

ROYAUME DU MAROC
*_.*_*. *_.*_*
HAUT COMMISSARIAT AU PLAN
*_.*_*. *_.*_*_*
INSTITUT NATIONAL
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE

INSEA



Rapport du projet de fin d'études

**CERTIFICATION DES RÉSERVES 'ACCIDENTS DE TRAVAIL'
& ÉVALUATION DU PASSIF SELON 'SOLVABILITÉ II'**

Préparé par :

M^{lle} Asmaa ELANBARI

M^{lle} Hajar MOUATASSIM

Sous la direction de:

M^r Ahmed SERHROUCHNI

M^r Lahcen ACHY

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^r Lahcen ACHY (INSEA)***
- ***M^r Ahmed SERHROUCHNI (RMA WATANYA)***
- ***M^r Jamal LACHGAR (INSEA)***

Juin 2009

DÉDICACE

Nous dédions ce travail :

A nos très chers parents,

A nos chers frères et sœurs,

A nos chers professeurs,

A tous nos amis

Ainsi qu'à tous ceux qui nous aiment...

Hajar & Asmaa

REMERCIEMENTS

Il est difficile de pouvoir traduire en quelques lignes, l'immense gratitude que nous pouvons ressentir à l'égard des personnes qui nous ont humblement marquées lors de la réalisation de ce projet de fin d'étude. Nous allons déployer ces quelques mots, si simples soient-ils, pour leur exprimer notre reconnaissance, notre estime et notre respect.

Nous tenons, tout d'abord à remercier le Directeur Général de RMA WATANYA, **Monsieur Taoufiq DRHIMEUR**, pour l'honneur qu'il nous a accordé en nous proposant ce sujet de projet de fin d'études, et en faisant en personne le suivi du travail. Nous lui exprimons notre profonde gratitude pour sa générosité et ses précieux conseils qui nous ont été très utiles.

Nous exprimons aussi notre gratitude et nos vifs sentiments de reconnaissance à notre encadrant à RMA-WATANYA, **Monsieur Ahmed SERHROUCHNI**, qui n'a ménagé aucun effort pour le bon déroulement de notre stage. Nous avons pu apprécier son dynamisme et admirer l'étendue de son savoir. Il nous a orientées dans ce travail, conseillées et aidées au cours de son élaboration de la manière la plus utile et avec la gentillesse, la générosité et la patience qui le caractérisent. Qu'il nous soit permis de lui témoigner ici, notre profond respect, notre admiration et toute notre reconnaissance.

Nous adressons également, nos plus sincères remerciements à notre Professeur encadrant à l'INSEA, **Monsieur Lahcen ACHY**, pour son suivi et l'intérêt qu'il a montré à l'égard de notre travail et pour toutes les orientations qu'il a fournies. Nous avons eu le plaisir de compter parmi ses étudiants et l'honneur de l'avoir pour encadrant. Puisse ce modeste travail être le témoignage de notre profonde gratitude.

Nos remerciements s'en vont également à l'endroit de Madame Amal BENJELLOUN, actuaire à RMA WATANYA, Mr Ahmed KHALED Responsable de la Direction Prestations AT, Mr Khalid BENJELLOUN Responsable SPDS, Mr GNAOUI Responsable du service Comptabilité et Mr Hamida CHKILIBA responsable de

contrôle de gestion, pour leur précieuse collaboration, leur diligence, et leurs conseils faisant preuve de leur compétence.

Nous remercions aussi tout le corps professoral de l'INSEA qui nous a garanti des compétences distinguées, ainsi que pour l'Association Marocaine des Actuaires pour ses efforts considérables en vue d'assurer aux actuaires de l'INSEA une formation de haut niveau et une meilleure insertion dans le marché, et ce par sa proximité et son suivi lors de nos études et de nos stages.

Et enfin, nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la nouvelle réglementation internationale des assurances, le Maroc, comme d'autres pays, s'active afin de préparer la mise en place de ce nouveau dispositif prudentiel baptisé 'Solvabilité II' qui est à sa quatrième étude d'impact.

Les deux principaux objectifs de ce mémoire sont la certification des réserves de la branche AT, et l'étude du niveau de solvabilité de cette branche en tant qu'entité indépendante, selon les spécifications techniques de ladite étude. Il sera donc question, dans un premier temps, d'exposer les différentes méthodes de calcul des provisions techniques. Et en deuxième lieu, il sera présenté et expliqué les méthodes de mesure de risques et de calcul du capital de Solvabilité requis. En définitive, seront confrontés les résultats des deux dispositifs 'Solvabilité I' et 'Solvabilité II'.

Mots clés :

Provisionnement, Solvabilité II, QIS 4, Best estimate, Marge de risque, SCR, MCR

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE	2
REMERCIEMENTS	3
TABLE DES MATIÈRES	6
LISTE DES TABLEAUX	10
LISTE DES ABRÉVIATIONS	12
INTRODUCTION GÉNÉRALE	14
Partie Préliminaire : Contextualisation	17
I. Le secteur d'assurance & la branche Accidents de travail au Maroc :.....	18
I.1. Le secteur des assurances au Maroc :.....	18
I.2. La branche AT au Maroc: chiffres clés.....	20
I.3. Assurance AT au Maroc : Contexte juridique et réglementation:.....	21
II. Présentation de l'organisme de stage - RMA WATANYA :.....	23
III. Présentation de la Direction Prestations AT à RMA Watanya:.....	24
Première Partie: Etude Quantitative & Qualitative du portefeuille	25
Chapitre 1: Etude quantitative des données du portefeuille étudié	26
I. Sondage aléatoire sur les dossiers AT & vérification des données :.....	27
I.1. Détermination de la taille de l'échantillon :.....	27
I.2. Vérification des dossiers et conclusion:.....	29
II. Analyse descriptive du portefeuille AT :.....	30
II.1. Répartition des dossiers AT selon les montants des réserves et leurs années de survenance :	31
II.2. Répartition des réserves selon le secteur d'activité:	32
II.3. Répartition des réserves de l'année 2008 :	32
Chapitre 2: Etude qualitative- Cartographie des risques	33
I. Description de la procédure de gestion des sinistres AT:	34
I.1. Ouverture du dossier :	34

I.2. Instruction du dossier :	34
I.3. Règlements :	35
I.4. Clôture du dossier :	35
II. Elaboration du processus AT:	35
III. Positionnement des risques opérationnels et proposition des actions de maîtrise :	36
Deuxième Partie: Certification des réserves de branche AT.....	39
Chapitre 3: Calcul des provisions par les méthodes réglementaires.....	40
I. Introduction aux provisions techniques.....	41
II. Calcul des provisions techniques par les méthodes réglementaires.....	41
II.1. Provisionnement par la méthode ‘dossier à dossier’ :	41
a) Estimation du nombre de sinistres survenus et non déclarés- tardifs:	42
b) Estimation du coût moyen :	44
II.2. Provisionnement par la méthode des ‘Coûts moyens’ :	45
II.3. Provisionnement par la méthode de ‘Cadences de règlement’ :	45
II.4. Provision complémentaire et réserve finale:	47
III. Synthèse des résultats obtenus par les méthodes réglementaires et conclusion:	48
Chapitre 4: Calcul des provisions par les méthodes statistiques et stochastiques.....	49
I. Méthodes de calcul statistiques :	50
I.1. La méthode «Chain Ladder »	50
I.1.1Présentation de la méthode :	50
I.1.2Hypothèses et description de la méthode :	51
I.1.3Application de la méthode Chain Ladder au portefeuille AT :	52
I.1.4Validation de l’hypothèse de la méthode :	52
I.1.5Critiques de la méthode Chain Ladder :	54
I.2. La méthode « London Chain » :	55
I.2.1Hypothèse de la méthode :	55
I.2.2Description de la méthode :	55
I.2.3Application de la méthode au portefeuille AT :	56
I.2.4Critique de la méthode London Chain :	57
I.3. Comparaison des résultats des deux méthodes:	57

II. Provisionnement par la méthode de ‘Mack’ :	60
II.1. Hypothèses du modèle :	60
II.2. Estimation du triangle des paiements :	61
II.3. Résultats et commentaires:.....	62
II.4. Validation des hypothèses de MACK:.....	63
Conclusion :	67
Troisième Partie: Evaluation du passif 'AT' sous Solvabilité II.....	68
La directive cadre Solvabilité 2 : apports et particularités	69
Chapitre 5: Calcul des provisions techniques de la branche 'AT' selon Solvabilité II.....	71
I. Introduction	73
II. Best estimate	74
II.1. Définition	74
II.2. Application 1 : calcul du best estimate de la branche AT hors rentes	74
II.2.1 Première étape : Evaluation des provisions AT	74
II.2.1.1 Extrapolation des cadences AT	75
II.2.1.2 Evaluation des provisions techniques.....	76
II.2.2 Deuxième étape : Evaluation des flux futurs de paiements.....	77
II.2.3 Troisième étape : Actualisation des flux au taux sans risque :.....	78
II.3. Application 2 : calcul du best estimate pour les rentes AT	79
III. Marge de risque.....	81
IV. Conclusion : provision technique selon solvabilité 2	83
Chapitre 6: Calcul des exigences en fonds propres pour la branche 'AT' selon Solvabilité II.....	85
I. Evaluation du Capital de Solvabilité Requis:	86
I.1. Evaluation du SCR de Base:	87
I.1.1 Définitions :.....	87
I.1.2 Calcul du BSCR pour l’activité Accident de travail :.....	88
I.1.2.1 Module risque de souscription de la branche AT:.....	88
I.1.2.1.1 Risque de provisionnement et de tarification - $WComp_{General}$:.....	89

I.1.2.1.2 Module de risque découlant de passifs payés sous forme de rente et assistance de vie: $WComp_{Annuities}$	95
I.1.2.1.3 Module de risque catastrophe :	101
I.1.2.1.4 Agrégation des chargements au titre du risque de souscription :	103
I.1.2.2 Module risque de marché :	103
I.1.2.2.1 Risque sur actions Mkt_{eq} :	105
I.1.2.2.2 Risque de taux d'intérêt Mkt_{int} :	108
I.1.2.2.3 Risque sur actifs immobiliers Mkt_{prop} :	111
I.1.2.2.4 Agrégation des sous-risques du module risque de marché :	112
I.1.2.3 Agrégation des sous modules- BSCR:	113
I.2. Risque opérationnel SCROp:	114
I.2.1 Description :	114
I.2.2 Formules et Calculs :	114
I.3. Calcul du SCR de la branche AT :	115
II. Evaluation du Minimum de Capital Requis : MCR	117
II.1. Méthode de calcul du MCR	117
II.2. Calcul du MCR de la branche AT et conclusion :	118
Conclusion	120
CONCLUSION GÉNÉRALE	121
BIBLIOGRAPHIE	122
ANNEXES	124
ANNEXE I : ETAT COMPARATIF DES DISPOSITIFS D'INDEMNISATION ...	125
ANNEXE II : RÉSERVE D'OUVERTURE D'UN DOSSIER 'AT'	126
ANNEXE III : ABATTEMENT DES SALAIRES	127
ANNEXE IV : CONSTRUCTION DE LA COURBE ZERO COUPON	128
ANNEXE V : ÉVALUATION DES ACTIFS ET DES PASSIFS	130
ANNEXE VI : CALCUL DE LA MARGE DE SOLVABILITE DE LA BRANCHE AT SUIVANT LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR	132

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Evolution des Primes Emises entre 2007 et 2008.....	19
Tableau 2: Indicateurs financiers de la compagnie RMA-WATANYA en 2008.....	23
Tableau 3: Nombre de dossiers à tirer pour la vérification des données	28
Tableau 4: Statistiques descriptives du portefeuille AT (Montants en DH).....	30
Tableau 5: Répartition des sinistres selon les années de survenance et le montant de la réserve	31
Tableau 6: Répartition de la réserve selon le secteur d'activité	32
Tableau 7: Triangle du nombre cumulé des sinistres déclarés	42
Tableau 8: Triangle des survenances cumulés et des tardifs estimés	43
Tableau 9: Détermination du coût moyen des sinistres AT (en DH)	44
Tableau 10: Estimation des tardifs et de leur réserve	44
Tableau 11: Triangle des règlements cumulés et des provisions estimés.....	47
Tableau 12: Triangle des cadences cumulées (Pourcentage de la charge totale)	47
Tableau 13: Tableau récapitulatif des résultats.....	48
Tableau 14: Triangle des règlements cumulés.....	50
Tableau 15: Triangle des règlements cumulés & réserve de Chain Ladder	52
Tableau 16: Comparaison des résultats de Chain Ladder & London Chain	58
Tableau 17: Volatilité des facteurs et Erreur Quadratique Moyenne par MACK :.....	62
Tableau 18: Réserve réglementaire comparée à la Provision de Mack	62
Tableau 19: Tableau des facteurs de développement (CL)	64
Tableau 20: Situation de la médiane par rapport aux facteurs de développement colonne par colonne	64
Tableau 21: Mise en œuvre de la méthode	65
Tableau 22: Valeurs des cadences réelles et des cadences ajustées	76
Tableau 23: Triangle extrapolé des règlements cumulés.....	77
Tableau 24: Tableau des règlements décumulés.....	77
Tableau 25: Cash flows des règlements futurs	78
Tableau 26: cash flows futurs actualisés.....	79
Tableau 27: Best estimate rentes par catégories (en kDH).....	80
Tableau 28: Best estimate de la branche AT en kDH.....	81
Tableau 29: Tableau des corrélations des risques de souscription	89
Tableau 30: Facteur de crédibilité pour le risque de primes.....	93
Tableau 31: Données nécessaires pour le calcul du risque de Tarification/Provisionnement	94
Tableau 32: Calcul du $W_{Comp}^{Général}$	94
Tableau 33: Tableau des corrélations des risques de souscription relatifs aux rentes..	96

Tableau 34: Calcul du chargement en capital au titre du risque de longévité	97
Tableau 35: Calcul du chargement en capital au titre du risque d'invalidité	99
Tableau 36: Calcul du chargement en capital au titre du risque de révision	100
Tableau 37: Calcul des exigences en fonds propres pour les risques relatifs aux rentes	101
Tableau 38: Calcul du chargement en capital au titre du Risque Catastrophe	102
Tableau 39: Calcul du SCR Souscription	103
Tableau 40: Matrice de corrélation des composantes du risque marché	104
Tableau 41: Exposition au risque Action.....	107
Tableau 42: Evolution des taux pour les scénarios de stress (hausse et baisse des taux)	109
Tableau 43: Courbes des taux suite aux chocs haussier & baissier	110
Tableau 44: Calcul du risque de taux.....	111
Tableau 45: Exposition au risque Immobilier.....	112
Tableau 46: Calcul du SCR marché.....	113
Tableau 47: Calcul du BSCR.....	113
Tableau 48: SCR opérationnel.....	115
Tableau 49: Synthèse du calcul du SCR de la branche AT	116
Tableau 50: Comparaison taux de couverture des exigences de marge Solvabilité I et II	116
Tableau 51: Courbe de taux zéro coupon	129

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition de la réserve de l'année 2008.....	32
Figure 2: validation 1 des hypothèses de la méthode Chain Ladder	53
Figure 3: Validation 2 des hypothèses de la méthode Chain Ladder	54
Figure 4: Comparaison des résultats de Chain Ladder & London Chain.....	58
Figure 5: Vérification de la 3ème hypothèse de Mack	66
Figure 6: Bilan d'une compagnie d'assurance vu sous Solvabilité 2	71
Figure 7: Cadences observées et fonction d'ajustement cubique.....	75
Figure 8: Schéma de calcul du capital de solvabilité requis (SCR).....	86
Figure 9: Composantes du risque de marché	104

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- AD : Ayant Droit
- AT : Accidents de travail
- BAM : Bank Al-Maghreb
- BE : Best Estimate
- BSCR : Basic Solvency Capital Requirement
- CEIOPS: Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors
- CM : Coût Moyen
- CNRA: Caisse Nationale de Retraite et d'Assurance
- CoC : Cost of Capital
- CR : Cadences de Règlement
- DAPS : Direction des Assurances et de Prévoyance Sociale.
- DD : Dossier à dossier
- EEE : Espace Economique Européen
- GSR : Gestion Spéciale des rentes
- HR : Hors Rentes
- IBNR : Incurred But Not Reported
- IPP : Incapacité Physique Partielle
- ITT : Incapacité Temporaire de Travail
- KPMG : Klynveld- Peat –Marwick-Goerdeler, les quatre fondateurs du groupe
KPMG- cabinet international d'audit et de conseil.
- Lob : Line of business
- LR : Loss Ratio
- LRJ : Législatif, Réglementaire et Judiciaire
- MAD : Dirham Marocain
- MCR : Minimum Capital Requirement

MP : Maladie Professionnelle

MSE : Mean Squared Error

NAV : Net Asset Value

OCDE: Organisation de Coopération et de Développement Economique

QIS : Quantitative Impact Study

RM : Risk margin

SCR : Solvency capital Requirement

SI : Système d'Information

SPDS : Surveillance du Portefeuille et Déclaration de Salaires

UC : Unité de Compte

VaR : Value at Risk

Wcomp: Workers compensation

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis l'avènement de l'assurance, celle-ci n'a cessé d'évoluer. Passant tout d'abord des pratiques désordonnées à l'assurance moderne, suite au grand incendie de Londres de 1666, le métier de l'assurance a pu s'établir et se tracer les grands axes de fonctionnement. Mais, à partir de la deuxième moitié du XXème siècle, il n'était plus question de déterminer les bases mais plutôt de veiller sur la continuité et la crédibilité de la profession, en instaurant bien évidemment des dispositifs prudentiels visant la protection des assureurs et assurés mais aussi l'harmonisation du secteur. C'est dans ce contexte que sont apparues les premières règles prudentielles en Europe, rassemblées dans le dispositif baptisé 'Solvabilité I'.

Avec l'intégration massive des outils financiers dans l'assurance, l'évolution permanente des techniques actuarielles et l'apparition de nouvelles catégories de risque, ce dispositif a rapidement été dépassé en raison de plusieurs anomalies soulevées à savoir :

- L'insuffisance en sensibilité au risque ;
- La non optimalité des règles pour le contrôle prudentiel ;
- L'absence d'harmonisation dans le secteur au niveau international.

Afin de remédier à ces problèmes, mais aussi pour évaluer correctement la véritable situation financière des assureurs, un énorme chantier a été lancé par les autorités de l'union européenne. Ce nouveau dispositif connu sous le nom de 'Solvabilité II' se veut complet et surtout très pointilleux dans la mesure où il compte, à travers ses trois piliers :

- Déterminer les exigences quantitatives à respecter, notamment sur l'harmonisation des provisions et l'instauration de minima de fonds propres (SCR & MCR) minimisant la probabilité de ruine.

- Imposer la mise en place de dispositifs de gouvernance des risques (processus, responsabilités, production et suivis d'indicateurs...).
- Fixer les exigences en matière de reporting et de transparence (communication financière).

Ce projet qui a été lancé en 2001, est en cours d'élaboration en Europe étant donné que les études d'impact (QIS) lancées dans le but de tester la faisabilité des méthodes proposées dans « Solvabilité II » ne sont pas encore achevées.

Au Maroc, sensibilisé à ces nouvelles formes de risque mais aussi aux lacunes du dispositif 'Solvabilité I', le besoin de migrer vers les nouvelles normes prudentielles s'est fait sentir. De plus, compte tenu du contexte international dépendant des aléas de la crise financière, la DAPS a fini par diffuser une circulaire en août 2008 qui prépare à l'institution de Solvabilité II.

La Direction¹ a commencé donc par prévoir la mise en place d'un système de contrôle interne, visant à renforcer la sécurité des transactions ainsi que la solvabilité des compagnies d'assurance à travers une couverture plus exhaustive des risques et ce, pour répondre aux exigences du dispositif.

C'est dans cette perspective que RMA WATANYA, a créé une nouvelle direction dédiée à cet effet, nommée 'Direction Gestion des Risques'. Son rôle est tout d'abord, de détecter les divers risques auxquels la compagnie est exposée dans l'ensemble de ses branches, et ensuite de mettre en place des moyens indispensables à la gestion de ces risques.

Dans le souci de s'assurer de la faisabilité des exigences dictées par le QIS 4 mais aussi pour étudier leurs impacts sur l'état actuel des choses, et finalement pour pouvoir certifier les réserves, nous nous sommes limités dans notre étude à la branche AT. Le choix de cette branche s'est basé sur le fait qu'elle n'a été traitée que rarement, d'autant plus qu'elle présente des aspects particuliers. En effet, il s'agit d'une branche

¹ Dans le cadre de la réforme du système financier initié par le Conseil national du crédit et de l'épargne, un projet de transformation de la DAPS en autorité de régulation indépendante a été lancé en vue d'accroître la supervision du secteur des assurances afin qu'il réponde aux standards internationaux.

non vie qui inclue également des spécificités de l'activité vie, du moment qu'elle sert des rentes viagères dans certains cas. C'est ce qui présente la difficulté mais aussi l'intérêt de ce choix.

Pour répondre à cette problématique, nous avons entamé notre travail par une étude qualitative à savoir la réalisation d'un macro-processus du fonctionnement de la branche et de la cartographie des risques. En second lieu, il est question de certifier les réserves de la branche AT. Pour cela, les méthodes réglementaires, statistiques et stochastiques seront abordées dans les chapitres 3 et 4 du présent rapport. Ensuite, sera réalisée l'étude quantitative QIS 4 en utilisant la méthode standard à titre d'illustration. A cet effet, le chapitre 5 sera consacré au calcul des provisions techniques sous Solvabilité 2 et le chapitre 6 sera dédié au calcul des exigences en fonds propres à savoir le SCR et MCR.

En outre, il sera effectué une confrontation entre les provisions calculées sous 'Solvabilité I' et 'Solvabilité II'. La fin de ce mémoire sera signée par une évaluation du coût du passage à solvabilité II en termes d'exigences en fonds propres.

PARTIE PRÉLIMINAIRE

CONTEXTUALISATION

Le propos de cette partie est de présenter le secteur des assurances au Maroc et en particulier la branche Accidents du Travail.

La première section sera donc dédiée à retracer les généralités du secteur. Ensuite dans une deuxième section, il s'agira de cerner et étudier ce qui caractérise l'assurance AT au Maroc. Quant à la troisième section, elle sera consacrée à la présentation de l'organisme de stage RMA WATANYA, puis de la direction Prestations AT, l'entité concernée par ce travail.

I. Le secteur d'assurance & la branche Accidents de travail au Maroc :

I.1. Le secteur des assurances au Maroc :

Après avoir frôlé les **20%** de hausse en 2007, le volume des primes émises par les compagnies marocaines a évolué d'à peine **11,4%** en 2008, à **19,74 milliards** de DH contre **17,67 milliards** en 2007. Néanmoins, le marché marocain de l'assurance a pu se classer **1^{er}** au Maghreb, **2^{ème}** en Afrique et **42^{ème}** au niveau mondial.

Il est par ailleurs le plus dynamique dans la région du Maghreb, et le seul marché en Afrique du Nord à avoir réalisé régulièrement une croissance à deux chiffres au cours de ces dernières années. Ceci est dû principalement à son système financier mature, à sa population qui est très réceptive aux produits assurantiels et à la présence de groupes internationaux. Le Business Monitor International ajoute aussi que ces performances sont vues à la hausse grâce à la législation libérale du Maroc qui est peu pointilleuse sur la propriété étrangère.

De surcroît, le Maroc continue à déployer d'énormes efforts afin de concrétiser les différents chantiers de développement du secteur pour attirer davantage d'épargne institutionnelle et améliorer le niveau de couverture de la population non seulement en assurance Non Vie mais aussi en Vie. Etant donné que l'assurance non-vie est toujours prépondérante dans le portefeuille du secteur avec **13 milliards** de DH, soit une part de marché de plus de **68%**.

Selon le réassureur PARTNER RE, le Maroc affiche en 2008 un taux de pénétration de l'assurance de **3,1%**, ce qui lui a valu la **4^{ème}** position derrière l'Afrique du Sud (15,3%), la Namibie (8,1%) et le Botswana (3,9%). L'Afrique ne représente cependant que **1,3%** des primes émises au niveau mondial pour **14%** de la population. A titre d'indication, le taux de pénétration mondial se fixe à **7,5%**.

En outre, le marché marocain des assurances reste très concentré en raison de la recherche de la taille critique. Ce processus a été ébauché depuis les années 90 avec la libéralisation du secteur. Par conséquent, 84% du chiffre d'affaires est actuellement détenu par 5 groupes à savoir Wafa Assurance, RMA Watanya, Axa Assurance, le

groupe Saham (CNIA) et le groupe Bensalah (ATLANTA-SANAD), sachant que le marché marocain des assurances et de réassurance est constitué actuellement de 18 entreprises dont 15 entreprises commerciales et 3 mutuelles.

De plus, il est important de signaler que la configuration générale du portefeuille est restée inchangée par rapport à 2007. En effet, l'assurance Non Vie détient la plus grosse part, avec la branche automobile en tête du classement, suivie de l'assurance maladie et l'accident du travail.

Tableau 1: Evolution des Primes Emises entre 2007 et 2008

En Millions de DH		2007	2008
Non Vie		11 700	13 000
	Automobile	5 420	5 990
	Maladies	125	142
	Accident du travail	90	109
Vie		5 860	5820*

*Il faut noter toutefois que ce chiffre n'inclue pas celui de La Marocaine-Vie qui avait réalisé pour cette branche, en 2007, un chiffre d'affaires de 427 millions de DH.

Source : *Economiste* du 30/03/2009

En ce qui concerne les courtiers d'assurances, la région du Grand Casablanca en réunit plus de la moitié, à savoir 140 sur 246. La présence des courtiers est par contre très faible dans les autres régions du Royaume. En outre, depuis l'entrée en vigueur du code des assurances, les banques et Barid Al-Maghrib sont habilités à présenter au public les opérations d'assurances de personnes, d'assistance et d'assurance crédit. C'est ainsi que le nombre d'agences bancaires et de Barid Al-Maghrib autorisées à présenter ces opérations a atteint à fin 2007, 3 285 agences.

▪ **Faits saillants 2008 :**

- ✓ RMA Watanya cède la première place à Wafa Assurance avec 4.1 milliards de DH en chiffre d'affaires, contre 4 milliards de DH pour la première.
- ✓ Désengagement de l'ONA d'Axa Assurances qui se classe tout de même troisième du secteur avec un chiffre d'affaires de 2.5 milliards de DH.

- ✓ Remaniement des taxes liées aux contrats d'assurance suivant la loi de finance 2008.
- ✓ Le développement du secteur des assurances en Afrique du Nord risque d'être freiné par la crise financière internationale qui a induit un désinvestissement dans le domaine.

I.2. La branche AT au Maroc: chiffres clés

La branche « **Accidents de travail** », représente en 2007 **8,6%** du chiffre d'affaires du secteur d'assurance au Maroc, soit **12,5%** de la catégorie non-vie, avec un montant de **1,47** milliards de dirhams d'émission. Elle est alors au 3^{ème} rang dans l'assurance non-vie, après la branche automobile et accidents corporels.

En ce qui concerne RMA-WATANYA, notre organisme d'accueil, la branche « Accidents de Travail » enregistre – en 2008- un montant de primes émises qui s'élève à **366 millions** de dirhams, ce qui représente **9,2%** du chiffre d'affaire de la compagnie.

Il est à signaler que l'indemnisation en AT se fait sous plusieurs formes, selon la gravité de l'accident. Elle peut aller d'un simple règlement des soins médicaux et de l'arrêt de travail, jusqu'à une rente viagère perçue par la victime si elle est atteinte d'une incapacité physique partielle jugée grave. Dans ce dernier cas des rentes, les compagnies d'assurance ont la possibilité de déposer les capitaux constitutifs des rentes à la Caisse Nationale de Retraite et d'Assurance (CNRA), qui se charge de les gérer. Le nombre de dossiers consignés auprès de la CNRA pour la gestion des rentes accidents de travail s'est établi à **1818** dossiers en 2007. Et les capitaux constitutifs y correspondant ont été estimés à **106,5 millions** de dirhams contre **124 millions** en 2006, soit un recul de **14%** après avoir enregistré en 2006 une croissance de **4%**. Cette baisse s'explique par la décision de la CNRA d'effectuer une sélection sur les dossiers AT/MP (accidents du travail et maladies professionnelles) qui lui sont transférés² par les entreprises d'assurances.

² Le dépôt auprès de la CNRA revêt un caractère **facultatif**

I.3. Assurance AT au Maroc : Contexte juridique et réglementation:

La législation sur les accidents du travail remonte à 1927 date de promulgation du dahir ayant déterminé les modalités d'indemnisation.

L'assurance contre les accidents du travail est rendue **obligatoire** depuis le 05 septembre 2002, date de publication de la loi n° 18-01. Cette généralisation de l'assurance ne concerne que les employeurs assujettis à la législation relative au régime de la sécurité sociale.

➤ **Cadre juridique :**

Les accidents du travail sont régis par les textes suivants :

- Le dahir n° 1-60-223 du 6 février 1963 portant modification en la forme du dahir du 25 juin 1927 relatif à la réparation des accidents du travail ;
- Le dahir n° 1-02-179 du 23 juillet 2002 portant promulgation de la loi n° 18-01 modifiant et complétant le dahir du 6 février 1963 relatif à réparation des accidents du travail ;
- Le dahir n° 1-03-167 du 19 juin 2003 portant promulgation de la loi n° 06-03 modifiant et complétant le dahir du 6 février 1963 relatif à réparation des accidents du travail.

➤ **Notion d'Accidents du Travail :**

Cette notion est définie par l'article 1^{er} du dahir du 6 février 1963. Il s'agit des accidents qui se produisent par le fait ou à l'occasion du travail.

Est assimilé à l'accident du travail, tout accident survenu sur le trajet entre la résidence du travailleur et son lieu de travail ou inversement, c'est à dire sur le lieu de retour (article 6 du dahir).

➤ **Types de dossiers AT et leur indemnisation :**

Si le dossier est sans IPP, il s'agit d'**AT simple** qui entraîne le versement d'indemnités au titre de frais médicaux, de l'incapacité temporaire de travail (ITT), des frais pharmaceutiques, etc.

Si l'accident entraîne une IPP, il s'agit d'**AT grave**, qui donne droit à une option de rachat de capital, si le taux d'IPP est inférieur à 10%, ou à une rente viagère dans le cas contraire. Ce règlement ne peut être attribué au bénéficiaire qu'à la réception d'un jugement du tribunal social.

L'indemnisation des victimes AT est dictée par les textes³ des 3 lois régissant l'AT, selon la date de survenance du sinistre, et son type.

➤ **Faits marquants:**

- Dans son discours du 1^{er} Mai 2009, le ministre de l'Emploi à annoncé qu'une augmentation de 20% des rentes accordées aux victimes des accidents du travail et maladies professionnelles est prévue. 70000 victimes et ayants droits vont bénéficier de cette augmentation.
- Projet de loi consistant en la centralisation de la gestion des rentes AT par la CNRA.

³ Les détails des montants d'indemnisation et des rentes selon ces 3 lois en question sont résumés dans le tableau de l'annexe I.

II. Présentation de l'organisme de stage - RMA WATANYA :

Née de la fusion, en décembre 2004, entre la Royale Marocaine d'Assurances et Al Watanya, RMA WATANYA telle que baptisée, combine le meilleur des pratiques professionnelles de ces deux compagnies reconnues pour leur niveau technique de qualité et leur bonne connaissance du secteur. Par conséquent, la RMA WATANYA assemble une expérience et un vécu de plus d'un demi-siècle.

Les atouts majeurs qui font que RMA WATANYA soit leader sur le marché sont tout d'abord l'innovation au continu en matière de produits et de services, mais également le marketing de proximité avec le client qui se traduit par un réseau de distribution solide et efficace. En outre, des efforts sont déployés au quotidien en termes de technologies et de ressources humaines. Par ailleurs, dans le souci de parfaire la gestion de l'épargne des souscripteurs et des actifs de la compagnie, RMA WATANYA a mis en place – en 2007- sa filiale de gestion d'actifs RMA CAPITAL pourvue d'un capital humain de professionnels.

Au 31/12/2008, la compagnie affichait les chiffres suivants :

Tableau 2: Indicateurs financiers de la compagnie RMA-WATANYA en 2008

En k MAD	Montant	Positionnement
Total Bilan	26 805	1er
Fonds Propres	5 161	1er
Total des Placements	21 477	1er
Chiffre d'affaire total	4 001	2ème
Marge de Solvabilité	989%	1er

Source : Documentation interne

En outre, le portefeuille de l'année 2008 représente un volume de primes équivalent à 4 milliards de DH contre 3,55 milliards en 2007. L'assurance-vie et l'assurance non-vie représentent respectivement 1,71 milliard de DH et 2,28 milliards de DH. En ce qui concerne la part de marché, elle s'élève à environ **21%**, soit la deuxième au niveau national. Et finalement, le résultat net de la compagnie dépasse la barre du milliard de dirhams en atteignant plus précisément 1, 064 milliard.

III. Présentation de la Direction Prestations AT à RMA Watanya:

- La direction prestations AT au sein de la RMA Watanya est chargée de traiter les dossiers sinistres AT, depuis la déclaration du sinistre jusqu'à la clôture du dossier. Elle s'organise en quatre divisions:
 - *Division Support* : qui a pour mission de gérer le dossier depuis sa réception du service courrier. Ensuite, après le traitement préliminaire, à savoir l'ouverture du dossier sur système, l'octroi d'une réserve⁴, l'instruction au fur et à mesure de la réception de nouvelles pièces, la division transmet le dossier aux autres entités.
 - *Division Juridique* : elle a pour mission d'apporter le support juridique requis pour la gestion des sinistres AT, parce que le dénouement d'un dossier ne peut se faire que par le biais d'un jugement du tribunal social.
 - *Division Règlement* : cette division se charge d'effectuer tous les règlements relatifs aux passifs standards de la branche AT, à savoir les indemnités journalières, les indemnités au titre de frais médicaux, de l'incapacité temporaire de travail (ITT), de frais pharmaceutiques...
 - *Division Gestion Spéciale des Rentes (GSR)* : cette division par contre se charge de la gestion des passifs servis sous forme de rente.
- La gestion des sinistres AT se fait sur un applicatif dédié de l'AS400- qui est une application interne.
- Cette direction emploie une quarantaine de personnes.

⁴ Voir détails de la réserve d'ouverture en annexe II

PREMIÈRE PARTIE

ETUDE QUANTITATIVE & QUALITATIVE DU PORTEFEUILLE 'AT'

Cette première partie sera réservée à l'étude qualitative et quantitative du portefeuille AT.

Le chapitre 1 sera dédié à l'analyse quantitative des données, tandis que le chapitre 2 sera consacré à l'étude qualitative, à savoir la réalisation du flow chart de l'activité AT et la cartographie des risques.

CHAPITRE 1 : Etude Quantitative des données du portefeuille étudié

Le propos de ce chapitre est de procéder à un sondage des données du portefeuille AT, dans l'objectif de s'assurer de leur fiabilité. Ensuite, il sera question de faire une analyse descriptive de ce portefeuille afin d'avoir davantage d'informations sur ses caractéristiques.

I. Sondage aléatoire sur les dossiers AT & vérification des données :

Avant d'exploiter la base de données des dossiers AT en cours, il est judicieux de procéder à un sondage sur les réserves afin de s'assurer de la bonne qualité de ces données. En effet, il s'agit de tester la conformité des réserves rapportées sur système avec celles enregistrées sur les dossiers physiques où sont archivés tous les documents et informations relatives aux sinistres.

Nous disposons d'une population de 90 499 dossiers ouverts au 31 décembre 2008 dont 73 948 dossiers graves et 16 551 dossiers simples.

Pour tenir compte de la caractéristique *type des dossiers* qui distingue les dossiers simples des dossiers graves, il serait plus adéquat d'utiliser un *sondage aléatoire stratifié proportionnel*. Ainsi, la population sera stratifiée en 2 sous-groupes : dossiers simples et dossiers graves, pour les représenter dans un échantillon avec leurs proportions dans la population mère. Et par la suite, un sondage aléatoire simple sera effectué au sein de chaque strate pour extraire le nombre de dossiers requis dans l'échantillon.

I.1. Détermination de la taille de l'échantillon :

L'objectif de ce sondage est de détecter la proportion de dossiers dont la réserve enregistrée sur système correspond effectivement à celle du dossier physique, pour s'assurer ainsi de la performance du système informatique et de sa mise à jour continue suite à toute opération effectuée ou information supplémentaire ajoutée aux archives.

Pour cela, on cherche la taille échantillonnale requise pour atteindre un certain degré de précision que l'on fixe en tenant compte des contraintes de coût.

La formule⁵ utilisée pour déterminer la taille de cet échantillon est la suivante :

$$n = \frac{t^2 p(1-p)}{d^2}$$

⁵ Extrait de www.jybaudot.fr : Site de statistiques et datamining pour entreprises.

Où :

n : est la taille de l'échantillon requise

p : est la proportion des dossiers où la réserve sur système est conforme à la réserve sur dossier physique.

d : est la marge d'erreur tolérée (valeur type : 5%).

t : est le niveau de confiance, c'est la valeur lue dans la table de la loi normale centrée réduite, c'est-à-dire 1,96 pour le niveau de confiance 95%.

Etant donné que la proportion **p** est inconnue, puisque c'est la grandeur que l'on cherche à estimer, on pose alors $p=10\%$, ce qui représente une proportion surestimée car elle doit être voisine de 0 dans un état normal où il n'y a pas de problème au niveau du système comme on le déclare au niveau de la direction en question. Ainsi, le nombre d'observations requis obtenu sera surévalué.

Ayant opté pour un plan de sondage stratifié proportionnel, nous avons introduit les poids des 2 strates dans le choix de l'échantillon. Le tableau ci-après présente les tailles d'échantillons requis correspondant aux 3 différentes valeurs de marge d'erreur tolérée :

Tableau 3: Nombre de dossiers à tirer pour la vérification des données

Dossiers	Nombre	Pourcentage	Echantillon		
			d=5%	d=6%	d=7%
Graves	73 948	81,71%	113	78	58
Simplex	16551	18,29%	25	18	13
Total	90 499	100,00%	138	96	71

Source : Tableau réalisé par les auteurs.

Idéalement, on prendrait un échantillon total de 138 dossiers, tolérant ainsi une marge d'erreur de 5%. Or, compte tenu de la difficulté d'accès à tous les dossiers de notre échantillon, car les archives des anciens dossiers ne sont pas placés dans le même local que les immeubles de la compagnie, il a été mis à notre disposition 83 dossiers pour

procéder à cette vérification. Ceci correspond à une marge d'erreur tolérée comprise entre 6% et 7%.

I.2. Vérification des dossiers et conclusion:

Sur l'ensemble des 83 dossiers tirés nous avons pu relever les observations suivantes :

- 4 dossiers simples n'ont pas été actualisés, et sont archivés à leurs réserves d'ouverture qui s'élève à 2000 DH. Les actualisations découlant des règlements ont été faites uniquement sur système et n'ont pas été enregistrés sur les dossiers physiques. Cela a été justifié par l'insignifiance des montants de leurs réserves attribués par rapports à l'ensemble, surtout qu'ils se liquident dans un délai très bref, ce qui ne nécessite pas de les chercher dans les archives pour porter les modifications, sauf s'il y a des documents supplémentaires reçus qui les transforment en dossiers graves.
- Un ancien dossier grave relatif à un sinistre de l'année 1993 présente une réserve différente à celle enregistrée sur système. Après vérification et consultation du responsable concerné, il s'est avéré que la réserve trouvée sur le dossier physique n'a pas été modifiée suite à la modification de la table de mortalité en vigueur en 2006. En effet, ce changement réglementaire a affecté toutes les réserves des rentes AT qui doivent être recalculées selon la nouvelle table de mortalité. Or ce n'est pas évident d'opérer ce changement sur tous les dossiers physiques vu leur nombre important, d'autant plus que les anciens dossiers sont placés dans des archives difficilement accessibles. C'est pour cette raison que l'actualisation de ces réserves s'est faite uniquement sur le système informatique.

Ainsi, sur l'ensemble de l'échantillon étudié, les seuls dossiers qui ont suscité des questions, et qui représentent 6% de l'ensemble (correspondant à la marge d'erreur tolérée), ont été justifiés.

Conclusion :

Cette vérification a donc confirmé la fiabilité des données enregistrées sur le système informatique qui tiennent compte de toutes les actualisations subies.

II. Analyse descriptive du portefeuille AT :

Dans cette partie nous allons procéder à une analyse descriptive du portefeuille AT de la compagnie RMA Watanya. Le tableau suivant résume les principaux indicateurs statistiques du portefeuille de cette branche à la date du 31/12/2008:

Tableau 4: Statistiques descriptives du portefeuille AT (Montants en DH)

Valeurs	Dossiers Graves	Dossiers Simples	Total
Nombre	73 948	16 551	90 499
Pourcentage	81,7%	18,3%	100%
Réserve moyenne	15 112	1 726	12 664
Écart type des réserves	50 109	1 780	45 597
Total des Réserves	1 117 530 473	28 580 858	1 146 111 331
Réserve maximale	2 545 933	100 000	2 545 933

Source : Tableau réalisé par les auteurs

La majorité des dossiers ouverts - soit 81.7%, sont des dossiers graves. Or, quoique la réserve moyenne allouée à ce type de dossiers soit de 15 112 DH, sa répartition selon les cas de dossiers est très dispersée avec un écart-type important de 50 109. Ceci s'explique par l'existence de cas très graves qui demandent des soins très coûteux et nécessitent ainsi une réserve importante pouvant aller jusqu'à 2.5 millions de dirhams. Cette volatilité est aussi expliquée par le grand écart entre les salaires, puisque l'indemnité est fonction du salaire de l'accidenté.

Pour ce qui est des sinistres simples dont la réserve atteint les 100 000 dhs, cela peut être le cas d'une victime percevant un grand salaire, car l'indemnisation de ces types de sinistres est fonction justement du salaire. Il est à noter finalement que la réserve totale allouée au portefeuille AT (hors rente) s'élève à **1 146 millions de dirham**.

II.1. Répartition des dossiers AT selon les montants des réserves et leurs années de survenance :

Le tableau suivant présente une répartition du portefeuille AT selon les tranches de réserves et les groupes d'années de survenance.

Tableau 5: Répartition des sinistres selon les années de survenance et le montant de la réserve

Année survenance Réserve	<1980	1980-1989	1990-1999	2000-2009	Total général	Structure %
500-50500	776	6310	28391	50867	86344	95,4%
Grave	705	4930	25027	39134	69796	-
Simple	71	1380	3364	11733	16548	-
50500-100500	8	77	459	1811	2355	2,6%
Grave	8	77	458	1809	2352	-
Simple			1	2	3	-
100500-150500	3	18	132	530	683	0,8%
Grave	3	18	132	530	683	-
150500-200500	1	9	64	228	302	0,3%
Grave	1	9	64	228	302	-
200500-250500		3	30	176	209	0,2%
Grave		3	30	176	209	-
250500-300500	2	1	28	136	167	0,2%
Grave	2	1	28	136	167	-
>300500		7	67	365	439	0,5%
Grave		7	67	365	439	-
Total général	790	6425	29171	54113	90499	100%
Structure %	0,9%	7,1%	32,2%	59,8%	100%	-

Source : Tableau réalisé par les auteurs.

Plus de 95,4 % des dossiers ont une réserve inférieure à 50 500DH. Pour ce qui est de la répartition des sinistres selon leurs années de survenance, environ 60% des survenances est enregistré ultérieurement à 2000, et ce pour toutes les tranches de réserves.

II.2. Répartition des réserves selon le secteur d'activité:

Tableau 6: Répartition de la réserve selon le secteur d'activité

Catégorie de sinistres	Montant de la Réserve (En DH)	Structure
Agriculture	6 461 230	0,6%
Alimentaire	51 508 884	4,6%
Bois	16 993 192	1,5%
Catégories diverses	340 654 590	30,6%
Exploitations diverses	187 081 353	16,8%
Garagistes	546 464	0,0%
Industrie-Chimie	44 614 832	4,0%
Métaux	3 285 536	0,3%
Mines	83 374 980	7,5%
Peaux	60 731 474	5,5%
Pêche	68 375 243	6,1%
Professions libérales	9 062 716	0,8%
Textile	58 531 713	5,3%
Transport	22 314 418	2,0%
Travaux publics	158 977 145	14,3%
Total Général	1112513770	100%

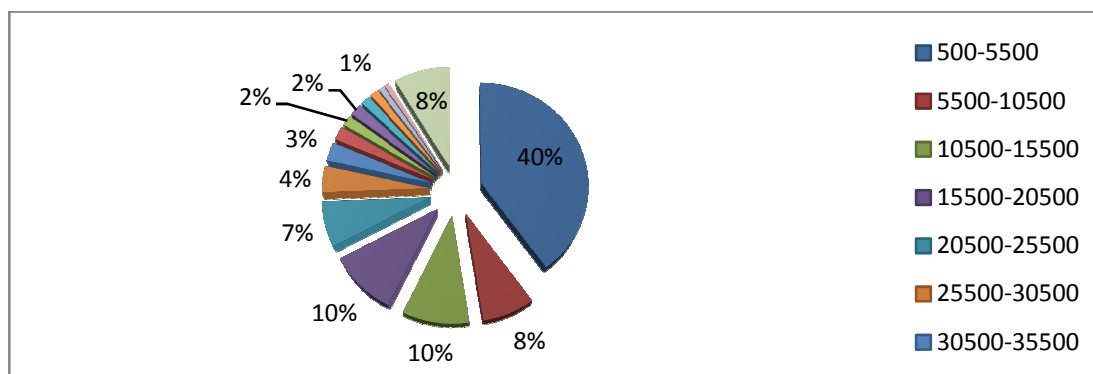
Source : Réalisé par les auteurs sur la base des données de la compagnie

- 31% des réserves sont destinées à la catégorie nommée 'Catégories Diverses' qui inclut les accidents de trajet et tout autre sinistre dont le secteur n'a pu être déterminé.
- Le 2^{ème} grand pourcentage qui s'élève à 17% représente les réserves destinées aux exploitations diverses à savoir les épiceries, les commerces, etc....

II.3. Répartition des réserves de l'année 2008 :

A titre d'exemple, nous avons choisi d'expliciter les réserves de l'année 2008 pour l'ensemble des dossiers en cours. Le schéma suivant en donne les détails.

Figure 1: Répartition de la réserve de l'année 2008



Ainsi, 40% des dossiers ouverts en 2008 sont provisionnés à hauteur de 5500 DH.

CHAPITRE 2 : Etude Qualitative- Cartographie des risques

Le propos de ce chapitre est de mettre en œuvre un macro-processus de la Direction Prestations AT, localiser les risques qui se présentent sur les différents niveaux, et enfin proposer des actions de maîtrise.

I. Description de la procédure de gestion des sinistres AT:

I.1. Ouverture du dossier :

- *Réception de la déclaration du sinistre :*

Elle est sous forme d'imprimé rempli par la société contractante signé par la Direction Générale. Elle contient toutes les informations concernant le sinistre : date, personne accidentée, circonstances et lieu de l'accident... Cette déclaration est accompagnée de pièces justificatives (certificat de constatation des blessures, photocopie CIN, bulletin de salaire, acte de naissance, déposition légalisée des témoins oculaires, ...).

- *Etude préalable de la déclaration par le responsable de la division support :*

Le responsable contrôle les éléments de la déclaration, distingue entre les cas simples et les cas graves, affecte un taux d'IPP estimatif d'ouverture pour les cas graves, puis répartit des déclarations reçues sur les gestionnaires (opérateurs de saisie).

Il procède également à la vérification du S/P afin d'avertir la production de la nécessité de réviser les taux, ou de ne pas renouveler la police si le dossier s'avère déficitaire.

- *Ouverture du dossier de sinistre sur le système :*

-L'opérateur de saisie introduit dans le système le numéro de la police, la date du sinistre, l'âge de l'accidenté, son salaire, le taux d'IPP, le nombre de jour d'ITT, le nombre des ayants droit, Les habilitations à l'ouverture de dossiers de sinistres sont limitées à 4 personnes et protégées par des codes d'accès personnels.

-Selon la complexité du dossier, le gestionnaire peut faire appel à un médecin conseil et le cas échéant ordonner une contre visite.

I.2. Instruction du dossier :

L'instruction du dossier se fait au fur et à mesure de la réception de nouveaux éléments (factures des frais médicaux, factures de la prise en charge, certificat de guérison du médecin traitant avec taux d'IPP, ...).

I.3. Règlements :

Le règlement des sinistres AT est fonction de la gravité des sinistres. En effet, le paiement des prestations diffère de l'AT simple à l'AT grave. Les détails concernant l'indemnisation des sinistres AT ont été cités dans la partie préliminaire et complétés dans l'annexe I.

Il est à noter qu'au fur et à mesure des règlements effectués, la réserve est mise à jour automatiquement sur le système.

I.4. Clôture du dossier :

- La durée de vie d'un dossier « Accidents de travail » est importante (elle peut aller jusqu'à 25 ans) en raison de la lenteur du système judiciaire.
- La décision de clôturer un dossier revient au gestionnaire. Il s'assure que tous les règlements ont été effectués (réception du certificat de guérison, versement des indemnités journalières, règlement des frais médicaux, les frais de justices, les honoraires des intervenants externes, rachat du capital, virement du dossier à la gestion spéciale des rentes, ...) et procède à la clôture en affectant la lettre T et en remettant la réserve à 0.

II. Elaboration du processus AT:

Avant d'entamer la partie quantitative de cette étude, nous avons commencé par un travail qualitatif consistant à établir un flow chart qui décrit le processus de fonctionnement de la direction prestation AT. Ce travail a été réalisé sur la base du narratif recueilli auprès du directeur de l'entité en question- et a ensuite été validé par cette même personne. L'objectif derrière cette tâche est d'avoir plus de visibilité par rapport à la gestion des sinistres AT, mais aussi avoir une idée générale sur le fonctionnement de la direction dans son ensemble de façon simplifiée.

La méthode utilisée pour l'élaboration du processus est celle adoptée par le cabinet international KPMG. Le flow chart⁶ du macro-processus est présenté dans la page suivante complété par les risques opérationnels et les actions de maîtrise.

III. Positionnement des risques opérationnels et proposition des actions de maîtrise :

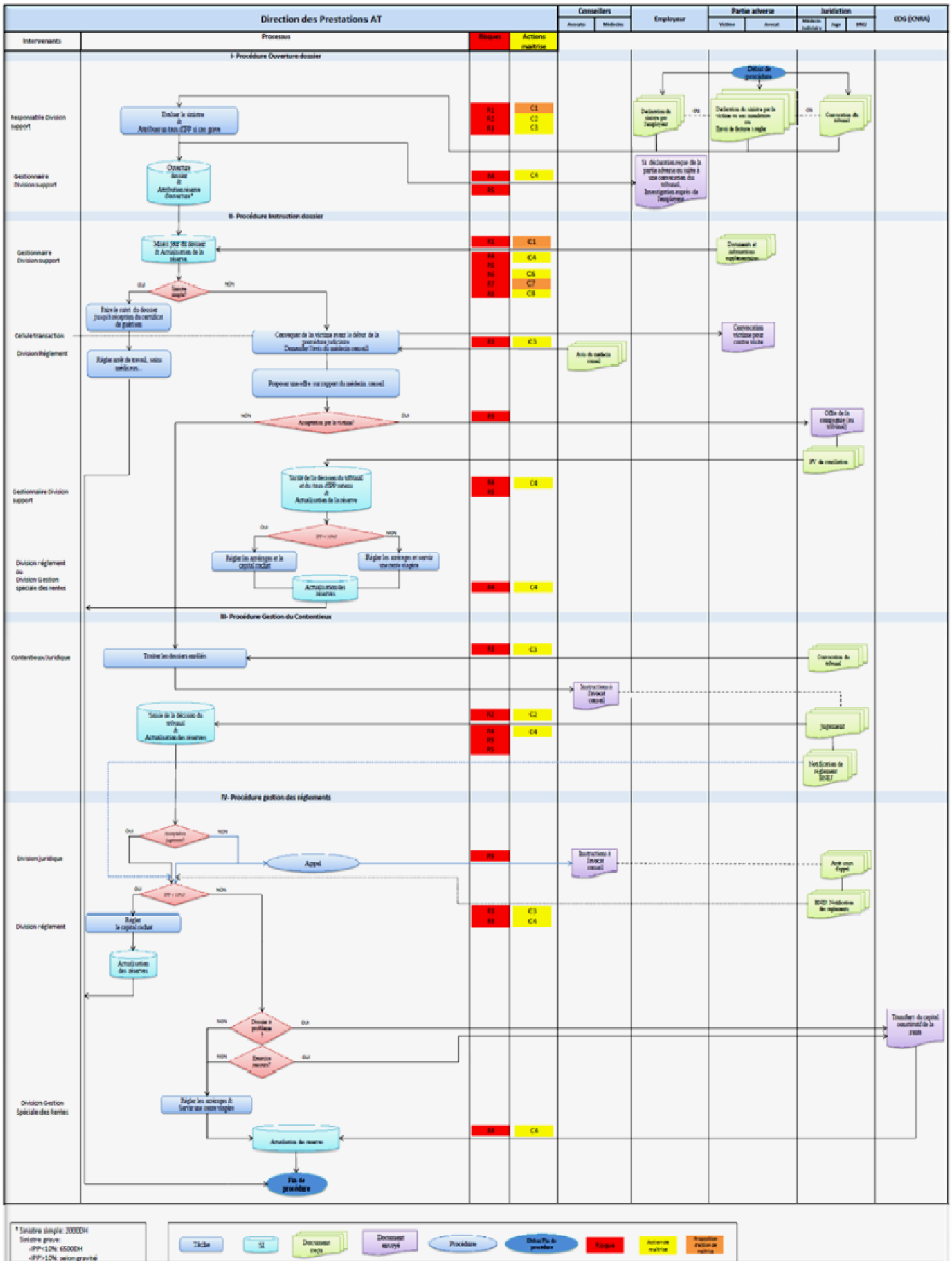
Grâce au flow chart, la détection des zones de risque devient plus aisée.

Après avoir défini les risques repérés, nous pourrons leur affecter les actions de maîtrise qui sont mises en place pour diminuer, ou sinon annuler, leurs effets. Nous allons proposer ensuite quelques actions pour les risques non encore maîtrisés.

L'objectif de ce travail est d'avoir une idée claire sur les risques que présente la branche mais aussi pouvoir les maîtriser.

Un tableau résumant les différents risques, leurs causes et les différentes actions de maîtrise est présenté après le flow chart.

⁶ Le flow chart détaillé est présenté en annexe



* Salaire simple: 2000€H
 Salaire gross: 4897€10h: 6500€H
 -IPP>10% selon gravité



Risques & Notations		Catégorie & Définition des risques			Actions de maîtrise ou Propositions	
		Catégorie de risque	Famille de Risque	Définition du risque		
R1	Risque de courrier	Opérationnel	Logistique hors SI	Réception et communication en interne du courrier externe et interne	C1	Formation du personnel du courrier. Suivi & contrôle du courrier en interne.
R2	Risque de fraude à l'assurance	Externe	Fraude externe	Fraude de la part d'un assuré ou d'un bénéficiaire	C2	Demande de contre visite & d'expertise
R3	Risque de délai	Opérationnel	Organisation	Temps de réalisation d'un processus opérationnel ou fonctionnel non conforme à celui qui lui était assigné pour l'atteinte de son objectif	C3	Responsabiliser le personnel par rapport aux délais.
R4	Risque d'erreur	Opérationnel	Organisation	Erreurs humaines dans la réalisation des opérations	C4	Etablissement liste de contrôle quotidienne, correction puis validation. Mise en place d'une entité de contrôle des règlements et réserves.
R5	Risque de sur/sous provisionnement	Assurantiel	Provisionnement	Risques liés aux erreurs de calculs humaines...	-	-
R6	Risque d'archivage	Opérationnel	Logistique hors SI	Défaut de mode de classement ou de manipulation des documents (rangement, transfert, archivage...)	C6	Compte rendu des archives. Contrôle & tableau de bord des archives.
R7	Risque sinistres	Opérationnel	Logistique hors SI	Sinistres (incendie, dommages à des tiers...) et non continuité de l'exploitation, le matériel, les archives...	C7	Formation des archivistes en terme de mesure de sécurité (archive dans sous sol). Elargir la porte de sortie. Penser à des issues de secours.
R8	Risque de détournement de fonds appartenant aux clients	Opérationnel	Fraude interne	Détournements de fonds appartenant à un client par un intermédiaire ou un membre du personnel	C8	Mise en place de procédures, règles de gestion, outil de traçabilité et contrôle.
R9	Risque législatif, réglementaire et judiciaire	Externe	LRJ	Risques liés à l'application de nouvelles lois ou règlements, et à leur application ou risques à l'évolution du droit et aux décisions des tribunaux.	-	-

DEUXIÈME PARTIE

Certification des réserves de la branche AT

La certification des réserves consiste à vérifier que les montants de réserves communiqués à la DAPS sont calculés correctement.

Cette partie sera ainsi réservée au calcul des provisions de la branche AT qui se fera par différentes méthodes.

Le chapitre 3 sera dédié aux méthodes réglementaires, tandis que le chapitre 4 sera consacré aux méthodes statistiques et stochastiques.

CHAPITRE 3 : CALCUL DES PROVISIONS PAR LES MÉTHODES RÉGLEMENTAIRES

Dans ce chapitre, seront abordées les méthodes réglementaires pour le calcul des provisions, à savoir la méthode dossier à dossier, la méthode des Cadences de règlement et la méthode des Coûts moyens. Le but étant de vérifier la conformité des provisions de la compagnie aux exigences de la réglementation en vigueur.

I. Introduction aux provisions techniques

Dans l'activité d'assurance non-vie, les compagnies offrent une prestation de service. Une compagnie s'engage, contre paiement d'une prime définie, à verser un montant (inconnu) en cas de réalisation du risque. Pendant la durée du contrat – les primes continuant d'être acquises –, un sinistre peut survenir ou non.

Ce n'est qu'au fil du temps que l'on peut voir comment évolue un contrat d'assurance. Mais la compagnie d'assurance a besoin de savoir, dès la conclusion du contrat, pour combien de sinistres inconnus elle est obligée de constituer des provisions et si elle dispose de suffisamment de moyens financiers pour régler les sinistres connus. Ces éventuelles futures charges de sinistre sont prises en compte dans les provisions pour sinistres à payer. C'est ce qui constitue les provisions techniques.

II. Calcul des provisions techniques par les méthodes réglementaires

D'après la réglementation marocaine des assurances, le calcul des provisions techniques doit se faire par trois méthodes dites réglementaires, à savoir le dossier à dossier, les cadences de règlement et la méthode des coûts moyens. Ces méthodes permettent de fournir une idée générale sur l'évolution du niveau de la provision technique mais ne donnent pas un calcul exact. En effet, la provision technique à retenir à l'issue de ces méthodes sera la réserve maximale des trois, augmentée d'une réserve complémentaire.

Nous allons définir dans ce qui suit chacune de ces méthodes, puis nous présenterons les résultats obtenus suite à l'automatisation des méthodes sur VBA.

II.1. Provisionnement par la méthode 'dossier à dossier' :

Pour cette méthode, le calcul se fait en deux étapes :

- Il faut tout d'abord déterminer la provision pour sinistres survenus et déclarés à la date d'inventaire.

De prime abord, il faut estimer le coût final du sinistre (en AT, le coût est déterminé en fonction de l'âge de la victime au moment de la survenance du sinistre, de son revenu annuel, du taux d'incapacité permanent –IPP s'il y a – et la durée d'incapacité de travail). Ensuite la provision individuelle est obtenue en soustrayant du coût final estimé les paiements déjà effectués. La réserve totale sera donc la somme de toutes les provisions individuelles.

- Ensuite, il faut estimer la provision pour sinistres survenus et non déclarés à la date de l'inventaire :

Cette réserve est égale au produit du nombre de sinistres survenus et non déclarés par le coût moyen. Il est donc nécessaire d'estimer le nombre de tardifs et de calculer le coût moyen.

a) Estimation du nombre de sinistres survenus et non déclarés- tardifs:

L'article 35 de l'arrêté du 10-06-1996 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 ou 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 ».*

Le triangle du nombre cumulé des sinistres déclarés peut ainsi être construit en respectant la règle de cet article de loi.

Tableau 7: Triangle du nombre cumulé des sinistres déclarés

Année de survenance	Année 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					

Où N_{ij} : le nombre cumulé des sinistres déclarés de survenance i et de délai j .

En se référant au tableau, les facteurs de développement moyens se calculent suivant la formule :

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

Avec i : les années de survenance.

Et j : les années de déroulement.

Le triangle inférieur est estimé en appliquant la formule suivante :

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

Le nombre d'IBNR quant à lui, s'obtient en utilisant la formule ci dessous :

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

Le tableau suivant illustre les détails de calcul des tardifs de la compagnie au 31/12/2008.

Tableau 8: Triangle des survenances cumulés et des tardifs estimés

en kMAD		Année de déroulement						ULTIME
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	
Exercice de survenance	2 003	8 830	10 014	10 134	10 208	10 250	10 265	10 265
	2 004	8 634	9 443	9 535	9 588	9 622	9 636	9 636
	2 005	7 449	8 107	8 205	8 276	8 308	8 320	8 320
	2 006	6 685	7 162	7 273	7 336	7 364	7 375	7 375
	2 007	5 985	6 452	6 530	6 586	6 612	6 621	6 621
	2 008	6 160	6 704	6 785	6 844	6 870	6 880	6 880

Source : calculé par les auteurs sur VBA.

b) Estimation du coût moyen :

Le coût moyen est égal au quotient du coût des sinistres terminés au cours des 5 dernières années comptables (les sinistres réglés définitivement et les sinistres classés sans suite) par le nombre des sinistres terminés au cours de ces 5 années.

Tableau 9: Détermination du coût moyen des sinistres AT (en DH)

Année de survenance	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL	Coût moyen
Coût des Sinistres	110 820	29 291	34 732	13 474	28 820	217 136	9 041
Nbres Doss Terminés	13 753	2 320	4 093	1 368	2 483	24 017	

Source : Service Comptabilité.

A partir de ces deux étapes, l'estimation des tardifs et de leur réserve devient aisée. En voici les résultats :

Tableau 10: Estimation des tardifs et de leur réserve

Exercice de survenance	Nombres de sinistres déclarés	Nombres de sinistres survenus non déclarés	Coût moyen (en DH)	Réserve IBNR (en kDH)
2004	9 622	14	9 041	127
2005	8 276	44	9 041	397
2006	7 273	102	9 041	921
2007	6 452	169	9 041	1 532
2008	6 160	720	9 041	6 511

Source : Réalisé par les auteurs sur VBA.

La réserve dossier à dossier est finalement obtenue en augmentant les réserves des sinistres déclarés par les réserves des tardifs estimés.

II.2. Provisionnement par la méthode des ‘Coûts moyens’ :

La méthode des coûts moyens est utilisée lorsque la valeur résiduelle pour une année de survenance donnée dépasse 30% de la charge totale des sinistres. Si par contre elle est inférieure à 30%, la méthode retenue dans ce cas est le dossier par dossier.

La valeur résiduelle représente la part des réserves totales dans la charge totale des sinistres, elle se calcule comme suit :

$$\text{Valeur résiduelle} = \frac{\text{Réserve totale}}{\text{Charge totale des sinistres}}$$

La réserve par la méthode du coût moyen s’obtient en soustrayant de la charge totale des sinistres, les règlements déjà effectués. Le coût moyen retenu pour le calcul de la charge totale est celui calculé précédemment :

$$\text{Réserve}_{CM} = (\text{Nombre des sinistres déclarés} + \text{tardifs}) \times \text{coût moyen} - \text{Règlements cumulés}$$

Les résultats obtenus peuvent être négatifs dans le cas de cette méthode, ils seront donc automatiquement remplacés par les réserves obtenus par la méthode dossier par dossier.

II.3. Provisionnement par la méthode de ‘Cadences de règlement’ :

Cette méthode consiste à déterminer tout d’abord une cadence moyenne pour la compagnie, et à en déduire la réserve pour sinistre à payer.

La cadence de règlement représente le rythme de règlement des sinistres par la compagnie pour une année comptable précise.

L’utilisation de la méthode de cadence de règlements nécessite un triangle de liquidation d’au moins dix ans, qui donne pour chaque exercice de survenance l’évolution de la charge des sinistres hormis les tardifs. Cette exclusion résulte du fait que la charge des sinistres d’un exercice comprend à la fois les réserves calculées par

la méthode dossier à dossier (ces dernières incluent les IBNR), les paiements effectués l'année en cours et les paiements cumulés des années antérieures. On prend une marge de dix ans car d'après l'expérience, il a été prouvé que l'information pertinente est contenue dans la dernière décennie. D'ailleurs, la plupart des compagnies d'assurances liquident environ 85% de la charge de leurs sinistres pendant une décennie.

La cadence de règlement d'une année de survenance donnée, pour chaque année comptable, est donnée par la formule:

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

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

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

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

Le triangle des cadences de règlement peut être construit pour toutes les années de survenance, et ensuite la cadence moyenne de règlement peut en être déduite suivant la formule :

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

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 étant une estimation de la charge des sinistres non encore réglés, elle est déterminée par la formule suivante :

$$Réserve_{CR} = \frac{Réglements\ cumulés \times (1 - PCM_j)}{PCM_j}$$

L'application de ces démarches donne les résultats présentés dans les tableaux suivants:

Tableau 11: Triangle des règlements cumulés et des provisions estimés

en KMAD		Année de déroulement									Charge totale vue à fin 2008	Provision cadence	
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8			N+9
Exercice de survenance	1 999	23 650	80 446	138 480	172 816	190 655	202 032	223 215	239 053	240 739	241 840	286 522	44 682
	2 000	19 176	80 210	145 445	183 799	202 698	225 686	246 315	248 250	249 890		306 209	52 003
	2 001	21 937	88 053	153 518	187 170	211 802	233 303	237 432	239 511			300 339	54 787
	2 002	21 079	82 015	136 268	180 885	215 655	225 622	229 384				291 587	60 830
	2 003	21 983	88 508	160 671	229 811	247 901	257 926					335 907	84 729
	2 004	23 453	82 273	152 549	182 482	197 504						271 792	82 067
	2 005	18 441	86 921	135 342	165 137							250 192	93 906
	2 006	23 226	73 411	113 872								218 743	112 770
	2 007	18 465	68 215									222 481	163 865
2 008	18 156										184 862	213 046	

Source : Service Comptabilité, et complété par les auteurs.

Tableau 12: Triangle des cadences cumulées (Pourcentage de la charge totale)

en Kmad		Exercice de survenance									
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9
Année de déroulement	1 999	8,25%	28,08%	48,33%	60,32%	66,54%	70,51%	77,91%	83,43%	84,02%	84,41%
	2 000	6,26%	26,19%	47,50%	60,02%	66,20%	73,70%	80,44%	81,07%	81,61%	
	2 001	7,30%	29,32%	51,11%	62,32%	70,52%	77,68%	79,05%	79,75%		
	2 002	7,23%	28,13%	46,73%	62,03%	73,96%	77,38%	78,67%			
	2 003	6,54%	26,35%	47,83%	68,42%	73,80%	76,79%				
	2 004	8,63%	30,27%	56,13%	67,14%	72,67%					
	2 005	7,37%	34,74%	54,10%	66,00%						
	2 006	10,62%	33,56%	52,06%							
	2 007	8,30%	30,66%								
2 008	9,82%										
Cadence moyenne		7,85%	29,39%	50,24%	63,75%	70,65%	75,27%	79,04%	81,38%	82,77%	84,41%

Source : Calculé par les auteurs sur VBA.

La réglementation marocaine prévoit de retenir la réserve la plus élevée des 3 méthodes pour chaque exercice de survenance.

II.4. Provision complémentaire et réserve finale:

Avant de déterminer la réserve finale, il faut d'abord calculer la réserve complémentaire par la relation suivante :

$$\text{Réserve complémentaire} = \text{Max}(\text{Réserve}_{CR}, \text{Réserve}_{CM}) - (\text{Réserve}_{DD} + \text{Réserve}_{IBNR})$$

Où Réserve_{CR} : La réserve obtenue par la méthode des cadences de règlement.

Réserve_{CM} : La réserve obtenue par la méthode des coûts moyens.

Réserve_{DD} : La réserve obtenue par la méthode dossier par dossier.

Réserve IBNR : La réserve des tardifs.

Le montant de la provision pour majoration réglementaire – réserve complémentaire – est réparti, sur les exercices pour lesquels la provision calculée dossier par dossier est inférieure au montant le plus élevé dégagé par les méthodes réglementaires, proportionnellement au total de leurs insuffisances par rapport à la méthode retenue.

La réserve finale réglementaire à constituer est donc, pour chaque exercice de survenance, égale à :

$$\text{Réserve finale} = \text{Réserve}_{DD} + \text{Réserve complémentaire}$$

III. Synthèse des résultats obtenus par les méthodes réglementaires et conclusion:

Tableau 13: Tableau récapitulatif des résultats

En kMAD	Provisions dossier par dossier y compris le coût des tardifs (depuis 2005)	Provisions Cadences des règlements	Provisions Coûts moyens	Réserve complémentaire	Réserve Réglementaire finale
1999	44 682	44 682	44 682	0	44 682
2000	56 319	52 003	56 319	0	56 319
2001	60 828	54 787	60 828	0	60 828
2002	62 203	60 830	62 203	0	62 203
2003	77 981	84 729	77 981	5 841	83 822
2004	74 288	82 067	74 288	6 733	81 021
2005	85 055	93 906	85 055	7 661	92 716
2006	104 871	112 770	104 871	6 836	111 707
2007	154 266	163 865	154 266	8 308	162 574
2008	166 706	213 046	44 372	40 108	206 814
Exercices antérieurs	274 091	274 091	274 091		274 091
Total réserve	1 161 289	1 236 776	1 038 955	75 487	1 236 776

Source : Réalisé par les auteurs à l'aide du programme sur VBA

Ce tableau présente les résultats obtenus pour les provisions de sinistres de chaque exercice de survenance, calculées par les 3 méthodes réglementaires.

La réserve réglementaire finale s'obtient en sommant les réserves de chaque année de survenance augmentée de la réserve des exercices antérieurs.

Pour le portefeuille AT étudié, la réserve réglementaire que doit avoir la compagnie en fin 2008 s'élève à environ **1,24** milliards de dirham. Ce montant est effectivement conforme à la réserve réellement détenue par la compagnie, ce qui permet de certifier ses réserves.

CHAPITRE 4 : CALCUL DES PROVISIONS PAR LES MÉTHODES STATISTIQUES ET STOCHASTIQUES

Dans ce chapitre on procèdera au calcul des provisions par les méthodes statistiques et stochastiques afin d'appuyer le résultat obtenu par les méthodes réglementaires.

La première section sera réservée aux méthodes déterministes, en l'occurrence la méthode Chain Ladder et la méthode London Chain.

Or ces méthodes ont des limites. En effet, elles se contentent de donner un chiffre, sans notion de loi ni de moments et donc d'intervalles de confiance.

Afin de pallier ces lacunes, l'utilisation des méthodes stochastiques s'impose. C'est d'ailleurs l'objet de la deuxième section ce chapitre.

I. Méthodes de calcul statistiques :

Dans le chapitre précédent nous avons pu certifier les réserves AT de la compagnie en vérifiant que le calcul des provisions allouées à cette branche est bien conforme aux exigences de la réglementation en vigueur.

Dans cette section, d'autres méthodes statistiques de provisionnement, à savoir la 'Chain Ladder' et la 'London Chain', vont être appliquées afin de comparer les estimations de la provision obtenues.

I.1. La méthode «Chain Ladder »

I.1.1 Présentation de la méthode :

Grâce à sa mise en œuvre facile et sa compréhension aisée, la méthode Chain Ladder est la plus utilisée, en plus du fait qu'elle fait partie des méthodes les plus populaires. L'idée est que le déroulement des paiements est gouverné par des facteurs de déroulement (notés λ_j) qui ne dépendent que de l'année de déroulement. Le modèle sous-jacent est alors de la forme : $C_{i,j} = \lambda_j C_{i,j-1}$.

Il s'agit d'une méthode qui présente l'avantage de faire intervenir le minimum de paramètres, clairement interprétables et facilement estimables, afin de prévoir le mieux possible les montants de règlements futurs.

Considérons les délais génériques j et $j+1$ d'un triangle de paiements cumulés :

Tableau 14: Triangle des règlements cumulés

Année de survenance	Année de déroulement					
	0	....	j	j+1	.....	N
0	C_{00}$	.....	C_{0,j}$	$C_{0,j+1}$	.....	C_{0n}
:				:		
i			C_{ij}	$C_{i,j+1}$		
:						
n-j	$C_{n-j,0}$	$C_{n-j,i}$				
n	C_{n0}					

I.1.2 Hypothèses et description de la méthode :

Le but de cette méthode est de compléter la partie inférieure du triangle.

Elle consiste à supposer que la liquidation future sera similaire à la liquidation passée.

La méthode Chain Ladder s'appuie sur l'hypothèse suivante :

Pour $j = 0, \dots, n-1$, les ratios des facteurs adjacents $\frac{C_{i,j+1}}{C_{ij}}$ sont indépendants de l'année d'origine i .

$$\text{D'où, pour } j = 0, \dots, n-1 : \quad \boxed{\frac{C_{0,j+1}}{C_{0j}} = \frac{C_{1,j+1}}{C_{1j}} = \dots = \frac{C_{i,j+1}}{C_{ij}} = \dots = \frac{C_{n-j-1,j+1}}{C_{n-j-1,j}}} \quad (1)$$

$$\text{La valeur commune de ces rapports est aussi } \frac{\sum_{i=0}^{n-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{n-j-1} C_{ij}} \quad (2)$$

Dans la pratique, les égalités (1) n'étant, au mieux, qu'approximativement vérifiées, Il est naturel de choisir comme facteur commun :

$$\lambda_k = \frac{\sum_{j=1}^{n-k} C_{j,k+1}}{\sum_{j=1}^{n-k} C_{j,k}} \quad (3)$$

λ_j est appelé facteur moyen de développement de l'année j (j à $j+1$)

$$\text{Ainsi on complète le tableau par : } \hat{C}_{i,j} = C_{i,n-i+1} \prod_{h=n-i+1}^{j-1} \lambda_h \quad (4)$$

On en déduit les évaluations des charges ultimes

$$\hat{C}_{i,\infty} = C_{i,n-i+1} \prod_{k=n-i+1}^n \lambda_k \quad (5)$$

Pour ensuite estimer les provisions (réserves R_i) on suppose la charge parfaitement connue en année de développement n (provision fiable), ce qui permet de calculer le facteur de développement de la dernière année λ_n et les charges ultimes $\hat{C}_{i,\infty}$

$$\text{Ainsi on peut calculer les provisions par exercices : } R_i = \hat{C}_{i,\infty} - C_{i,n-i+1} \quad (6)$$

La provision globale s'obtient finalement par :
$$R = \sum_{i=1}^n R_i \quad (7)$$

I.1.3 Application de la méthode Chain Ladder au portefeuille AT :

En appliquant la méthode décrite ci-dessus, on obtient d'abord le triangle des facteurs de développement en se basant sur le triangle de règlements cumulés. Ensuite, on le remplit par les facteurs moyens qui nous permettent par la suite de remplir le triangle des règlements. S'ensuit l'estimation des provisions pour chaque exercice de survenance.

Tableau 15: Triangle des règlements cumulés & réserve de Chain Ladder

en kMAD		Année de déroulement									ULTIME	Provision 2008 (cadences)
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8		
Exercice de survenance	1 999	23 650	80 446	138 480	172 816	190 655	202 032	223 215	239 053	240 739	286 522	44 682
	2 000	19 176	80 210	145 445	183 799	202 698	225 686	246 315	248 250	249 890	306 209	56 319
	2 001	21 937	88 053	153 518	187 170	211 802	233 303	237 432	239 511	241 145	291 329	51 818
	2 002	21 079	82 015	136 268	180 885	215 655	225 622	229 384	235 825	237 435	286 846	57 462
	2 003	21 983	88 508	160 671	229 811	247 901	257 926	272 385	280 033	281 945	340 619	82 692
	2 004	23 453	82 273	152 549	182 482	197 504	211 523	223 381	229 653	231 221	279 339	81 835
	2 005	18 441	86 921	135 342	165 137	183 910	196 965	208 006	213 847	215 306	260 112	94 975
	2 006	23 226	73 411	113 872	145 042	161 531	172 997	182 694	187 824	189 106	228 460	114 588
	2 007	18 465	68 215	117 102	149 156	166 112	177 903	187 876	193 152	194 470	234 940	166 725
2 008	18 156	69 249	118 876	151 416	168 630	180 599	190 723	196 079	197 417	238 500	220 344	
Facteurs de développement		3,8141	1,7167	1,2737	1,1137	1,0710	1,0561	1,0281	1,0068	1,2081	Exercices antérieurs	274 091
											Total réserve	1 245 531

Source : Réalisé par les auteurs sur VBA

Après avoir estimé les provisions pour les 10 dernières années de survenance, on ajoute la provision pour les sinistres antérieurs à 1999. Le résultat obtenu est alors la provision de l'année 2008 de la branche AT, estimée par la méthode Chain Ladder, et qui s'élève pour notre cas à **1,24 milliards** de dirhams, ce qui avoisine la provision réglementaire.

I.1.4 Validation de l'hypothèse de la méthode :

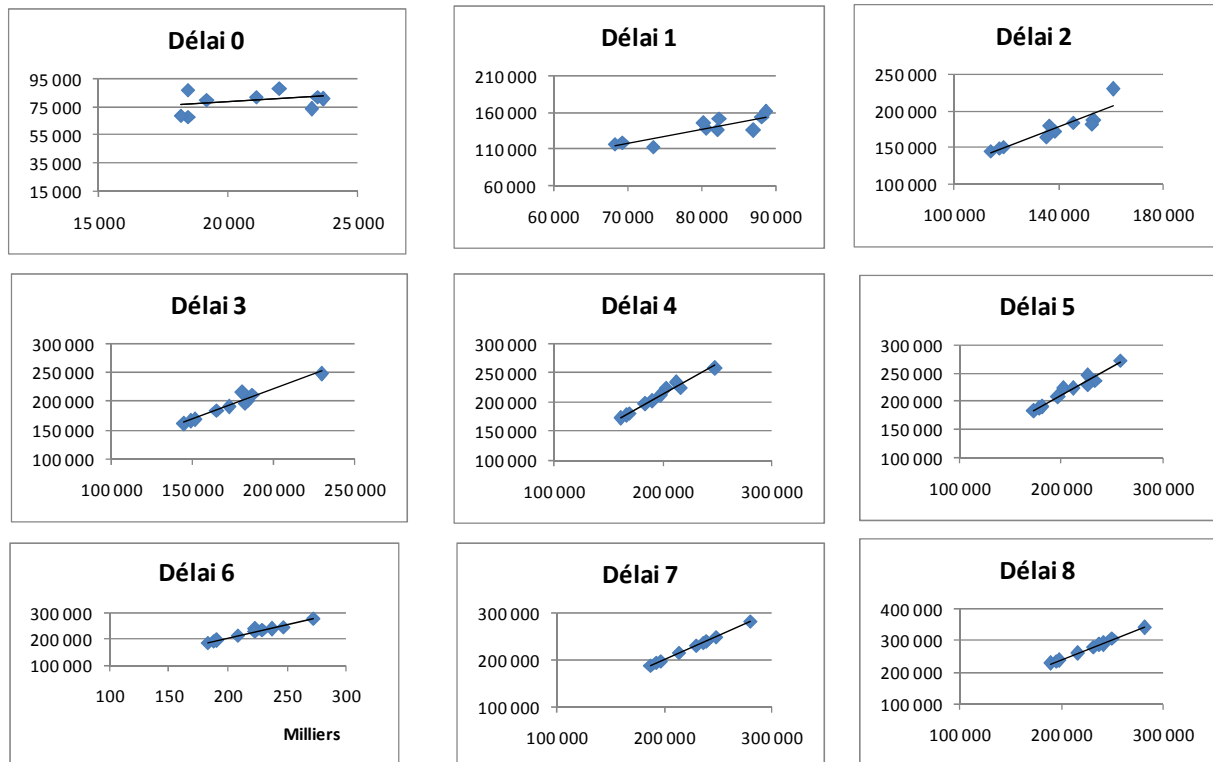
On a supposé pour cette méthode que les ratios des facteurs adjacents $\frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}}$ sont indépendants des années de survenance.

En effet, si pour un j fixé il existe un paramètre λ_j tel que $C_{i,j} = \lambda_j C_{i,j-1}$, alors les points $(C_{i,j}, C_{i,j+1})$ sont sensiblement alignés sur une droite qui passe par l'origine.

Ceci revient également à dire que les coefficients de développement de la même colonne sont sensiblement égaux, et donc peuvent être représentés par des courbes horizontales.

Les graphes suivants représentent les nuages de points $(C_{i,j}, C_{i,j+1})$ pour les différents délais :

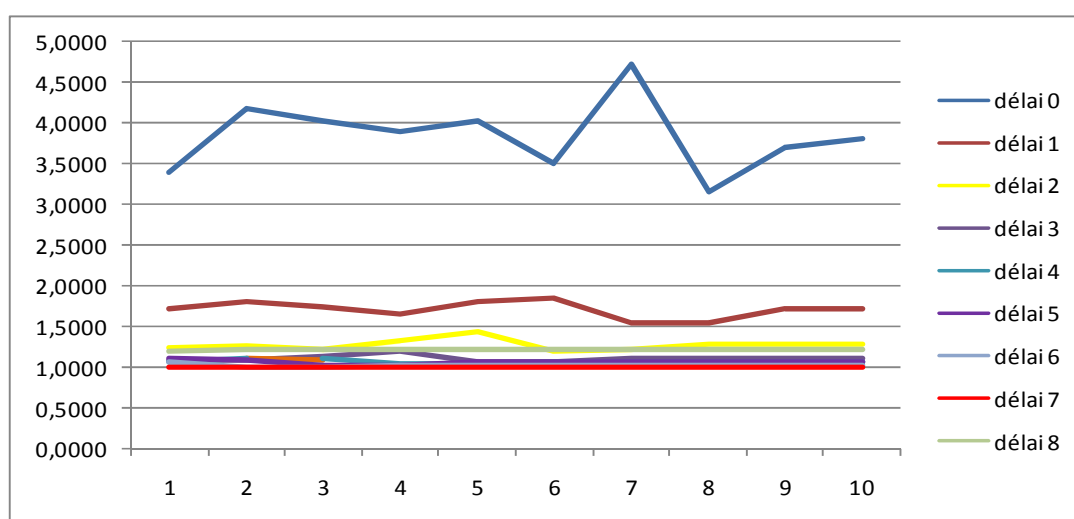
Figure 2: validation 1 des hypothèses de la méthode Chain Ladder



Source : Elaboré sur Excel par les auteurs

L'hypothèse de Chain Ladder est vérifiée pour les différents délais sauf pour le premier. En effet, pour le délai 0, le nuage de points ne présente pas une relation linéaire entre les règlements de la 1^{ère} et 2^{ème} année. Le règlement de la 1^{ère} année diffère selon les cas et en fonction des informations et éléments reçus. En général, les premiers règlements d'un dossier AT concernent des factures de soins médicaux, et ce n'est qu'après l'instruction du dossier que l'on évalue bien le sinistre. Ceci justifie qu'à partir de la 2^{ème} année, les facteurs de développement moyens sont proches, contrairement à la 1^{ère} année qui se caractérise par un facteur moyen trop élevé vu qu'on règle très peu en cette année. Le graphique suivant illustre ce dernier point :

Figure 3: Validation 2 des hypothèses de la méthode Chain Ladder



Source : élaboré sur Excel par les auteurs

I.1.5 Critiques de la méthode Chain Ladder :

Quoique la méthode Chain Ladder présente l'avantage d'être relativement simpliste et facile à interpréter, elle pose quelques problèmes :

➤ La progression des paiements cumulés est supposée la même pour toutes les années de survenance. C'est-à-dire que le coût du sinistre au bout de j années est proportionnel au coût de l'année précédente ou même de n'importe quelle année $i < j$. Ceci n'est généralement pas le cas en pratique dans plusieurs situations telles que :

- Changement de jurisprudence entraînant des paiements plus élevés ;
- Changement de management (au niveau de la gestion des sinistres ou de la souscription) et décision de payer plus rapidement...

➤ Pour les années récentes, l'incertitude est très importante : le coefficient multiplicatif de la dernière année est le produit de $n-1$ estimations de coefficients de proportionnalité. Cette incertitude est d'autant plus grande pour les risques longs, où les premiers paiements commencent au bout de quelques années : si les paiements de la première année sont de l'ordre de 1% du montant total, avoir payé 0.8% ou 1.2% va

faire varier le montant total de provisions pour cette année de 50%. L'utilisation des triangles de paiements dans ce cas peut s'avérer hasardeuse.

Cette méthode ne permet donc pas d'obtenir une mesure de précision sur les estimations.

I.2. La méthode « London Chain » :

I.2.1 Hypothèse de la méthode :

La méthode London Chain est une généralisation de la méthode Chain Ladder où on suppose que la dynamique des $(C_{i,j})_{j=1,\dots,n}$ est donnée par un modèle de la forme :

$$\boxed{C_{i,j+1} = f_j C_{i,j} + a_j} \quad \text{Pour tout } i, j=1, \dots, n.$$

De façon pratique, on peut noter que la méthode standard de Chain Ladder, reposant sur un modèle de la forme $C_{i,j+1} = f_j C_{i,j}$ ne pouvait être appliquée que lorsque les points $(C_{i,j}, C_{i,j+1})$ sont sensiblement alignés (à j fixe) sur une droite passant par l'origine. La méthode London Chain suppose elle aussi que les points soient alignés sur la même droite, mais on ne suppose plus qu'elle passe par l'origine.

La vérification de cette hypothèse se fait de la même façon que celle de la Chain Ladder vue précédemment.

I.2.2 Description de la méthode :

C'est une méthode autorégressive proposée par Benjamin et Eagles en 1986, qui ont envisagé une relation linéaire ne passant pas par l'origine entre les montants cumulés.

Les coefficients (f_j, a_j) sont déterminés par les moindres carrés ordinaires, en minimisant :

$$\boxed{\Delta_j = \sum_{i=0}^{n-j-1} (C_{i,j+1} - (f_j C_{i,j} + a_j))^2}$$

On obtient par annulation des dérivées partielles,

$$f_j^{LC} = \frac{\frac{1}{n-j} \sum_{i=0}^{n-j-1} C_{ij} C_{i,j+1} - \bar{C}_j \bar{C}_{j+1}}{\frac{1}{n-j} \sum_{i=0}^{n-j-1} C_{ij}^2 - \bar{C}_j^2}$$

Ce qui est équivalent à :

$$f_j^{LC} = \frac{\text{Covariance}(col_j, col_{j+1})}{\text{var}(col_j)}$$

Aussi :

$$a_j^{LC} = \bar{C}_{j+1} - f_j^{LC} \bar{C}_j$$

Avec : $\bar{C}_j = \frac{1}{n-j} \sum_{i=0}^{n-j-1} C_{ij}$ et $\bar{C}_{j+1} = \frac{1}{n-j} \sum_{i=0}^{n-j-1} C_{i,j+1}$

Les facteurs de développement f_j^{LC} et les coefficients a_j^{LC} permettent de remplir la partie inférieure du triangle de liquidation en utilisant la formule :

$$C_{i,j+1} = f_j^{LC} C_{i,j} + a_j^{LC}$$

La réserve à constituer par exercice de survéance est alors déduite comme suit :

$$R^{LC} = C_{i,n} - C_{i,n-i}$$

I.2.3 Application de la méthode au portefeuille AT :

L'estimation des facteurs f_j et a_j de la méthode London Chain tel que expliqué précédemment permet de remplir le triangle des règlements cumulés, et par la suite estimer la provision totale en fin 2008. Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Tableau 13: Application de la London Chain au triangle de règlements cumulés

en KMAD		Année de déroulement										Provision 2008 LC
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	ULTIME	
Exercice de surveillance	1 999	23 650	80 446	138 480	172 816	190 655	202 032	223 215	239 053	240 739	286 522	44 682
	2 000	19 176	80 210	145 445	183 799	202 698	225 686	246 315	248 250	249 890	306 209	56 319
	2 001	21 937	88 053	153 518	187 170	211 802	233 303	237 432	239 511	243 255	294 149	54 639
	2 002	21 079	82 015	136 268	180 885	215 655	225 622	229 384	240 749	243 871	294 812	65 428
	2 003	21 983	88 508	160 671	229 811	247 901	257 926	248 010	245 270	246 120	297 232	39 305
	2 004	23 453	82 273	152 549	182 482	197 504	217 321	232 420	241 486	244 237	295 207	97 702
	2 005	18 441	86 921	135 342	165 137	192 093	213 457	230 937	241 126	244 058	295 014	129 877
	2 006	23 226	73 411	113 872	138 411	171 307	198 617	225 239	239 743	243 370	294 274	180 402
	2 007	18 465	68 215	113 398	137 710	170 761	198 227	225 090	239 707	243 352	294 254	226 039
2 008	18 156	79 773	136 189	171 437	196 992	216 955	232 280	241 452	244 220	295 188	277 032	
Facteurs estimés	fj	0,43	1,97	1,48	0,78	0,71	0,38	0,24	0,50	1,08	Exercices antérieurs	274 091
	aj	71 932	-21 109	-30 105	63 658	76 311	148 984	185 071	124 108	32 480		
Total réserve											1 445 516	

Source : Réalisé par les auteurs sur VBA

La provision totale en 2008 est estimée selon cette méthode à **1,44 milliards** de dirhams, ce qui représente une réserve très importante dépassant même la réserve réglementaire qui est assez suffisante. En effet, ce chiffre est à considérer avec prudence étant donné le nombre de critiques adressées à cette méthode, notamment le risque de surparamétrisation qui peut donner des estimations peu fiables.

I.2.4 Critique de la méthode London Chain :

Quoique cette méthode semble être plus adéquate dans le cas où l'alignement des $(C_{i,j}; C_{i,j+1})$ ne passe pas par l'origine, hypothèse de la Chain Ladder qui n'est pas toujours vérifiée, elle présente un inconvénient. En effet, elle nécessite le calcul de n facteurs de développements f_j^{LC} et de n coefficients a_j^{LC} , donc $2n$ paramètres pour seulement $(n+1)(n+2)/2$ données. Ce qui représente le double des paramètres à estimer dans la méthode de Chain Ladder. Il y a alors un risque de surparamétrisation qui accroît la marge d'erreur de l'estimation des provisions. Ainsi, les résultats de cette méthode sont à utiliser avec prudence.

I.3. Comparaison des résultats des deux méthodes:

Le tableau suivant résume les résultats obtenus par les 2 méthodes statistiques de provisionnement Chain Ladder et London Chain :

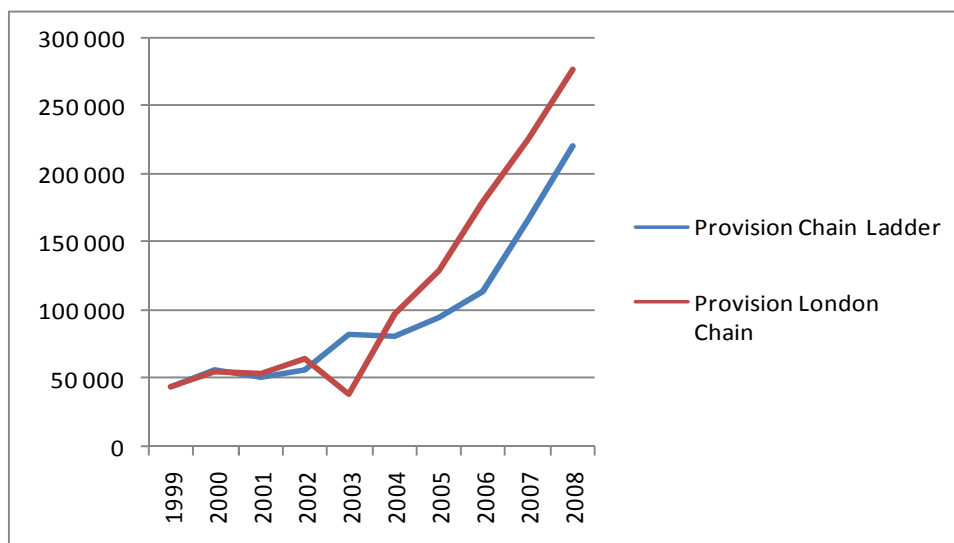
Tableau 16: Comparaison des résultats de Chain Ladder & London Chain

Exercice de survenance	Provisions Chain Ladder (en kDH)	Provisions London Chain (en kDH)
1999	44 682	44 682
2000	56 319	56 319
2001	51 818	54 639
2002	57 462	65 428
2003	82 692	39 305
2004	81 835	97 702
2005	94 975	129 877
2006	114 588	180 402
2007	166 725	226 039
2008	220 344	277 032
Exercices antérieurs	274 091	274 091
Total réserve	1 245 530	1 445 516

Source : réalisé par les auteurs

Pour avoir plus de visibilité sur les provisions par exercice de survenance, ces estimations de provisions sont représentées dans le graphique suivant :

Figure 4: Comparaison des résultats de Chain Ladder & London Chain



Le graphique montre qu'à partir de 2001 la provision de London Chain est surestimée par rapport à celle de la Chain Ladder, ce qui devrait être dû à un défaut d'estimation de la méthode. Il est aussi à signaler que cette dernière a révélé une anomalie concernant l'année 2003 où la provision estimée par cette méthode est anormalement faible par rapport au reste. En effet, cela est justifié au niveau de la compagnie par des événements qui auraient affecté les provisions, tels l'enregistrement de nombreux

recours auprès d'autres compagnies d'assurance, l'annulation de certains paiements effectués par erreur, ou des mal-affectations de sinistres à leurs dates de survenance. Ces problèmes sont difficiles à détecter parce qu'en cette année la fusion de RMA et d'Al Watanya n'avait pas encore eu lieu, et donc on ne saurait retrouver les dossiers ayant subi ces problèmes, ni leur survenance.

Quant à la divergence de ces deux méthodes choisies, cela peut être expliqué par un défaut que présente les méthodes statistiques en général qui donnent des estimations ponctuelles de la provision, sans tenir compte de la marge de précision utilisée. C'est pour cette raison que le recours aux méthodes stochastiques s'impose.

Le propos de la section suivante est d'expliquer la méthode stochastique de Mack qui donne des intervalles de confiance pour les provisions, et de l'appliquer au portefeuille étudié.

II. Provisionnement par la méthode de ‘Mack’ :

Ce modèle a été introduit par Thomas Mack en 1993, il représente la version stochastique de la méthode Chain Ladder, étant donné qu’il permet de dégager une estimation de la volatilité de l’estimateur des provisions techniques obtenues justement par Chain Ladder.

Le modèle est non paramétrique dans la mesure où il ne fait aucune hypothèse de distributions sur les données. En outre, il est conditionnel à la réalisation du triangle.

Il permet d’estimer les erreurs commises lors de l’évaluation des provisions dans la mesure où il fournit une variance de l’estimateur de la provision.

▪ Mise en forme des données :

- Triangle des règlements cumulés : $(C_{i,j})_{i=1..n; j=1..n}$
- Dernier règlement cumulé connu pour la survenance i : $C_{i,n-i+1}$
- Le facteur de développement pour l’année k (k à $k+1$) est égal à : $\lambda_k = \frac{\sum_{j=1}^{n-k} C_{j,k+1}}{\sum_{j=1}^{n-k} C_{j,k}}$

II.1. Hypothèses du modèle :

En notant $C_{i,j}$ le montant cumulé des paiements de l’année de survenance i au délai j , le modèle se base sur les hypothèses suivantes:

✓ Hypothèse 1 :

Les années d’origine sont indépendantes entre elles : ($i \neq i'$), c'est-à-dire $(C_{i,j})_{j=1..n}$ et $(C_{i',j})_{j=1..n}$ sont indépendants.

✓ Hypothèse 2:

La charge $C_{i,j+1}$ a pour espérance conditionnelle : $E(C_{i,j+1} | C_{i,1} \dots C_{i,j}) = \lambda_j \cdot C_{i,j}$

‘Sous ces deux hypothèses, Mack a montré que le modèle stochastique induit fournit exactement les mêmes réserves que la méthode standard de Chain Ladder’.

✓ Hypothèse 3:

Les facteurs de développement sont volatiles, ce qui signifie que leur variance est non nulle. Par conséquent, pour chaque délai j , il existe un paramètre de dispersion σ_j^2 ⁷ tel

$$\text{que } V(C_{i,j+1}|C_{i,1}\dots C_{i,j}) = \sigma_j^2 \cdot C_{i,j}, \quad i = 1, \dots, n \quad \text{et} \quad j = 1, \dots, n-1$$

$$\text{Ou encore } V(\lambda_{i,j}|C_{i,1}\dots C_{i,j}) = \frac{\sigma_j^2}{C_{i,j}}, \quad i = 1..n \quad \text{et} \quad j = 1..n-1 \quad \text{avec : } \lambda_{i,j} = \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}}$$

II.2. Estimation du triangle des paiements :

L'estimation des facteurs de développement se fait par la méthode standard Chain Ladder. Ces facteurs sont sans biais et non corrélés, soit :

$$E(\hat{\lambda}_i) = \lambda_i \quad E(\hat{\lambda}_i \hat{\lambda}_k) = E(\hat{\lambda}_i)E(\hat{\lambda}_k)$$

L'estimation du triangle se fait par Chain Ladder classique.

▪ Erreur de prévision :

Sous l'hypothèse 3, l'erreur quadratique moyenne (« mean squared error ») du montant de provision $\hat{R}_i = \hat{C}_{i,\infty} - C_{i,n-i+1}$ pour l'année i , définie par :

$$mse(\hat{R}_i) = E\left[(\hat{R}_i - R_i)^2 | (C_{i,j})_{i+j \leq n+1} \right]$$

$$\text{Est estimée par : } mse(\hat{R}_i) = \hat{C}_{i,\infty}^2 \sum_{k=n-i+1}^{n-1} \frac{\hat{\sigma}_k^2}{\hat{\lambda}_k^2} \left(\frac{1}{\hat{C}_{i,k}} + \frac{1}{\sum_{j=1}^{n-k} C_{j,k}} \right)$$

Avec : $\hat{C}_{i,k} = \hat{\lambda}_{n-i+1} \dots \hat{\lambda}_{k-1} \cdot C_{i,n-i+1}$ pour tout $k > n-i+1$ avec la convention

$$\hat{\sigma}_k^2 = \frac{1}{n-k-1} \sum_{i=1}^{n-k} C_{i,k} \left(\frac{C_{i,k+1}}{C_{i,k}} - \hat{\lambda}_k \right)^2, \quad k = 1..n-2$$

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

Où $\hat{\sigma}_{n-1}^2$ est obtenue par extrapolation de telle sorte que : $\frac{\hat{\sigma}_{n-3}^2}{\hat{\sigma}_{n-2}^2} = \frac{\hat{\sigma}_{n-2}^2}{\hat{\sigma}_{n-1}^2}$

La réserve de Mack est ensuite obtenue en soustrayant ou en ajoutant à la réserve Chain Ladder la racine de l'erreur quadratique moyenne.

⁷ Thomas MACK, THE STANDARD ERROR OF CHAIN LADDER RESERVE ESTIMATES.
 σ_j : la volatilité des facteurs par période de développement.

II.3. Résultats et commentaires:

Tableau 17: Volatilité⁸ des facteurs et Erreur Quadratique Moyenne par MACK :

		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9
Facteur moyen		3,8141	1,7167	1,2737	1,1137	1,0710	1,0561	1,0281	1,0068	1,2081
		σ_1^2	σ_2^2	σ_3^2	σ_4^2	σ_5^2	σ_6^2	σ_7^2	σ_8^2	σ_9^2
Variances estimées		4 489,46	1 100,79	1 033,47	335,39	237,56	485,41	299,86	0,0246	0,00000202
Année de survenance										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Réserve CL	44 682	56 319	51 818	57 462	82 692	81 835	94 975	114 588	166 725	220 344
MSE			12 847	134 795 991	420 151 419	426 236 661	518 349 417	770 199 131	1 128 415 315	2 206 220 954
$\sqrt{\text{MSE}}$			113	11 610	20 498	20 645	22 767	27 752	33 592	46 970
$\sqrt{\text{MSE}}/\text{Réserve CL}$			0,22%	20,21%	24,79%	25,23%	23,97%	24,22%	20,15%	21,32%

Source : Réalisé par les auteurs sur VBA

Tableau 18: Réserve réglementaire comparée à la Provision de Mack

En kDH	Provision Mack		Réserve Réglementaire finale
	Min	Max	
1999	44 682	44 682	44 682
2000	56 319	56 319	56 319
2001	51 705	51 931	60 828
2002	45 852	69 072	62 203
2003	62 195	103 190	83 822
2004	61 189	102 480	81 021
2005	72 208	117 742	92 716
2006	86 836	142 341	111 707
2007	133 133	200 317	162 574
2008	173 374	267 315	206 814
Exercices antérieurs	274 091	274 091	274 091
Total réserve	1 061 582	1 429 479	1 236 776

Source : Réalisé par les auteurs sur VBA

Le tableau ci-dessus montre que la réserve réglementaire de la compagnie appartient effectivement à l'intervalle de confiance obtenu par Mack.

⁸ Les erreurs standards ne sont que des erreurs d'estimations des réserves et non pas des erreurs de spécification.

II.4. Validation des hypothèses de MACK:

Comme le note MACK, cette méthode repose sur trois hypothèses fondamentales qu'il est nécessaire de tester. Si ces hypothèses ne sont pas vérifiées, le modèle n'est pas valide. Il est à noter que les hypothèses 2 et 3 pourront être validées graphiquement.

✓ *L'hypothèse H_1* qui suppose l'indépendance entre les différentes années de survenance peut être vérifiée par le test⁹ suivant :

Soient les éléments d'une diagonale : $D_j = \{C_{j1}, C_{j-1,2}, \dots, C_{2,j-1}, C_{1j}\}$ $1 \leq j \leq n$; et les coefficients de développement qui dépendent des éléments de D_j :

Soit que les éléments de D_j sont au dénominateur : $A_j = \left\{ \frac{C_{j2}}{C_{j1}}, \dots, \frac{C_{1,j+1}}{C_{1j}} \right\}$

Soit que les éléments de D_j sont au numérateur : $A_{j-1} = \left\{ \frac{C_{j-1,2}}{C_{j-1,1}}, \dots, \frac{C_{1,j}}{C_{1,j-1}} \right\}$

Donc, si les éléments de D_j sont plus grands que d'habitude, les éléments d' A_j seront plus petits et les éléments d' A_{j-1} plus grands que d'habitude.

Pour chaque colonne k , les coefficients de développement sont marqués par un G s'ils sont supérieurs à la médiane de la colonne et par un P s'ils sont inférieurs à la médiane. Remarquons que quand le nombre d'éléments de la colonne est impair, il y a un élément qui est égal à la médiane et qui ne sera pas marqué.

Pour chaque diagonale A_j de coefficients de développement ($2 \leq j \leq n-1$), on compte alors le nombre d'éléments marqués d'un G , soit G_j et le nombre d'éléments marqués d'un P , soit P_j . S'il n'y a pas de changement d'une année calendrier à l'autre, alors G_j et P_j doivent être proches l'un de l'autre, chaque coefficient de développement ayant 50% de chances d'être G ou P , ou pour l'exprimer autrement, $Z_j = \min(G_j; P_j)$ doit être proche de $\frac{G_j + P_j}{2}$.

Pour élaborer un test, il faut tout d'abord déterminer quels sont les deux premiers moments de Z_j .

En cas de non rejet de l'hypothèse de non effet significatif d'une année calendrier, P_j suit une loi binomiale de paramètres $n_j = G_j + P_j$ et $p = 1/2$.

⁹Extrait de 'Etude de techniques IBNR modernes' ; Sandra Pitrebois, Philippe De Longueville, Michel Denuit, Jean-François Walhin

On peut alors montrer que : $E(Z_j) = \frac{n_j}{2} - \binom{n_j - 1}{m_j} \frac{n_j}{2^{n_j}}$

$$Var(Z_j) = \frac{n_j(n_j - 1)}{4} - \binom{n_j - 1}{m_j} \frac{n_j(n_j - 1)}{2^{n_j}} + E(Z_j) - (E(Z_j))^2$$

Où : $m_j = \frac{n_j - 1}{2}$

Les Z_j ne sont pas testés séparément pour éviter une accumulation des erreurs de probabilité et on considère donc une variable globale $Z = Z_2 + \dots + Z_{n-1}$;

Avec : $E(Z) = \sum E(Z_j)$ et $Var(Z) = \sum Var(Z_j)$

Nous pouvons supposer que Z suit une distribution normale et nous ne rejetons pas l'hypothèse de non effet significatif d'une année calendrier (au seuil $\alpha = 5\%$) si :

$$E(Z) - 2\sqrt{Var(Z)} \leq Z \leq E(Z) + 2\sqrt{Var(Z)}$$

En appliquant cette méthode aux facteurs de développement, nous obtenons ce qui suit :

Tableau 19: Tableau des facteurs de développement (CL)

délaï1	délaï2	délaï3	délaï4	délaï5	délaï6	délaï7	délaï8	délaï9
3,4015	1,7214	1,2479	1,1032	1,0597	1,1048	1,0710	1,0071	1,1902
4,1828	1,8133	1,2637	1,1028	1,1134	1,0914	1,0079	1,0066	1,2254
4,0140	1,7435	1,2192	1,1316	1,1015	1,0177	1,0088		
3,8908	1,6615	1,3274	1,1922	1,0462	1,0167			
4,0263	1,8153	1,4303	1,0787	1,0404				
3,5080	1,8542	1,1962	1,0823					
4,7135	1,5571	1,2201						
3,1608	1,5512							
3,6943								

Source : Réalisé par les auteurs

Tableau 20: Situation de la médiane par rapport aux facteurs de développement colonne par colonne

délaï1	délaï2	délaï3	délaï4	délaï5	délaï6	délaï7	délaï8	délaï9
P	P	X	G	X	G	G	G	P
G	G	G	P	G	G	P	P	G
G	G	P	G	G	P	X		
X	P	G	G	P	P			
G	G	G	P	P				
P	G	P	P					
G	P	P						
P	P							
P								

Source : Réalisé par les auteurs

Tableau 21: Mise en œuvre de la méthode

diag j	Pj	Gj	Zj=min(Pj,Gj)	nj=Gj+Pj	E(Zj)	Var(Zj)
2	1	1	1	2	0,5	0,25
3	0	2	0	2	0,5	0,25
4	0	3	0	3	0,75	0,938
5	3	1	1	4	1,25	1,938
6	1	5	1	6	2,063	4,840
7	0	7	0	7	2,406	6,788
8	7	1	1	8	2,906	8,241
9	8	0	0	8	2,906	8,241
Total			Z		E(Z)	Var(Z)
			4		13,28125	31,4853516
Borne inf			2,06	Borne sup	24,50	

Source : Réalisé par les auteurs

D'où le résultat suivant :

Z	Borne inf	Borne sup
4	2,06	24,50

Ce qui conduit à ne pas rejeter l'hypothèse d'indépendance des années de survénance, et par conséquent à valider la première hypothèse de Mack.

✓ *L'hypothèse H_2* peut être vérifiée graphiquement de la même façon que la vérification de l'hypothèse de Chain Ladder vue précédemment¹⁰.

En effet, pour vérifier que le règlement cumulé à un délai $j+1$ ne dépend que du règlement du délai j , il suffit de s'assurer que les points $(C_{i,j}, C_{i,j+1})$ sont sensiblement alignés sur une droite linéaire, pour toutes les années de survénance, étant donné que l'espérance du montant cumulé au délai $j+1$ est une fonction linéaire du montant cumulé au délai j :

$$E(C_{i,j+1} | C_{i,1} \dots C_{i,j}) = \lambda_j \cdot C_{i,j}$$

✓ On étudie le graphe des résidus r_{ij} en fonction des C_{ij} afin de vérifier leur caractère aléatoire et ainsi pouvoir valider *l'hypothèse H_3* de Mack.

En effet, partant de la formule : $V(C_{i,j+1} | C_{i,1} \dots C_{i,j}) = \sigma_j^2 \cdot C_{i,j}$

$$= E[(C_{i,j+1} - E(C_{i,j+1} / C_{i,1} \dots C_{i,j}))^2 / C_{i,1} \dots C_{i,j}]$$

$$= E[(C_{i,j+1} - \hat{\lambda}_j C_{i,j})^2 / C_{i,1} \dots C_{i,j}]$$

Qui est équivalente à : $E\left[\left(\frac{C_{i,j+1} - \hat{\lambda}_j C_{i,j}}{\sqrt{C_{i,j}}}\right)^2 / C_{i,1}, \dots, C_{i,j}\right] = \sigma_j^2$

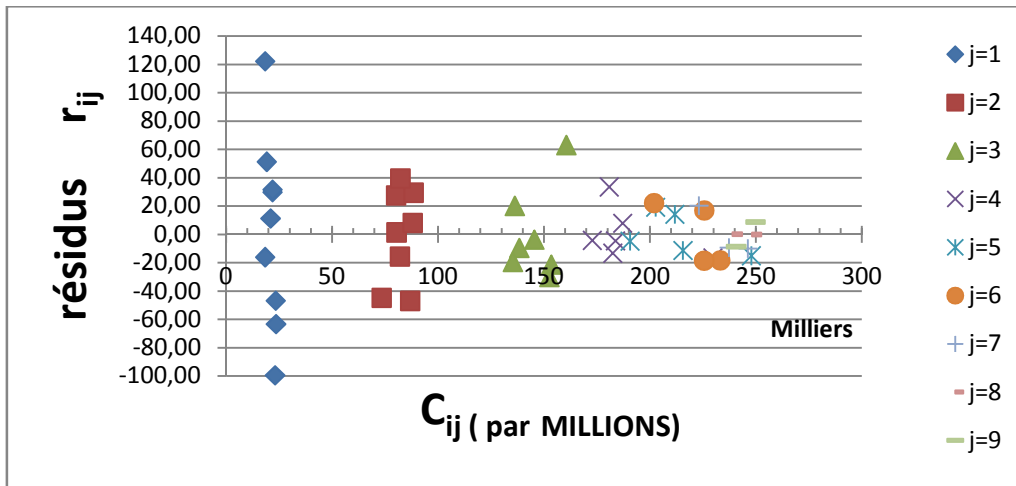
¹⁰ Voir page 54.

Où $r_{ij} = \frac{c_{i,j+1} - \hat{\lambda}_j c_{ij}}{\sqrt{c_{ij}}}$ étant le résidu normalisé ;

Nous pouvons déduire qu'effectivement la validation de l'hypothèse repose sur l'absence de tendance définie des résidus en fonction des règlements pour chaque délai j.

Dans notre cas, les résidus normalisés ont l'allure suivante :

Figure 5: Vérification de la 3ème hypothèse de Mack



Source : réalisée par les auteurs

D'après la figure ci-dessus, il est clair que les résidus n'ont pas de tendance bien définie, par conséquent la troisième hypothèse de Mack est bel est bien vérifiée.

Cela conduit à valider la méthode de Mack et par la suite les résultats qui en découlent.

Conclusion :

Les méthodes réglementaires, statistiques et stochastiques utilisées dans cette partie prouvent que les provisions de la compagnie sont bonnes. En effet les méthodes réglementaires donnent des résultats analogues à ceux obtenus de la comptabilité. Les méthodes statistiques donnent aussi des résultats très valables. Et finalement par la méthode stochastique de Mack, l'intervalle de confiance obtenu contient effectivement la réserve réglementaire de la compagnie. Nous pouvons ainsi conclure que les provisions de la compagnie RMA Watanya sont bonnes.

TROISIÈME PARTIE

ÉVALUATION DU PASSIF 'AT' SOUS SOLVABILITÉ 2

Pour évaluer les provisions techniques de la branche AT sous Solvabilité 2, mais aussi pour calculer les exigences en fonds propres dans ce même contexte, il est indispensable d'exploiter les résultats de l'étude quantitative d'impact QIS 4.

Une partie introductive fera l'objet d'un bref aperçu sur le passage à Solvabilité 2 et ses apports. Ensuite, le chapitre 5 sera dédié au calcul des provisions techniques selon l'approche solvabilité 2, tandis que le chapitre 6 sera consacré à l'évaluation des exigences en fonds propres soit le calcul du SCR de la branche AT.

La directive cadre Solvabilité 2 : apports et particularités

➤ Passage de Solvabilité 1 à Solvabilité 2

Durant ces 30 dernières années, le domaine de l'assurance était régi par le dispositif prudentiel connu sous le nom de solvabilité I. Or le métier de l'assureur a depuis, évolué profondément, et donc ce cadre prudentiel commençait à présenter de plus en plus de limites. A titre d'illustration, le minimum de marge de solvabilité ne constitue plus vraiment un indicateur de solvabilité pertinent aujourd'hui.

En effet, Solvabilité 1 repose essentiellement sur 4 règles :

- La sécurisation des placements financiers en évitant les titres risqués ;
- La présentation d'un rapport de solvabilité et d'un rapport de réassurance selon une analyse rétrospective ;
- La gestion actif-passif visant à assurer la liquidité pour l'assureur afin d'être en mesure de régler tous les sinistres survenus ;
- La détermination d'un niveau minimum de fonds propres ;

Cependant, plusieurs critiques ont été adressées à Solvabilité 1 parce qu'il s'est avéré qu'elle n'est pas assez prudente dans le contexte actuel. En effet, elle adopte une vision rétrospective en prenant le passé comme référence, sans tenir compte des risques futurs qui peuvent se présenter. D'autant plus qu'elle ne prend pas en compte la volatilité à l'intérieur de chaque branche.

C'est pour remédier à ces lacunes que le projet Solvabilité 2 a été adopté en juillet 2007, visant à harmoniser et à renforcer la réglementation prudentielle du secteur des assurances. Il a ainsi entraîné une modification profonde des exigences prudentielles, notamment en imposant une meilleure allocation des fonds propres en fonction des risques auxquels les entreprises sont confrontées mais aussi en améliorant la mesure et le contrôle de ces risques.

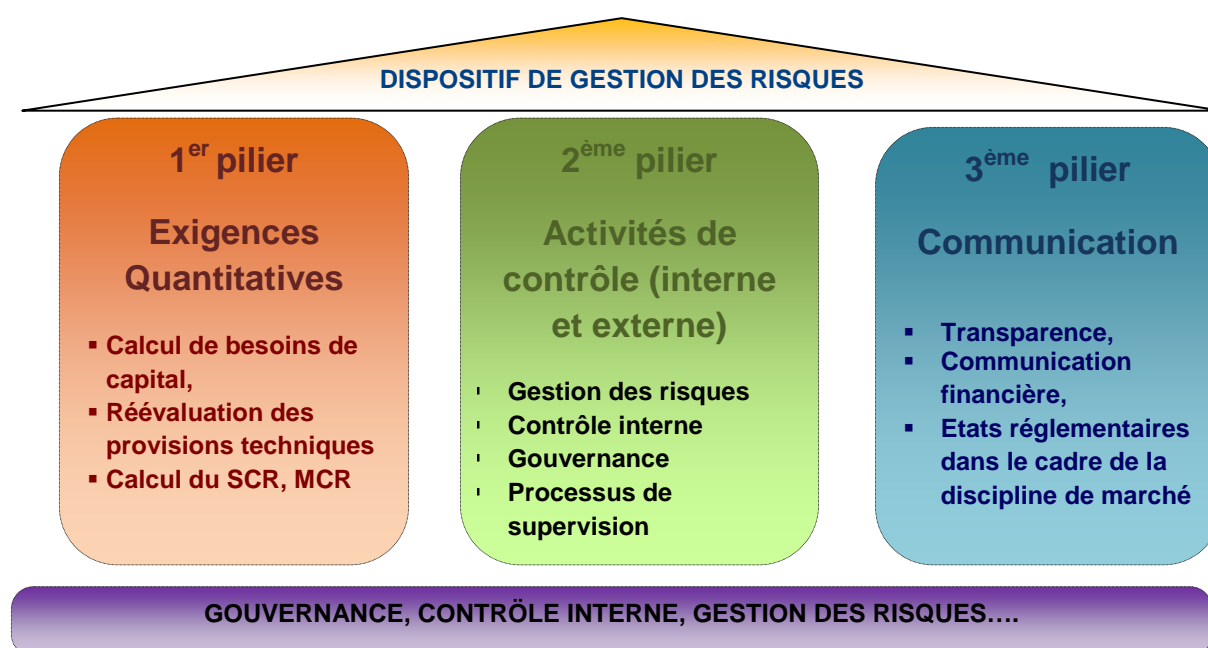
➤ **Les objectifs de Solvabilité 2 :**

Les objectifs de ce projet peuvent être résumés dans les points suivants :

- Améliorer la protection des assurés.
- Inciter les entreprises à améliorer la connaissance et la gestion de leurs risques par l'intégration, dans l'appréciation de la solvabilité, d'éléments qualitatifs tels que la gouvernance, le contrôle interne et la gestion des risques.
- Permettre aux autorités en charge de la supervision de disposer d'outils adaptés pour évaluer la solvabilité globale des institutions en se basant sur des approches prospectives et orientées vers les risques.

➤ **Les piliers de Solvabilité 2 :**

Basée sur un modèle inspiré du dispositif prudentiel bancaire Bâle II, la directive cadre Solvabilité 2 repose également sur 3 piliers :



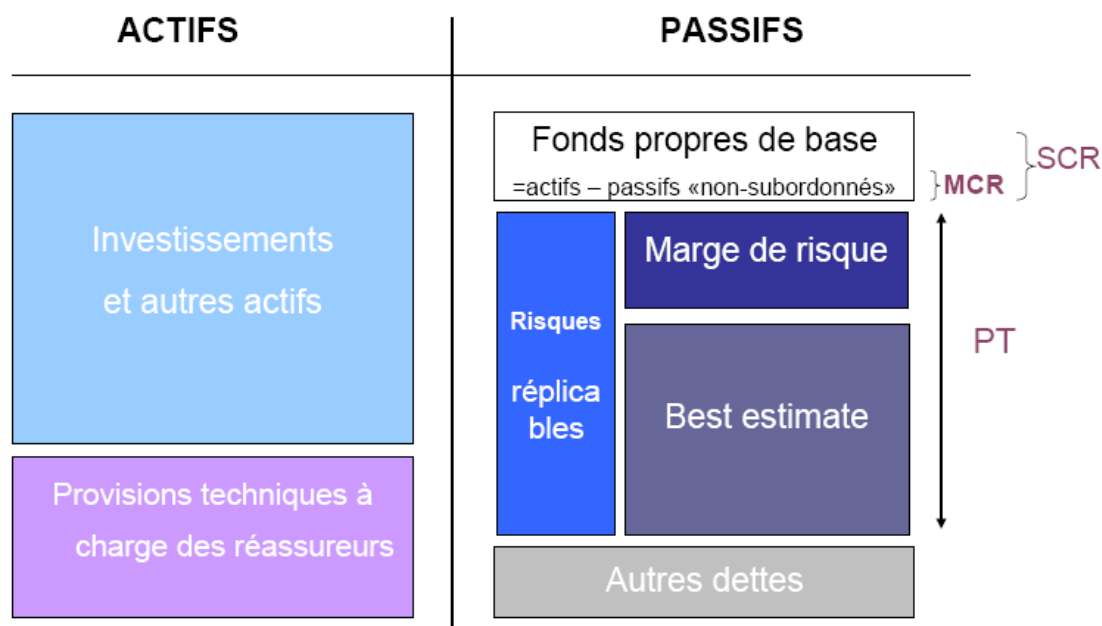
➤ **Les exigences de Solvabilité 2:**

La nouvelle directive cadre Solvabilité 2 a mis en place plusieurs exigences que l'on peut résumer dans les points suivants :

- Instaurer un dispositif permanent de gestion des risques adapté à la taille et à la structure de l'organisme et dissocié des activités opérationnelles quotidiennes.
- Le dispositif de solvabilité doit être fondé sur une évaluation économique du bilan, compatible avec le référentiel IFRS, mais adaptée à des fins prudentielles.
- Pour rendre comparable les exigences de solvabilité, il faut harmoniser les modes de détermination des engagements techniques, soit en déterminant les provisions techniques estimées avec un niveau de prudence suffisant et quantifié.
- Etendre et évaluer l'efficacité du contrôle interne pour répondre aux exigences en établissant un diagnostic du système de contrôle interne existant, et ce pour définir les champs d'amélioration et les décliner en plans d'action.

Sous Solvabilité 2, le bilan se présente sous la forme suivante.

Figure 6: Bilan d'une compagnie d'assurance vu sous Solvabilité 2



Source : Conférence sur QIS4, Autorité de Contrôle des Assurances et des Mutuelles (ACAM)

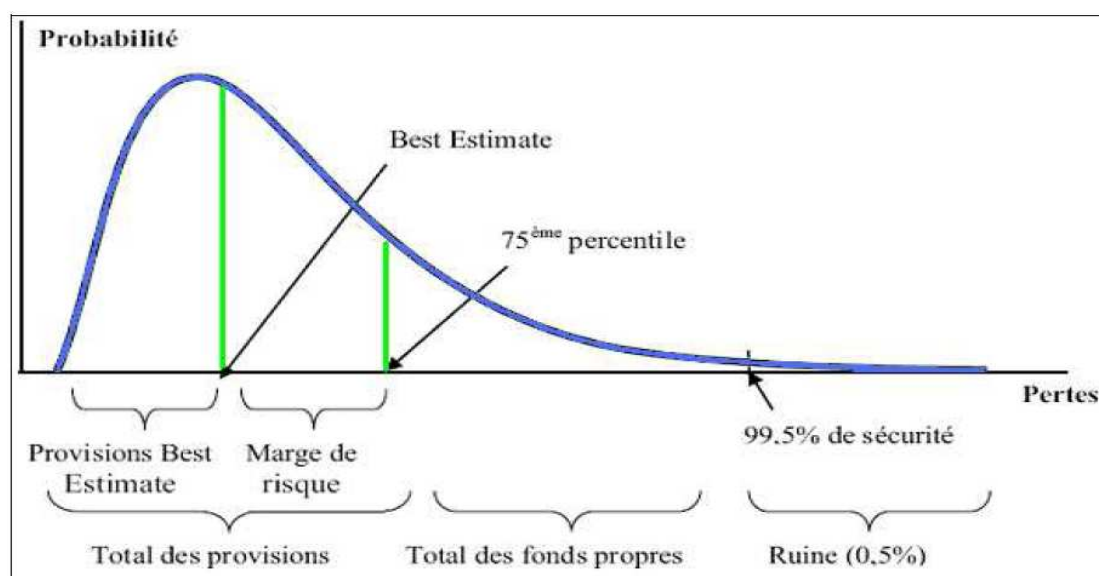
CHAPITRE 5 : CALCUL DES PROVISIONS TECHNIQUES DE LA BRANCHE 'AT' SELON SOLVABILITÉ 2

Le propos de ce chapitre est d'évaluer les provisions techniques de la branche AT sous Solvabilité 2. Celles-ci sont composées du best Estimate majoré d'une marge de risque. Ensuite, il sera question de mesurer l'impact de cette nouvelle directive sur les réserves de la compagnie.

I. Introduction

Les travaux en cours sur Solvabilité II prévoient que les assureurs doivent disposer d'un montant de provisions techniques leur permettant d'honorer leurs engagements de payer les prestations avec une probabilité de 75 %. Ils devront de plus disposer d'un niveau de fonds propres leur permettant de ne pas être en ruine à un an, avec une très forte probabilité (à priori 99,5 %).

Le schéma suivant illustre cette nouvelle vision du passif selon solvency2 :



Les spécifications techniques de QIS4 précisent le contexte d'évaluation des provisions techniques sous Solvabilité 2 en distinguant deux catégories:

- Les engagements répliquables¹¹, pour lesquels la provision technique est estimée à la valeur de marché de la couverture.
- Les engagements non-répliquables pour lesquels marge de risque et best estimate doivent être distingués. La provision technique est calculée en best estimate des cash-flows futurs actualisés, plus une marge de risque.

Dans le cas de la branche AT hors rentes, les engagements ne sont pas répliquables par des instruments financiers. Donc le best estimate et la marge de risque sont calculés séparément.

¹¹ Hedgeables.

II. Best estimate

II.1. Définition

Le Best estimate est défini, dans un univers run off, comme étant *la valeur actuelle attendue de tous les futurs flux de trésorerie potentiels, estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinente* :

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

Conformément à la définition du Best estimate, l'horizon de projection retenu doit couvrir la durée de vie totale du portefeuille d'assurance et de réassurance. En pratique, il doit être suffisamment long pour rendre compte de tous les flux de trésorerie importants qui découlent du contrat ou des groupes de contrats évalués.

En assurance non-vie, le calcul du best estimate peut se faire en 3 étapes :

- Evaluation des différentes provisions concernant la branche.
- Evaluation des flux futurs de paiement des sinistres et des autres frais.
- Actualisation de ces flux aux taux sans risque.

II.2. Application 1 : calcul du best estimate de la branche AT hors rentes

II.2.1 Première étape : Evaluation des provisions AT

De prime abord, il s'agit de trouver l'horizon temporel pour lequel se font les règlements de la branche étudiée pour s'assurer que le triangle des données couvre le nombre d'années nécessaires pour l'extinction du portefeuille.

Cet horizon étant incertain, les compagnies recourent généralement à des méthodes statistiques et à une expertise actuarielle pour extrapoler la sinistralité du passé et calculer ainsi le coût définitif d'une période d'assurance écoulee. Dans la pratique, la méthode de projection la plus courante est la « Chain Ladder » utilisée suite à l'extrapolation des cadences de règlement.

Dans notre cas, la méthode des cadences de règlements à montré que les 10 années de données dont on dispose ne représentent que 84% de la durée de vie du portefeuille. Il serait donc nécessaire de procéder à une extrapolation des cadences pour avoir toute la durée de vie du portefeuille.

II.2.1.1 Extrapolation des cadences AT

Pour compléter le triangle des paiements AT sur toute la durée de vie du portefeuille, on extrapole les cadences de règlements par des fonctions paramétriques.

Etant donné que la courbe des cadences de règlements cumulés a une allure polynomiale, une vérification à l'aide du logiciel SPSS a confirmé que la fonction qui ajuste le mieux ces cadences est polynômiale d'ordre 3 :

$$cad_j = b_0 + b_1 \text{délai}_j + b_2 \text{délai}_j^2 + b_3 \text{délai}_j^3$$

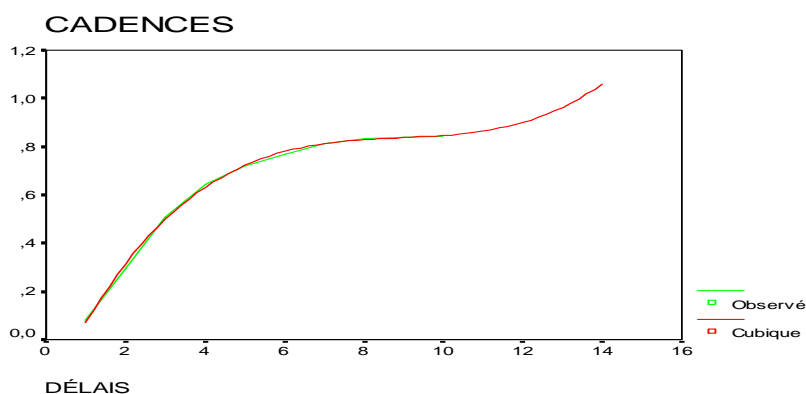
L'estimation des paramètres de ce modèle de régression et de leurs écart-types a donné le résultat suivant:

$$cad_j = -0,2368 + \underbrace{0,3457}_{(0,016)} \text{délai}_j - \underbrace{0,0379}_{(0,003)} \text{délai}_j^2 + \underbrace{0,0014}_{(0,000)} \text{délai}_j^3$$

Où, cad_j : cadence au délai j .

Le coefficient de régression ajusté de ce modèle est de : **$R^2=99,81\%$** .

Figure 7: Cadences observées et fonction d'ajustement cubique



Source : Réalisé par les auteurs sur SPSS

On constate d'après ce graphique, que la courbe de ce modèle cubique ajuste bien les cadences observées, et que les règlements de sinistres prennent fin après 14 ans.

Le tableau suivant présente les cadences ajustées par ce modèle cubique jusqu'à la 14^{ème} année où on atteint 100% des règlements.

Tableau 22: Valeurs des cadences réelles et des cadences ajustées

Délais	Cadences réelles	Cadences ajustées
1	7,83%	7,83%
2	29,70%	29,70%
3	50,71%	50,71%
4	64,35%	64,35%
5	71,73%	71,73%
6	76,88%	76,88%
7	81,15%	81,15%
8	83,45%	83,45%
9	84,02%	84,02%
10	84,41%	84,41%
11	-	86,48%
12	-	90,04%
13	-	96,21%
14	-	100,00%

Source : Réalisé par les auteurs à l'aide de SPSS

II.2.1.2 Evaluation des provisions techniques

Après avoir obtenu l'horizon temporel de l'extinction d'un portefeuille AT, estimé à 14 ans, ainsi que les prévisions de cadences de règlements moyennes pour les 4 dernières années, nous pouvons utiliser ces informations pour estimer les coefficients de développements moyens et compléter ainsi le tableaux des règlements cumulés par la méthode standard « Chain Ladder ».

On obtient les résultats ci-après :

Tableau 23: Triangle extrapolé des règlements cumulés

en KMAD		Année de déroulement												Ultime	Provision fin 2008	
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11			N+12	N+13
Exercice de survenance	1 999	23 650	80 446	138 480	172 816	190 655	202 032	223 215	239 053	240 739	241 840	247 779	257 997	275 661	286 522	44 682
	2 000	19 176	80 210	145 445	183 799	202 698	225 686	246 315	248 250	249 890	258 457	264 804	275 724	294 602	306 209	56 319
	2 001	21 937	88 053	153 518	187 170	211 802	233 303	237 432	239 511	241 145	245 897	251 935	262 326	280 285	291 329	51 818
	2 002	21 079	82 015	136 268	180 885	215 655	225 622	229 384	235 825	237 435	242 113	248 059	258 289	275 972	286 846	57 462
	2 003	21 983	88 508	160 671	229 811	247 901	257 926	272 385	280 033	281 945	287 501	294 560	306 708	327 707	340 618	82 692
	2 004	23 453	82 273	152 549	182 482	197 504	211 523	223 381	229 653	231 221	235 777	241 567	251 529	268 750	279 339	81 834
	2 005	18 441	86 921	135 342	165 137	183 910	196 965	208 006	213 847	215 306	219 549	224 940	234 217	250 252	260 112	94 975
	2 006	23 226	73 411	113 872	145 042	161 531	172 997	182 694	187 824	189 106	192 833	197 568	205 716	219 800	228 460	114 588
	2 007	18 465	68 215	117 102	149 156	166 112	177 903	187 876	193 152	194 470	198 302	203 172	211 551	226 034	234 940	166 725
2 008	18 156	69 249	118 876	151 416	168 630	180 599	190 723	196 079	197 417	201 307	206 250	214 756	229 459	238 500	220 344	
Cadence moyenne		7,83%	29,70%	50,71%	64,35%	71,73%	76,88%	81,15%	83,45%	84,02%	84,41%	86,48%	90,04%	96,21%	100,00%	
Coefs de développement			3,8141	1,7167	1,2737	1,1137	1,0710	1,0561	1,0281	1,0068	1,0197	1,0246	1,0412	1,0685	1,0394	

Source : réalisé par les auteurs sur un tableur Excel

Ce tableau donne les mêmes provisions estimées par la méthode « Chain Ladder » obtenues dans la 2^{ème} partie de ce rapport, mais avec plus de détails concernant les futurs règlements cumulés. Ce qui permettra par la suite d'évaluer tous les paiements futurs jusqu'à l'extinction du portefeuille.

II.2.2 Deuxième étape : Evaluation des flux futurs de paiements

Après avoir estimé les futurs règlements cumulés, on procède à leur décumulation afin d'extraire les règlements futurs de chaque années, ventilés par exercice de survenance. Le résultat de la décumulation est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 24: Tableau des règlements décumulés

en KMAD		Année de déroulement												Ultime	
		N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11		N+12	N+13
Exercice de survenance	1 999	23 650	56 796	58 034	34 335	17 839	11 377	21 183	15 838	1 686	1 101	5 939	10 219	17 664	10 861
	2 000	19 176	61 034	65 235	38 354	18 899	22 988	20 629	1 935	1 640	8 567	6 347	10 921	18 877	11 607
	2 001	21 937	66 117	65 464	33 652	24 632	21 501	4 129	2 079	1 635	4 752	6 038	10 390	17 960	11 043
	2 002	21 079	60 936	54 253	44 617	34 770	9 967	3 762	6 441	1 610	4 679	5 945	10 230	17 684	10 873
	2 003	21 983	66 525	72 163	69 140	18 090	10 026	14 459	7 649	1 911	5 556	7 060	12 148	20 999	12 911
	2 004	23 453	58 821	70 275	29 933	15 022	14 019	11 857	6 273	1 567	4 556	5 790	9 962	17 221	10 589
	2 005	18 441	68 480	48 421	29 795	18 773	13 054	11 041	5 841	1 460	4 243	5 391	9 277	16 035	9 860
	2 006	23 226	50 186	40 461	31 170	16 489	11 466	9 698	5 130	1 282	3 726	4 735	8 148	14 084	8 660
	2 007	18 465	49 750	48 887	32 054	16 956	11 791	9 973	5 276	1 318	3 832	4 870	8 379	14 484	8 906
2 008	18 156	51 093	49 627	32 540	17 213	11 970	10 124	5 355	1 338	3 890	4 943	8 506	14 703	9 041	

Source : réalisé par les auteurs sur un tableur Excel

La somme des cellules de chaque diagonale exprime les cash flows des règlements projetés pour les 14 années à venir. On obtient les résultats suivants :

Tableau 25: Cash flows des règlements futurs

Année	Cash flow projeté des règlements
2 009	200 982
2 010	153 657
2 011	119 488
2 012	97 739
2 013	79 945
2 014	67 588
2 015	57 626
2 016	49 315
2 017	43 532
2 018	37 266
2 019	31 650
2 020	23 609
2 021	9 041

Il est à signaler que les cash flows présentés dans le tableau ci-dessus ne tiennent pas compte des engagements relatifs aux sinistres de survenance antérieure à 1999, et qui s'élèvent à **274 091 milliers de dirhams**. Il faut alors les répartir sur les années à venir. Etant donné que la liquidation des sinistres se fait sur 14 ans, on va supposer que les sinistres antérieurs à 1999 vont se liquider dans les 2 prochaines années. Ainsi, leur réserve sera répartie sur les règlements de 2009 et 2010.

II.2.3 Troisième étape : Actualisation des flux au taux sans risque :

La dernière étape de calcul du best estimate AT hors rente consiste en l'actualisation des cash flows futurs de trésorerie, obtenus dans l'étape précédente, par les taux sans risque des bons de trésor. Ces derniers taux¹² zéro-coupon sont calculés à partir des taux in fine de Bank Al maghreb pris au 31/12/2008, date pour laquelle on évalue le best estimate. Le détail de ce calcul est présenté dans l'annexe IV. Le tableau suivant résume cette étape d'actualisation :

¹² Voir annexe IV.

Tableau 26: cash flows futurs actualisés

	Cash flows futurs	Taux sans risque	Cash flows actualisés
2 009	338 028	3,859%	325 468
2 010	290 703	3,980%	268 873
2 011	119 488	4,049%	106 074
2 012	97 739	4,121%	83 162
2 013	79 945	4,195%	65 096
2 014	67 588	4,254%	52 641
2 015	57 626	4,314%	42 876
2 016	49 315	4,376%	35 009
2 017	43 532	4,439%	29 447
2 018	37 266	4,506%	23 984
2 019	31 650	4,584%	19 330
2 020	23 609	4,666%	13 658
2 021	9 041	4,750%	4 945
Total	1 245 529		1 070 562

Source : réalisé par les auteurs

Le best estimate étant la somme des cash flows futurs de trésorerie :

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

Tout calcul fait, nous obtenons le best estimate de la branche AT hors rentes qui s'élève à **1,07 milliards de dirhams**. Cette provision est moins importante que la provision réglementaire, ce qui est acceptable comme résultat, car le best estimate représente une provision calculée à sa valeur juste et sans pénaliser la compagnie par un sur-provisionnement.

II.3. Application 2 : calcul du best estimate pour les rentes AT

Le calcul du best estimate des rentes AT est similaire à celui de l'assurance vie. En effet, les cash flows futurs correspondent aux rentes annuelles servies aux victimes ou à leurs ayants droits jusqu'à leur décès, sauf pour les enfants qui arrêtent de percevoir leurs rentes à l'âge de 16 ans. Cependant, cette limite d'âge est portée à 18 ans si l'enfant est placé en apprentissage, et à 21 ans s'il poursuit ses études supérieures ou si, par suite d'infirmité ou de maladies incurables, il est dans l'impossibilité de se livrer à un travail salarié.

Le best estimate serait alors exprimé par la formule suivante :

$$BE = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{m-x} R_{i,x} (1 - q_{x+t}) / (1 + r_t)^t$$

Où :

$R_{i,x}$: la rente annuelle du rentier i d'âge x , elle est calculée à la base du salaire et du taux d'IPP de la victime.

q_{x+t} : la probabilité que le rentier d'âge x décède à l'âge $x+t$, calculée à l'aide de la table de mortalité en vigueur pour la branche AT : PF 60_64.

r_t : taux¹³ d'actualisation sans risque pour l'année t

n : le nombre de rentiers dans le portefeuille ($n=20\ 000$) ;

m : la dernière année de perception possible de la rente. Pour les adultes, $m=106$ correspondant à la dernière année de la table de mortalité, et pour les enfants, $m=21$.

Il est à signaler qu'afin de simplifier les calculs, et avec un souci de prudence, on a supposé que tous les enfants orphelins continuent à percevoir leurs rentes annuelles jusqu'à l'âge de 21 ans suite à la présentation d'attestations de scolarité.

Après avoir élaboré un programme sur VBA permettant le calcul du best estimate des rentes AT, nous avons obtenu les résultats présentés dans le tableau suivant :

Tableau 27: Best estimate rentes par catégories (en kDH)

BE (victimes)	BE (ayants droit)	BE (enfants)	BE rentes AT (total)
651 462	267 467	50 641	969 569

Ainsi, le best estimate des rentes AT s'élève à **970 millions** de dirhams, alors que les réserves de la compagnie pour ces rentes dépassent 1 090 millions de dirhams.

¹³ Voir annexe IV

A ce stade, on peut agréger le best estimate de la branche AT qui représente la somme des deux best estimates calculés :

Tableau 28: Best estimate de la branche AT en kDH

BE rentes AT	BE AT hors rentes	BE AT total
969 569	1 070 562	2 040 131

Le best estimate de toute la branche AT (rentes incluses) est de l'ordre de **2 milliards** de dirhams.

Pour obtenir la provision technique de la branche AT calculée sous solvabilité 2, cette valeur sera majorée d'une marge de risque qui permettra à la compagnie d'honorer ses engagements futurs avec un supplément de garantie. La partie suivante est dédiée au calcul de cette marge de risque.

III. Marge de risque

La marge de risque correspond aux compléments du best estimate tenant compte des incertitudes relatifs à son calcul. Elle couvre les risques liés à l'écoulement des passifs sur la totalité de leur durée.

Selon les spécifications techniques de l'étude QIS 4, la marge de risque est évaluée suivant la méthode dite du « coût du capital » qui consiste à calculer le coût de la mobilisation d'un montant de fonds propres éligibles égal au SCR proportionnel aux risques de l'activité, et nécessaire pour assumer ses engagements.

Le calcul de la marge de risque suivant la méthode du coût du capital s'effectue comme suit:

- ✓ pour chaque segment d'assurance et de réassurance, trouver un SCR pour l'année $t=0$ et pour chaque année future de la durée de vie des engagements pris sur ce segment.

- ✓ Multiplier chacun des futurs SCR par le coût du capital pour obtenir le coût de détention des futurs SCR.
- ✓ Actualiser chacun des montants calculés à l'étape précédente au moyen de la courbe des taux sans risque en $t=0$.

La somme des valeurs actualisées correspond à la marge de risque à associer au Best Estimate des engagements concernés en $t=0$.

La principale difficulté pratique que présente cette méthode est la détermination des SCR pour les années futures. C'est pour cette raison que plusieurs simplifications ont été proposées.

Pour l'activité non-vie, la marge de risque est déterminée par la formule suivante¹⁴ :

$$CoCM \approx CoC \cdot (SCR_{AT}^{tf}(0) + Dur_{mod} (3\sigma_{res,AT} PCO_{AT}^{net} + 0,02 PCO_{AT}^{gross} + Def_{re,AT}))$$

$CoCM$: est la marge basée sur le coût du capital ;

CoC : est le coût du capital, il est fixé à 6% ;

$SCR_{AT}^{tf}(0)$: est le SCR actuel pour la branche AT, hors risque de marché et risque de contrepartie relatif aux dérivés financiers ;

Dur_{mod} : est la duration modifiée de PCO_{AT}^{net}

$\sigma_{res,AT}$: est l'écart type pour le risque de provisionnement de la branche AT, tel que défini dans le module risque de tarification et de provisionnement présenté dans la partie suivante ;

PCO_{AT}^{net} : est le *Best estimate* de la provision nette pour sinistres à payer de la branche AT ;

PCO_{AT}^{gross} : est le *Best estimate* de la provision brute pour sinistres à payer dans la branche AT ;

¹⁴ Spécifications techniques QIS 4

$Def_{re,AT}$: est le chargement en capital actuel au titre du risque de contrepartie en réassurance attribué à la branche AT.

Dans le cas de notre étude, il s'est avéré difficile de calculer cette dernière composante relative au risque de contrepartie en réassurance. De plus, la duration modifiée du best estimate qui est fonction de sa duration, fait intervenir les flux futurs de trésorerie. Or dans la branche AT, le best estimate a deux composantes : vie (rentes) et non-vie. Il serait donc délicat de déterminer sa duration et de calculer la marge de risque à l'aide de cette formule spécifique à l'activité non-vie.

Etant donné ces difficultés, un recours aux approximations par branches présentées par les spécifications techniques QIS 4 est alors justifié.

Le calcul de la marge de risque par approximation consiste à appliquer un pourcentage au best estimate. Pour ce qui est de la branche AT, l'étude QIS 4 propose un pourcentage de 14%.

La marge de risque du portefeuille AT étudié serait donc :

$$RM_{AT} = 14\% * BE_{AT}$$

Avec :

RM_{AT} : est la marge de risque de la branche AT.

BE_{AT} : est le best estimate de la branche AT.

Application numérique :

$$RM_{AT} = 0,14 * 2\,040\,131 = \mathbf{285\,618\,kDH}$$

IV. Conclusion : provision technique selon solvabilité 2

La provision technique selon solvabilité 2 est égale à la somme du best estimate et de la marge de risque :

$$\boxed{\text{Provision technique solvency2} = BE_{AT} + RM_{AT} = 2\,325\,750 \text{ KDH}}$$

Pour la branche AT, la provision technique selon solvabilité 2 est évaluée à **2,3 milliards** de dirhams. Ce qui représente un gain par rapport à solvabilité 1 selon laquelle la provision de la compagnie pour la même branche s'élève à environ **2,6 milliards** de dirhams. Ces 300 millions de dirhams constituent un 'gras' de provision que l'introduction de la directive solvabilité 2 va permettre de libérer tout en restant couvert et capable d'honorer ses engagements. Ceci constitue l'un des avantages de solvabilité 2, contrairement aux pratiques actuelles qui ont tendance à surestimer la provision technique pour assurer la solvabilité de la compagnie, ce qui risque de la pénaliser.

CHAPITRE 6 : EVALUATION DES EXIGENCES EN FONDS PROPRES POUR LA BRANCHE 'AT' SELON SOLVENCY2

Dans ce chapitre, il est question de calculer le SCR de la branche AT. Il sera indispensable tout d'abord de cerner tous les risques auxquels elle est exposée, ensuite il faudra les quantifier suivant les spécifications techniques de l'étude QIS4. Et outre, le MCR sera également évalué. La finalité de ce chapitre étant de déterminer les exigences en fonds propres que la compagnie devrait allouer à la branche AT lors du passage à Solvabilité 2.

I. Evaluation du Capital de Solvabilité Requis:

Avec les nouvelles normes prudentielles Solvabilité II, il sera exigé aussi bien des assureurs que des réassureurs de bien mesurer leurs risques et surtout de s'assurer qu'ils ont suffisamment de fonds propres pour les couvrir. L'agrégation de ces risques permet d'obtenir le Solvency Capital Requirement (SCR) ou Capital de Solvabilité Requis.

Le SCR pourra donc être défini comme étant le niveau de fonds propres permettant à une entreprise d'absorber des pertes imprévues importantes et d'offrir une sécurité raisonnable aux assurés, sur la base d'une probabilité de ruine de 0,5 % (« Value at Risk » de 99,5 %) à un horizon d'un an.

Le SCR global de chaque branche est déterminé en agrégeant le SCR opérationnel et le basic SCR au moyen de la méthode d'agrégation de la formule standard du SCR. Le basic SCR regroupe les chargements au titre du risque de souscription en non-vie, du risque de souscription en vie, du risque de souscription en maladie et du risque de contrepartie en réassurance. Le traitement des risques doit respecter le principe de la prééminence du fond sur la forme. A titre exemple, lorsque les règlements de sinistres s'effectuent sous forme de rentes, les sinistres acceptés sont pris en compte dans le module SCR_{life}.

Le calcul de la formule standard du SCR s'organise en modules:

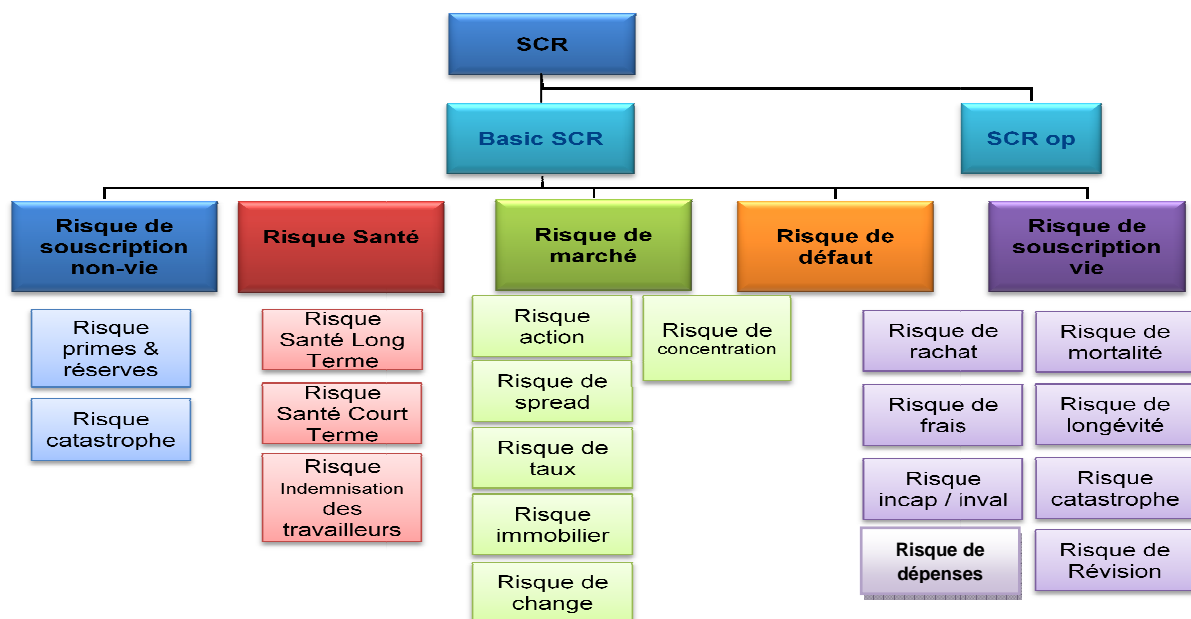


Figure 8: Schéma de calcul du capital de solvabilité requis (SCR)

La formule résumant ce schéma est la suivante :

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

I.1. Evaluation du SCR de Base:

I.1.1 Définitions :

Le BSCR est *le capital de solvabilité requis avant tout ajustement* ; c'est l'agrégat des exigences en fonds propres au titre de cinq principales catégories de risque à savoir le risque de marché, le risque de défaut, le risque de souscription vie, le risque de souscription non vie et le risque santé.

Chaque catégorie de risque regroupe un ensemble de risques comme décrit dans ce qui suit :

- *Le risque de souscription non vie* : il est composé du risque de souscription- risque de primes et de réserves- et du risque catastrophe;

- *Le risque Santé* : c'est un module qui regroupe les risque de souscription santé et ceux liés aux accidents de travail; nous nous focaliserons sur ce module dans la suite de ce travail.

- *Le risque de marché* est le risque de perte qui peut résulter des fluctuations des prix des instruments financiers qui composent un portefeuille. Il peut porter sur le cours des actions, les taux d'intérêts, les taux de change, etc....

- *Le risque de défaut de contrepartie* : qui se traduit par l'incapacité de la contrepartie (Réassureur, Intermédiaires d'assurances...) à faire face à ses engagements.

- *Le risque de souscription vie* qui est composé des risques relatifs à la vie, à savoir le risque de mortalité et de longévité, mais aussi d'autres risques tels le risque d'invalidité/de morbidité, le risque de rachat, le risque de dépenses, le risque de révision et le risque de catastrophes (épidémies...).

Selon Solvabilité II, toute compagnie d'assurance devra disposer des fonds propres nécessaires pour couvrir l'ensemble de ces risques. A défaut, elle devra soumettre à l'autorité de contrôle un plan d'action dans lequel elle devra préciser les moyens et les échéances pour que tous ces critères soient concrètement respectés.

I.1.2 Calcul du BSCR pour l'activité Accident de travail :

I.1.2.1 Module risque de souscription de la branche AT:

Le risque de souscription est un risque qui résulte des contrats d'assurance.

Il est donc directement lié aux incertitudes relatives aux résultats des souscriptions de l'assureur. Les incertitudes dont il est question émanent du :

- Montant et du moment des règlements de sinistres liés aux passifs existants ;
- Volume d'affaires qui sera souscrit et du taux de prime auxquels il sera souscrit ;
- Taux de prime nécessaire pour couvrir les passifs engendrés par les affaires souscrites.

Dans l'assurance accidents du travail, qui présente la spécificité de réunir les caractéristiques de l'assurance vie et l'assurance non vie, les passifs couverts sont de profils diversifiés relatifs au congé de maladie de courte et de longue durée quelle que soit la cause de la maladie. En effet, les passifs peuvent être répartis comme suit:

- Les types standards de passifs non-vie, dont les traitements médicaux et le versement d'indemnités forfaitaires. Compte tenu de leurs caractéristiques, ces sinistres ont généralement un horizon de court à moyen terme.
- Les rentes à verser aux travailleurs blessés et aux bénéficiaires ;
- Les prestations régulières et récurrentes (généralement) sur un horizon de long terme, visant expressément à couvrir les frais d'assistance d'une tierce personne à un travailleur blessé présentant un niveau d'incapacité important (par exemple traitements médicaux continus, remplacement de membres artificiels, salaire d'une auxiliaire de vie, etc.).

Ces couvertures ainsi définies, mènent à différents types de risque à savoir les risques de tarification et de provisionnement, les risques de longévité, de révision, d'invalidité et de dépense, mais aussi aux risques de catastrophes.

En somme, l'exigence en fonds propres pour couvrir le risque de souscription est obtenue en combinant les chargements en capital au titre des sous-risques précités à l'aide de la formule suivante:

$$SCR_{Souscription} = WComp = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrWComp^{r \times c} \cdot WComp_r \cdot WComp_c}$$

Où : $CorrWComp^{r \times c}$ = Cellules du tableau de corrélation $CorrWComp$.

$WComp_r$, $WComp_c$ = Chargements en capital au titre des différents risques de souscription accidents du travail à savoir ; les risques de tarification et de provisionnement ($WComp_{General}$), les risques relatifs aux passifs servis sous forme de rente ($WComp_{Annuities}$), et les risques de catastrophes ($WComp_{CAT}$), en fonction des lignes et des colonnes du tableau de corrélation $CorrWComp$.

Et où le tableau de corrélation $CorrWComp$ est défini comme suit:

Tableau 29: Tableau des corrélations des risques de souscription

$CorrWComp$	$WComp_{General}$	$WComp_{Annuities}$	$WComp_{CAT}$
$WComp_{General}$	1	0,5	0
$WComp_{Annuities}$	0,5	1	0
$WComp_{CAT}$	0	0	1

Sources : Spécifications techniques de l'étude QIS 4

I.1.2.1.1 Risque de provisionnement et de tarification -

$WComp_{General}$ ¹⁵:

Ce sous-module couvre le risque de tarification et le risque de provisionnement résultant de la souscription de contrats d'assurance accidents du travail.

▪ Définition :

- D'une part, le risque de *tarification* ou de prime est un risque de sous tarification de l'exercice de souscription. Il concerne les futurs sinistres survenant pendant et après la période jusqu'à l'horizon de l'évaluation de solvabilité. Le risque consiste à avoir des dépenses et un volume de pertes (encourues et non encourues) au titre de ces sinistres supérieurs aux primes perçues. Il résulte également des incertitudes antérieures à

¹⁵ Tiré du Technical Specifications QIS 4

l'émission des polices sur l'horizon temporel. Ces incertitudes concernent le taux de prime qui sera appliqué, les conditions générales et particulières des polices, la répartition et le volume précis des affaires souscrites.

Les polices à souscrire (y compris les renouvellements) sur la période et les risques non expirés sur les contrats en cours sont sujets au risque de tarification qui existe d'ailleurs dès l'émission de la police, avant la survenance de tout événement assuré.

Il est à noter que l'évaluation du risque de tarification pour la branche accidents du travail ne distingue pas les types de passifs (rentes, assistance de vie et types standard de passifs non-vie) susceptibles de découler de sinistres futurs.

- D'autre part, le risque de *provisionnement* est un risque de sous évaluation des provisions techniques sur les dossiers ouverts. Il découle de deux sources : d'abord, le niveau absolu des provisions pour sinistres peut être mésestimé. Par ailleurs, en raison de la nature stochastique des futurs règlements de sinistres, les sinistres réels fluctueront autour de leur valeur moyenne statistique.

▪ **Formules et données nécessaires au calcul du risque de primes et de réserves:**

Le chargement en capital au titre des risques combinés de tarification et de provisionnement AT se calcule suivant la formule :

$$WComp_{General} = \rho(\sigma) \cdot V$$

Où :

V : mesure de volume (Primes et Réserves)

σ : la volatilité ou l'écart type du portefeuille global c'est-à-dire le ratio combiné basé sur les provisions techniques actualisées de Solvabilité II.

$\rho(\sigma)$: une fonction qui s'exprime comme suit :

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

Où : $N_{0,995}$ est un le Quantile à 99,5 % de la distribution normale standard.

La fonction $\rho(\sigma)$ est fixée de manière à produire un chargement en capital conforme au standard de VaR de 99,5 % dans l'hypothèse d'une distribution log normale du risque sous-jacent. Approximativement, $\rho(\sigma) \approx 3 \cdot \sigma$.

Suivant le QIS 4, la mesure du volume V et la volatilité σ du ratio combiné du portefeuille AT nécessite les données suivantes :

- $PCO_{wcomp, NL}$: Provision nette pour sinistres à payer dans la branche accidents du travail relative aux « types standard de passifs non vie ».
- $P^{t, written}$: Estimation¹⁶ des primes nettes¹⁷ Emises au cours de l'exercice à venir.
- $P^{t, earned}$: Estimations des primes nettes Acquisées au cours de l'exercice à venir.
- $P^{t-1, written}$: Primes nettes Emises au cours de l'exercice précédent.
- $n_{AT\ maximal} = 5$, représente le nombre maximal d'exercices historiques à considérer pour la branche AT. Les trois premiers exercices suivant le démarrage de la branche ne doivent pas être pris en compte. Cependant, lorsque le poids relatif des prestations de rentes et d'assistance à long terme est important (par exemple le *best estimate* correspondant est supérieure à 50 % du *best estimate* total de la branche accidents du travail), les participants utiliseront un paramètre $n_{lob\ maximal} = 15$.
- LR^y : le ratio de sinistres net dans chacune des branches, pour les exercices historiques $y=t-1, t-2, \dots, t-n$
- $P^{y, earned} = P^{y, e}$: les primes nettes acquises dans la branche AT, pour les exercices historiques $y=t-1, t-2, \dots, t-n$.
- C_{AT} : facteur de crédibilité de la branche.

Le ratio de sinistres LR^y est défini comme étant le ratio de l'exercice y des sinistres encourus sur les primes acquises déterminées à la clôture de l'exercice y . Les primes acquises doivent exclure les ajustements sur exercices antérieurs, et les sinistres encourus doivent exclure le résultat de liquidation, c'est-à-dire qu'ils doivent être égaux au total, pour les pertes survenues au cours de l'exercice y , des sinistres payés

¹⁶ Les estimations $P^{t, written}$ et $P^{t, earned}$ sont fournies par la compagnie.

¹⁷ Le taux de cession des primes est de 11%.

(y compris les frais de sinistres) au cours de l'exercice et des provisions constituées à la clôture de l'exercice.

Les ratios de sinistres ne doivent pas être ajustés pour exclure les effets ponctuels qui ne sont pas jugés représentatifs du risque de tarification actuel (par exemple, sinistres de catastrophe).

▪ **Calcul:**

✓ Le volume global V s'obtient en sommant les volumes du risque de tarification et de provisionnement suivant la formule: $V = V_{\text{res}} + V_{\text{prem}}$

Où: $V_{\text{res}} = PCO_{wcomp, NL}$

$$V_{\text{prem}} = \max (P^{t, \text{written}}, P^{t, \text{earned}}, 1.05 \times P^{t-1, \text{written}})$$

✓ L'écart type est obtenu par la formule :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{V^2} (\sigma_{\text{Prem}}^2 \cdot V_{\text{Prem}}^2 + V_{\text{prem}} \cdot \sigma_{\text{prem}} \cdot V_{\text{res}} \cdot \sigma_{\text{res}} + V_{\text{res}}^2 \cdot \sigma_{\text{res}}^2)}$$

Où:

$\sigma_{\text{res}} = 10\%$: L'écart type¹⁸ du risque de provisionnement, donné par le QIS4.

σ_{prem} : L'écart type du risque de tarification. Il est plus compliqué à obtenir. En effet, nous ne disposons que de l'estimation à l'échelle du marché de l'écart type de ce risque, qui s'élève à $\sigma_{M, \text{prem}, AT} = 7\%$.

Pour l'estimation de l'écart type spécifique à l'entreprise $\sigma_{\text{prem}, U, AT}$, le CEIOPS prévoit de développer ce sous-module à l'issue de QIS4 en examinant dans quelle mesure les informations spécifiques aux entreprises pourraient être intégrées à la formule et en analysant le bien-fondé du calibrage.

¹⁸ Comme pour le risque de primes, le CEIOPS étudiera une approche de crédibilité pour le risque de réserves à partir des résultats de QIS4.

En attendant que cela soit fait, et pour pouvoir entamer les calculs, nous estimerons l'écart type du risque de tarification spécifique à l'entreprise $\sigma_{\text{prem}, U, AT}$ par la formule standard utilisée pour l'estimation des écarts types spécifiques aux autres branches - selon laquelle l'estimation de l'écart type est basée sur la volatilité des ratios de sinistres historiques.

D'où l'on obtient :

$$\sigma_{\text{prem}, U, AT} = \sqrt{\frac{1}{(n_{AT} - 1) \cdot V_{\text{prem}}} \times \sum_y P^{y,e} \cdot (LR^y - \mu)^2}$$

μ : Estimation spécifique à l'entreprise de la valeur attendue du ratio de sinistres de la branche AT. En d'autres termes, c'est la moyenne pondérée des primes des ratios de sinistres historiques, calculée suivant la formule :

$$\mu = \frac{\sum_y P^{y,e} \cdot LR^y}{\sum_y P^{y,e}}$$

Finalement, l'écart type du risque de primes de la branche AT est la combinaison de crédibilité des deux estimations, spécifique à l'entreprise et à l'échelle de marché, suivant la formule :

$$\sigma_{\text{prem}} = \sqrt{c_{AT} \cdot \sigma_{u, \text{prem}, AT}^2 + (1 - c_{AT}) \cdot \sigma_{M, \text{prem}, AT}^2}$$

Le facteur de crédibilité c_{AT} est défini dans le tableau suivant :

Tableau 30: Facteur de crédibilité pour le risque de primes

c_{lob}	Nombre d'exercices historiques de données disponibles (en excluant les trois premiers exercices suivant le démarrage de l'activité dans cette branche)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valeur max de n_{lob}	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
	10	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Source : Spécifications techniques de l'étude QIS 4

- **Application:**

Tableau 31:Données nécessaires pour le calcul du risque de Tarification/Provisionnement

En k MAD	$P^{y,e}$	Charge totale nette	LR^y	$(LR^y-\mu)^2$
Exercice	325 758	164 527	50,51%	2,84%
Exercice-1	287 635	198 008	68,84%	0,02%
Exercice-2	299 004	194 682	65,11%	0,05%
Exercice-3	304 029	222 671	73,24%	0,35%
Exercice-4	300 487	241 895	80,50%	1,73%

Source: Direction contrôle de gestion

Nous pouvons donc calculer à partir de ces données et des formules exposées plus haut les variables globales suivantes :

Tableau 32: Calcul du $WComp_{Général}$

Input	Valeur	Output	Valeur
$N_{0.995}$	2,576	μ	67,36%
$V_{res}(\text{en kMAD})$	1 033 547	$\sigma_{u,prem,AT}$	10,58%
$V_{prem}(\text{en kMAD})$	350 524	σ_{prem}	9,94%
$V(\text{en kMAD})$	1 384 071	σ	8,99%
σ_{res}	10%	$\rho(\sigma)$	15,99%
$\sigma_{M,prem,AT}$	7%	$WComp_{General}$	221 341 kMAD

Source: réalisé par les auteurs.

Ainsi, pour couvrir les deux risques de tarification et de provisionnement inhérent à la branche AT, la compagnie aura besoin d'environ **221,3 millions** de dirhams.

I.1.2.1.2 Module de risque découlant de passifs payés sous forme de rente et assistance de vie: $WComp_{Annuities}$

▪ Description :

Ce sous-module couvre les risques sous-jacents aux prestations accidents du travail versées sous forme de rentes et d'assistance. Il couvre les passifs découlant d'événements déjà survenus à la date d'évaluation¹⁹.

Ce sous-module comprend le risque de longévité, le risque de révision, le risque d'invalidité et le risque de dépenses. Faute de données détaillées, l'étude qui va suivre se focalisera sur les trois premiers risques seulement. En effet, le risque de dépense qui est relatif aux frais de gestion des sinistres ne peut être traité dans cette section, du moment que les frais de gestion de la branche AT ne sont pas dissociés de l'ensemble des frais de la compagnie.

Le chargement en capital au titre du risque de souscription intrinsèque aux rentes et à l'assistance de vie $WComp_{Annuities}$ est obtenu en combinant les chargements en capital au titre des différents sous-risques à l'aide de la formule suivante :

$$WComp_{Annuities} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrAnnuities^{rxc} \bullet Annuities_r \bullet Annuities_c}$$

Où

$CorrAnnuities^{rxc}$ = Cellules du tableau de corrélation $CorrAnnuities$

$Annuities_r, Annuities_c$ = Chargements en capital au titre des différents sous-risques, à savoir le risque de longévité ($Annuities_{long}$), le risque d'invalidité ($Annuities_{dis}$) et le risque de révision ($Annuities_{rev}$), selon les lignes et colonnes du tableau de corrélation $CorrAnnuities$.

¹⁹ On notera que les risques de souscription accidents du travail liés aux événements futurs doivent être intégralement couverts par le sous-module $WComp_{General}$.

Et le tableau de corrélation CorrAnnuities est défini comme suit :

Tableau 33: Tableau des corrélations des risques de souscription relatifs aux rentes

<i>CorrAnnuities</i>	<i>Annuities_{long}</i>	<i>Annuities_{dis}</i>	<i>Annuities_{rev}</i>	<i>Annuities_{exp}</i>
<i>Annuities_{long}</i>	1			
<i>Annuities_{dis}</i>	0	1		
<i>Annuities_{rev}</i>	0	0	1	
<i>Annuities_{exp}</i>	0,25	0,5	0,25	1

Sources : Spécifications techniques de l'étude QIS 4

a) Risque de longévité (*Annuities_{long}*) :

▪ Description :

Le risque de longévité découle de l'équivoque relative aux tendances de l'espérance de vie, dans la mesure où celles-ci ne sont pas déjà prises en compte dans l'évaluation des provisions techniques.

Il est applicable aux contrats d'assurance subordonnés au risque de longévité (lorsqu'il n'y a pas de prestation en cas de décès ou lorsque le montant actuellement à payer en cas de décès est inférieur aux provisions techniques détenues et que par conséquent, une baisse des taux de mortalité risque d'entraîner une augmentation des provisions techniques).

▪ Calcul :

Le chargement en capital au titre du risque de longévité est le résultat du scénario de diminution du taux de mortalité de façon permanente, et il s'exprime comme suit :

$$Annuities_{long} = \sum_i (\Delta NAV | longevityshock)$$

Où l'indice *i* dénote chaque police dans laquelle le versement de prestations (en capital ou sous forme de rente) est subordonné au risque de longévité inhérent à la branche AT.

Les autres termes représentent :

Longevityshock = Diminution (permanente) de 25 % des taux de mortalité pour chaque âge.

ΔNAV = Variation de l'actif net.

▪ **Application :**

Le risque de longévité est inhérent aux victimes ainsi qu'aux ayants droits- conjoints et ascendants uniquement. Les descendants ne sont pas concernés dans la mesure où la rente de ces derniers s'arrête automatiquement à l'âge de 21 ans. Par conséquent, nous n'allons prendre en compte dans les calculs que les rentes destinées à ces catégories de bénéficiaire.

Ainsi, pour le calcul de $\Delta NAV | longevityshock$, nous allons effectuer un choc de 25% aux taux de mortalité à chaque âge et pour chaque bénéficiaire.

Nous obtenons le résultat suivant :

Tableau 34: Calcul du chargement en capital au titre du risque de longévité

Risque de Longévité		
BE (ADs+victimes)	BE (ADs+victimes) après choc	$\Delta NAV =$ Annuities _{long}
892 150	984 176	92 026

Source : réalisé par les auteurs

Ainsi, pour se prémunir contre le risque de longévité inhérent à la branche AT, la compagnie aura besoin d'environ **92.03 millions** de dirham.

b) Risque d'invalidité (Annuities_{dis}) :

▪ **Description :**

Le risque d'invalidité représente le risque d'incertitude relative aux tendances des taux d'IPP futurs consécutifs à une aggravation de l'état de santé de la victime, dans le cas où elles ne sont pas déjà prises en compte dans l'évaluation des provisions techniques.

Il est applicable aux contrats d'assurance dans lesquelles le versement des prestations est subordonné à une invalidité définie.

▪ **Calcul :**

Le chargement en capital au titre du risque d'invalidité est le résultat d'un scénario d'invalidité et s'exprime comme suit :

$$Annuités_{dis} = \sum_i (\Delta NAV | disshock)$$

Où l'indice i dénote chaque police dans laquelle le paiement des prestations (capital ou rente) est subordonné au risque d'invalidité. Les autres termes représentent :

ΔNAV = Variation de l'actif net²⁰.

Disshock = Augmentation de 35 % des taux d'invalidité l'année suivante et augmentation (permanente) de 25 % (par rapport au *best estimate*) des taux d'invalidité à chaque âge dans les années suivantes.

▪ **Application :**

Seules les victimes présentent le risque d'invalidité. Par conséquent, nous allons nous intéresser à l'ensemble des rentes perçues par les victimes seulement sans tenir compte des rentes perçues par les ayants droits.

Ainsi, pour le calcul de $\Delta NAV | disshock$, nous allons procéder au choc du taux d'IPP qui est une composante principale pour le calcul de la rente²¹. En effet, celle-ci se calcule suivant la formule :

$$\text{Rente} = \text{Salaire réduit} \times \text{taux d'IPP réduit}$$

²⁰L'estimation des passifs à la suite d'un choc d'invalidité doit respecter les principes énoncés dans l'annexe V.

²¹ Voir les détails d'abattement des salaires et de réduction des taux d'IPP dans les annexes 1 et 3.

Nous obtenons le résultat suivant :

Tableau 35: Calcul du chargement en capital au titre du risque d'invalidité

Risque d'invalidité		
BE (victimes)	BE(choc Taux IPP)	$\Delta NAV =$ Annuities _{dis}
624 683	843 322	218 639

Source : réalisé par les auteurs

Pour se couvrir du risque d'invalidité relatif à la branche AT, la compagnie aura besoin d'environ **218,6 millions** de dirham.

c) Risque de révision (Annuities_{rev}) :

▪ **Description :**

Dans le contexte de la branche accidents du travail, le risque de révision²² représente le risque d'une variation défavorable du montant d'une rente due à une révision imprévue²³ du processus des sinistres. Pour ce qui est des prestations pouvant être approchées par une rente vie (assistance de vie), le risque est inhérent au montant annuel « moyen » retenu dans le calcul du *best estimate*.

Pour le calcul de ce chargement, les assureurs ne doivent considérer que l'impact sur les rentes pour lesquelles un processus de révision est susceptible de survenir au cours de l'année suivante (par exemple, les rentes dont les conditions de versement sont soumises à des restrictions légales ou d'une autre nature sont à exclure). À moins que le montant annuel 'moyen' ne soit fixe et connu avec certitude, toutes les prestations assimilables à une rente vie (assistance de vie) sont également soumises au risque de révision.

Pour le cas du Maroc, une révision a eu lieu en 2006 concernant la table de mortalité utilisée pour le calcul des rentes. Cette révision a en effet impacté les réserves de la compagnie (branche AT) qui ont nécessité un renflouement d'à peu près 30%.

²² Les conditions et les motifs de ces révisions ont directement trait au système légal ou statutaire applicable aux sinistres concernés. Néanmoins, la raison la plus fréquente semble être une dégradation de l'état de santé du bénéficiaire.

²³ Il s'agit d'un impact limité aux rentes réellement révisables. Les rentes dont le montant est lié aux résultats ou aux prix ou à un autre indice, ou dont la valeur déterministe varie au changement de statut, ne doivent pas être classées comme réellement révisables pour ces attributs.

- **Calcul :**

Le chargement en capital au titre du risque de révision est déterminé comme suit :

$$\text{Annuities}_{rev} = \Delta NAV | revshock$$

Où :

ΔNAV = Variation de l'actif net.

revshock = Pour les rentes : hausse de 2 % du montant annuel à payer.

 Pour les prestations d'assistance : hausse de 5 % du montant annuel à payer.

- **Application :**

Seules les victimes sont concernées par le risque de révision lorsqu'il s'agit d'une aggravation de l'état de santé. Si par contre les autres motifs de révision, à savoir une modification de la réglementation, sont considérés, tout le portefeuille sera affecté.

Dans notre cas, nous ferons l'hypothèse que le portefeuille dans sa globalité sera concerné, et par conséquent, nous allons nous intéresser aux rentes perçues par les victimes et les ayants droits (conjoint, ascendants et descendants).

Ainsi, pour le calcul de $\Delta NAV | revshock$, nous allons procéder au choc des rentes annuelles.

D'où le résultat suivant :

Tableau 36: Calcul du chargement en capital au titre du risque de révision

Risque de révision		
BE (victimes+ADs)	BE(choc Rente)	$\Delta NAV =$ Annuities _{rev}
948 140	975 798	27 659

Source : réalisé par les auteurs

La compagnie aura besoin donc d'environ **27,66 millions** de dirham pour se prémunir contre ce risque.

d) Agrégation des risques relatifs aux rentes²⁴ :

Pour le calcul de $WComp_{Annuities}$, il suffit d'appliquer la formule :

$$WComp_{Annuities} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrAnnuities^{rxc} \bullet Annuities_r \bullet Annuities_c}$$

En tenant compte bien évidemment des corrélations entre les différents risques, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 37: Calcul des exigences en fonds propres pour les risques relatifs aux rentes

<i>En kMAD</i>	<i>Annuities_{long}</i>	<i>Annuities_{dis}</i>	<i>Annuities_{rev}</i>	<i>WComp_{ANNUITIES}</i>
<i>ΔNAV</i>	92 026	218 639	27 659	
<i>Corrélation Annuities_{long}</i>	1	0	0	
<i>corrélation Annuities_{dis}</i>	0	1	0	
<i>corrélation Annuities_{rev}</i>	0	0	1	
				238 824

Source : réalisé par les auteurs

La compagnie aura besoin d'environ **283,8 millions** de dirham pour se protéger contre les risques relatifs aux passifs servis sous forme de rente – pour la branche AT.

I.1.2.1.3 Module de risque catastrophe :

Les risques de catastrophe résultent d'événements extrêmes ou irréguliers insuffisamment couverts par les chargements au titre des risques de tarification et de provisionnement. Pour déterminer la charge de capital imputée aux risques de catastrophe, l'étude QIS 4 propose deux méthodes :

- Une approche standard mettant en relation des coefficients donnés et les primes émises à venir pour chaque branche ;
- Une méthode des scénarios possibles selon le pays ;

²⁴ Il est à noter que le risque de dépenses n'a pas été pris en compte, étant donné que les frais de gestion de la branche ne sont pas disponibles indépendamment des frais des autres branches.

a) Première méthode : Approche standard

Méthode applicable dans le cas où il n'y a pas de scénario proposé. La charge de capital au titre du risque de catastrophe pour l'AT est déterminée comme suit :

$$WComp_{CAT} = C \times P$$

Où : - P : Estimation de la prime nette émise dans la branche accidents du travail au cours de l'année à venir.

- C = 0,07 : facteur de calibrage (donnée du QIS 4).

b) Deuxième méthode : Approche des scénarios :

Exemples de scénarios d'origine humaine que l'on peut prendre pour la branche AT:

- Maladie professionnelle s'avérant très coûteuse et touchant un grand nombre de personnes.
- Accident concentré important ou accident terroriste impliquant un large effectif pour une entreprise ou dans une zone.

Après avoir identifié le scénario, on détermine la charge de capital pour ce risque à partir de la relation suivante :

$$WComp_{CAT} = \sqrt{\sum_i CAT_i^2}$$

Où la somme est celle des catastrophes spécifiées et CAT_i représente le coût de la catastrophe définie i.

▪ Application:

Tableau 38: Calcul du chargement en capital au titre du Risque Catastrophe

Risque Catastrophe Méthode 1		
$P^{t,written}$ (en kMAD) nette	Facteur	Résultat (en kMAD)
311 966	7%	21 838

Source : Réalisé par les auteurs

Ainsi, pour se couvrir du risque catastrophe inhérent à la branche AT, l'entreprise aura besoin d'environ **21, 8 millions** de dirham.

I.1.2.1.4 Agrégation des chargements au titre du risque de souscription :

Tous les calculs étant faits, le basic SCR de la branche AT s'obtient en appliquant la formule :

$$WComp = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrWComp^{r \times c} \cdot WComp_r \cdot WComp_c}$$

En tenant compte bien évidemment des corrélations entre les différentes catégories de risques.

C'est ainsi que nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 39: Calcul du SCR Souscription

<i>En kMAD</i>	<i>WComp Général</i>	<i>WComp ANNUITIES</i>	<i>WComp CAT</i>	<i>Wcomp</i>
Valeur	221 341	238 824	21 838	
<i>Corrélation WComp Général</i>	1	0,5	0	
<i>Corrélation WComp ANNUITIES</i>	0,5	1	0	
<i>Corrélation WComp CAT</i>	0	0	1	
				399 208

Source : Réalisé par les auteurs

En somme, la compagnie aura besoin d'environ **399,2 millions** de dirhams pour le module risque de souscription pour la branche AT.

I.1.2.2 Module risque de marché :

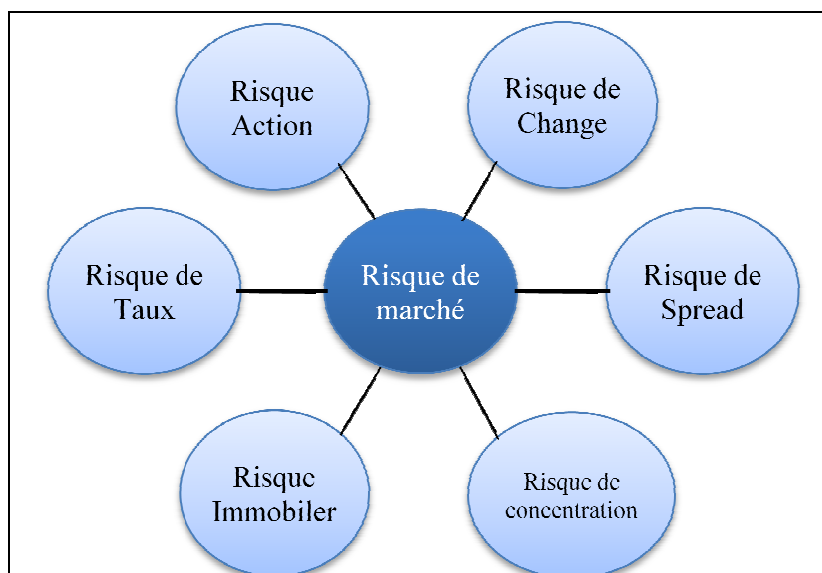
▪ Description:

Le risque de marché est le risque de perte lié aux fluctuations de la valeur des actifs qui composent un portefeuille. Il résulte du niveau ou de la volatilité de la valeur de marché des instruments financiers.

L'exposition au risque de marché est mesurée par l'impact des mouvements de variables financières telles que les cours des actions, les taux d'intérêt, les prix de l'immobilier, les taux de change et le spread de signature des instruments de taux sur la valeur de l'actif net de l'entreprise d'assurance.

Comme l'actif des compagnies d'assurance est composé d'actifs financiers par excellence, tous les assureurs sont donc soumis au risque de marché. Ses composantes sont les suivantes :

Figure 9: Composantes du risque de marché



Les sous-risques de marché seront agrégés de telle sorte à obtenir le chargement global SCR_{mkt} au titre du risque de marché suivant la formule:

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrMkt_{r,c} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

Où : $CorrMkt_{r,c}$ = Cellules du tableau de corrélation $CorrMkt$.

Mkt_r, Mkt_c = Chargements en capital au titre des risques de marché selon les lignes et les colonnes du tableau de corrélation $CorrMkt$.

Et la matrice de corrélation est définie comme suit:

Tableau 40: Matrice de corrélation des composantes du risque marché

<i>CorrMkt</i>	<i>Mkt_{int}</i>	<i>Mkt_{eq}</i>	<i>Mkt_{prop}</i>	<i>Mkt_{sp}</i>	<i>Mkt_{conc}</i>	<i>Mkt_{fx}</i>
<i>Mkt_{int}</i>	1					
<i>Mkt_{eq}</i>	0	1				
<i>Mkt_{prop}</i>	0,5	0,75	1			
<i>Mkt_{sp}</i>	0,25	0,25	0,25	1		
<i>Mkt_{conc}</i>	0	0	0	0	1	
<i>Mkt_{fx}</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

Source : Spécifications techniques de l'étude QIS 4

Les indices utilisés sont respectivement les exigences de capital pour les risques de taux, actions, immobiliers, spread, concentration et change.

Le calcul des chargements en capital de l'ensemble des sous modules adopte une approche de type VaR. Il s'ensuit donc que le résultat obtenu pour chacun des risques correspond théoriquement à la VaR 99,5%.

Pour le cas de RMA WATANYA, et vu la structure des placements, il serait pertinent de se focaliser sur les risques Action, Taux et Immobilier uniquement. En effet, le risque de change est quasi absent du portefeuille de la compagnie vu qu'elle effectue toutes ses opérations en dirham.

En outre, les risques de Concentration et de Spread ne peuvent être traités dans la mesure où nous ne disposons d'aucune information sur les ratings des émetteurs.

I.1.2.2.1 Risque sur actions Mkt_{eq} :

- **Description:**

Le risque action matérialise le risque de perte en capital induit par la baisse du cours des actions détenues. Il est très présent dans le portefeuille d'un assureur étant donné qu'une bonne partie des placements se fait en actions dans le but d'améliorer la performance financière du portefeuille.

Les actions sont cependant connues pour leur grande variabilité qui peut être à l'origine d'un énorme risque, et peut ainsi impacter considérablement le résultat de l'entreprise.

- **Calcul:**

La détermination du chargement en capital au titre du risque sur actions recourt à un indice « Global », qui regroupe les actions cotées dans les pays de l'EEE et de l'OCDE, et à un indice « Autres », qui comprend les actions exclusivement cotées sur les marchés émergents, les actions non cotées, les fonds spéculatifs et les autres investissements alternatifs (titres de participations).

Pour entamer les calculs, chaque ligne d'actifs classée dans le poste action est supposée avoir un $\beta = 1$ et par conséquent sa variation est identique à celle de l'indice de référence.

Dans le but de calculer l'exigence en fonds propres afin d'être couvert du risque action, le modèle standard préconise l'application d'un choc à la valeur de marché. Ces chocs supposent une baisse des taux répartie comme suit :

	Global	Autres
Equity Shock _i	32%	45%

N°	Indice
1	Global
2	Autres

Tout calcul fait, le résultat obtenu suite à ces chocs représente la perte occasionnée par une baisse de 32% du cours des actions de l'indice Global et une baisse de 45% du cours des actions de l'indice Autres.

Le calcul du risque sur actions se fait en deux étapes :

(a) Détermination du chargement en capital (Mkt_{eq}) pour chaque indice i suivant la relation :

$$Mkt_{eq,i} = \max(\Delta NAV | equity shock_i; 0)$$

Avec

- NAV : (Net Asset Value) Valeur de l'actif net
- $\Delta NAV / equity shock = NAV$ (scénario standard) – NAV (scénario de baisse de taux)

(b) Combinaison des exigences pour les deux indices suivant la formule :

$$Mkt_{eq} = \sqrt{\sum_{rxc} corrIndex^{rxc} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

Où la matrice de corrélation se définit comme suit :

CorrIndex	Global	Autres
Global	1	
Autres	0,75	1

Ces grandeurs ainsi définies par le CEIOPS, reflètent le travail d'analyse des différentes relations entre marchés financiers performants et marchés dans les pays émergents.

Le traitement des participations et des filiales se fait autrement. En effet, dans le cadre de l'étude quantitative d'impact 4, deux calculs sont requis. Chacun équivaut à une approche différente pour les actions des filiales détenues. La première option²⁵ préconise la division du risque sur action par deux lorsqu'il s'agit d'une filiale. Dans la deuxième²⁶ par contre, toutes les actions sont traitées de la même manière y compris les participations dans les filiales.

▪ **Application:**

Le Maroc étant un pays émergent, et compte tenu du fait qu'aucun placement ne se fait à l'étranger que ce soit en Europe ou autre, seul l'indice 'Autres' sera abordé. La formule utilisée pour les calculs sera donc :

$$Mkt_{eq} = \max(\Delta NAV | equity\ shock; 0)$$

Tableau 41: Exposition au risque Action

Exposition Action				
Calcul du risque actions Option 2	Index Global	Autre		Retenu
		GSR	AT hors rente	
Valeur de l'exposition (en kMAD)	0	698 290	1 876 059	
Variation de l'actif net	0	314 231	844 227	1 158 457
Corrélation avec Index global	100%	75%		
Corrélation avec Autre	75%	100%		

Source: réalisé par les auteurs

Tout calcul fait, l'exigence en capital pour se couvrir du risque sur action (inhérent à la branche AT) s'élève à environ **1,16 milliards** de dirhams.

²⁵ Differentiated equity stress

²⁶ Across the board.

I.1.2.2.2 Risque de taux d'intérêt Mkt_{int} :

▪ Description:

Les variations des taux d'intérêt soumettent le détenteur de titres financiers au risque de moins-value en capital. C'est invraisemblablement un risque de taux du moment qu'il se solde pour l'investisseur par un coût effectif ou un manque à gagner malgré le respect consciencieux des engagements par l'émetteur. Son ampleur est d'autant plus grande si les taux d'intérêt subissent d'importantes variabilités.

Par extension, pour l'activité d'assurance, ce risque existe pour tous les actifs et passifs dont la valeur d'actif nette est sensible aux variations de la structure par terme des taux d'intérêt.

Le projet de directive Solvabilité II propose une méthode standard pour l'évaluation de ce risque en l'absence de modèle interne plus adapté pour le quantifier.

Selon les Spécifications techniques de l'étude QIS 4, les actifs et passifs sensibles aux variations des taux d'intérêt sont les investissements en instruments à taux fixe, les passifs d'assurance ainsi que les instruments financiers (capitaux empruntés) et les dérivés de taux d'intérêt. Les flux de passifs futurs seront sensibles à une modification du taux d'actualisation de ces flux.

▪ Calcul:

Pour estimer le risque de taux, il va falloir étudier trois scénarios de calcul de la valeur de l'actif net (NAV).

(a) Le scénario standard présume une évolution normale sans variation de la structure des taux d'intérêts²⁷.

(b) Le scénario de baisse suppose une baisse²⁸ des taux d'intérêts selon les maturités. La quantification de la NAV se base donc sur la nouvelle courbe de taux choquée à la baisse.

(c) Le scénario de hausse suppose une hausse des taux d'intérêts, et la NAV qui en découle se base cette fois sur la courbe de taux choquée à la hausse.

²⁷ Taux sans risque (zéro coupon) calculé sur la base des taux in fine de la BAM (voir annexe IV).

²⁸ Les chocs à la baisse (hausse) proposés par le QIS 4 seront explicités ultérieurement.

Ensuite, est retenu le maximum des écarts observés entre les NAV de ces deux derniers scénarios par rapport à la NAV centrale.

Les formules suivantes explicitent ce qui a été énoncé plus haut :

$$Mkt_{int}^{Up} = \Delta NAV|_{upwardshock}$$

$$Mkt_{int}^{Down} = \Delta NAV|_{downwardshock}$$

Où $\Delta NAV|_{upwardshock}$ et $\Delta NAV|_{downwardshock}$ sont les variations de la valeur de l'actif net découlant de la réévaluation de tous les instruments sensibles aux taux d'intérêt en fonction des structures par terme modifiées.

Par ailleurs, les structures par terme modifiées sont dérivées en multipliant la courbe des taux d'intérêt actuelle²⁹ par $(1+s^{up})$ et $(1+s^{down})$, où le choc haussier $s^{up}(t)$ et le choc baissier $s^{down}(t)$ pour les différentes échéances t sont les suivants :

Tableau 42: Evolution des taux pour les scénarios de stress (hausse et baisse des taux)

Échéance t (années)	1	2	3	4	5	6	7
Variation relative $s^{up}(t)$	0,94	0,77	0,69	0,62	0,56	0,52	0,49
Variation relative $s^{down}(t)$	-0,51	-0,47	-0,44	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Échéance t (années)	8	9	10	11	12	13	14
Variation relative $s^{up}(t)$	0,46	0,44	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Variation relative $s^{down}(t)$	-0,35	-0,34	-0,34	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Échéance t (années)	15	16	17	18	19	20+	
Variation relative $s^{up}(t)$	0,42	0,41	0,4	0,39	0,38	0,37	
Variation relative $s^{down}(t)$	-0,34	-0,33	-0,33	-0,3	-0,3	-0,3	

Source : Technical Specifications QIS 4

²⁹ Dans un souci d'homogénéité, nous n'avons pas utilisé la courbe de taux proposée par le CEIOPS. Nous avons plutôt opté pour la courbe de taux sans risque des bons de trésor (voir Annexe IV).

La charge de capital finale s'obtient donc par :

$$Mkt_{int} = \text{Max} (Mkt_{int}^{Up} ; Mkt_{int}^{Down})$$

▪ **Application:**

En appliquant les chocs précités à la courbe de taux sans risque, nous obtenons les structures suivantes :

Tableau 43: Courbes des taux suite aux chocs haussier & baissier

Maturité	Taux zéro coupon	Choc haussier	Choc baissier
1	3,859%	7,486%	1,891%
2	3,980%	7,045%	2,110%
3	4,049%	6,843%	2,268%
4	4,121%	6,675%	2,390%
5	4,195%	6,545%	2,517%
6	4,254%	6,465%	2,637%
7	4,314%	6,428%	2,718%
8	4,376%	6,389%	2,844%
9	4,439%	6,392%	2,930%
10	4,506%	6,398%	2,974%
11	4,584%	6,510%	3,026%
12	4,666%	6,626%	3,080%
13	4,750%	6,746%	3,135%
14	4,904%	6,964%	3,237%
15	4,930%	7,001%	3,254%
16	4,927%	6,947%	3,301%
17	4,931%	6,903%	3,304%
18	4,933%	6,857%	3,355%
19	4,937%	6,812%	3,406%
20	4,947%	6,778%	3,414%
21	4,886%	6,694%	3,372%
22	4,826%	6,612%	3,330%
23	4,764%	6,527%	3,287%
24	4,708%	6,450%	3,248%
25	4,649%	6,369%	3,208%
26	4,590%	6,289%	3,167%
27	4,532%	6,209%	3,127%
28	4,474%	6,129%	3,087%
29	4,416%	6,050%	3,047%
30	4,347%	5,955%	2,999%

Source : réalisé par les auteurs

En utilisant ces nouvelles courbes de taux, chacune correspondant à un scénario, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 44: Calcul du risque de taux

Calcul du risque de taux d'intérêt	Scénarios stress						Retenu
	Hausse			Baisse			
Actif et passif initiaux (en kMAD)	Obligation	BE (GSR)	BE(HR)	Obligation	BE (GSR)	BE(HR)	
	76 718	969 570	1 070 562	76 718	969 570	1 070 562	
Variation après choc	14 500	-164 436	-81 406	-14 150	182 470	62 863	Baisse
Variation de l'actif net	-231 343			231 183			
Risque brut	0			231 183			231 183

Source: réalisé par les auteurs.

Par conséquent, nous pouvons dire que la compagnie a besoin d'environ **231 millions** de dirhams pour faire face au risque de taux inhérent à la branche AT.

I.1.2.2.3 Risque sur actifs immobiliers Mkt_{prop} :

▪ Description:

Depuis le début des années 2000, les prix de l'immobilier mondial ont connu une hausse remarquable. Cette hausse a été perçue comme la genèse d'une bulle immobilière, qui en se dégonflant allait engendrer un crash immobilier.

Par ailleurs, le risque de crash est systémique dans la mesure où les difficultés dans un pays sont automatiquement transmises aux autres pays, étant donné l'interdépendance des économies. Effectivement, la crise des 'subprimes' qui en est la meilleure illustration, a eu des conséquences considérables dans les grandes places financières du monde.

Le risque sur actifs immobiliers peut ainsi être défini comme le risque qui résulte du niveau ou de la volatilité des prix de marché de l'immobilier.

▪ Calcul:

Dans le souci de cerner tous les risques auxquels fait face un assureur, l'étude quantitative d'impact QIS4, a proposé une méthode d'évaluation du risque immobilier par le modèle standard. En effet, la formule de calcul est la suivante :

$$Mkt_{prop} = \Delta NAV | \text{property shock}$$

Où property shock est l'effet immédiat attendu sur la valeur de l'actif net d'une baisse de 20 % des indices immobiliers de référence, en prenant en compte toutes les

expositions directes et indirectes de la compagnie aux prix de l'immobilier. Le choc immobilier tient compte de la politique d'investissement spécifique, notamment des dispositifs de couverture, du gearing³⁰, etc.

▪ **Application:**

En appliquant les dispositions énoncées ci-dessus, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 45: Exposition au risque Immobilier

Risque Immobilier	Valeurs	
	GSR	AT hors rente
Valeur initiale immobilier(en kMAD)	70 805	77 539
Variation de l'actif net	14 161	15 508
Risque brut	29 669	

Source: réalisé par les auteurs

Nous en déduisons que la compagnie a besoin d'environ **29,6 millions** de dirham pour faire face au risque sur actif immobilier pour la branche AT.

I.1.2.2.4 Agrégation des sous-risques du module risque de marché :

Le SCR marché s'obtient finalement en agréant les chargements en capital au titre des différents risques de marché suivant la formule :

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrMkt_{r,c} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

C'est ainsi que nous obtenons les résultats suivants :

³⁰ Rapport entre l'endettement net et les fonds propres. Il évalue la solidité financière d'une société.

Tableau 46: Calcul du SCR marché

En kMAD	Mkt_{int}	Mkt_{eq}	Mkt_{prop}	SCR _{mkt}
Valeur	231 183	1 158 457	29 669	baisse des cours d'action de 45%
Corrélation avec Mkt_{int}	100%	0%	50%	
Corrélation avec Mkt_{eq}	0%	100%	75%	
Corrélation avec Mkt_{prop}	50%	75%	100%	
				1 206 135

Source : réalisé par les auteurs.

Le SCR marché relatif à la branche AT s'élève à environ **1,2 milliards** de dirhams.

I.1.2.3 Agrégation des sous modules- BSCR:

Le basic SCR s'obtient en agréant les différents modules de risques calculés ci-dessus, suivant la formule :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{rxc} CorrSCR_{rxc} \cdot SCR_r \cdot SCR_c}$$

Où SCR_r , SCR_c représentent les chargements en capital au titre des différents risques en fonction du tableau de corrélation CorrSCR défini comme suit- compte tenu des modules de risque abordés :

CorrSCR=	SCR _{mkt}	SCR _{nl}
SCR _{mkt}	1	0,25
SCR _{nl}	0,25	1

Source : Spécifications techniques de l'étude QIS 4

Tout calcul fait, nous obtenons le résultat suivant :

Tableau 47: Calcul du BSCR

En k MAD	SCR _{mkt}	SCR _{nl}	BSCR
Valeur	1 206 135	399 208	1 361 939
Corrélation avec SCR _{mkt}	100%	25%	
Corrélation avec SCR _{nl}	25%	100%	

Source : Calculé par les auteurs

Le Basic SCR de la branche AT s'élève à **1,36 milliards** de dirhams, soient les exigences en fonds propres pour se couvrir des risques de souscription et de marché.

I.2. Risque opérationnel SCR_{op}:

I.2.1 Description :

Les risques opérationnels sont les risques de pertes qui résultent des systèmes ou processus, des erreurs du personnel, ou des événements externes, tels que les risques de détérioration de l'outil industriel, les risques technologiques, les risques climatiques, les risques environnementaux... Il comprend également les risques juridiques, mais il exclut les risques de réputation (risque de perte résultant d'une atteinte à la réputation de l'entreprise) et les risques stratégiques (risque de perte résultant d'une mauvaise décision stratégique). Ce module tient compte des risques opérationnels non explicitement couverts dans d'autres modules de risque.

I.2.2 Formules et Calculs :

L'exigence en fonds propres au titre du risque opérationnel compte tenu de l'activité hormis la partie en unité de compte, est calculée suivant la formule:

$$SCR_{op} = \min\{0,30 \cdot BSCR; Op_{In ul}\} + Exp_{ul}$$

Où :

Exp_{ul} = Montant des frais annuels (bruts de réassurance) relatifs à l'activité en unités de compte³¹.

$Op_{In ul}$ = Le chargement de base au titre du risque opérationnel pour toutes les activités excepté l'activité en unités de compte (brut de réassurance) qui est calculé comme suit:

$$Op_{In ul} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.03 \times (Earn_{life} - Earn_{life-ul}) + 0.02 \times Earn_{nl} + 0.02 \times Earn_h \\ 0.003 \times (Tp_{life} - Tp_{life-ul}) + 0.02 \times Tp_{nl} + 0.002 \times Tp_h \end{array} \right\}$$

Avec :

TP = Total des provisions techniques brutes de réassurance pour le module de risque considéré.

³¹ Frais administratifs (hors frais d'acquisition) ; le calcul doit être basé sur les frais des derniers exercices et non sur les projections.

- Life : assurance vie.
- Life-ul : assurance vie pour les contrats en unités de compte.
- nl : assurance non-vie (toutes les branches non-vie à l'exclusion des risques relatifs aux rentes dans les branches accidents du travail et assurance santé)
- h : assurance santé (Il s'agit des risques relatifs à l'assurance santé à long terme et aux rentes dans les branches accidents du travail et assurance santé).

$Earn$ = Total des primes acquises brutes de réassurance pour le module de risque considéré.

Dans notre cas, vu que la branche AT réunit les spécificités de l'assurance non vie concernant les passifs hors rentes- et les spécificités de l'assurance santé –concernant les rentes, les deux formules ci-dessus seront réduites à :

$$SCR_{op} = \min \left\{ 0,30 \cdot BSCR; \max \left\{ \begin{array}{l} 0.02 \times Earn_{nl} \\ 0.02 \times Tp_{nl} + 0.002 \times Tp_h \end{array} \right\} \right\}$$

Tout calcul fait, les résultats obtenus sont :

Tableau 48:SCR opérationnel

En kMAD	Risque opérationnel (hors UC)	Données utilisées	Facteurs	Résultats
TP_{nl}	Provisions AT hors rente	1 220 441	2%	
TP_h	Provisions AT GSR	1 105 309	0,2%	
	Résultat provisions			26 619
$Earn_{nl}$	Primes acquises AT	366 020	2%	
	Résultat primes			7 320
$Op_{ln\ ul}$	Risque opérationnel avant plafond			26 619
	Plafonnement BSCR	1 361 939	30%	408 582
SCR opérationnel	Risque opérationnel après plafonnement			26 619

Source : réalisé par les auteurs

Le SCR opérationnel de la branche AT s'élève à environ **26,6 millions** de dirham.

I.3. Calcul du SCR de la branche AT :

Le SCR de la branche s'obtient en sommant le basic SCR et le SCROp suivant la formule :

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

Tableau 49: Synthèse du calcul du SCR de la branche AT

QIS 4	SCR Bilan formule standard	
En milliers de DH	Exigence de couverture par risque	
Risque de souscription AT	399 208	25%
Risque de marché	1 206 135	-
Risque action	1 158 457	72%
Risque de taux	231 183	14%
Risque immobilier	29 669	2%
Risque de concentration	0	0%
Risque de change	0	0%
BSCR avant corrélation	1 605 343	100%
Effet de la corrélation	-243 404	
BSCR après corrélation	1 361 939	
SCR opérationnel	26 619	
SCR	1 388 558	

³²Source : réalisé par les auteurs

Le capital de solvabilité requis pour la branche AT s'élève à environ **1,4 milliards** de dirhams. Cette valeur est tirée par le SCR marché qui à lui seul s'élève à environ **1,2 milliards** de dirhams. Ce montant est lui aussi entraîné à la hausse du fait des exigences en fonds propres pour le risque action.

En comparant les résultats obtenus sous Solvabilité I à ceux obtenus sous solvabilité II, au niveau du taux de couverture on obtient le tableau suivant :

Tableau 50: Comparaison taux de couverture des exigences de marge Solvabilité I et II

QIS4	Exigences de Marge (kDH)
Marge de solvabilité actuelle sous solvabilité I	126 015
SCR global QIS 4'formule standard'	1 388 558

Source : réalisé par les auteurs

L'écart entre les deux marges de solvabilité est énorme. Ceci peut s'expliquer par le fait que la méthode réglementaire³³ est rétrospective. En effet, elle se base dans ses calculs sur les données du passé, et ne prend en compte aucun de ces risques soulevés par 'Solvabilité 2'.

³² La sommation des % des risques un à un dépasse les 100% en raison des corrélations dans chaque catégorie de risque.

³³ Voir détail de la méthode réglementaire dans l'Annexe VI.

II. Evaluation du Minimum de Capital Requis : MCR

Le Capital Minimum Requis ou MCR est défini comme étant « *le niveau de capital minimum des fonds propres réglementaires en dessous duquel un organisme d'assurance ne devrait pas tomber* ». Il constitue pour la compagnie d'assurance, le seuil déclencheur du retrait d'agrément.

II.1. Méthode de calcul du MCR

Le calcul du MCR se fait par une méthode linéaire qui s'appuie sur l'approche marge sur passifs (pourcentage des provisions techniques), mais elle accroît sa sensibilité au risque en ajoutant d'autres mesures de volume.

Pour une compagnie d'assurance à activité non-vie, le MCR est donné par :

$$MCR = MCR_{NL} + MCR_{NL}^*$$

Où :

MCR_{NL} : MCR linéaire pour l'activité non-vie

MCR_{NL}^* : MCR linéaire pour l'activité non-vie similaire à l'activité vie

En ce qui concerne le cas de la branche AT toute seule, on utilisera par analogie la relation suivante :

$$MCR_{AT} = MCR_{AT_HR} + MCR_{Rentes\ AT}^*$$

Où :

MCR_{AT_HR} : MCR pour la branche AT hors rentes

$MCR_{Rentes\ AT}^*$: MCR pour les rentes de la branche AT

Dans ce qui suit nous allons procéder au calcul de ces deux composantes.

Remarque : toutes les formules utilisées dans cette partie sont extraites de l'étude QIS4, réduites à la branche AT de l'activité non-vie.

Le MCR_{AT_HR} est calculé par la fonction suivante :

$$MCR_{AT_HR} = \max (\alpha_{AT} \cdot TP_{AT}; \beta_{AT} \cdot P_{AT})$$

Où :

TP_{AT} : Provisions techniques (hors marge de risque) pour la branche AT hors rentes, nettes de réassurance.

P_{AT} : Primes émises dans la branche AT à la date du bilan, nettes de réassurance.

Les coefficients α et β sont déterminés pour la branche AT comme suit :

$$\alpha_{AT} = 0,13 \quad \text{et} \quad \beta_{AT} = 0,09$$

Quant au $MCR_{rentes AT}^*$, il est déduit de la relation suivante :

$$MCR_{rentes AT}^* = \alpha_a \cdot TP_a$$

Avec :

TP_a : Provisions techniques pour rentes AT (hors marge de risque) nettes de réassurance.

Et le coefficient α_a est déterminé par $\alpha_a = 0,025$.

II.2. Calcul du MCR de la branche AT et conclusion :

Après déduction des cessions en réassurance, on retrouve les primes émises, les provisions techniques hors rentes et les provisions techniques des rentes pour la branche AT :

$$TP_{AT} = 952\,800 \text{ kDH}$$

$$P_{AT} = 325\,758 \text{ kDH}$$

$$TP_a = 862\,917 \text{ kDH}$$

Il s'ensuit donc :

$$MCR_{AT_HR} = \max(123\,864; 29\,318) = 123\,864 \text{ kDH}$$

$$MCR_{rentes AT}^* = 21\,573 \text{ kDH}$$

La somme de ces deux valeurs donne le MCR total de la branche AT qui s'élève à :

$$\mathbf{MCR_{AT} = 145\,437 \text{ kDH}}$$

Le minimum de fonds propres exigé que doit allouer la compagnie pour la branche AT afin de continuer à exercer son activité dans cette branche est de **145 millions** de dirhams. Ce qui représente **10,5%** du montant total des fonds propres exigé pour la branche (SCR)

Conclusion

Cette partie nous a permis de mettre en application les spécifications techniques de l'étude QIS 4 avec la formule standard. Nous avons commencé par le calcul du best estimate et de la marge de risque, l'équivalent des provisions techniques actuelles sous une vision 'Solvabilité 2', et les résultats obtenus prouvent qu'en effet sous le dispositif actuel, les réserves sont surévaluées. Nous avons entamé par la suite le calcul du capital de Solvabilité requis (SCR) et de l'exigence minimale de solvabilité (MCR). Les résultats obtenus à ce niveau démontrent par contre que la réglementation actuelle adoptée pour le calcul de la marge de solvabilité est non adaptée à la notion même de marge de solvabilité dans la mesure où elle ne prend en compte aucun des risques soulevés par 'Solvabilité 2'. Les montants obtenus d'ailleurs, selon les deux visions, présentent un énorme écart.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le projet de mise en place du nouveau cadre prudentiel « Solvabilité II » est le sujet d'actualité dans le secteur d'assurance actuellement. Le Maroc s'active également pour adopter ce dispositif à partir de 2012. C'est pour cette raison que les compagnies d'assurance suivent de près les résultats d'études sur ce sujet et cherchent à mesurer l'impact de cette nouvelle directive sur leurs portefeuilles ainsi que sur leurs niveaux de solvabilité.

Suite aux objectifs fixés au départ, nous avons pu certifier les provisions de la branche AT de la compagnie RMA Watanya en nous assurant qu'elles sont correctes selon les exigences réglementaires actuelles. Quant à l'étude effectuée sous « Solvabilité II », elle a pu dégager un gain sur les provisions techniques de la même branche qui pourra être libéré par la suite. Cependant, les exigences en fonds propres seront plus importantes pour tenir compte des différents risques et permettre la solvabilité de la compagnie même dans un contexte financier défavorable comme celui de la crise financière actuelle.

En perspective, l'utilisation d'un modèle interne de quantification du risque pourrait contribuer comme élément de comparaison et ainsi apporter de larges informations sur la validité de toutes les hypothèses et formules retenues dans le cadre de la formule standard de l'étude QIS4 utilisées dans ce mémoire.

Pour le cas du Maroc, un grand chantier s'ouvre pour les actuaires qui devront préparer le terrain pour la mise en place de ce nouveau dispositif et l'adapter au cas de notre pays. En effet, les formules du modèle standard de Solvabilité II présentées dans la dernière étude d'impact QIS4 ont été le fruit de plusieurs études sur le marché d'assurance de différents pays en Europe, et restent encore perfectibles par les études en cours et les modifications apportées. Ainsi, le Maroc doit également procéder à un ensemble d'études afin de mettre en place des spécifications techniques qui lui sont bien adaptées pour l'introduction de ce nouveau cadre prudentiel.

BIBLIOGRAPHIE

Articles, bulletins, formations & publications :

- Technical Specifications QIS4, publiées par le CEIOPS, Avril 2008.
- Etude de techniques IBNR modernes, Sandra Pitrebois, Philippe De Longueville, Michel Denuit, Jean-François Walhin.
- Théorie de la crédibilité, Pierre-E. Thérond, ISFA - Année 2008-2009.
- Solvabilité 2 : La détermination des provisions, Pierre THEROND, Séminaire EFE «Les menaces de Solvency II», Paris, 1^{er} décembre 2008.
- Note d'information relative à l'émission de 300 obligations de la Société Crédit à La Consommation TASLIF, 2004
- SOLVABILITE 2 : Vers une approche globale et cohérente de la solvabilité 'des principes à la mise en œuvre', KPMG AUDIT

Cours :

- Kamal BENCHEKROUN, Théorie du risque, INSEA Septembre 2007.
- Lionel CORRE & Mohamed BELBARAKA, Provisionnement, INSEA Mai 2008.
- Pierre DEVOLDER, Modèles mathématiques de la finance, INSEA Décembre 2008.
- Christian JAUMIN, Analyse des comptes, INSEA février 2009.
- Mohamed TAAMOUTI, Modèles et gestion de portefeuille, INSEA 2009.
- Mutapha LEBBAR & M. SAIDI Comptabilité des assurances, INSEA 2009.
- Arthur CHARPENTIER, Assurance Non Vie.
- Myriam MAUMY, Sondage stratifié, IRMA, Université Louis Pasteur Strasbourg, France, Master 2^{ème} Année, 2005.

Mémoires :

- DIALLO Cheick Oumar, Solvabilité II & IFRS : QIS 4 et impact « bilantaire » du passage aux normes IFRS pour une société d'assurance non-vie, INSEA 2008.
- Carmen HODONOU, Najoua JABER, Modélisation du passif et étude d'adéquation Actif-Passif : Application au portefeuille RC Automobile de RMA Watanya, INSEA 2006.

- Clélia SAUVET, SOLVABILITE 2- Quelle modélisation stochastique des provisions techniques Prévoyance et Non vie ?, ISFA 2006.
- Aristide VIGNIKIN, Solvabilité II: Impact de l'utilisation d'un modèle interne sur la valorisation du bilan en assurance, Mémoire online.

Sites:

ACAM, CEIOPS, Jybeaudot, Vernimmen, Wikipedia, Yahoo finance.

ANNEXES

ANNEXE I : ETAT COMPARATIF DES DISPOSITIFS D'INDEMNISATION		
Dahir du 06/02/1963 B-O N° Du 2629 DU 15/03/1963	Loi N° 18-01 B-O N° 5036 DU 5/09/2002	Loi N° 03-06 B-O N° 5118 DU 19/062003
<ul style="list-style-type: none"> Le montant de l'indemnité journalière est égal à : <ul style="list-style-type: none"> -50% de la rémunération quotidienne pour les 28 premiers jours -2/3 de cette rémunération à partir du 29^{ème} jour 	<ul style="list-style-type: none"> Le montant de l'indemnité journalière est égal au 2/3 de la rémunération quotidienne à compter du jour suivant la date de l'accident 	<ul style="list-style-type: none"> Le montant de l'indemnité journalière est égal au 2/3 de la rémunération quotidienne à compter du jour suivant la date de l'accident
<ul style="list-style-type: none"> La rente allouée à la victime d'une incapacité permanente de travail est égale à la rémunération annuelle multipliée par le taux d'incapacité préalablement réduit de moitié pour la partie qui ne dépasse pas 50% et augmenté de moitié pour la partie de ce taux qui excède 50% 	<ul style="list-style-type: none"> La rente allouée à la victime d'une incapacité permanente de travail est égale à la rémunération annuelle multipliée par le taux de son incapacité 	<ul style="list-style-type: none"> La rente allouée à la victime atteinte d'une incapacité permanente du Travail, est égale à la rémunération annuelle, multipliée par le taux d'incapacité, déterminé comme suit Le taux d'incapacité permanente du travail réduit de moitié, lorsque ce taux ne dépasse pas 30%. 15%, augmente de la partie qui excède 30%, à laquelle est ajoutée sa propre moitié, pour l'incapacité permanente du travail entre 30% et 50%. 45% augmentée de la partie qui excède 50%, pour l'incapacité permanente du travail, dépassant 50%.
CHAMPS D'APPLICATION : A.T antérieurs au 19.11.2002	CHAMPS D'APPLICATION : A.T entre le 19.11.2002 AU 18.06.2003	CHAMPS D'APPLICATION : A.T à compter du 19.06.2003

ANNEXE II : RÉSERVE D'OUVERTURE D'UN DOSSIER 'AT'

Lors de l'ouverture d'un dossier AT, on attribue une réserve d'ouverture suite à une évaluation du sinistre déclaré.

- Si le sinistre est jugé simple, soit en s'appuyant sur les certificats médicaux et documents présentés, soit par manque d'information reçue, on l'ouvre avec un coût moyen de 2000 DH.
- Si le sinistre déclaré a causé une incapacité physique partielle (IPP), il est alors jugé grave, et on affecte dans ce cas 2 types de réserves :
 - ✓ *une réserve légale* (taux d'IPP * coefficient âge * salaire) : cette réserve est calculée par le système suite à l'introduction de ces trois éléments.
 - ✓ *une réserve simple* : évaluée à un coût moyen de 6500DH si le taux d'IPP est inférieur à 10%. Sinon, en cas d'un taux IPP supérieur à 10%, c'est le gestionnaire qui estime une réserve d'ouverture selon un barème.

Au fur et à mesure de la réception de nouveaux éléments (factures des frais médicaux, factures de la prise en charge, certificat de guérison du médecin traitant avec taux d'IPP, ...), la réserve est actualisée.

ANNEXE III : ABATTEMENT DES SALAIRES

Le salaire servant au calcul de la rente ne doit pas être inférieur au salaire minimum légal.

Si le salaire annuel effectif dépasse ce minimum, il est pris intégralement jusqu'à un premier palier. Pour le surplus et jusqu'au 2^{ème} palier, le salaire n'est retenu que pour le 1/3 et au-delà de ce 2^{ème} palier, il n'est retenu que pour le 1/8.

Paliers des salaires depuis la date du 01/07/2004

S. M. L = 22.102,00

1^{er} Palier = 95.909,00

2^{ème} Palier = 383.637,00

Exemples :

a) un salaire annuel de 100.000 dhs est réduit à :

$$\frac{(100.000 - 95.909) + 95.909}{3} + 95.909 = 97.272,66$$

b) Un salaire annuel de 400.000 dhs est réduit à :

$$\frac{400.000 - 383.637}{8} + 95.909 + 95.909 = 193.863,37$$

ANNEXE IV : CONSTRUCTION DE LA COURBE ZERO COUPON

La courbe zéro coupon est obtenue de proche en proche à partir de la courbe des taux in fine de bank Al maghreb, de la manière suivante :

✓ $Z_1 = T_1$;

✓ Z_2 est calculé grâce à l'équation : $100\% = \frac{T_2}{1+Z_1} + \frac{1+T_2}{(1+Z_2)^2}$

En effet, un titre in fine à 2 ans portant un taux égal au taux de rendement T_2 est valorisé au pair (100%). Or, sa valeur est également obtenue en actualisant ses flux par les taux zéro coupon.

Plus généralement, pour $n > 1$, Z_n est obtenu à partir de T_n et des Z_i ($i < n$), grâce à l'équation : $100\% = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{T_n}{(1+Z_i)^i} + \frac{(1+T_n)}{(1+Z_n)^n}$

De plus, ne disposant que des taux de maturité 1an, 2ans, 5ans, 10, 15, 20 et 30 ans, l'estimation des taux de référence équivalent aux maturités pour lesquelles la courbe des taux publiée par Bank Al-Maghreb ne donne pas d'information, est effectuée par une méthode d'interpolation linéaire entre les deux maturités les plus proches pour lesquelles ladite courbe des taux mentionne un taux.

Ce travail étant fait, nous obtenons la courbe de taux suivante :

Tableau 51: Courbe de taux zéro coupon

Maturité	T_i	Z_i
	Taux in Fine (BAM au 31/12/2008)	Taux zéro coupon
1	3,859%	3,859%
2	3,978%	3,980%
3	4,045%	4,049%
4	4,113%	4,121%
5	4,183%	4,195%
6	4,237%	4,254%
7	4,292%	4,314%
8	4,347%	4,376%
9	4,402%	4,439%
10	4,459%	4,506%
11	4,524%	4,584%
12	4,590%	4,666%
13	4,656%	4,750%
14	4,722%	4,904%
15	4,793%	4,930%
16	4,798%	4,927%
17	4,804%	4,931%
18	4,810%	4,933%
19	4,816%	4,937%
20	4,826%	4,947%
21	4,794%	4,886%
22	4,762%	4,826%
23	4,730%	4,764%
24	4,698%	4,708%
25	4,666%	4,649%
26	4,634%	4,590%
27	4,602%	4,532%
28	4,570%	4,474%
29	4,538%	4,416%
30	4,500%	4,347%

Source : réalisé par les auteurs

ANNEXE V : ÉVALUATION DES ACTIFS ET DES PASSIFS

Provisions techniques³⁴

Principes généraux

- Les provisions techniques doivent être évaluées au montant auquel elles pourraient être transférées ou réglées entre des parties informées et consentantes dans des conditions de concurrence normales.
- Le calcul sera basé sur la valeur de sortie actuelle.
- Le calcul fera appel aux informations données par les marchés financiers et aux données généralement disponibles sur les risques techniques d'assurance et sera cohérent avec celles-ci.
- Les provisions techniques sont établies en tenant compte de l'ensemble des engagements à l'égard des souscripteurs et des bénéficiaires des contrats d'assurance.
- Elles doivent être calculées de manière prudente, fiable et objective. Aucune réduction ne doit être opérée au titre de la solvabilité de l'entreprise elle-même.
- Le montant des provisions techniques est égal à la somme du *Best estimate* et de la marge de risque. Le *Best estimate* et la marge de risque doivent être évalués séparément, à l'exception des engagements d'assurance et de réassurance couvrables.
- Afin d'obtenir des informations sur l'écart entre la valeur des provisions techniques suivant les critères de QIS4 et leur valeur actuelle suivant Solvabilité I, il est demandé aux participants de communiquer les deux chiffres des provisions techniques, le chiffre obtenu suivant QIS4 et le chiffre suivant les normes comptables locales, en distinguant les branches et les segments. Les participants sont également invités à exposer les raisons principales de ces écarts.
- Il n'est pas nécessaire de procéder à un calcul séparé du *Best estimate* et de la marge de risque lorsque les flux de trésorerie futurs associés aux engagements d'assurance peuvent être répliqués au moyen d'instruments financiers pour lesquels il existe une valeur de marché directement observable.

³⁴ Extrait du Technical Specifications QIS4

Dans ce cas, la valeur des provisions techniques doit être déterminée sur la base de la valeur de marché de ces instruments financiers.

Dans certaines circonstances, le *Best estimate* des provisions techniques peut être négatif (par exemple, pour certains contrats individuels). Cette situation est acceptable et les participants ne doivent pas fixer à zéro le *Best estimate* relative à ces contrats individuels.

ANNEXE VI : CALCUL DE LA MARGE DE SOLVABILITE DE LA BRANCHE AT SUIVANT LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR

A-Calcul par rapport aux primes :

✓ Les primes ou cotisations, hors taxes, émises et acceptées au cours du dernier exercice, nettes d'annulations – c'est-à-dire les primes émises de 2008.

Seront réparties en :

Tranche <120000 Kdhs, qui sera multipliée par 0.24

Tranche >120000 Kdhs, qui sera multipliée par 0.2

On procèdera à la sommation des deux montants obtenus, et le total sera noté (a).

✓ Le coefficient (b) sera calculé comme suit :

$$b = \frac{\text{Charge de sinistres du dernier exercice (nette de cessions)}}{\text{Charge de sinistres du dernier exercice (brute de cessions)}}$$

✓ Résultat de calcul :

Si (b) > 0.5 => le montant retenu à l'issu de cette méthode sera égal à : (a) x (b)

Si (b) < 0.5 => le montant à retenir sera égal à : (a) x 0.5

B-Calcul par rapport aux sinistres :

✓ Période de référence : les trois derniers exercices (ou les 7 derniers pour les entreprises qui pratiquent essentiellement l'un ou plusieurs des risques tempête, grêle, gelée) :

1- Sinistres payés (affaires directes et acceptations) pendant la période de référence, net de recours

2- Provisions pour sinistres à payer (affaires directes et acceptations) constituée à la fin de la période de référence- c'est-à-dire à fin 2008.

3- Provisions pour sinistres à payer (affaires directes et acceptations) constituée au début de la période de référence- c'est-à-dire à fin 2005.

✓ La charge de sinistres pour la période de référence s'obtient par : (1) +(2)-(3)

✓ Ensuite, sera calculée la moyenne annuelle en divisant la charge de sinistres pour la période de références par 3 (ou 7).

✓ Cette moyenne sera réparti en deux tranches :

- La tranche < 90000 Kdhs sera multipliée par 0.27

- La tranche > 90000 Kdhs sera multipliée par 0.24

On procédera ensuite à la sommation des deux montants obtenus, et le total sera noté (a).

✓ Le coefficient b se calcul de la même manière que précédemment, et la règle de calcul est la même que celle utilisée dans le calcul par rapport aux primes.

A l'issue de ces deux calculs, la **marge de solvabilité** de la branche **AT HORS RENTE** sera égale au max de ces deux montants.

Cette marge sera augmentée de la marge allouée à la GSR, qui s'obtient en multipliant comme suit :

$$M_{\text{ARGE GSR}} = 5\% \times \text{provisions mathématiques nettes (avec minimum 85\% de rétention)}$$