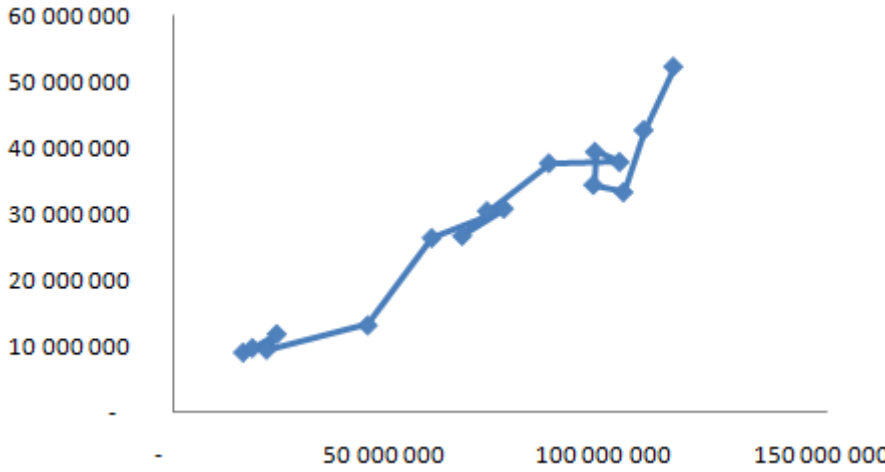


Figure 13: CC-plot pour j=1

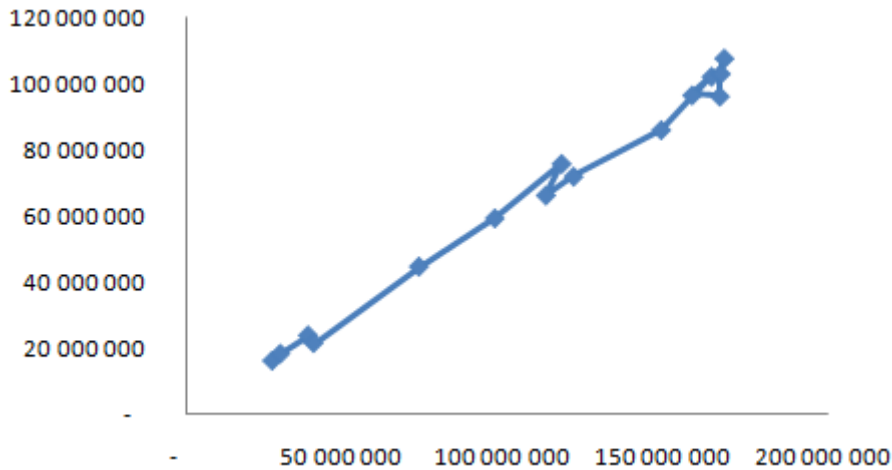


Figure 14 : CC-plot pour $j=2$

L'hypothèse est donc vérifiée, la méthode peut donc être appliquée.

Les facteurs de développement dont il est question sont estimés par :

$$f_j = \frac{\sum_{i=0}^{n-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{n-j-1} C_{ij}}$$

A partir de ces facteurs on peut évaluer les charges ultimes des sinistres, c'est-à-dire ce qui nous a coûté une fois payé en totalité :

$$S_i = C_{in}$$

Puis on pourra calculer les provisions pour sinistre à payer :

$$R_i = S_i - C_{i,n-i}$$

La réserve globale n'est d'autre que :

$$R = \sum_{i=1}^n R_i$$

L'application de la méthode Chain Ladder à notre triangle AUTO corporel a donné la réserve suivante :

$$R = 1\,478\,222\,016\,DH$$

b) La volatilité de la réserve calculée par le modèle de Mack:

Nous allons appliquer par la suite la méthode de Mack afin de mesurer la volatilité des provisions de la branche AUTO Corporel.

Le modèle de Mack est basé sur trois hypothèses :

✚ **H0-** Les exercices d'origine sont indépendants, en d'autres termes, aucun changement d'organisation ou de méthodes n'a pu affecter les données.

✚ **H1-** Les facteurs de développements vérifient la relation :

$$E(C_{i,j+1}/C_{i1}, \dots, C_{ij}) = f_j C_{ij} \text{ Pour } j=0, \dots, 17$$

Cette hypothèse implique que pour une année de développement fixée, les points $(C_{ij}, C_{i,j+1})$ doivent être sensiblement alignés sur une droite passant par l'origine, ce qui a été vérifié.

✚ **H2-** Il existe un paramètre tel que :

$$Var(C_{i,j+1}/C_{i1}, \dots, C_{ij}) = \sigma_j^2 C_{ij} \text{ Pour } j=0, \dots, 17 \text{ et } i = 1993, \dots, 2010$$

Cette hypothèse impose que le graphique des résidus de Pearson $\frac{C_{i,j+1} - \hat{f}_j C_{ij}}{\sqrt{C_{ij}}}$ ne fasse

apparaître aucune tendance.

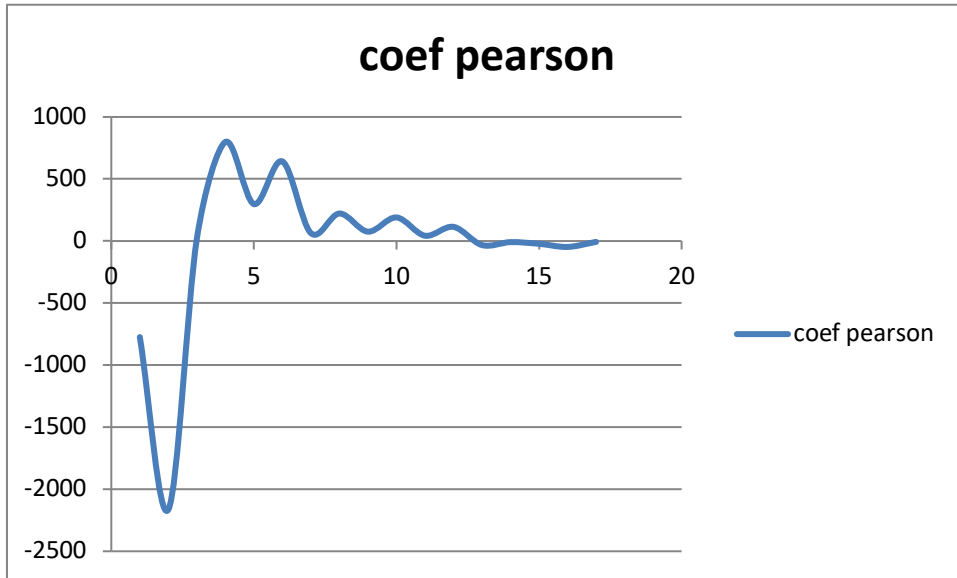


Figure 15 : vérification de l'hypothèse H2 de Mack pour i=1993

Maintenant que les hypothèses sont vérifiées, on peut mesurer l'incertitude présente dans la prédiction de la provision pour chaque année de survenance.

$$MSEP(\hat{R}_i) = \hat{C}_{in}^2 \sum_{j=n-i+1}^{n-1} \frac{\hat{\sigma}_j^2}{\hat{f}_j^2} \left(\frac{1}{\hat{C}_{ij}} + \frac{1}{\sum_{k=1}^{n-j} C_{kj}} \right)$$

Avec :

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n-j-1} \sum_{i=1}^{n-j} C_{ij} (f_{ij} - \hat{f}_j)$$

$$\hat{\sigma}_{n-1}^2 = \min\left(\frac{\hat{\sigma}_{n-2}^4}{\hat{\sigma}_{n-3}^2}, \hat{\sigma}_{n-2}^2, \hat{\sigma}_{n-3}^2\right)$$

$$\sqrt{MSEP(R)} = 47\,137\,078,7 \text{ DH}$$

2) Le calcul du Best Estimate :

Les provisions techniques d'une compagnie d'assurance sont évaluées, dans le cadre de la solvabilité II, en calculant un Best Estimate et une marge de risque (dont les modalités ne seront pas traitées en détail dans ce mémoire).

Le Best Estimate est par définition « *la valeur actuelle attendue de tous les flux futurs de trésorerie potentiels, (moyenne pondérée en fonction des probabilités des résultats distributionnels)* ». Son calcul est basé sur des hypothèses réalistes et fait appel à des méthodes et techniques actuarielles adéquates.

Les flux futurs doivent être actualisés sur la base des taux sans risque à la date d'évaluation.

Le calcul du Best Estimate s'effectue comme suit :

$$BE = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + i_t)^t}$$

Avec :

F_t : Le flux du passif à l'année t

i_t : Le taux sans risque à l'année t

n : L'année d'extinction du portefeuille.

La valeur de l'argent change dans le temps. Lorsque l'effet de la valeur temps de l'argent est significatif, le montant de la provision doit être la valeur actuelle des dépenses attendues que l'on pense nécessaires pour éteindre les engagements. Les taux d'actualisation doivent être des taux reflétant les appréciations actuelles par le marché de la valeur temps de l'argent.

Il y est préconisé de retenir comme courbe celle des taux sans risque. Le CEIOPS revient sur la notion de courbe d'actualisation dans le CP N°40 et indique qu'elle doit vérifier 4 critères : pas de risque de crédit, doit présenter des taux réalistes, être estimée via une méthode robuste et être très liquide. Il est considéré que les obligations d'état constituent un benchmark et l'utilisation d'une prime de risque n'est pas admise.

Dans ce chapitre les taux que je vais utiliser sont donnés par le CEIOPS, dans le chapitre qui suit j'expliquerais comment les obtenir à partir d'un historique de données.

Echéance	Taux
1	0,470
2	0,453
3	0,451
4	0,453
5	0,455
6	0,458
7	0,461
8	0,475
9	0,470
10	0,474
11	0,478
12	0,482
13	0,485
14	0,488
15	0,490
16	0,492
17	0,494

Tableau 1: Courbe des taux donnée par le CEIOPS

Le Best Estimate est donc donné par :

$$BE = \sum_{t=1}^{17} \frac{F_t}{(1+i_t)^t} = 7\,077\,667\,311 \text{ DH}$$

II- Le SCR (capital de solvabilité requis) :

Le SCR ou bien le capital de solvabilité requis correspond au montant qu'une compagnie doit avoir dans son passif afin de faire face aux différents risques auxquels elle est exposée, et ce, pour qu'elle soit solvable à 99,5% dans un horizon d'un an.

Le SCR est donc réévalué annuellement par deux méthodes, soit par une formule standard, soit par un modèle interne. Dans ce mémoire j'ai appliqué la formule standard conforme à la réforme de la solvabilité II.

Le SCR est donné, selon la formule standard, par :

$$SCR = BSCR + SCR_{op}$$

Le basic SCR (BSCR) en non vie doit couvrir le risque de souscription non-vie (risque de primes et de réserve, risque catastrophe), le risque de défaut de contrepartie et le risque de marché (risque sur actions, risque de taux, risque de change, risque de spread, risque immobilier, risque de concentration). Le risque opérationnel comporte quand à lui le risque de perte due à des procédures internes inadaptées ou à des défaillances du personnel ou des systèmes...

Cette décomposition du SCR est bien illustrée par la figure ci-contre :

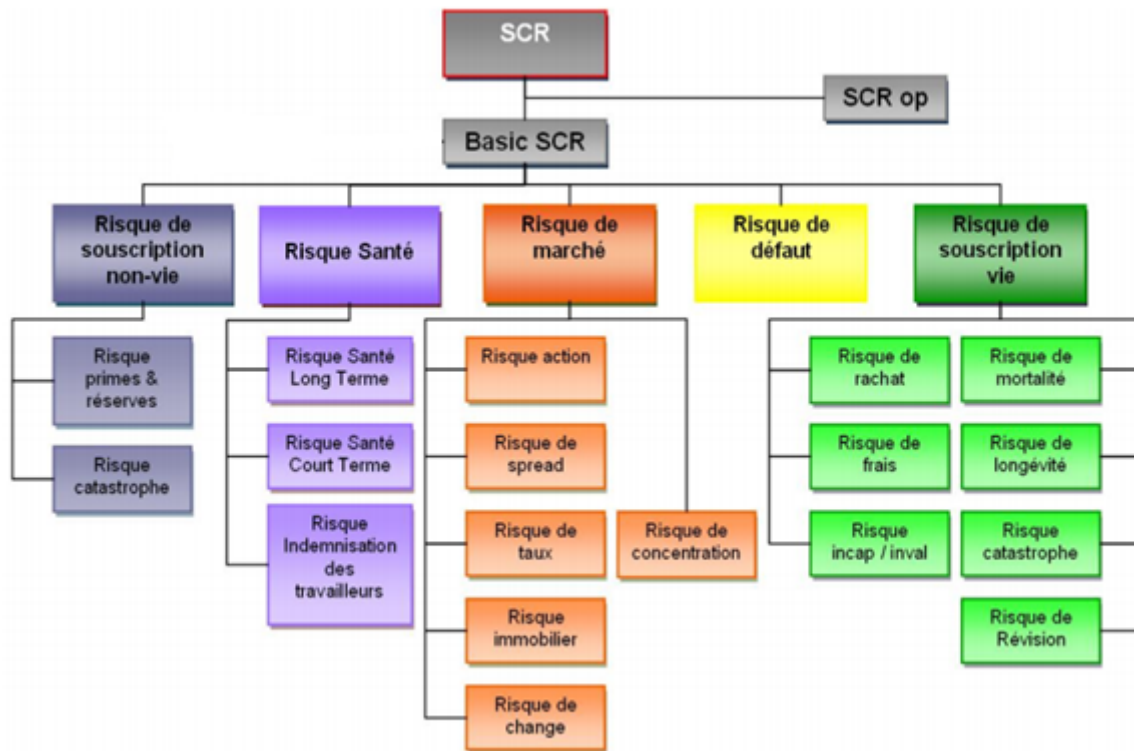


Figure 16: décomposition du SCR en BSCR et en SCR opérationnel

Dans mon étude je vais me limiter au calcul du SCR du risque primes-réserves (pour le risque de souscription non-vie) et du risque actions et risque de taux (pour le risque de marché).

1) Le SCR souscription :

Le SCR souscription est composé de deux sous-modules de risques : un risque pour primes et réserve et un risque pour catastrophes. Il n'est question dans ce mémoire que du risque primes et réserves.

Le SCR risque pour primes et réserves :

- ✚ Le risque de prime est le risque de sous tarification de l'exercice de souscription, en d'autres termes c'est le risque que les dépenses au titre des sinistres soient supérieures aux primes perçues.
- ✚ Le risque de réserve est le risque de faire une mal estimation des provisions ou bien c'est le risque dû à la nature stochastique des règlements des sinistres. Autrement dit, c'est le risque de sous évaluation des provisions.

La charge du capital au titre des risques combinés de primes et de réserves est donnée par :

$$SCR_{prime_réserve} = \rho(\sigma).V$$

Où :

V : Le volume des primes et des réserves.

σ : La volatilité ou l'écart type du portefeuille.

$\rho(\sigma)$: C'est une fonction fixée de manière à produire un chargement en capital conforme au standard de VaR de 99,5% sous l'hypothèse d'une distribution lognormale du risque sous-jacent. Elle est donnée par :

$$\rho(\sigma) = \frac{\exp(N_{0,995} \cdot \sqrt{\log(\sigma^2 + 1)})}{\sqrt{(\sigma^2 + 1)}} - 1$$

Où $N_{0,995}$: le quantile à 99,5% de la distribution normale standard

Approximativement elle est égale à :

$$\rho(\sigma) \approx 3. \sigma$$

Et c'est avec cette approximation que j'ai travaillé.

Il nous faudra donc calculer le volume des primes et des réserves et l'écart type :

Pour cela on a besoin de connaître le Best Estimate des sinistres à payer (déjà calculé précédemment), une estimation des primes émises et acquises au cours de l'exercice à venir $P_t^{acquises}$ et $P_t^{émises}$.

Et du LR_y , le ratio des sinistres encourus pour les exercices historiques « y » sur les primes acquises.

✚ Le volume des primes de la branche AUTO corporel :

$$V_{primes} = \max(P_t^{émises}, P_t^{acquises})$$

✚ L'écart type du risque de réserve :

La 4^{ème} étude d'impact QIS4 propose une volatilité des réserves en fonction des branches définies ci-dessus est donné par :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma_{réserve}$	12%	7%	10%	10%	15%	15%	10%	10%	10%	15%	15%	15%

Tableau 2 : Volatilité des réserves en fonction des branches proposé par la QIS4

Numéro de la branche	Branches
1	Automobile, RC
2	Automobile, autres branches
3	Marine, aviation, transport (MAT)
4	Incendie et autres dommages aux biens
5	Responsabilité civile
6	Crédit et caution
7	Protection juridique assistance
8	Assistance
9	Divers

10	Réassurance non proportionnelle – dommages
11	Réassurance non proportionnelle – RC
12	Réassurance non proportionnelle – MAT

Tableau 3: Les branches d'assurance non-vie

Pour la branche AUTO Corporel, L'écart-type des réserve est de :

$$\sigma_{réserve} = 7\%$$

✚ **L'écart type du risque prime :**

C'est une combinaison linéaire de deux écart-types, le premier est une estimation spécifique à l'entreprise, le deuxième est une estimation du marché donnée par :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma_{prime_marché}$	9	9	12,5	10	12,5	15	5	7,5	11	15	15	15
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Tableau 4: estimation du marché de la volatilité des primes par branche

Les deux écarts sont combinés par un facteur de crédibilité « c » donné par une étude faite par le CEIOPS à partir des résultats de QIS4 :

C	Nombre d'exercices historiques de données disponibles															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valeur max du nombr e	15	0	0	0	0	0	0	0,64	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79
	14	0	0	0	0	0,64	0,69	0,72	0,74	0,76	0,79	-	-	-	-	-
	5	0	0	0,64	0,72	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 5: Facteur de crédibilité pour le risque de primes

L'écart du risque de prime est :

$$\sigma_{prime} = \sqrt{c \cdot \sigma_{prime_compagnie}^2 + (1 - c) \sigma_{prime_marché}^2}$$

L'écart type estimé par la compagnie est donné par:

$$\sigma_{prime_compagnie} = \sqrt{\frac{1}{(n - 1) \cdot V_{prime}} \cdot \sum_y P_{acquises}^y \cdot (LR_y - \mu)}$$

Avec :

n : le nombre d'exercices historiques

$$\mu = \frac{\sum_y P_{acquises}^y \cdot LR_y}{\sum_y P_{acquises}^y}$$

Et LR_y est le ratio sinistres encourus sur primes acquises pour les exercices historiques y

$$y = t - 1, t - 2, \dots, t - n$$

$$\sigma_{prime_compagnie} = 5,43\%$$

$$\sigma_{prime} = 6,32\%$$

L'écart type global est donné par :

$$\sigma = \frac{\sqrt{(\sigma_{primes} \cdot V_{primes})^2 + 2\alpha \sigma_{primes} \sigma_{réserves} V_{primes} V_{réserves} + (\sigma_{réserves} \cdot V_{réserves})^2}}{V_{primes} + V_{réserves}}$$

$$\sigma = 5,24\%$$

C'est une agrégation des deux écarts avec un coefficient de corrélation $\alpha = 0,5$

Finalement le $SCR_{prime_réserve}$ est donné par :

$$SCR_{prime_réserve} = 3. \sigma. V = 164\,396\,619\,DH$$

2) Le SCR marché :

Le risque de marché est le risque dû aux fluctuations des instruments financiers. Il est mesuré par l'impact des variations des variables financières (cours des actions, taux d'intérêt,...) sur la valeur de l'actif net de la compagnie. C'est l'un des risques majeurs auxquels sont confrontés les assureurs non-vie, son calcul par une formule standard consiste à faire des stress-tests basés sur les scénarios de chocs subis par les marchés financiers). La compagnie devrait donc établir annuellement un rapport de solvabilité intégrant une partie spécifique sur la politique de placements.

Le risque marché est obtenu à partir de l'agrégation des résultats de 6 sous-modules. Avec une matrice de corrélation donnée par le CEIOPS, ses valeurs sont calculées par des lois statistiques qui déterminent l'influence des variables les unes aux autres. Cette matrice traduit la corrélation entre les sous-risques.

Corr SCR	SCR_{taux}	SCR_{action}	$SCR_{immobilier}$	SCR_{spred}	$SCR_{concentration}$	$SCR_{vchange}$
SCR_{taux}	1					
SCR_{action}	0	1				
$SCR_{immobilier}$	0,5	0,75	1			
SCR_{spred}	0,25	0,25	0,25	1		
$SCR_{concentration}$	0	0	0	0	1	
SCR_{change}	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

Tableau 6: matrice de corrélation des sous-modules du risque marché

a) Le risque de taux :

Le risque de taux intervient dans l'actualisation des flux futurs du passif. Une variation des taux affectera donc directement la valeur de l'actif net, dont la variation après un choc sur les taux, constituera notre SCR taux. (Je rappelle que la valeur nette de l'actif net n'est d'autre que la valeur de marché de l'actif moins celle du passif).

Quand on a calculé le Best Estimate, il nous a fallu actualiser les flux futurs du passif, et ce, en supposant un scénario standard de l'évolution des taux. Mais que se passerait-il si jamais les taux augmentaient ou baissaient par rapport à la valeur attendue.

Le SCR taux est donné par :

$$SCR_{taux} = \max (SCR_{taux}^{up}, SCR_{taux}^{down})$$

Avec :

$SCR_{taux}^{up} = \Delta NAV | upwardshock$. Si on a un choc à la hausse.

$SCR_{taux}^{down} = \Delta NAV | downwardshock$. Si on a un choc à la baisse.

Dans l'étude QIS4, les taux à appliquer pour les chocs sur les taux d'intérêt ont été proposés par le CEIOPS. Ce sont :

Echéance	Variation relative $s_{up}(t)$	Variation relative $s_{down}(t)$
1	0,94	-0,51
2	0,77	-0,47
3	0,69	-0,44
4	0,62	-0,4
5	0,56	-0,4
6	0,52	-0,4
7	0,49	-0,4
8	0,46	-0,35
9	0,44	-0,34

10	0,42	-0,34
11	0,42	-0,3
12	0,42	-0,3
13	0,42	-0,3
14	0,42	-0,3
15	0,42	-0,34
16	0,41	-0,33
17	0,4	-0,33

Tableau 7: Structures par terme modifiés

On multiplie la courbe des taux d'intérêt actuelle par $(1+s_{up})$ et $(1+s_{down})$

La courbe des taux donnée le CEIOPS, selon un scénario standard (QIS 4) est :

Echéance	Taux
1	0,470
2	0,453
3	0,451
4	0,453
5	0,455
6	0,458
7	0,461
8	0,475
9	0,470
10	0,474
11	0,478
12	0,482
13	0,485
14	0,488
15	0,490
16	0,492
17	0,494

Tableau 8: Courbe des taux donnée par le CEIOPS

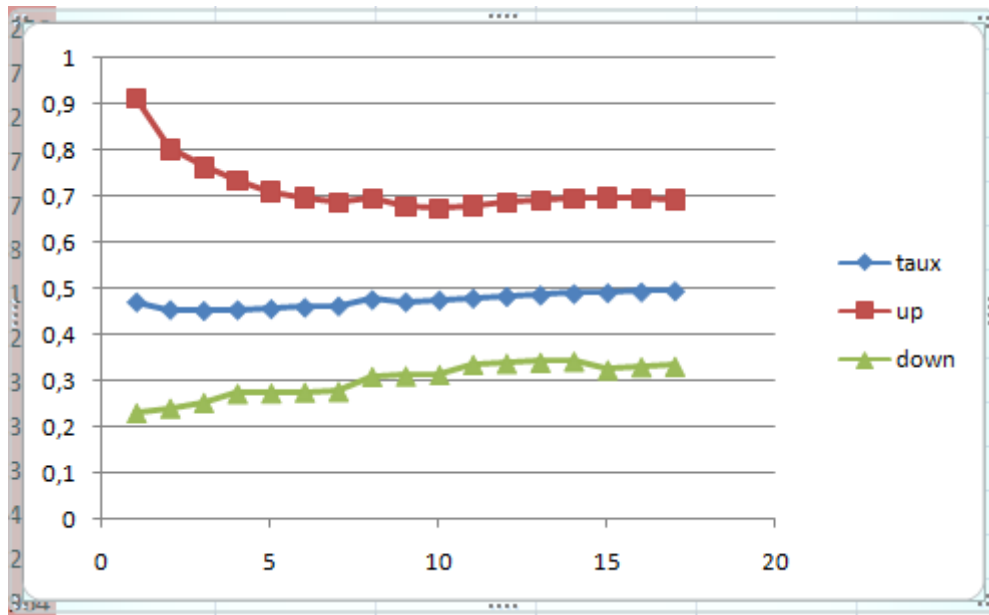


Figure 17: Allure de la courbe des taux donnée par le CEIOPS

La variation de la valeur de l'actif net suite au choc sur les taux d'intérêt, en supposant qu'aucun choc n'a été effectué sur l'actif, est donnée par :

$$\begin{aligned} \Delta NAV &= (actif - passif)_{scénario\ standard} - (actif - passif)_{choqué} \\ &= passif_{choqué} - passif_{scénario\ standard} \end{aligned}$$

Avec :

$$BE_{scénario\ standard}$$

= Best Estimate actualisé par le courbe de taux standard (CEIOPS)

$$= 7\,077\,667\,311\text{DH}$$

$$BE_{choqué_up} = 4\,230\,984\,042\text{DH}$$

$$BE_{choqué_down} = 11\,265\,711\,635\text{DH}$$

$$SCR_{taux}^{up} = \Delta NAV|upwardshock = 2\,846\,683\,269\text{DH}$$

$$SCR_{taux}^{down} = \Delta NAV | downwardshock = 4\,188\,044\,324\,DH$$

$$SCR_{taux} = \max(SCR_{taux}^{up}, SCR_{taux}^{down}) = 4\,188\,044\,324\,DH$$

b) Le risque actions :

Le cours des instruments financiers est très volatil, tel est le cas des cours des actions, des taux d'intérêt, des cours immobilier, taux de change, ... Cette volatilité a un impact direct sur la valeur de l'actif net de la compagnie

Les actions ont une part relativement importante dans le portefeuille des assureurs. En effet, ces derniers ont recours dans une certaine limite aux actions afin d'améliorer leur performance financière. Les actions étant connues pour leur variabilité importante, engendrent un risque qui peut fortement impacter le résultat de l'entreprise.

La détermination de la charge de capital au titre du risque sur actions, toujours dans le cadre de la solvabilité II, fait appel à un indice « Global », qui regroupe les actions cotées dans les pays de l'EEE (l'espace économique européen) et de l'OCDE, et à un indice « Autres », qui comprend les actions exclusivement cotées sur les marchés émergents, les actions non cotés, les fonds spéculatifs et les autres investissements alternatifs.

La méthodologie de calcul pour le risque sur actions s'appuie sur **l'application d'un choc à leur valeur de marché**. Ces chocs supposent une baisse des taux répartie comme suit :

	Global	Autres
Choc sur action i	32%	45%

Tableau 9: Chocs sur les actions proposés par la QIS 4

Pour le cas su Maroc, il est surtout question de l'indice « Autres ». Le SCR actions correspond donc à la perte engendrée par une baisse de 45% du cours des actions.

$$SCR_{actions\ i} = \Delta NAV|equity\ choc\ i$$

Avec

$$\Delta NAV|equity\ choc = NAV(scénario\ standard) - NAV(scénario\ choqué)$$

Pour investir dans une action, l'investisseur évalue la rentabilité de l'action et le risque associé. Les dividendes correspondent à de l'argent effectivement transféré de l'entreprise vers l'actionnaire, qui est la RMA Watanya. C'est un revenu réel, qui traduit une réalité économique: la production de l'entreprise et sa bonne performance par rapport au marché. Le risque que prend l'actionnaire est directement lié au risque économique supporté par l'entreprise. Pour gagner le plus d'argent possible, de ce point de vue, l'actionnaire doit identifier les actions dont le rendement est le plus élevé possible.

La valeur de l'action correspond à son cours de bourse. Il est le résultat de la confrontation de l'offre et de la demande de titres. Plusieurs méthodes d'évaluation sont à la disposition des investisseurs pour prendre une position sur l'action considérée.

Les placements de la RMA Watanya en actions sont répartis comme suit :

$$SCR_{action} = 8\,859\,658\,814\,DH$$

c) Le calcul du SCR marché :

Le SCR marché est obtenu à partir de l'agrégation des de six sous modules :

- ✚ Risque action
- ✚ Risque de taux
- ✚ Risque immobilier
- ✚ Risque de change
- ✚ Risque de spread
- ✚ Risque de concentration

La formule utilisée pour agréger les différents résultats est donnée par :

$$SCR_{marché} = \sqrt{\sum_{rxc} Corr SCR_{rxc} \cdot SCR_r \cdot SCR_c}$$

Avec la matrice de corrélation (voir le tableau 6):

Il faut noter que ces valeurs sont calculées par des lois statistiques qui déterminent l'influence des variables les unes sur les autres. Dans ce mémoire il n'est question que des sous-risques actions et taux. Le SCR marché dans ce cas, et tenant compte de la matrice de corrélation est :

$$SCR_{marché} = \sqrt{SCR_{actions}^2 + SCR_{taux}^2}$$

$$SCR_{marché} = 9\,799\,656\,604\,DH$$

CHAPITRE IV :

**PRÉVISIONS DES TAUX
FUTURS**

Dans le chapitre précédent, on a fait une actualisation des flux futurs du passif avec des taux proposés par la CEIOPS. Dans le présent chapitre, j'ai voulu appliquer des taux du marché marocain. Il nous faudra donc faire des prévisions sur les 17 ans à venir, le problème qui s'est posé est le manque de données historique nécessaires.

Le présent chapitre illustre la démarche à suivre pour faire des prévisions mais sur quelques mois seulement, à partir d'une courbe de taux de maturité 1 an.

Pour les séries stationnaires, on peut chercher à modéliser la série à l'aide d'un modèle ARIMA par exemple, dans le but de faire des prévisions.

Une série est dite stationnaire si elle est de moyenne finie et constante dans le temps, les liaisons linéaires entre les valeurs passées, présentes et futures de cette variable sont indépendantes du facteur temps et enfin sa variance est fixe dans le temps. Pour étudier cette stationnarité nous utiliserons le test de Dickey Fuller Augmenté (ADF).

I- Étude de la stationnarité de la série chronologique des taux d'intérêt :

1) Description de la série :

La série chronologique qu'on va étudier a l'allure suivante :

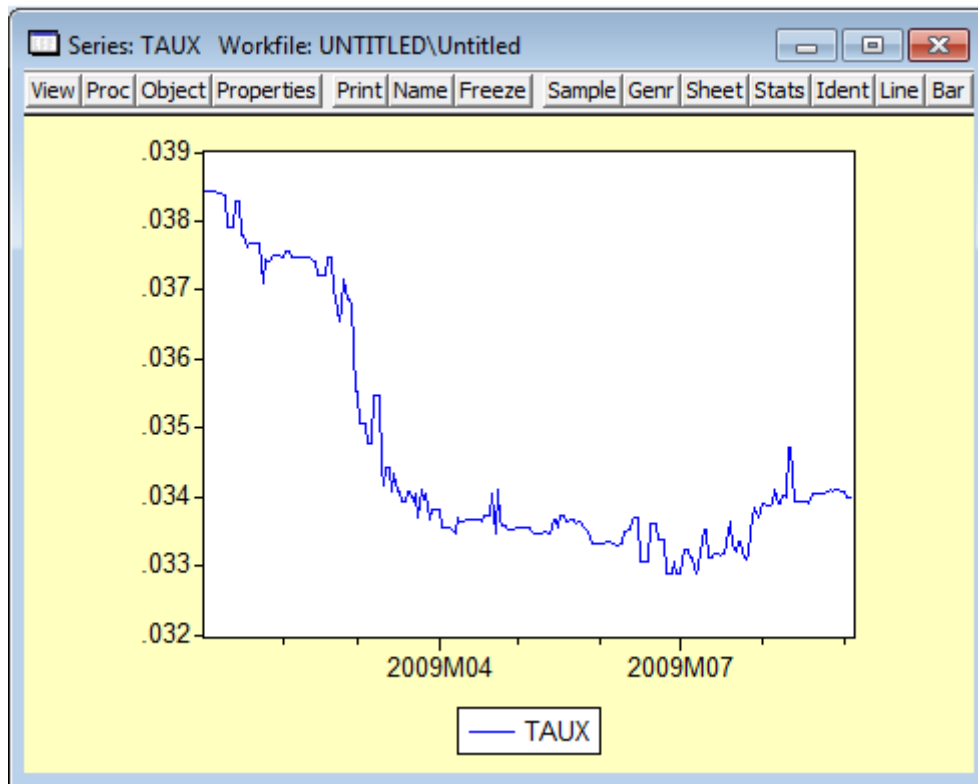


Figure 19 : Courbe des taux de maturité 1 an

L'examen graphique de la série fait apparaître une tendance décroissante, la série semble être non stationnaire.

Sur le corrélogramme de la série ci-dessous, nous pouvons observer une décroissance lente et progressive des autocorrélations ce qui caractérise bien un processus non stationnaire.

Date: 06/08/12 Time: 17:44
 Sample: 1/02/2009 9/04/2009
 Included observations: 246

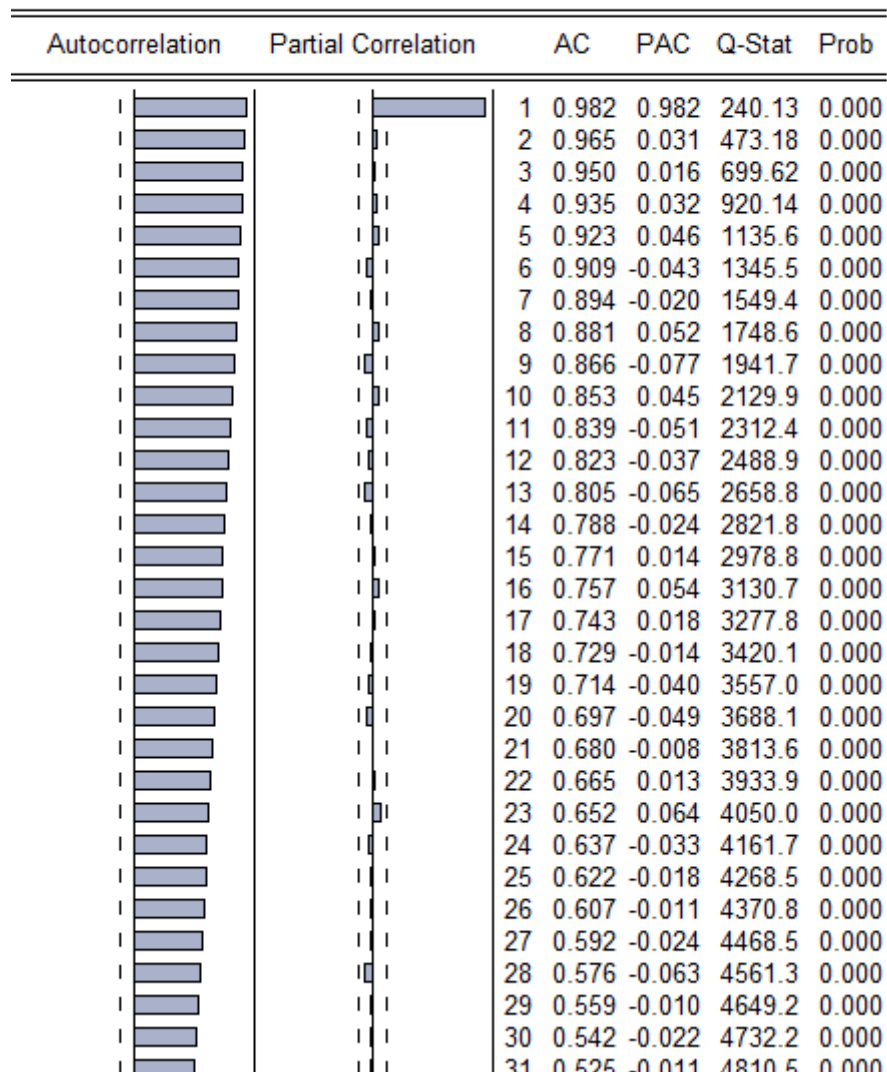


Figure 20 : Corrélogramme de la série des taux

Pour le vérifier, on applique le test de Dickey-Fuller.

2) Test de Dickey-Fuller :

a) Modèle avec constante et avec tendance :

Null Hypothesis: TAUX has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.457235	0.8414
Test critical values: 1% level	-3.995956	
5% level	-3.428273	
10% level	-3.137529	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TAUX)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/12 Time: 17:49
 Sample (adjusted): 1/03/2009 9/04/2009
 Included observations: 245 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TAUX(-1)	-0.017845	0.012246	-1.457235	0.1463
C	0.000601	0.000453	1.327852	0.1855
@TREND(1/02/2009)	-1.27E-08	2.97E-07	-0.042783	0.9659
R-squared	0.020073	Mean dependent var		-1.81E-05
Adjusted R-squared	0.011974	S.D. dependent var		0.000211
S.E. of regression	0.000210	Akaike info criterion		-14.08545
Sum squared resid	1.07E-05	Schwarz criterion		-14.04257
Log likelihood	1728.467	F-statistic		2.478533
Durbin-Watson stat	2.208902	Prob(F-statistic)		0.085993

Figure 21 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et avec tendance

On a : $t\text{-stat}(\text{Trend}) = -0,042783 < 2,79$ (à comparer avec les valeurs critiques de la tendance du test ADF – voir l'annexe-), donc la tendance n'est pas significativement différente de 0 au seuil de 5%.

On passe donc à l'étude du modèle avec constante et sans tendance.

b) **Modèle avec constante et sans tendance :**

Null Hypothesis: TAUX has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.230622	0.1961
Test critical values:	1% level		-3.456950	
	5% level		-2.873142	
	10% level		-2.573028	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(TAUX)				
Method: Least Squares				
Date: 06/08/12 Time: 18:00				
Sample (adjusted): 1/03/2009 9/04/2009				
Included observations: 245 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TAUX(-1)	-0.017443	0.007820	-2.230622	0.0266
C	0.000586	0.000271	2.161072	0.0317
R-squared	0.020065	Mean dependent var		-1.81E-05
Adjusted R-squared	0.016033	S.D. dependent var		0.000211
S.E. of regression	0.000210	Akaike info criterion		-14.09360
Sum squared resid	1.07E-05	Schwarz criterion		-14.06502
Log likelihood	1728.466	F-statistic		4.975675
Durbin-Watson stat	2.209776	Prob(F-statistic)		0.026620

Figure 22 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et sans tendance

On a : $t\text{-stat}(C) = 2,161072 < 2,54$ (à comparer avec les valeurs critiques de constante du test ADF), donc la constante n'est pas significativement différente de 0 au seuil de 5%. On accepte alors H_0 et on passe au modèle sans constante et sans tendance.

c) **Modèle sans constante et sans tendance :**

Null Hypothesis: TAUX has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.449585	0.1373
Test critical values:	1% level		-2.574435	
	5% level		-1.942126	
	10% level		-1.615835	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(TAUX)				
Method: Least Squares				
Date: 06/08/12 Time: 18:04				
Sample (adjusted): 1/03/2009 9/04/2009				
Included observations: 245 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TAUX(-1)	-0.000565	0.000389	-1.449585	0.1485
R-squared	0.001232	Mean dependent var		-1.81E-05
Adjusted R-squared	0.001232	S.D. dependent var		0.000211
S.E. of regression	0.000211	Akaike info criterion		-14.08273
Sum squared resid	1.09E-05	Schwarz criterion		-14.06844
Log likelihood	1726.134	Durbin-Watson stat		2.205039

Figure 23 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle sans constante et sans tendance

La statistique du test $-1,449585 > -1,952910$. Le coefficient n'est donc pas significativement différent de zéro. La série des taux est alors un processus non stationnaire. Elle comporte au moins une racine unitaire.

II- Stationnarisation de la série chronologique des taux d'intérêt :

1) La série des taux différenciée :

Pour stationnariser notre série, nous allons utiliser les différences premières comme filtre. Le graphique de la série transformée et différenciée une fois est comme suit :

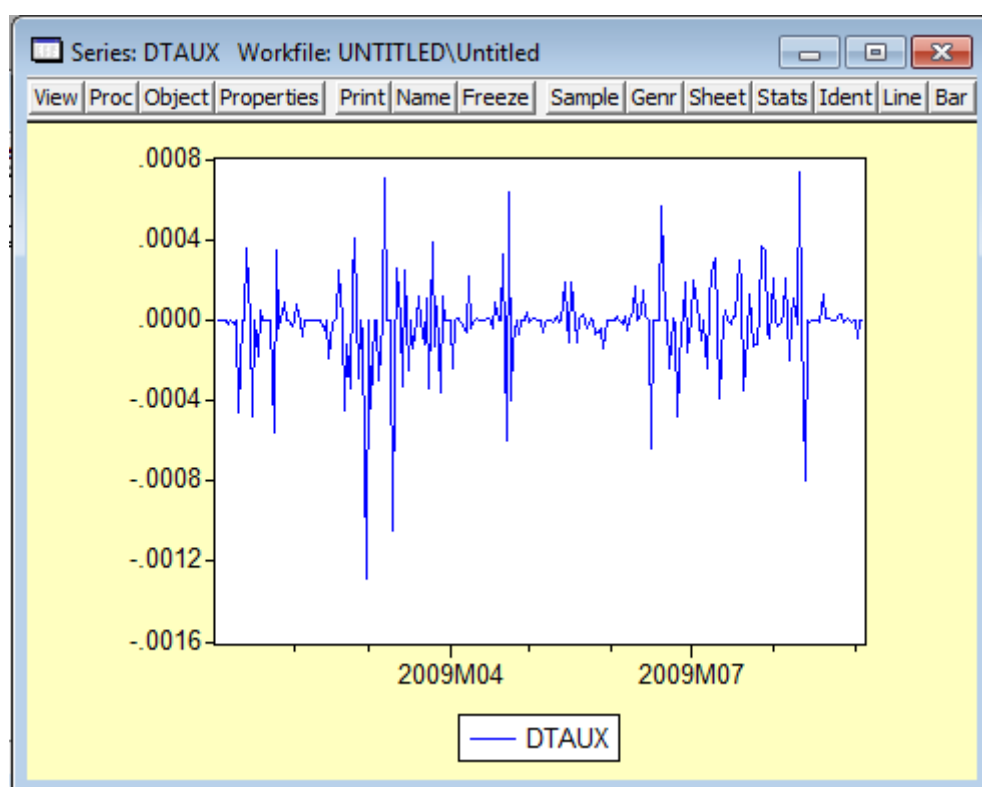


Figure 24 : Allure de la différence première de la série des taux

Le graphique de la série différenciée au premier ordre ci-dessus montre l'effet de la différenciation : la série différenciée ne semble plus présenter de tendance et sa volatilité ne semble plus croître en fonction du temps.

On note également que les valeurs de la série semblent se répartir de façon aléatoire de part et d'autre de l'axe des origines.

La série différenciée semble donc stationnaire de moyenne nulle. Afin de conforter cette hypothèse, il convient cependant de vérifier cela avec le test de Dickey-Fuller.

2) Test de Dickey-Fuller sur la série des taux différenciée :

a) Modèle avec constante et avec tendance :

Null Hypothesis: DTAUX has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-17.42305	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.996113	
5% level	-3.428349	
10% level	-3.137574	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DTAUX)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/12 Time: 18:23
 Sample (adjusted): 1/04/2009 9/04/2009
 Included observations: 244 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DTAUX(-1)	-1.114766	0.063982	-17.42305	0.0000
C	-6.50E-05	2.74E-05	-2.373006	0.0184
@TREND(1/02/2009)	3.62E-07	1.92E-07	1.886576	0.0604
R-squared	0.557443	Mean dependent var		-2.34E-08
Adjusted R-squared	0.553771	S.D. dependent var		0.000314
S.E. of regression	0.000210	Akaike info criterion		-14.08609
Sum squared resid	1.06E-05	Schwarz criterion		-14.04309
Log likelihood	1721.503	F-statistic		151.7815
Durbin-Watson stat	2.020330	Prob(F-statistic)		0.000000

Figure 25 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et avec tendance (série différenciée)

On remarque que le coefficient de la tendance est significativement différent de zéro car on a $1,886576 < 2,79$. On passe alors au modèle avec constante et sans tendance.

b) Modèle avec constante et sans tendance :

Null Hypothesis: DTAUX has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-17.22975	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.457061	
5% level	-2.873190	
10% level	-2.573054	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DTAUX)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/12 Time: 22:06
 Sample (adjusted): 1/04/2009 9/04/2009
 Included observations: 244 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DTAUX(-1)	-1.101807	0.063948	-17.22975	0.0000
C	-2.00E-05	1.36E-05	-1.476527	0.1411
R-squared	0.550907	Mean dependent var		-2.34E-08
Adjusted R-squared	0.549052	S.D. dependent var		0.000314
S.E. of regression	0.000211	Akaike info criterion		-14.07963
Sum squared resid	1.08E-05	Schwarz criterion		-14.05096
Log likelihood	1719.714	F-statistic		296.8644
Durbin-Watson stat	2.014610	Prob(F-statistic)		0.000000

Figure 26 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle avec constante et sans tendance (série différenciée)

On a $t(C) = -1,476527 < 2,54$. On accepte l'hypothèse H_0 et on passe au dernier modèle.

c) **Modèle avec constante et sans tendance :**

Null Hypothesis: DTAUX has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-17.12484	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.574474	
5% level	-1.942131	
10% level	-1.615832	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DTAUX)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/12 Time: 22:09
 Sample (adjusted): 1/04/2009 9/04/2009
 Included observations: 244 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DTAUX(-1)	-1.093725	0.063868	-17.12484	0.0000
R-squared	0.546862	Mean dependent var	-2.34E-08	
Adjusted R-squared	0.546862	S.D. dependent var	0.000314	
S.E. of regression	0.000212	Akaike info criterion	-14.07885	
Sum squared resid	1.09E-05	Schwarz criterion	-14.06452	
Log likelihood	1718.620	Durbin-Watson stat	2.011639	

Figure 27 : Résultat du test de Dickey-Fuller d'un modèle sans constante et sans tendance (série différenciée)

Et selon les résultats du test ADF : La statistique du test ADF (fait sur le modèle sans tendance et sans constante) est égale à - 17,12484, elle est inférieure à -1,95. Le coefficient est donc significativement différent de zéro. On rejette l'hypothèse de présence de racine unitaire. La condition de stationnarité est donc vérifiée.

Ainsi, le comportement de la série des taux sera modélisé à l'aide d'un processus ARIMA(p,d,q).

III- Identification et estimation des paramètres :

1) Le modèle ARMA(p,q) de la série différenciée :

La série D(Taux,1) est stationnaire. On va lui chercher un modèle ARMA(p,q).

Pour connaître les ordres du modèle ARMA(p,q), on regarde le corrélogramme de la série stationnaire D(Taux,1).

Le corrélogramme simple permet d'identifier un modèle MA(q) tandis que le corrélogramme partiel permet d'identifier un modèle AR(p).

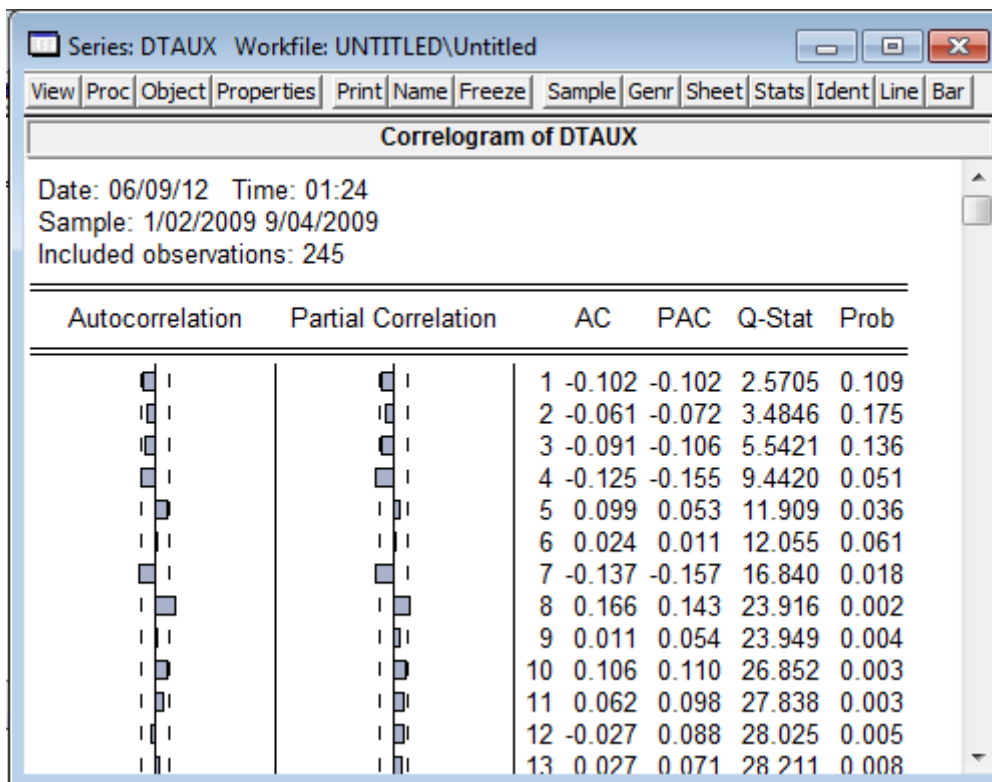


Figure 28 : Corrélogramme de la série différenciée

L'observation visuelle du corrélogramme montre qu'il y a quatre modèles potentiels qui sont : AR(6), MA(6), ARIMA(p,1,q), avec $p = 1,2,3,4,5,6$ et $q = 1,2,3,4,5,6$

Après avoir éliminé les modèles dont au moins l'un des coefficients a un t-Student inférieur à 1,96 en valeur absolue. (Voir l'annexe)

On retient le modèle ARMA(2,4)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-1.038967	0.032220	-32.24647	0.0000
AR(2)	-0.919668	0.028960	-31.75605	0.0000
MA(1)	0.941899	0.071380	13.19557	0.0000
MA(2)	0.763347	0.090444	8.439999	0.0000
MA(3)	-0.220960	0.089476	-2.469485	0.0142
MA(4)	-0.156135	0.068145	-2.291215	0.0228
R-squared	0.066720	Mean dependent var	-1.83E-05	
Adjusted R-squared	0.047031	S.D. dependent var	0.000212	
S.E. of regression	0.000207	Akaike info criterion	-14.10119	
Sum squared resid	1.02E-05	Schwarz criterion	-14.01494	
Log likelihood	1719.295	Durbin-Watson stat	1.978160	
Inverted AR Roots	-.52-.81i	-.52+.81i		
Inverted MA Roots	.43	-.37	-.50-.86i	-.50+.86i

Figure 29 : Coefficients su modèle retenu ARMA(2,4)

2) Prévisions du modèle ARIMA(2,1,4)

a) Validation du modèle :

Pour que le modèle qu'on a choisit soit valide, il va falloir que les résidus ne soit pas corrélés. Ce qu'on vérifie par le corrélogramme suivant :

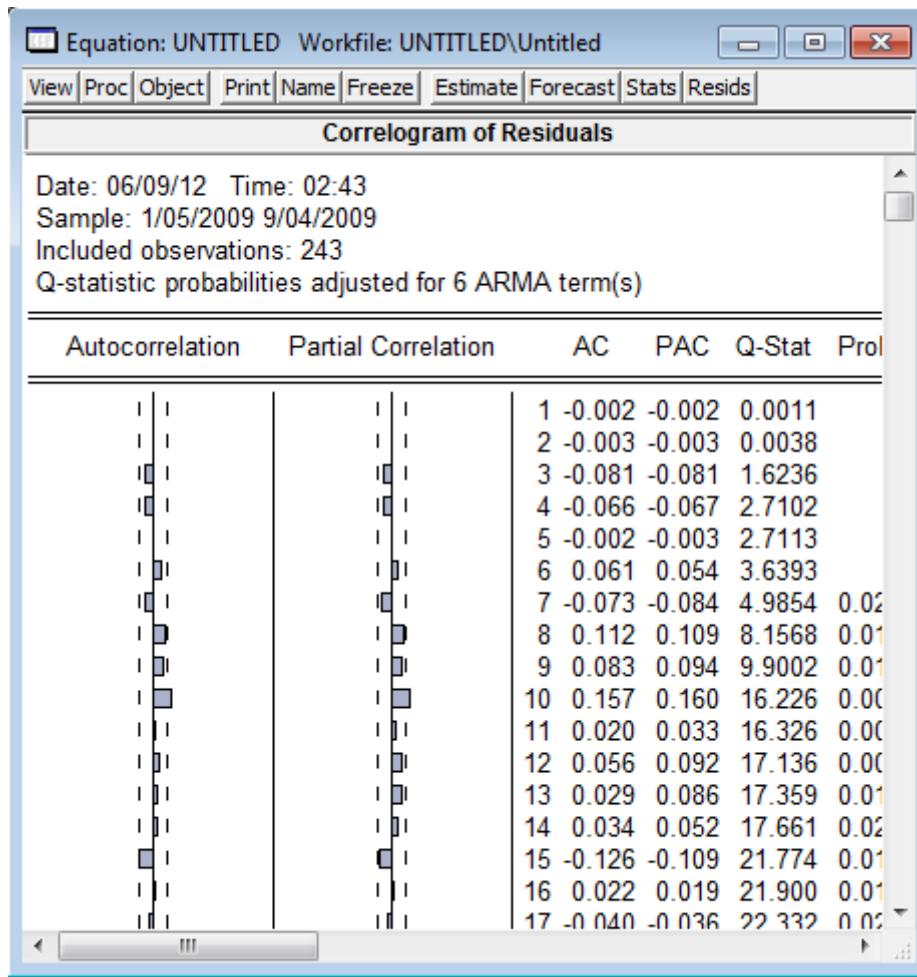


Figure 30 : Correlogramme des résidus

Les résidus ne sont pas corrélés, ils suivent un bruit blanc.

b) Prévisions :

La figure ci-contre donne l'allure des prévisions des taux sur quatre mois.

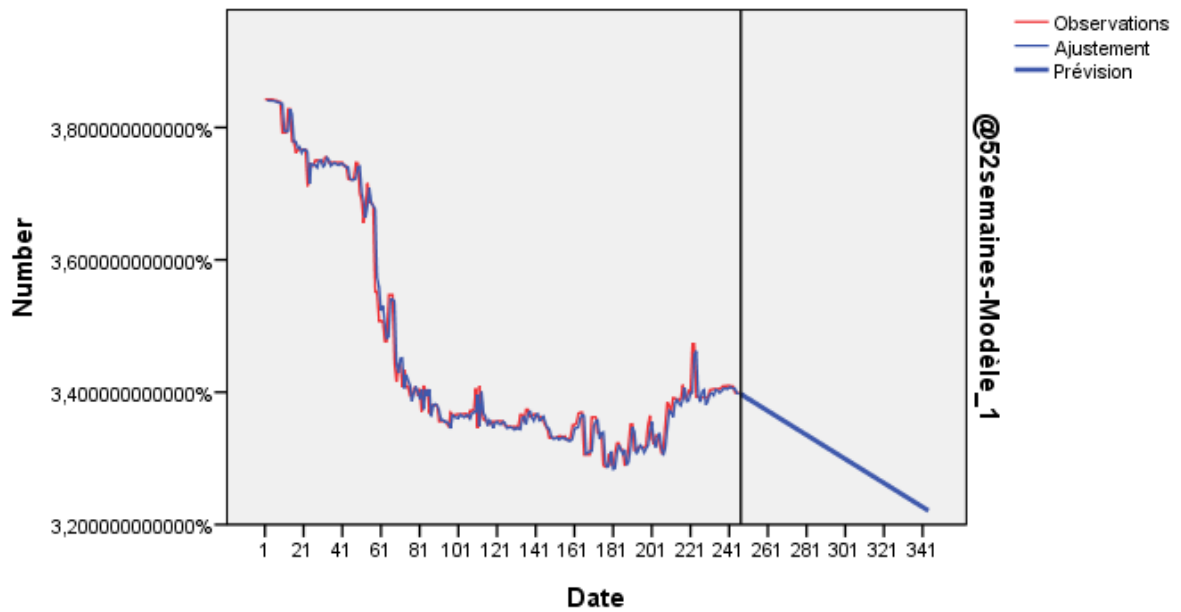


Figure 31 : Prévisions sur quatre mois des taux futurs

Cette approche peut s'appliquer à une série de plusieurs années à partir de laquelle, on pourra prévoir les taux sur les 17 ans à venir qu'on devrait utiliser pour le calcul du Best Estimate.

Conclusion générale

L'activité d'assurance repose sur le respect d'engagements des assureurs envers les assurés.

Les assureurs doivent disposer à tout moment les fonds nécessaires afin d'honorer leurs engagements c'est-à-dire que les compagnies d'assurances doivent être solvables à tout moment.

Selon le ministère des finances, les compagnies d'assurances sont ainsi appelées à intégrer dans leur analyse les risques de taux, de marché, de liquidité ainsi que le risque de mortalité et autre.

Aujourd'hui à RMA WATANYA, solvabilité II représente à la fois une nécessité pour la viabilité de tout un secteur, et aussi un atout concurrentiel à travers notamment l'amélioration de la notoriété auprès du public.

Cette obligation de la mise en place d'une procédure de solvabilité a été déjà prévu sous le nom de solvabilité I, mais cette dernière a montré certaines limites et a été considérée comme incapable pour mesurer la capacité future des assureurs à faire face à leurs engagements, donc solvabilité I ne permet pas à l'assureur d'exercer son activité principale qui reste le prise en compte d'une manière cohérente la gestion et le transfert de risque.

Cette notion de solvabilité apparait dans le secteur d'assurance plus que n'importe quel secteur vue que les assureurs dans le cadre de leur gestion d'actifs, ils placent les primes reçus sous forme des actions, des obligations...dans d'autre entités économiques, sachant qu'on est dans un monde de la finance qui est de plus en plus fragile et qu'aucune entreprise n'est à l'abri d'une crise financière. D'où la nécessité d'une évaluation réaliste des risques encourus par les compagnies d'assurances semble de plus en plus obligatoire afin d'avoir une vision plus claire sur la situation réelle de ces dernières.

Bibliographie :

Sites web :

www.acam-france.fr

www.ceiops.org

www.gis4.fr

www.institutdesactuaires.com

www.finance-research.net

www.boursedecasablanca.ma

www.bkam.ma

<http://www.ressources-actuarielles.net/memoires>

Mémoires et œuvres :

- Fouad MARRI, Séries Chronologiques, INSEA-Rabat, 2011
- Laila CHEIKHANI: Etude de solvabilité et de rentabilité d'un produit d'Epargne sous les normes de solvabilité II, mémoire INSEA Juin 2009
- Cheick Omar DIALLO : solvabilité II et IFRS : QIS 4 et impact « bilantaire » du passage aux normes IFRS pour une société d'assurance non-vie, mémoire INSEA Juin 2008
- CEIOPS : Rapport de la quatrième étude d'impact de solvabilité QIS4, Bruxelles, le 31 Mars 2008.
- Aristide VIGNIKIN : Solvabilité II impact de l'utilisation d'un modèle interne sur la valorisation du bilan en assurance. Université d'Orléans 2007
- Hélène COMPAIN : Analyse du risque de provisionnement non-vie dans le cadre de la réforme solvabilité II. Université Paris Dauphine.
- Abderrahim OULIDI : Assurance non-vie. INSEA 2010

Annexes

Annexe1 : La table de Dickey et Fuller

STATISTICAL TABLES FOR UNIT ROOT TESTS

True Model Used to Generate the Data: $y_t = y_{t-1} + \epsilon_t$

1. Model Estimated:		Dickey-Fuller	$\Delta y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 t + \epsilon_t$		
		Phillips-Perron	$y_t = \tilde{a}_0 + \tilde{a}_1 y_{t-1} + \tilde{a}_2 (t - n/2) + \tilde{\epsilon}_t$		
Hypothesis	Test Statistic	Critical Values			
		10%	5%	1%	
$a_1 = 0, \tilde{a}_1 = 1$	t-based	-3.15	-3.45	-4.04	
$a_0 = 0, \tilde{a}_0 = 0$	t-based	2.73	3.11	3.78	
$a_2 = 0, \tilde{a}_2 = 0$	t-based	2.38	2.79	3.53	
$a_1 = a_2 = 0, \tilde{a}_1 = 1 \ \& \ \tilde{a}_2 = 0$	F-based	5.47	6.49	8.73	
$a_0 = a_1 = a_2 = 0, \tilde{a}_0 = \tilde{a}_2 = 0 \ \& \ \tilde{a}_1 = 1$	F-based	4.16	4.88	6.50	

2. Model Estimated:		Dickey-Fuller	$\Delta y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \epsilon_t$		
		Phillips-Perron	$y_t = \tilde{a}_0 + \tilde{a}_1 y_{t-1} + \tilde{\epsilon}_t$		
Hypothesis	Test Statistic	Critical Values			
		10%	5%	1%	
$a_1 = 0, \tilde{a}_1 = 1$	t-based	-2.58	-2.89	-3.51	
$a_0 = 0, \tilde{a}_0 = 0$	t-based	2.17	2.54	3.22	
$a_0 = a_1 = 0, \tilde{a}_0 = 0 \ \& \ \tilde{a}_1 = 1$	F-based	3.86	4.71	6.70	

3. Model Estimated:		Dickey-Fuller	$\Delta y_t = a_1 y_{t-1} + \epsilon_t$		
		Phillips-Perron	$y_t = \tilde{a}_1 y_{t-1} + \tilde{\epsilon}_t$		
Hypothesis	Test Statistic	Critical Values			
		10%	5%	1%	
$a_1 = 0, \tilde{a}_1 = 1$	t-based	-1.61	-1.95	-2.60	

Annexe 2: Tests de Dickey-Fuller :

Les tests de Dickey-Fuller et Dickey-Fuller Augmenté permettent de rendre compte de la stationnarité ou non d'une série. Le test de Dickey-Fuller Augmenté a été proposé pour améliorer le test de Dickey-Fuller en prenant compte le fait que les erreurs ne soient pas des bruits blancs mais puissent être corrélées.

➤ Test de Dickey-Fuller :

Il repose sur les hypothèses suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \text{processus non stationnaire, les formes de non stationnarité sont :} \\ [1] X_t = \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \\ [2] X_t = \phi_1 X_{t-1} + c + \varepsilon_t \\ [3] X_t = \phi_1 X_{t-1} + bt + c + \varepsilon_t \\ \\ \text{où } \phi_1 = 1 \text{ et } \varepsilon_t \sim \text{iid}(0, \sigma^2) \\ \\ H_1 : \phi_1 < 1. \end{array} \right.$$

Ces hypothèses peuvent également s'écrire sous la forme suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \text{processus non stationnaire, les formes de non stationnarité sont :} \\ [1] \Delta X_t = (\phi_1 - 1) X_{t-1} + \varepsilon_t \\ [2] \Delta X_t = (\phi_1 - 1) X_{t-1} + c + \varepsilon_t \\ [3] \Delta X_t = (\phi_1 - 1) X_{t-1} + bt + c + \varepsilon_t \\ \\ \text{où } (\phi_1 - 1) = 0 \text{ et } \varepsilon_t \sim \text{iid}(0, \sigma^2) \\ \\ H_1 : \phi_1 < 1 \end{array} \right.$$

Sous H_0 vraie, la statistique de test pour l'estimateur de ϕ_1 est donnée par :

$$t_{\hat{\phi}_1} = \frac{\hat{\phi}_1 - 1}{\hat{\sigma}_{\hat{\phi}_1}} .$$

La procédure de ce test consiste à analyser successivement les trois formes possibles de non stationnarité de la série temporelle. Or sous H_0 vraie, le processus étudié est non stationnaire et l'estimateur de ϕ_1 ne suit pas une distribution normale. Par conséquent, le t-Student ne peut pas être comparé aux valeurs critiques de la table de Student. Dickey et Fuller (1979) ont donc

étudié la distribution asymptotique des estimateurs de b , c et ϕ_1 sous H_0 vraie. Le résultat est donné par la table ci-dessus.

On débute le test par l'analyse du modèle (3) et par une comparaison de la statistique t_{ϕ_1} aux seuils tabulés par Dickey et Fuller. Si l'hypothèse nulle $\phi_1 = 1$ est rejetée, on compare le t-Student de \hat{b} (l'estimateur de b) aux valeurs critiques usuelles (1,96 à 5%). Autrement, le t-Student de \hat{b} doit être comparé au seuil déterminé par Dickey et Fuller. Si la tendance n'est pas significative, on poursuit le test par l'analyse du modèle 2 et ainsi de suite.

➤ Test de Dickey-Fuller Augmenté :

Dans le test de Dickey-Fuller que nous venons de présenter, l'erreur ε_t est par hypothèse un bruit blanc. Or il n'y a aucune raison pour que cette hypothèse soit, a priori, vérifiée. Le test de Dickey-Fuller Augmenté prend en considération l'autocorrélation des erreurs en proposant une représentation AR(p-1) pour l'erreur.

Les hypothèses du test de Dickey-Fuller deviennent alors :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \text{processus non stationnaire, les formes de non stationnarité sont :} \\ [1] \quad \Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{k=2}^p \gamma_k \Delta X_{t-k+1} + \eta_t \\ [2] \quad \Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{k=2}^p \gamma_k \Delta X_{t-k+1} + c + \eta_t \\ [3] \quad \Delta X_t = \rho X_{t-1} - \sum_{k=2}^p \gamma_k \Delta X_{t-k+1} + bt + c + \eta_t \\ \text{où } \rho = 0, \theta_1 = 1 \text{ et } \eta_t \sim \text{iid}(0, \sigma_\eta^2) \\ H_1 : |\theta_1| < 1 \end{array} \right.$$

La valeur p permettant de blanchir les résidus peut être déterminée à l'aide du corrélogramme partiel de la série différenciée ΔX_t . On retiendra alors la valeur p le nombre de retards p connu, le déroulement du test est identique à celui du test de Dickey-Fuller simple.

En adoptant une structure AR(p-1) pour l'erreur, Dickey et Fuller obtiennent des distributions asymptotiques des statistiques de test qui sont similaires à celles obtenus pour les modèles du test de Dickey-Fuller simple. Les valeurs critiques sont donc identiques pour les tests de Dickey-Fuller simple et Augmenté.

Annexe 3 : Résultat d'Views :

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(TAUX, 1)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/12 Time: 02:27
 Sample (adjusted): 1/09/2009 9/04/2009
 Included observations: 239 after adjustments
 Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.110978	0.065491	-1.694566	0.0915
AR(2)	-0.070684	0.065726	-1.075437	0.2833
AR(3)	-0.101708	0.065357	-1.556206	0.1210
AR(4)	-0.130927	0.065357	-2.003276	0.0463
AR(5)	0.071499	0.065754	1.087366	0.2780
AR(6)	0.025965	0.065518	0.396300	0.6922

R-squared	0.038995	Mean dependent var	-1.85E-05
Adjusted R-squared	0.018373	S.D. dependent var	0.000214
S.E. of regression	0.000212	Akaike info criterion	-14.05459
Sum squared resid	1.05E-05	Schwarz criterion	-13.96731
Log likelihood	1685.523	Durbin-Watson stat	1.992605

Inverted AR Roots	.48	.33+.62i	.33-.62i	-.26
	-.49-.43i	-.49+.43i		

Certains coefficients ont un t-Student en valeur absolue inférieur à 1,96 (à 5%)

On rejette le modèle.

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(TAUX,1)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/12 Time: 02:30
 Sample (adjusted): 1/03/2009 9/04/2009
 Included observations: 245 after adjustments
 Convergence achieved after 35 iterations
 Backcast: 12/28/2008 1/02/2009

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.113070	0.064312	-1.758134	0.0800
MA(2)	-0.086940	0.064143	-1.355418	0.1766
MA(3)	-0.161867	0.063941	-2.531523	0.0120
MA(4)	-0.119944	0.063939	-1.875929	0.0619
MA(5)	0.134175	0.064166	2.091069	0.0376
MA(6)	0.106788	0.064330	1.659995	0.0982

R-squared	0.051689	Mean dependent var	-1.81E-05
Adjusted R-squared	0.031849	S.D. dependent var	0.000211
S.E. of regression	0.000208	Akaike info criterion	-14.09375
Sum squared resid	1.03E-05	Schwarz criterion	-14.00801
Log likelihood	1732.485	Durbin-Watson stat	2.002204

Inverted MA Roots	.70+.29i	.70-.29i	-.11-.75i	-.11+.75i
	-.53-.20i	-.53+.20i		

On rejette le modèle.

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(TAUX,1)
Method: Least Squares
Date: 06/09/12 Time: 02:21
Sample (adjusted): 1/04/2009 9/04/2009
Included observations: 244 after adjustments
Convergence achieved after 14 iterations
Backcast: 12/30/2008 1/03/2009

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.822998	0.082767	9.943607	0.0000
MA(1)	-0.970930	0.098310	-9.876224	0.0000
MA(2)	0.036303	0.091367	0.397332	0.6915
MA(3)	-0.099710	0.089607	-1.112749	0.2669
MA(4)	0.022319	0.091015	0.245227	0.8065
MA(5)	0.211276	0.067308	3.138932	0.0019

R-squared	0.082073	Mean dependent var	-1.82E-05
Adjusted R-squared	0.062789	S.D. dependent var	0.000212
S.E. of regression	0.000205	Akaike info criterion	-14.12206
Sum squared resid	1.00E-05	Schwarz criterion	-14.03606
Log likelihood	1728.891	Durbin-Watson stat	2.011261

Inverted AR Roots	.82			
Inverted MA Roots	.87-.25i	.87+.25i	-.10-.66i	-.10+.66i
	-.57			

On rejette le modèle.

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(TAUX,1)
Method: Least Squares
Date: 06/09/12 Time: 02:33
Sample (adjusted): 1/06/2009 9/04/2009
Included observations: 242 after adjustments
Convergence achieved after 25 iterations
Backcast: 1/03/2009 1/05/2009

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.834096	0.317639	5.774151	0.0000
AR(2)	-0.997206	0.527692	-1.889750	0.0600
AR(3)	0.094408	0.237348	0.397760	0.6912
MA(1)	-2.028294	0.321307	-6.312633	0.0000
MA(2)	1.215763	0.597328	2.035337	0.0429
MA(3)	-0.114843	0.303832	-0.377983	0.7058

R-squared	0.093353	Mean dependent var	-1.83E-05
Adjusted R-squared	0.074144	S.D. dependent var	0.000213
S.E. of regression	0.000205	Akaike info criterion	-14.12585
Sum squared resid	9.89E-06	Schwarz criterion	-14.03934
Log likelihood	1715.227	Durbin-Watson stat	1.992209

Inverted AR Roots	.86+.24i	.86-.24i	.12
Inverted MA Roots	.96-.28i	.96+.28i	.12

On rejette le modèle

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(TAUX,1)
Method: Least Squares
Date: 06/09/12 Time: 02:36
Sample (adjusted): 1/07/2009 9/04/2009
Included observations: 241 after adjustments
Convergence achieved after 26 iterations
Backcast: 1/05/2009 1/06/2009

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.958235	0.129332	-7.409114	0.0000
AR(2)	-0.886330	0.149098	-5.944625	0.0000
AR(3)	-0.178577	0.091699	-1.947423	0.0527
AR(4)	-0.193454	0.068755	-2.813678	0.0053
MA(1)	0.880174	0.119988	7.335514	0.0000
MA(2)	0.766793	0.122668	6.250951	0.0000

R-squared	0.058207	Mean dependent var	-1.84E-05
Adjusted R-squared	0.038169	S.D. dependent var	0.000213
S.E. of regression	0.000209	Akaike info criterion	-14.08350
Sum squared resid	1.03E-05	Schwarz criterion	-13.99674
Log likelihood	1703.062	Durbin-Watson stat	2.030045

Inverted AR Roots	.06-.50i	.06+.50i	-.54+.69i	-.54-.69i
Inverted MA Roots	-.44-.76i	-.44+.76i		

On rejette le modèle

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED\Untitled				
View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids				
Dependent Variable: D(TAUX,1)				
Method: Least Squares				
Date: 06/09/12 Time: 02:37				
Sample (adjusted): 1/08/2009 9/04/2009				
Included observations: 240 after adjustments				
Convergence achieved after 12 iterations				
Backcast: 1/07/2009				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.025494	0.925979	-0.027532	0.9781
AR(2)	-0.064109	0.126996	-0.504812	0.6142
AR(3)	-0.097528	0.098991	-0.985216	0.3255
AR(4)	-0.123566	0.120018	-1.029561	0.3043
AR(5)	0.081235	0.140923	0.576448	0.5649
MA(1)	-0.083999	0.928984	-0.090421	0.9280
R-squared	0.038515	Mean dependent var	-1.84E-05	
Adjusted R-squared	0.017971	S.D. dependent var	0.000214	
S.E. of regression	0.000212	Akaike info criterion	-14.05844	
Sum squared resid	1.05E-05	Schwarz criterion	-13.97142	
Log likelihood	1693.013	Durbin-Watson stat	2.001516	
Inverted AR Roots	.40	.31-.59i	.31+.59i	-.53+.41i
		-.53-.41i		
Inverted MA Roots	.08			

On rejette le modèle