

# Thématique : Essai de construction d'une table de mortalité d'expérience et son impact sur la tarification et le provisionnement des compagnies d'assurance vie.

MEHIRECHE MOUSSA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ecole Nationale Supérieure de Statistique et Economie Appliquée-ENSSEA-  
[mehireche.moussa@hotmail.fr](mailto:mehireche.moussa@hotmail.fr)

## Résumé :

La tarification des produits d'assurance est l'un des aspects les plus complexes et importants de l'industrie d'assurance. Si les primes sont trop basses, la compagnie peut se retrouver rapidement décapitalisée. Si elles sont trop élevées, l'assureur ne sera pas compétitif. Si les assureurs ne sont pas capables de déterminer correctement le prix de leurs produits, ils risquent d'exiger un prix inadéquat sans même en être conscients.

Les compagnies d'assurances en Algérie utilisent la table de mortalité (97-99) établie par le conseil national des assurances (CNA), pour tarifier ses produits. Celle-ci est construite sur la base des données de mortalité observée auprès de la population globale au cours de la période 1997-1999. Se pose donc légitimement la question de savoir si la mortalité n'a pas évolué depuis. En effet, une tarification basée sur une table non actualisée pourrait occasionner des pertes financières pour l'assureur.

Et dans ce cadre, notre objectif à travers cette étude est de proposer un outil permettant aux compagnies d'assurance algériennes d'intégrer l'expérience de leurs portefeuilles dans la détermination de leurs tarifs, et l'estimation de leurs provisions mathématiques, et de comparer les résultats obtenus à l'aide de ce type de table, avec ceux obtenus en utilisant les tables réglementaires.

**Mots clés :** tarification, table de mortalité, provisions mathématiques, table d'expérience

## I. INTRODUCTION

La tarification est parmi les aspects les plus sensibles de manière à affecter la compétitivité des compagnies essentiellement après l'entrée de nouveaux concurrents par la bancassurance.

En assurance vie, les facteurs techniques de tarification sont le taux technique et la table de mortalité. Cette dernière

constitue le repère fondamental de toutes les activités de la branche

vie parce qu'elle permet l'estimation de la probabilité de survie ou de décès des personnes assurées.

Dans notre étude, nous nous intéressons au risque de décès. Il est important à signaler que lors de la souscription d'une garantie décès, la compagnie d'assurance s'engage sur un tarif : les primes sont fixées dès le départ alors que l'événement de décès est aléatoire. Cela nécessite nécessairement, de pouvoir évaluer le plus précisément possible l'évolution future de la mortalité dans le calcul des primes et des provisions.

Il est important de signaler que pour tarifier des produits en cas de décès, le législateur algérien impose, comme base de tarification, une table de mortalité officielle en cas de décès.

Les assureurs algériens ont tendance à utiliser la table de mortalité TD97-99 élaborée par le conseil national des assurances.

Or, une telle pratique ne permet pas de prendre en compte le vrai risque qu'encourt un portefeuille de garanties décès d'un assureur. En effet, de part une différence par rapport à la population de référence (TD 97-99), la population en question ne présente pas obligatoirement les mêmes caractéristiques. En plus, le fait marquant ces dernières années est l'allongement de la durée de vie humaine.

De ce fait, cette standardisation de table de mortalité peut aboutir à des situations de sur tarification et donc de sur provisionnement. Une telle situation peut provoquer une perte de part de marché ainsi qu'un coût d'opportunité.

La prise en compte de l'expérience d'un portefeuille dans la détermination des tarifs et des provisions de l'assureur, paraît

donc nécessaire dans la mesure où le risque de mortalité et/ou longévité sera évalué convenablement et ainsi la compagnie d'assurance devient plus compétitive.

## II. LES CONCEPTS DE L'ASSURANCE VIE

Il existe deux façons de présenter les produits d'assurance de personnes à savoir : la classique qui distingue les contrats d'assurance en cas de vie, les contrats en cas de décès et les contrats mixtes, et la nouvelle qui fait la différence entre épargne et prévoyance. Ces deux présentations correspondent à deux générations de produits, les produits traditionnels d'une part et les produits dits nouveaux d'autre part.

Dans chaque contrat d'assurance de personnes, il y a une garantie de base auquel sont assorties des garanties complémentaires.

Les garanties de base dans les contrats d'assurance vie se présentent comme suit :

- **Les assurances en cas de vie** : prévoient le paiement d'un capital ou d'une rente si l'assuré est en vie à date fixée dans le contrat. Il s'agit donc d'une opération d'épargne mais qui ne se dénoue que si l'assuré-épargnant est en vie à l'époque où il doit percevoir son épargne. La perte de toute prestation en cas de décès étant mal acceptée par les assurés, ces formules sont souvent couplées avec une contre-assurance qui prévoit le remboursement des primes au bénéficiaire désigné en cas de décès de l'assuré.
- **Les assurances en cas de décès** : prévoient le plus souvent le versement au bénéficiaire désigné d'un capital si l'assuré vient à décéder ; parfois, une rente peut être servie au bénéficiaire désigné, par exemple à la veuve en attente de réversion ou à l'orphelin qui poursuit ses études.
- **Les assurances mixtes** : combinent une garantie vie et une garantie décès. En effet, les contrats associent une assurance en cas de vie et une assurance en cas de décès. Ainsi, la compagnie d'assurance s'engage à verser un capital déterminé soit à l'assuré ou au(x) N bénéficiaire(s) si l'assuré est vivant au terme du contrat, soit au (x) bénéficiaire(s) si l'assuré décède avant le terme du contrat et le capital investi est réparti donc entre la partie épargne matérialisée par l'assurance en cas de vie et la garantie décès.

- **Les contrats en unités de compte** : Une Unité de Compte repose sur des OPCVM (Organismes de Placement Collectif en Valeurs Mobilières). Ainsi, lorsqu'un épargnant veut investir sur les marchés financiers, il peut le faire que se soit par l'achat direct des actifs tels que des actions ou des obligations ou bien par l'investissement dans des sociétés dont l'objectif est de détenir ces actifs pour le compte de leurs investisseurs à savoir les OPCVM. De plus, il est possible de souscrire les OPCVM à travers un contrat d'assurance-vie. Dans ce cas, ils prennent le nom d'Unités de Compte.

## III. LES FONDEMENTS TECHNIQUES DES TABLES DE MORTALITE

Les bases techniques d'un contrat d'assurance vie sont : le taux d'intérêt technique permettant d'actualiser les flux financiers générés par le contrat, une table de mortalité pour estimer la probabilité de survie ou de décès des personnes assurées permettant d'évaluer le coût moyen des contrats souscrits par la compagnie, et les montants des chargements qui majorent la prime pure.

Dans notre étude, nous nous intéressons à l'étude des tables de mortalité qui constituent un outil de base pour la tarification des garanties en cas de vie et en cas de décès.

### A. Présentation d'une table de mortalité

Une table de mortalité ou aussi une table de survie, est un tableau qui décrit la façon dont la mortalité évolue avec l'âge permettant de suivre soigneusement le destin d'une population. Ce tableau, comme il présente Ben Badis. M (2006)<sup>1</sup>, fournit principalement, pour chaque âge  $x$  fixé (de 0 jusqu'à un âge extrême), la probabilité de décès  $q_x$  ou de survie  $p_x$  pour une génération fictive correspondant conventionnellement à 100 000 ou 1 000 000 de naissances selon la racine de la table, le nombre moyen des décès, des survivants et l'espérance de vie.

Selon Frédérique Henge et all (2007)<sup>2</sup>, les tables de mortalité constituent l'outil statistique du premier rang pour les actuaires et elles constituent le référentiel central de toutes les activités d'une compagnie d'assurance. En effet, les

<sup>1</sup> Ben Badis.M (2006) « Mortalité d'expérience et impacts sur le solde technique de l'assureur » Septembre 2006

<sup>2</sup> Henge.F (2007) « Les tables de mortalité de la réglementation à la modélisation des risques, un tour d'horizon sur l'actualité et les techniques actuarielles » Juin 2007, Optimind

opérations d'assurance sur la vie se base sur la durée de la vie humaine d'où la nécessité d'étudier la mortalité des assurés.

### B. Les facteurs qui affectent la mortalité

L'identification des différents facteurs de risque qui ont un impact sur la mortalité s'avère primordiale. Parmi ces facteurs on peut citer <sup>3</sup>:

#### 1) Les facteurs démographiques

- **L'âge** : c'est un facteur indispensable dans la tarification des contrats d'assurance vie. L'observation des statistiques démographiques montre que le taux annuel de mortalité diminue durant les premières années de la vie humaine et ensuite il augmente d'une façon continue.
- **Le sexe** : il est remarquable que la mortalité des femmes se montre inférieure à celle des hommes. Par ailleurs, les statistiques se diffèrent selon le sexe. Les démographes remarquent que la mortalité des hommes s'élève à plus du double de celle des femmes.

#### 2) Les facteurs externes

- **La catégorie socioprofessionnelle** : l'espérance de vie diffère selon le niveau de vie et la nature de la profession. Ainsi, les assureurs considèrent que la catégorie socioprofessionnelle a un rôle déterminant dans la tarification. En effet, elle est parmi les variables d'appréciation du risque.
- **Le tabac** : il est évident que la consommation régulière, durant une longue période, de tabac augmente le risque de mortalité. Les démographes montrent qu'entre l'âge de 30 ans et de 60 ans, la mortalité des fumeurs est le double de celle des non fumeurs. En effet, cette consommation impacte négativement l'espérance de vie d'une manière remarquable puisque l'espérance de vie des fumeurs est inférieure de plusieurs années à celle des non fumeurs.
- **Le pays** : les tables de mortalité se diffèrent d'un pays à l'autre. La comparaison entre les différentes tables montre une différence parfois minime et parfois importante, selon la similarité du niveau de vie. Par ailleurs, lorsque l'Algérie fait recours aux tables de mortalité françaises, elle les utilise avec un abattement.

---

<sup>3</sup> Cortifias T « Assurance Vie : technique et produits »  
L'ARGUS éditions, 140268, Décembre 2010, 2<sup>ème</sup> édition.

### C. Les types de tables de mortalité

D'un point de vue technique, il existe généralement, deux types de tables de mortalité à savoir les tables transversales ou « tables du moment » et les tables prospectives ou « table de génération » intégrant l'aspect dynamique de la mortalité. En ce qui concerne le domaine de l'assurance vie, on distingue les tables réglementaires, les tables d'expérience et les tables prospectives.

#### 1) Les tables transversales ou du moment

Ce type de table de mortalité est largement utilisé parce qu'elle est plus facile à élaborer. La table de mortalité du moment résume l'expérience de mortalité d'une population fermée qui traverserait instantanément tous les âges de la vie et en subiraient les risques de décès. La table périodique ne donne qu'une représentation instantanée des conditions de mortalité observées au sein de la population. L'inconvénient majeur de la table statique est qu'elle suppose implicitement que la mortalité est figée dans le temps.

Les tables de moment suivent une perspective transversale. En effet, le démographe mesure la mortalité au cours d'une période, l'année par exemple, pour cela il considère les décès qui se produisent, durant cette année, à tous les âges. Henge. F et al (2007) les considèrent comme des tables de mortalité statiques, périodiques ou instantanées qui caractérisent la mortalité de la population actuelle dans sa globalité. Ainsi, une même probabilité de décès est appliquée quelle que soit la génération de la personne assurée, qui peut être identique pour toute la population ou segmentée suivant des variables influençant de manière significative le risque de décès (Homme/Femme, Fumeur/Non Fumeur, type de contrat).

Nous distinguons pour chacun des deux types de table évoquées précédemment, ce que nous appelons une table complète et une table abrégée. La table complète de génération ou du moment est celle qui présente des fonctions par âge unitaire alors que la table abrégée présente des fonctions par groupes d'âges.

Les tables de mortalité qu'elles soient de génération ou du moment sont généralement élaborées pour chaque sexe.

#### 2) Les tables de mortalité prospectives ou de génération

Les tables de génération suivent une perspective longitudinale. En effet, le démographe mesure la mortalité d'un groupe d'individus nés dans une même année tout au

long de leur existence, ou durant une même période. Selon Henge. F et al (2007), ces tables sont des tables bidimensionnelles : deux variables expliquent le décès, à la fois l'âge de l'assuré mais aussi le temps. Les probabilités de survenance du risque de mortalité intègrent les évolutions potentielles de la mortalité avec le temps (recul de la mortalité, phénomène de longévité).

Ce type de tables de mortalité est utilisé pour les constitutions de rentes viagères ou les assurances de retraites. En plus de l'âge d'un individu on y retrouve aussi en entrée l'année de sa naissance, autrement dit, sa génération.

### 3) Les tables réglementaires

Les tables réglementaires sont des tables officielles imposées par les autorités réglementaires émanant des statistiques relatives à la population en globalité. En Algérie, les compagnies d'assurance utilisent ces tables lors de la tarification et du provisionnement.

En effet, la réglementation en vigueur impose l'utilisation des tables officielles, en cas de décès (TD 97-99), en cas de vie (TV 97- 99), ceci à partir du premier Janvier 2005.

- **Tables TD :** L'origine de ces tables est la population masculine. Elle permet la tarification et le provisionnement des contrats d'assurance en cas de décès. La différence entre la mortalité d'un ensemble d'assurés d'une compagnie d'assurance et l'ensemble de la population réside de l'amélioration de la longévité depuis la date de l'établissement de la table et de la meilleure longévité de la population assurée par le phénomène de sélection de l'assuré lors de la souscription.
- **Tables TV :** L'origine de ces tables est la population féminine. Elle permet la tarification et le provisionnement des engagements en cas de vie. La différence entre la mortalité d'un ensemble d'assurés d'une compagnie d'assurance et l'ensemble de la population citée ci-dessus fonctionne contre l'assureur vue l'amélioration de l'espérance de vie et l'auto sélection de l'assuré en cas de vie.

### 4) Les tables d'expérience

La compagnie d'assurance peut construire une table de mortalité d'expérience à partir de ses propres données afin de remédier les contraintes issues de l'utilisation des tables réglementaires. Ces tables de mortalité peuvent présenter l'inconvénient que la population de référence est relativement

restreinte, et que, aussi, les fluctuations observées quant à la mortalité peuvent être importantes. Le code des assurances algérien n'a pas encore défini la table d'expérience qui demeure non utilisable au niveau des sociétés d'assurance algériennes.

Cependant, le code des assurances français les définit dans l'article A 335-1 comme étant « *des tables établies par l'entreprise d'assurance et certifiées par un actuinaire indépendant de cette entreprise, agréé à cet effet par l'une des associations d'actuaire reconnues par la commission de contrôle des assurances* ».

A partir de la réforme technique de 1993, les sociétés d'assurance françaises sont autorisées à utiliser les tables d'expérience qui devraient être certifiées par un actuinaire indépendant de l'entreprise d'assurance et agréé par l'une des associations d'actuaire reconnues par l'autorité de contrôle prudentiel.

## IV. LA DEMARCHE D'ELABORATION D'UNE TABLE D'EXPERIENCE

La démarche de construction d'une table d'expérience comporte plusieurs étapes à savoir :

- Traitement et validation des données avec la justification du contexte d'analyse ;
- Estimation des taux annuels bruts de décès ;
- Lissage des taux annuels bruts de décès ;
- Validation de la table construite.

Le choix du modèle retenu pour "estimer" la table d'expérience constitue une étape importante dans le processus de l'élaboration d'une telle table comme l'indique Winter. J<sup>4</sup>.

### A. Traitement et validation des données

Afin de construire une table d'expérience adéquate, il faudrait veiller à la qualité des données utilisées pour la construction. Selon les lignes directrices de mortalité de la commission d'agrément de l'institut des actuaires, il faudrait tenir compte de la période d'observations, la représentativité des données, les variables nécessaires à l'étude de la mortalité et la cohérence des données.

- **Période d'observation :**

---

<sup>4</sup> Winter J « Pourquoi utiliser des tables d'expérience ? » Cabinet Joel WINTER et associés- actuaires ; <http://www.jwa.fr>

La mortalité se caractérise par des fluctuations conjoncturelles. Ainsi, il est primordial d'opter pour une période d'observation comportant plusieurs années pour améliorer la qualité des estimations tout en augmentant le volume d'observations. De plus, il est préférable de choisir la période la plus récente possible. Pour ces raisons, la commission d'agrément de l'institut des actuaires suggère une période d'expérience de trois à cinq ans et elle la juge comme raisonnable.

Dans notre étude, nous avons retenu la période d'observation s'étalant du **01 janvier 2010 au 31 décembre 2014**, ce qui présente cinq ans d'expérience.

- **Représentativité des données :**

La base des données devrait être représentative du portefeuille sur lequel la table d'expérience sera appliquée. Pour cette raison, il est primordial d'étudier le risque de biais et celui de l'échantillonnage.

En ce qui concerne notre étude, les enregistrements de l'assurance SAPS s'effectuent sur des supports informatiques. De plus, le système suivi pour traiter les sinistres, a été renouvelé récemment. Pour cela, nous avons travaillé sur l'ancienne et la nouvelle application. Nous allons opter à la vérification de l'existence d'un même enregistrement de sinistre dans les deux systèmes pour ne pas le consulter doublement.

- **Cohérence des données :**

Le traitement des données est une étape primordiale pour par la suite, mener à une étude fiable. En effet, cette étape permet de vérifier l'absence d'anomalies au niveau des enregistrements et d'essayer de les corriger si c'est possible. Cette étude est mieux appliquée sur SAS ou R mais faute de ces deux types de logiciel, nous avons procédé à l'accomplir à partir du logiciel Excel.

### *B. Estimation des taux annuels bruts de mortalité*

Pour estimer les taux annuels bruts de décès notés, nous avons utilisé uniquement les individus observés vivant sur une partie ou sur la totalité de leur  $x+1$  ème année sans tenir compte des individus aux âges voisins, qu'ils proviennent des mêmes individus ou des individus différents, comme il est recommandé par la commission d'agrément des actuaires et Ben Badis. M (2006).

Une autre hypothèse nécessaire dont nous devons tenir compte pour pouvoir faire l'estimation est celle que les décès aléatoires des individus sur la plage d'âge  $[x, x+1]$  sont des

événements indépendants tout en supposant que les individus de la totalité de notre population ont la même probabilité de décéder.

Les individus de notre population ne sont pas tous observables sur la totalité de la plage d'âge  $[x, x+1]$ . Ainsi, le modèle binomiale classique ne peut plus s'appliquer. En fait, par la méthode binomiale classique, l'estimateur  $\hat{q}_x$  est obtenu comme suit :

$$\hat{q}_x = \frac{D_x}{N_x}$$

Pour remédier ce problème, nous avons procédé à la méthode par taux de hasard constant. Rappelons que, selon cette méthode, la probabilité de survie sur un intervalle  $[a,b]$  est donnée par :

$$p_x = \exp(-\mu_x(b - a))$$

La probabilité de décès annuelle est donc :  $q_x = 1 - \exp(-\mu_x)$

En utilisant le modèle du taux de hasard constant avec l'estimateur du maximum de vraisemblance tout en prenant en compte des âges au décès, l'estimateur prend une forme explicite.

Les résultats de la méthode de taux de hasard constant sont donnés dans le tableau suivant :

TABLEAU N°1 : ESTIMATION DES TAUX BRUTS PAR LA METHODE DU TAUX HASARD CONSTANT

AGE	qx en %	px en %	AGE	qx en %	px en %
31	0,036607	0,96339	50	0,12231	0,87768
32	0,022182	0,97781	51	0,19495	0,80504
33	0,021768	0,97892	52	0,13539	0,86461
34	0,029797	0,97020	53	0,24744	0,75255
35	0,051716	0,94828	54	0,33109	0,66890
36	0,028412	0,97158	55	0,21216	0,78783
37	0,110187	0,88981	56	0,28046	0,71953
38	0,034447	0,96555	57	0,37401	0,62598
39	0,057607	0,94239	58	0,38090	0,61909
40	0,038417	0,96158	59	0,51156	0,48843
41	0,059210	0,94078	60	0,42575	0,57424
42	0,085101	0,91489	61	0,60279	0,39720
43	0,060534	0,93946	62	0,58443	0,41556
44	0,040153	0,95984	63	0,41597	0,58402
45	0,093490	0,90650	64	0,49863	0,50136
46	0,085036	0,91496	65	0,67386	0,32613
47	0,060398	0,93960	66	0,80567	0,19432
48	0,075900	0,92409	67	0,85363	0,14636
49	0,115674	0,88432			

Source : Elaboré par nos soins  
 Dans ce qui suit, nous présentons graphiquement l'estimation des taux bruts par la méthode du taux de hasard constant.

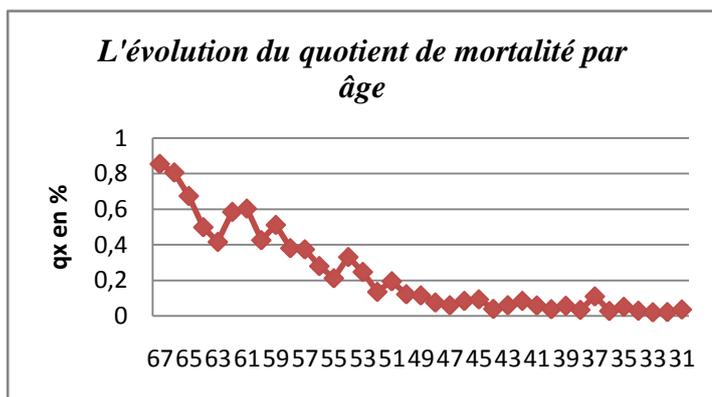


FIGURE N°1 : EVOLUTION DU TAUX DE MORTALITE

Source : Elaboré par nos soins à partir du tableau précédent

### C. Lissage des taux de mortalité

L'estimation des taux annuels de décès à chaque âge, comme nous l'avons présenté précédemment, montre une courbe de mortalité de forme assez irrégulière due essentiellement aux erreurs d'échantillonnage qui font biaiser la réalité. Ainsi, l'ajustement des taux de mortalité paraît primordial. Comme nous avons déjà cité dans le chapitre précédent, il existe plusieurs méthodes pour ajuster les taux de mortalités bruts à savoir les modèles paramétriques, les lissages paramétriques, les lissages non paramétriques et les modèles relationnels. Dans notre étude, nous avons opté pour deux modèles paramétriques à savoir le modèle de Weibull et le modèle de Gompertz.

- **Loi de Weibull :**

La loi de Weibull est une généralisation simple du modèle exponentiel, permettant d'obtenir des fonctions de hasard monotone. En fait, elle présente l'évolution du taux de hasard en fonction de l'âge à travers l'équation suivante :

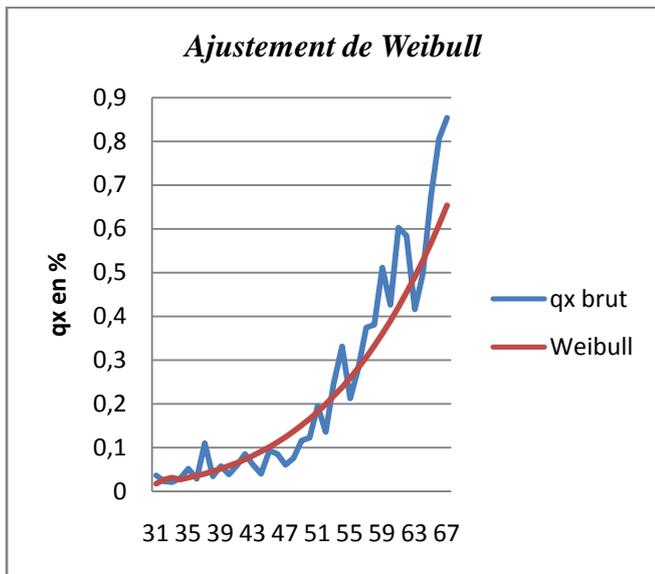
$$\mu_x = ax^b, a > 0, b > 1$$

L'estimation des paramètres a et b, en utilisant le logiciel STATA, a donné les résultats suivants :

$$a = 1,75109E - 11 \text{ et } b = 4,695128$$

La représentation graphique des valeurs estimées des taux annuels bruts de décès par la loi de Weibull est donnée dans la figure suivante :

FIGURE N°2 : AJUSTEMENT DES TAUX ANNUELS BRUTS DE DECES PAR LA METHODE DE WEIBULL



Source : Elaboré par nos soins

- **Loi de Gompertz :**

Gompertz (1825) a proposé un modèle paramétrique simple qui traduit la tendance observée tout en illustrant que le taux instantané de mortalité augmente d'une manière quasi-exponentielle avec l'âge. Le modèle de Gompertz comporte deux paramètres et il s'écrit comme suit :

$$\mu_x = BC^x, B > 0 \text{ et } C > 1$$

Avec :

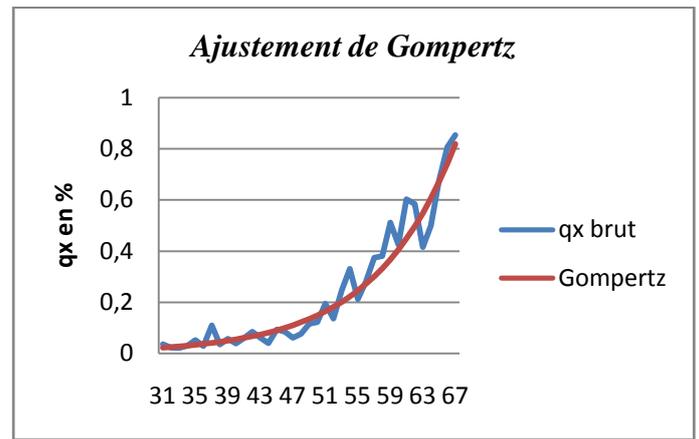
- B varie en fonction du niveau de mortalité ;
- C mesure l'augmentation du risque de décès avec l'âge.

Les valeurs estimées des paramètres B et C de la loi de Gompertz en utilisant le logiciel STATA sont :

$$B = 9,734256 \text{ E-06} \quad \text{et} \quad C = 1,05795405$$

La représentation graphique des valeurs estimées des taux annuels bruts de décès par la loi de Gompertz est donnée dans la figure suivante :

FIGURE N°3 : AJUSTEMENT DES TAUX ANNUELS BRUTS DE DECES PAR LA LOI DE GOMPERTZ



D. Validation de la table construite

Il est indispensable de passer par l'étape vérification de la cohérence de la table construite et pouvoir ainsi vérifier la qualité de l'ajustement.

- **Critère de fidélité aux taux bruts :** Ce critère est présenté comme suit :

$$CF = \sum_{x_{inf}}^{x_{sup}} (q_x^{ajust} - q_x^{brut})^2$$

Plus le critère est proche de 0, plus les taux lissés sont fidèles aux taux bruts.

- **Critère de régularité de taux lissés :** ce critère est présenté sous la forme :

$$CR = \sum_x (\Delta^z \hat{q}_x)^2 \text{ soit pour } Z = 1 \quad CR = \sum_x (\hat{q}_x - \hat{q}_{x+1})^2$$

Plus cette valeur est proche de 0 et plus le lissage est régulier.

- **Test de khi-deux :** Ce test rejette le modèle si les écarts entre les taux bruts et les taux ajustés sont trop significatifs pour être simplement dus au hasard, pour un certain niveau de confiance. En fait, il faut en premier lieu calculer le nombre des décès obtenu par les taux lissés puis

calculer la distance de Khi deux par la formule suivante :

$$\chi^2 = \sum_{x_{inf}}^{x_{sup}} \frac{(D_x^{ajusté} - D_x)^2}{D_x^{ajusté}}$$

Cette distance est la statistique de Khi deux. Cette statistique suit une loi de Khi deux de degré de liberté  $k = x_{max} - x_{min} + 1 - n_{paramètres} - 1$ . Si la valeur critique de la distance Khi deux, calculée à partir de la table statistique de Khi deux, est supérieure au seuil de risque, on accepte  $H_0$  et l'ajustement sera retenu, sinon, on rejette l'ajustement. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU N°2 : LES CRITERES DE CHOIX DE LA METHODE DE LISSAGE

Type de lissage	Weibull	Gompertz
Fidélité aux taux bruts	2,13938 E-05	1,27852 E-05
Régularité des taux lissés	1,67068 E-06	3,34975 E-06
Distance de khi-deux	60,8459444	50,924335
Test de khi-deux	Rejeté	Accepté

Source : Elaboré par nos soins

D'après le tableau ci-dessus, nous pouvons tirer les remarques suivantes :

- **En termes de critère de fidélité aux taux bruts** : la loi de Gompertz donne des taux plus fidèles que la loi de Weibull ;
- **Par rapport au critère de la régularité des taux lissés** : la loi de Weibull donne de taux plus réguliers que loi de Gompertz ;
- **Par rapport au critère de Khi-deux** : l'ajustement retenu est celui de Gompertz.

A travers l'analyse des critères de choix du modèle, nous remarquons que l'ajustement de Gompertz est plus adéquat.

## V. IMPACT DE L'EXPERIENCE SUR LA TARIFICATION ET LE PROVISIONNEMENT

La mortalité d'expérience que nous avons élaborée diffère de celle présentée par la table réglementaire TD97-99. Les compagnies d'assurance ont l'obligation d'utiliser la dernière table comme base de tarification et de provisionnement des contrats à garanties décès. Le législateur algérien n'a pas encore autorisé l'utilisation des tables d'expérience malgré que la table officielle surestime la mortalité. Il est donc intéressant de connaître l'impact de prendre en compte les différences de mortalité d'expérience et ses répercussions sur la tarification et le provisionnement.

### A. Impact sur la tarification

La tarification se base sur trois éléments à savoir le taux d'intérêt, les frais de gestion et la table de mortalité. Cette dernière devrait permettre à l'entreprise d'assurance d'effectuer une tarification prenant en considération le risque viager.

Le principe de tarification en assurance vie se présente par l'égalisation à l'instant  $t_0$  (instant de la souscription) entre les valeurs actuelles probables des engagements pris par l'assureur et ceux pris par l'assuré.

Nous allons comparer la prime unique d'un contrat temporaire décès pour différents taux techniques, un capital de 1000 DA et une durée de cinq ans tout en prendre en compte la table de mortalité d'expérience et la table TD 97-99.

Les tableaux suivants illustrent la différence entre les coûts en fonction de l'âge de souscription et le taux technique.

TABLEAU N°3 : PRIME UNIQUE ISSUE DE LA  
TABLE D'EXPERIENCE

AGE							
Taux	31	35	40	45	50	55	60
1%	1,32	1,97	3,26	5,40	8,92	14,7	24,3
2%	1,28	1,92	3,18	5,26	8,69	14,3	23,7
3%	1,25	1,87	3,10	5,12	8,47	14,0	23,1
4%	1,22	1,82	3,02	4,99	8,26	13,6	22,5
4,5%	1,20	1,80	2,98	4,93	8,15	13,4	22,2

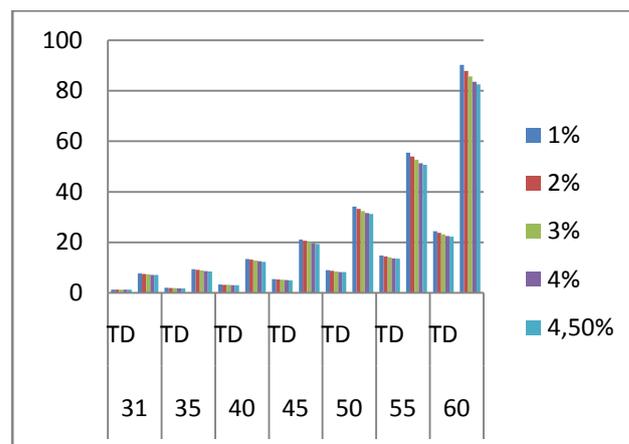
Source : Elaboré par nos soins

TABLEAU N°4 : PRIME UNIQUE ISSUE DE LA  
TABLE TD 97-99

AGE							
Taux	31	35	40	45	50	55	60
1%	7,68	9,29	13,4	21,1	34,1	55,4	90,2
2%	7,49	9,06	13,1	20,6	33,2	54,0	87,9
3%	7,31	8,83	12,7	20,0	32,3	52,6	85,6
4%	7,13	8,61	12,4	19,5	31,5	51,3	83,5
4,5%	7,05	8,51	12,3	19,3	31,1	50,6	82,4

Source : Elaboré par nos soins

FIGURE N°4 : COMPARAISON DU TARIF D'UN  
CONTRAT TEMPORAIRE DECES ENTRE LA  
TABLE D'EXPERIENCE ET LA TABLE TD 97-99



Source : Elaboré par nos soins

Nous remarquons, en comparant les coûts du contrat temporaire décès calculés à partir de la table d'expérience et ceux calculés selon la table TD97-99, des divergences importantes. En effet, les tarifs calculés à partir de la table réglementaire sont plus chers que ceux calculés selon la table d'expérience. Ces résultats sont conformes à ceux tirés dans l'étude de Ben Badis. M (2006) sur le portefeuille de la compagnie d'assurance GAT ayant conclu qu'il existe des différences importantes entre les coûts du contrat temporaire décès tirés selon la table d'expérience et la table TD 88-90 évalué à 52%. Ainsi, la prise en compte de la sinistralité des assurés, propres aux compagnies d'assurance, donnerait des tarifs plus compétitifs puisque l'utilisation d'une table réglementaire ne prend pas en considération la réalité des affaires de la compagnie. De même Joël Winter observe qu'il y a des abattements de 60% à 70%, pour un contrat de type temporaire décès, entre la table TD 88-99 et la table d'expérience construite.

#### B. Impact sur le provisionnement

En assurance vie, les provisions mathématiques constituent un élément significatif au niveau du passif du bilan. Elles constituent la différence entre la valeur actuelle probable des engagements de l'assureur et des charges de gestion liées aux contrats en cours, et la

valeur actuelle probable des engagements pris par l'assuré. Les provisions sont sensibles aux changements de table de mortalité. Pour ce faire, nous allons procéder à un contrat temporaire décès à capital décroissant linéairement avec un capital égal à 10 000 DA et de durée = 5 ans. Les provisions sont calculées à la fin de chaque année.

Les tableaux suivants permettent de refléter la différence entre les provisions calculées sur la base de la table TD 97-99 et la table de mortalité d'expérience à un taux technique égal à 4%.

**TABLEAU N°5 : LES PROVISIONS  
MATHÉMATIQUES CALCULÉES PAR LA TABLE  
D'EXPERIENCE**

	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>
<b>4</b>	0,64	0,96	1,59	2,63	4,35	7,19	11,8
<b>3</b>	2,40	3,59	5,94	9,82	16,2	26,8	44,3
<b>2</b>	5,05	7,55	12,4	20,6	34,1	56,3	93,0
<b>1</b>	8,38	12,53	20,72	34,25	56,61	93,54	154,49

Source : Elaboré par nos soins

**TABLEAU N°6 : LES PROVISIONS  
MATHÉMATIQUES CALCULÉES PAR LA TABLE  
TD 97-99**

	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>
<b>4</b>	3,31	4,25	6,41	10,1	16,5	26,9	43,7
<b>3</b>	12,7	16,06	24,0	38,1	61,7	100	163
<b>2</b>	27,5	34,29	50,5	80,3	129	211	344
<b>1</b>	47,2	57,93	84,7	133	216	351	571

Source : Elaboré par nos soins

Comme dans le cas des tarifs, nous constatons que l'utilisation de la table réglementaire aboutit à un sur-provisionnement de plus de 50%. Dans le tableau suivant, nous allons présenter les pourcentages consécutifs.

**TABLEAU N°7 : POURCENTAGE DE SUR-  
PROVISIONNEMENT**

	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>
<b>4</b>	19,4	22,64	24,8	25,8	26,3	26,7	27,1
<b>3</b>	18,9	22,38	24,7	25,7	26,2	26,6	27,1
<b>2</b>	18,3	22,02	24,6	25,6	26,2	26,6	27,0
<b>1</b>	17,7	21,63	24,4	25,5	26,1	26,6	27,0

Source : Elaboré par nos soins

En calculant le pourcentage de sur-provisionnement, nous remarquons qu'il est établi dans un ordre croissant selon l'âge de souscription pour atteindre sa valeur suprême d'environ 27% à un âge de souscription de 60 ans. Ces résultats sont conformes aux travaux précédents de Gaumet.A (2001) affirmant que le niveau de sinistralité observé sur la population assurée de la compagnie d'assurance AXA pourrait s'écarter sensiblement de celui donné par les tables réglementaires. De même, Ben Badis. M (2006) a prouvé qu'en utilisant la table TD88-90 évaluée à 52 %, pour un contrat temporaire décès à capital décroissant linéairement sur 5 ans, le pourcentage de sur-provisionnement suit une fonction croissante en fonction de l'âge jusqu'à un âge limite de souscription. Par contre, il a prouvé que la valeur maximale est atteinte à un âge égal à 55 ans avec un pourcentage de 36,74%.

## VI. CONCLUSION

L'étude de la mortalité d'expérience pour le cas des contrats incorporant la garantie décès reflète le risque réel supporté par l'assureur parce que l'utilisation de la table de mortalité réglementaire peut aboutir à des situations de sur tarification et aussi de sur provisionnement.

La table d'expérience permet de modéliser le risque de mortalité en se basant sur une étude précise d'un portefeuille donné. Les assureurs ont tout intérêt à opter pour ce genre de tables, car ils peuvent mieux cerner le risque de mortalité inhérent à leur portefeuille, et prendre en compte notamment le phénomène de sélection médical. Dans ce contexte, nous avons remarqué, en comparant les coûts du contrat temporaire décès calculé à travers, d'une part la table d'expérience et d'autre part

la table TD97-99, des divergences non négligeables entraînant une sur tarification.

La table d'expérience ainsi construite permet de réduire les primes et les provisions de plus de 50% par rapport aux calculs issus de la table réglementaire. En effet, l'utilisation de la table d'expérience s'avère donc d'une importance capitale.

Enfin, il peut être considéré comme un débouché avec des perspectives intéressantes pour notre travail essentiellement en cas d'une étude sur la mortalité d'expérience pour le cas des rentes viagères qui s'avère un sujet d'actualité suite à l'amélioration de l'espérance de vie à la naissance qui représente l'objet de notre travail de recherche au doctorat.

## VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Ben Badis.M. (2013), « Modèles et méthodes actuarielles pour l'évaluation quantitative des risques en environnement Solvabilité II », *Université Paris Dauphine , Paris ;*
- 2- Brouhns. N et Denuit. M. (2002), « Risque de longévité et rentes viagères : Evolution de la mortalité en Belgique de 1880 à nos Jours » *BELGIAN ACTUARIAL BULLETIN, Vol.2, No. 1 ;*
- 3- Chartier.J. (2012), « Impacts opérationnels pour les assureurs », *conférence Gender Directive, Optimind ;*
- 4- Donio. M et al (2011), « SOLVABILITÉ II et contrats de Prévoyance Modèle interne ou judicieux choix d'hypothèses ? » *la lettre actuariat et finance, Winter et associés, Paris ;*
- 5- Henge. F et al (2007), « les tables de mortalité : de la réglementation à la modélisation des risques, un tour d'horizon sur l'actualité et les techniques actuarielles », *Paris ;*
- 6- Planchet. F. (2005), « Tables de mortalité d'expérience pour des portefeuilles de rentiers » *note méthodologique, version 1.0, octobre 2005, Institut des actuaires.*
- 7- Planchet. F. (2006), « Tables de mortalité d'expérience : Pour les portefeuilles de rentiers (Tables TGH 05 et TGF 05) » *Version 1.3, Institut des actuaires, Paris ;*
- 8- Thérond. P. (2013), « Tables d'expérience : les outils de suivi du risque », *Institut des actuaires : galea et associés, Paris.*

