

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université M'Hamed Bougara Boumerdès**



**Faculté des sciences**  
**Département de mathématiques**

**Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**  
**en mathématiques appliquées**

**Option : Mathématiques financières**

**Thème**

---

**Provisions mathématiques d'une compagnie d'assurance de**  
**personnes**

**Etude de cas : Contrat temporaire au décès emprunteur à La CAARAMA**  
**Assurance**

---

**Présenté par :**

**Kheirani Ichrak Khadidja**

**Cherif Mohamed Amine**

**Devant le jury composé de :**

**Président : M<sup>r</sup> Kh.Khaldi**

**Professeur**

**UMBB**

**Encadreur : M<sup>r</sup> B.Guenane**

**M.C.A**

**UMBB**

**Examinatrice : M<sup>me</sup> W.Drici**

**M.C.B**

**UMBB**

**Année universitaire : 2019/2020**

---



---

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, mes frères, mes amis, ma famille, ainsi que toute personne à qui je réserve une place dans mon cœur.*

*Ichrak*

---



---

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à mes parents, mon frère, mes sœurs, mes amis ainsi que toute personne ayant un effort à la réalisation de ce travail.*

*Mohamed Amine*

---



---

## *Remerciements*

On voudrait remercier tous ceux et toutes celles qui ont contribué à la réalisation de ce travail de recherche.

On tient particulièrement à remercier notre encadreur Dr B.Guenane de nous avoir proposé ce thème ainsi que pour ses précieux conseils, son disponibilité, son sérieux et la qualité de son encadrement.

On souhaite également remercier tous les membres de la CAARAMA assurance particulièrement Mme Dhou pour sa générosité et son professionnalisme.

Enfin, un gros et spécial remerciement à Amira, Ayoub et Mohamed pour leur aide et leur soutien au cours de cette période.

---

# Table des matières

---

<b>Introduction générale</b>	<b>12</b>
<b>1 Généralités sur l'assurance</b>	<b>14</b>
1.1 Concepts de base d'assurance	15
1.1.1 Quelques définitions	15
1.1.1.1 L'assurance	15
1.1.1.2 Sinistre	16
1.1.1.3 Assuré	16
1.1.1.4 Assureur	16
1.1.1.5 Souscripteur	16
1.1.1.6 Bénéficiaire	16
1.1.2 Les branches d'assurance	17
1.1.2.1 La branche individuelle	17
1.1.2.2 La branche collective	17
1.1.3 Le rôle d'assurance	18
1.1.3.1 Le rôle économique	18
1.1.3.2 Le rôle social	18
1.1.3.3 Le rôle financier	19
1.1.4 Les éléments d'une opération assurance	19
1.1.4.1 Le risque	19
1.1.4.2 La prime	19
1.1.4.3 La cotisation	20
1.1.4.4 La mutualité	20
1.1.4.5 La prestation de l'assureur	20
1.1.5 Les catégories d'assurance	21
1.1.5.1 Assurance de dommages	21
1.1.5.2 Assurance de personnes	22
1.1.6 Les obligations d'un contrat d'assurance	24
1.1.6.1 Les obligations de l'assureur	24
1.1.6.2 Les obligations de Souscripteur	24

1.2	Assurance vie . . . . .	25
1.2.1	Définition légale d'un contrat d'assurance vie . . . . .	26
1.2.1.1	Définition 1 . . . . .	26
1.2.1.2	Définition 2 . . . . .	26
1.2.2	Rôle de l'assurance vie . . . . .	26
1.2.2.1	La couverture du risque de décès . . . . .	26
1.2.2.2	L'épargne . . . . .	26
1.2.2.3	Instrument de crédit . . . . .	27
1.2.3	Opération assurance vie . . . . .	27
1.2.3.1	Adhérent ou souscripteur . . . . .	27
1.2.3.2	Assuré . . . . .	28
1.2.3.3	Bénéficiaire . . . . .	28
1.2.4	Les types d'un contrat d'assurance vie : . . . . .	28
1.2.4.1	Assurance en cas de vie . . . . .	28
1.2.4.2	Assurance en cas de décès . . . . .	29
1.2.4.3	Assurance en cas de vie et de décès (contrat mixte) . . . . .	29
1.3	Aspects actuariels de fonctionnement de contrats d'assurance vie . . . . .	29
1.3.1	Définir les notions de base . . . . .	29
1.3.1.1	Taux d'intérêts . . . . .	29
1.3.1.2	Notion d'actualisation . . . . .	30
1.3.1.3	Notion de capitalisation . . . . .	30
1.3.1.4	Annuité Certaine . . . . .	31
1.3.1.5	Probabilités Viagères sur une tête . . . . .	32
1.3.2	Les tables de mortalité . . . . .	33
1.3.2.1	Définition . . . . .	33
1.3.2.2	Les différentes sortes de tables . . . . .	33
1.3.2.3	Elaboration de la table de mortalité algérienne . . . . .	34
1.3.2.4	Calcul des probabilités de vie et de décès . . . . .	34
1.3.3	Valeur actuelle probable (VAP) . . . . .	34
<b>2</b>	<b>Tarification en assurance vie et calcul des provisions mathématiques</b>	<b>36</b>
2.1	Contrats vie individuels . . . . .	37
2.1.1	Contrats vie individuels classiques . . . . .	37
2.1.1.1	Contrats individuels classiques en cas de vie . . . . .	37
2.1.1.2	Contrats individuels classiques en cas de décès . . . . .	38
2.1.1.3	Contrats individuels classiques mixtes . . . . .	39
2.1.1.4	Calcul des différentes primes en contrats individuels classiques . . . . .	40

2.1.2	Contrats individuels modernes . . . . .	45
2.1.2.1	Tarification en contrats vie individuels modernes . . . . .	45
2.1.2.2	Contrat vie épargne retraite . . . . .	45
2.2	Contrats collectifs . . . . .	46
2.2.1	Définition d'un contrat d'assurance collectif . . . . .	46
2.2.1.1	Définition 1 . . . . .	46
2.2.1.2	Définition 2 . . . . .	46
2.2.2	Les principaux contrats collectifs . . . . .	46
2.2.2.1	Contrats groupe décès . . . . .	47
2.2.3	Calcul des primes en Contrats groupe décès . . . . .	47
2.2.3.1	Prime contrat groupe décès entreprise . . . . .	48
2.2.3.2	Prime contrat groupe décès emprunteurs . . . . .	48
2.3	Calcul des provisions mathématiques . . . . .	48
2.3.1	PM des contrats classiques . . . . .	49
2.3.1.1	La provision mathématique pure (PM pure) . . . . .	49
2.3.1.2	La provision mathématique inventaire (PM inventaire) . . . . .	49
2.3.1.3	La provision mathématique commerciale (PM commerciale) . . . . .	49
2.3.2	PM des contrats vie épargne . . . . .	52
2.3.3	PM des contrats collectifs . . . . .	52
2.3.3.1	Les contrats renouvelables annuellement . . . . .	52
2.3.3.2	Les contrats à long terme . . . . .	52
<b>3</b>	<b>Evaluation du portefeuille de la CAARAMA assurance</b>	<b>54</b>
3.1	Présentation de la CAARAMA assurances . . . . .	55
3.1.1	L'organigramme de la CAARAMA assurances . . . . .	55
3.1.2	Classement de la CAARAMA assurances en 2018 selon le chiffre d'affaire . . . . .	57
3.2	Application sur un portefeuille temporaire au décès emprunteur de la CAARAMA assurances avec le langage R . . . . .	57
3.2.1	Présentation et objet du contrat . . . . .	57
3.2.2	Présentation de portefeuille . . . . .	58
3.2.3	Calcul de nombres de commutation sur la table de mortalité . . . . .	59
3.2.4	Calcul des primes et des provisions mathématiques . . . . .	59
3.3	Création d'une application web en utilisant Laravel . . . . .	64
3.3.1	Présentation des logiciels . . . . .	64
	Annexes . . . . .	68
	Annexe A . . . . .	69
	Annexe B . . . . .	71
	Annexe C . . . . .	73

---



# Table des figures

---

1.1	Catégories assurances de dommages . . . . .	21
1.2	Catégories assurances de personnes . . . . .	23
1.3	But d'un contrat assurance vie . . . . .	27
2.1	Les différents contrats en assurance vie individuelle . . . . .	40
2.2	Les primes en assurance vie . . . . .	44
3.1	Organigramme de la CAARAMA assurance . . . . .	56
3.2	Mécanisme d'un contrat temporaire au décès emprunteur . . . . .	58
3.3	Calcul de nombres de commutation (à $i=2.5\%$ ) . . . . .	59
3.4	Variation capital/prime unique . . . . .	62
3.5	Variation capital/provision . . . . .	63
3.6	Variation de la prime unique en fonction de l'âge $x$ . . . . .	63
3.7	Fonctionnement d'un framework . . . . .	65

---



# Liste des tableaux

---

1.1	Les branches d'assurance . . . . .	18
1.2	Représentation des activités dans le secteur des assurances . . . . .	24
1.3	Synthèse des obligations du souscripteur . . . . .	25
1.4	Capitalisation d'un placement à intérêts composées . . . . .	31
1.5	Calcul des valeurs $V_A$ et $V_0$ en annuité certaine . . . . .	32
3.1	Classement des compagnies d'assurance de personnes selon chiffre d'affaire (2018) .	57
3.2	Calcul des provisions mathématiques . . . . .	61

---



---

# Résumé

L'assurance vie est l'une des branches d'assurance de personnes, elle a pour intérêt de garantir une protection complète contre le risque de décès de l'assuré, comme elle encourage l'épargne à long terme.

L'objet de ce mémoire est la volonté et la curiosité d'apprendre de près ce champ du secteur financier qui est le domaine assurantiel, plus précisément la branche vie. On va s'intéresser à faire une étude approfondie sur le fonctionnement technique et actuariel des compagnies d'assurance de personnes en analysant le portefeuille de la compagnie d'assurance algérienne *Caarama*.

**Mots clés :**

Assurance vie, sinistre, capital, risque, décès, garantie, âge, prime, contrat, compagnie d'assurance, tarification, survie, provisions mathématiques.

---



---

# Abstract

Life insurance is one of the branches of life and health insurance. Its interest is to guarantee complete protection against the risk of death of the insured, as it encourages long-term savings.

The object of thesis is the willingness and curiosity to learn from close this field of the financial sector which is the insurance field, more precisely the life branch. We will be interested in making an in-depth study on the technical and actuarial functioning of life and health insurance companies by analyzing the portfolio of the Algerian insurance company *caarama*.

**Keywords :**

Life insurance, sinister, saving, capital, risk, death, guarantee, age, primium, contract, insurance company, pricing, survival, mathematical provisions.

---



# Listes des abréviations

---

**AGLIC** : Algerian Gulf Life Insurance Company

**CD** : Capital Différé

**CRD** : Capital Restant Dû

**IARD** : Incendie, Accidents et Risques Divers

**MC** : Mixte Classique

**PM** : Provision Mathématique

**SAPS** : Société d'Assurance, de Prévoyance et de la Santé

**SCA** : Sans Contre Assurance

**VAP** : Valeur Actuelle Probable

**TALA** : Tamine Life Algerie

**TD 97-99** : Table de Décès

**TD** : Temporaire Décès

**TV 97-99** : Table de Vie

**VE** : Vie Entière



---

# Introduction générale

L'être humain est confronté à de nombreux risques dans sa vie quotidienne, notamment des risques sur sa vie, sa santé, ses biens... etc. On ne peut pas savoir si et quand quelque chose de malheureux arrivera, à nous ou à l'un des membres de notre famille ou à nos biens, comme il n'est pas toujours possible d'empêcher une telle situation. Par exemple, on ne peut pas empêcher une tempête, un accident ou la mort de quelqu'un.

L'assurance est le résultat de la recherche constante de la sécurité et de moyens pour faire face aux difficultés découlant des incertitudes de l'avenir. Elle a été créée en réponse à un besoin omniprésent de protection contre le risque de pertes. Son idée est attribuée au financier italien Lorenzo Tonti et date de 1652 soutenu par le cardinal Jules Mazarin. Lorenzo animait des associations de personnes, le concept de ces associations était mettre des fonds en commun à durée limitée. En fin de période, l'association est dissoute et le capital constitué sur la durée est réparti au prorata de leur investissement initial aux associés survivants. Elle permet de regrouper de nombreux risques de pertes individuelles similaires dans des classes de risques. Parfois, cependant, le risque de souscription est trop important pour être assumé par une seule entité, même si la probabilité qu'un événement se produise peut être prévue avec précision. Par exemple, une seule compagnie d'assurance peut être incapable de couvrir des risques de catastrophe tels qu'une épidémie ou des dommages de guerre parce qu'une catastrophe peut frapper un très grand nombre d'assurés en même temps.

L'assurance fonctionne par la mise en commun des risques. Cela signifie simplement qu'un grand groupe de personnes qui veulent s'assurer contre un sinistre particulier payent leurs primes dans ce qui est appelé le seau d'assurance. Parce que le nombre d'assurés est si important que les compagnies d'assurance peuvent utiliser une analyse statistique pour prévoir les pertes réelles dans les limites de la classe. Ils savent que tous les assurés ne subiront pas les mêmes pertes au même temps ou pas du tout. Cela permet aux compagnies d'assurance de fonctionner de manière rentable. Par exemple, la plupart des gens ont l'assurance automobile, mais seuls quelques-uns subissent effectivement un accident. Vous payez pour la probabilité de la perte et pour la protection qui vous sera versée pour les pertes dans le cas si elles se produisent.

L'assurance générale traite de l'exposition aux risques des biens et des propriétés, tandis que l'assurance vie est un moyen de faire face aux aléas de la mort physique et de la mort économique. En cas de décès prématuré de l'assuré le produit de la police est versé aux bénéficiaires et les rentes protègent l'assuré contre la mort économique lorsqu'il vit longtemps.

L'assurance vie est un contrat entre un assureur et un preneur d'assurance dans lequel l'assureur garantit le paiement d'une prestation à la survenance de l'événement assuré. Habituellement, le contrat prévoit le paiement d'un montant à la date d'échéance ou à une date déterminée, à intervalles périodiques ou à la mort. Le contrat prévoit également, entre autres, le paiement d'une prime périodique à l'assureur par l'assuré. L'assurance vie est universellement reconnue comme une institution qui élimine le risque dans le cas décès du responsable de famille. Dans l'ensemble, l'assurance vie est

la solution partielle aux problèmes causés par la mort. L'assurance vie, en bref, s'intéresse à deux risques qui se situent de part et d'autre du parcours de vie de chaque personne : celui de mourir prématurément en laissant une famille à charge elle-même et celle de vivre jusqu'à un âge avancé sans moyens de subsistance visibles.

Outre la protection de l'homme ou celle de sa famille, l'assurance vie peut également lui servir à construire une épargne, compléter sa retraite ou lui offrir une garantie qui lui permet de faire un prêt bancaire sans faire de soucis en cas où un sinistre lui arrive avant qu'il clôture le paiement de son prêt.

Sous une forme ou une autre, plusieurs personnes possèdent une assurance vie, mais la plupart d'entre eux ne comprennent pas comment cela fonctionne ou comment fait une compagnie d'assurance de personnes pour accomplir sa mission envers ses clients. C'est ce qui justifie notre volonté à réaliser ce mémoire de fin d'études qui sera consacré à découvrir le fonctionnement actuariel dans le domaine assurantiel, ce qui induira la problématique suivante :

### **Quel est le niveau des provisions mathématiques à prendre par une compagnie d'assurance de personnes pour faire face à ses engagements futures envers ses assurés ?**

Cette problématique nous guide à nous poser un certain nombre de questions dont les réponses constitueront le corps de notre travail :

- **Quels sont les contrats d'assurance vie les plus répandus dans le marché assurantiel en Algérie ?**
- **Quels sont les engagements à prendre de la part des parties contractantes avant d'arriver à calculer les provisions ?**
- **Quels outils à utiliser afin de faciliter et d'optimiser les calculs des primes d'assurance et des provisions mathématiques ?**

Dans cette optique, nous tenterons de répondre aux questions se rapportant aux champs de l'étude concernant l'assurance vie en utilisant le langage de programmation **R** et le Framework web open-source **Laravel** pour évaluer le portefeuille de la CAARAMA assurance dans le but d'améliorer la qualité du traitement des données.

Ainsi nous allons scinder notre mémoire en trois chapitres :

**Le premier chapitre**, Il aura pour objet de donner un éclairage sur les généralités du domaine des assurances.

**Le deuxième chapitre** sera consacré à donner les différentes formules d'assurance vie commercialisées par les compagnies d'assurance de personnes ainsi qu'aborder la notion de provision mathématiques.

Nous consacrerons **le dernier chapitre** à présenter la compagnie d'assurance CAARAMA puis à évaluer l'un de ses portefeuilles de contrats qui est l'assurance temporaire au décès emprunteur.

---

# **1** Généralités sur l'assurance

## Introduction

L'acte d'assurance se présente comme un contrat liant deux parties qui sont l'assureur et l'assuré. Il s'agit d'une opération dans laquelle, l'assurance s'engage à garantir un risque de perte, qu'il soit par rapport à un bien, une personne ou autre, contre un éventuel danger, lié au vol, à l'incendie ou autre ; en contrepartie d'un paiement d'une prime à l'avance de la part de l'assuré. C'est ce qu'on appelle l'inversion du cycle de production, qui est en effet, une spécificité de l'industrie des assurances.<sup>1</sup> Selon le professeur M .Joseph HEMARD : « *L'assurance est une opération par laquelle une partie, l'assuré, se fait promettre, moyennant une rémunération pour lui ou pour un tiers en cas de réalisation d'un risque, une prestation par une autre partie, l'assureur, qui prenant en charge un ensemble de risques, les compensent conformément aux lois de la statistique.* »<sup>2</sup>

**A travers ce premier chapitre, nous essaierons d'aborder les concepts de base de l'assurance, à savoir : définitions, éléments, rôles et les différents types d'assurance.**

### 1.1 Concepts de base d'assurance

L'assurance fait aujourd'hui totalement partie de notre cadre de vie quotidien. Souscrire un contrat d'assurance est devenu un acte naturel chez la plupart des personnes désirant se prémunir des pertes financières entraînées par la réalisation casuelle d'un événement entraînant des conséquences fâcheuses (incendie, vol, accident, maladie, etc.)<sup>3</sup>

#### 1.1.1 Quelques définitions

##### 1.1.1.1 L'assurance

Le mot assurance est d'origine latine : securus qui veut dire sûr, d'où émane le terme Assecuratio (sécurité, garantie, certitude, assurance...). Dés lors, l'ancien français méridional adopta le terme Assurance, tout en conservant les mêmes consonances retrouvées dans les termes : sécurité, sûreté, secours.<sup>4</sup>

L'assurance d'un point de vue technique est définie comme étant « une opération par laquelle un assureur organise en mutualité un ensemble d'assurés exposés à la réalisation d'un risque de même nature, et indemnise ceux d'entre eux ayant subi un dommage et ce grâce à la masse des primes collectées ». <sup>5</sup>

D'un point de vue juridique, l'assurance est définie au sens de l'art.2 (modifié par l'art.2 L 06-04) de code civil algérien à l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 relative aux assurances par « un contrat par

---

1. Y.Boumchella ; M.Bouarour, « Évolution des produits d'assurances de personnes en Algérie 2005/2015 : Incidence sur le taux de bancarisation et d'épargne. », mémoire de master en sciences économiques, option MFB, université M.Maamri Tizi Ouzou, p.10, 2016

2. F.COUILBAULT ; C.ELIASHBERG ; M.LATRASSE, « *Les grands principes de l'assurance* », éd L'AGRUS, 6ème édition,p.49, Paris, 2003

3. Assurance et mutuelle, « Présentation d'assurance », 2011. Disponible sur [www.assurance-et-mutuelle.com](http://www.assurance-et-mutuelle.com)

4. L.MEZDAD, « Essai d'analyse du secteur des assurances et de sa contribution dans l'intermédiation financière nationale », mémoire du magister en sciences économiques, option MFB, université A.Mira Béjaia,p.7, 2006

5. Y.LAMBERT-FAIVER, « *Droit des assurances* », éd DALLOZ, 11ème édition, p.38, Paris, 2001

lequel l'assureur s'oblige, moyennant des primes ou autres versements pécuniaires, à fournir à l'assuré ou au tiers bénéficiaire au profit duquel l'assurance est souscrite, une somme d'argent, une rente ou une autre prestation pécuniaire, en cas de réalisation du risque prévu au contrat.. »<sup>6</sup>

### 1.1.1.2 Sinistre

Le sinistre est la réalisation d'un risque assuré, fait naître l'obligation de garantie de l'assureur. De conditionnelle qu'elle était avant la réalisation du risque aléatoire assuré, l'obligation de l'assureur devient certaine après.

### 1.1.1.3 Assuré

C'est la personne physique dont le décès ou la survie déclenche le paiement par l'assureur des prestations prévues au contrat. Il est l'élément principal du contrat en ce sens que c'est son âge et son état de santé qui permettent à l'assureur de fixer le montant de la prime à payer par le souscripteur. Il peut être soit :

- une personne physique : commerçant, professeur ... etc ;
- une personne morale : société, association...

### 1.1.1.4 Assureur

C'est la personne morale qui s'engage à verser le capital (ou la rente) prévu, conformément aux clauses du contrat. Cela à condition que l'engagement réciproque du souscripteur ait été satisfait.<sup>7</sup> Autrement dit, il s'agit de la personne morale qui accepte la prise en charge des risques, perçoit les cotisations et règle les sinistres.

### 1.1.1.5 Souscripteur

Il s'agit de la personne qui souscrit la police d'assurance. Signe les documents contractuels et qui se trouve seul engagé auprès de l'assureur pour le paiement des primes et il peut mettre fin quand il le désire.

Il s'agit souvent de la même personne que l'assuré, sauf dans le cadre d'une couverture d'assurance vie d'un parent à son enfant mineur ou d'un majeur protégé (tutelle, curatelle).

### 1.1.1.6 Bénéficiaire

C'est celui qui bénéficiera de l'indemnité ou du capital en cas de réalisation du risque. C'est un choix personnel du souscripteur, il peut être :

- l'assuré lui-même ;
- une personne dénommée en faveur de lequel l'assurance est souscrite ;
- une personne non dénommée.

## Remarques

---

6. Art.2 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

7. N.ROUSSEAU ; J.M.BLAYAC ; T;OULMANE, « Introduction à la théorie de l'assurance ».éd DUNOD, p.133, Paris, 2001

- La désignation d'un bénéficiaire n'est pas obligatoire. Elle peut se faire à tout moment situé entre la date de souscription du contrat et sa date terme. Ainsi, lorsque l'assurance en cas de décès a été souscrite sans désignation de bénéficiaire, les prestations prévues au contrat font partie du patrimoine ou de la succession du contractant.
- Le souscripteur a droit à tout moment de révoquer le bénéficiaire désigné au contrat, en cas d'un bénéficiaire acceptant, cette opération ne sera pas possible en cas d'un bénéficiaire non acceptant, cette révocation ne peut être effectuée que par le contractant c'est à dire les héritiers du souscripteur n'ont pas le droit à intervenir par contre Il est possible de révoquer un bénéficiaire même acceptant dans les cas tentative de meurtre de l'assuré par le bénéficiaire.
- Les prestations payables au décès de l'assuré à un bénéficiaire déterminé ne font pas partie de la succession de l'assuré et ne peuvent être réclamées ni par les créanciers de l'assuré, ni par ses héritiers.

## 1.1.2 Les branches d'assurance

Dans le but d'attirer le public vers les produits assurances, les compagnies d'assurance ont conçu des méthodes de commercialisation originales. Cette commercialisation se fait principalement selon que la clientèle est constituée de particuliers ou d'entreprises. Ce qui a conduit à classer les produits assurance en deux grandes branches : La branche individuelle et la branche collective.

### 1.1.2.1 La branche individuelle

L'assurance dite individuelle est simple dans son principe : elle consiste en une adhésion réalisée par une personne auprès d'un assureur dans le but d'obtenir une couverture contre un ou plusieurs risques (exemple : assurer son habitation).<sup>8</sup>

### 1.1.2.2 La branche collective

L'assurance dite collective est une technique plus globale : elle conduit à regrouper auprès d'un même assureur des personnes qui se trouvent confrontés aux mêmes préoccupations et qui possèdent des capacités financières identiques. Elle vise à compléter la couverture sociale tant des salariés que des non salariés. En outre, elle joue un rôle capital en matière de prêle ou de crédit.

---

8. F.COUILBAULT ; C.ELIASHBERG ; M.LATRASSE, « *Les grands principes de l'assurance* », éd L'AGRUS, 6ème édition, p.369,Paris, 2003

TABLE 1.1: Les branches d'assurance

	Forme de souscription	Clientèle	Besoin clientèle
<b>Branche individuelle</b>	Contrats souscrits à Titre individuel	Particuliers	Contrats sur mesure avec libre fixation des capitaux
<b>Branche Collective</b>	Contrats souscrits par une personne morale au profit d'un groupe	- Entreprise - Association - syndicats - Organisme de Crédit	Contrats étudiés en Fonction de besoins du groupe

Source : M. Saliou BAKAYOKO ,« Fonctionnement technique et actuariel de l'assurance vie et capitalisation », séminaire conjoint FANAF ,BAMAKO, p.8, 26-30 Novembre 2007

### 1.1.3 Le rôle d'assurance

Les hommes ont cherché un moyen d'assurer leurs biens afin de ne pas tout perdre en cas de problème. Sans les assurances, aucun ouvrier n'accepterait de travailler à une hauteur pour construire des Grattes-Ciel, en risquant de faire une chute mortelle et laisser sa famille dans le besoin. Aucun investisseur n'aurait risqué d'investir des milliards pour faire des constructions sans avoir la garantie de remboursement en cas de séisme ou d'incendie. Sans les assurances, personne ne circulerait en voiture à travers les rues. Un bon chauffeur est conscient qu'il court à chaque instant le risque de renverser un piéton.

#### 1.1.3.1 Le rôle économique

Outre la protection des personnes, l'assurance joue un rôle relativement important dans l'économie :

- en fiabilisant les relations commerciales : l'assurance garantit la solvabilité des contractants et donne du crédit aux partenaires dans leur relations économiques.
- en jouant un rôle important d'investisseur de l'économie nationale : Les assureurs recueillent une part importante de l'épargne publique au travers de recueil des cotisations.

Ces sommes doivent être placées pour faire face aux futurs engagements. Les assureurs canalisent et orientent ainsi des flux financiers importants dans les circuits de l'économie nationale et internationales (dans l'immobilier, les actions, les obligations...).

#### 1.1.3.2 Le rôle social

Le rôle social de l'assurance est, avant tout, d'offrir la sécurité aux individus. De ce fait, l'assurance est là pour réparer les dégâts et pour aider les personnes à vivre mieux dans un monde où les risques ne peuvent pas être évités. Elle permet donc de :

- garantir des revenus à la veuve et aux orphelins après la disparition prématuré du chef de famille ;

- donner les moyens de reconstruire sa maison ou de racheter un autre logement à celui dont la résidence a été détruite par un incendie ;
- verser des sommes compensatoires à la perte de revenus professionnels, à celui qu'un accident a mis dans l'incapacité de travailler et donner les moyens financiers au malade et/ou blessés pour se faire soigner ;
- améliorer le niveau de vie des retraités.

### 1.1.3.3 Le rôle financier

Le secteur des assurances est l'un des secteurs les plus importants dans l'économie d'un pays, il contribue non seulement à la protection du patrimoine, mais aussi de par son principe d'inversion du cycle de production, l'activité d'assurance permet de générer des masses financières importantes que les compagnies d'assurance injectent dans la sphère économique.<sup>9</sup> Ainsi, l'assurance joue un rôle d'intermédiaire financier et contribue en effet, à l'investissement national.

## 1.1.4 Les éléments d'une opération assurance

### 1.1.4.1 Le risque

Possibilité, probabilité d'un fait, d'un événement considéré comme un mal ou un dommage.

Selon COURTIEU, le risque est : « *L'événement dommageable dont la survenance est incertaine (aléatoire), quant à sa réalisation ou à la date de cette réalisation, il se dit bien de l'éventualité d'un tel événement en général, que de l'événement spécifié dont la survenance est envisagée* ». <sup>10</sup>

Dans le domaine assurantiel, le risque désigne l'événement dommageable duquel on cherche à se prémunir et correspond donc à l'événement assuré. Il doit être futur, incertain et indépendant de la volonté de l'assuré.

### 1.1.4.2 La prime

La prime c'est la somme d'argent que doit verser l'assuré en contre partie de la garantie que lui accorde l'assureur pour couvrir un risque . <sup>11</sup>

En d'autres termes, c'est le montant final que l'assuré doit payer à la fin de chaque année jusqu'à l'échéance du contrat , pour être couvert des risques définis avec la compagnie d'assurance.

Trois types de primes peuvent être cités qui sont la prime pure, la prime nette et la prime brute.

#### a) La prime pure

La prime pure d'un risque est la prime permettant à l'assureur de régler les sinistres frappant la mutualité des assurés. Elle est appelée également prime de risque ou encore prime d'équilibre (ou même prime technique). <sup>12</sup> C'est le calcul de la fréquence suivante :

9. LAMBERT DENIS-CLAIR. « *Économie des assurances* », éd ARMAND COLIN, p.111, France, 1997

10. M. KENGA TSHIELEKEJA, « Assurance : catalyseur du développement modèle de référence et applications au cas de république démocratique de Congo », thèse de doctorat , Lovain school of management : université Catholique de Louvain, p.35, 2001

11. ALI.HASSID, « *Introduction à l'étude des assurances économiques* », éd ENAL, p.93, Alger, 1984

12. S.YANAT, « Bases techniques de l'assurance », formation Bancassurance : CAAT-BNA, novembre 2009

$$\text{Prime pure} = (\text{Fréquence des sinistres} \times \text{Le coût moyen}) / \text{Nombre de risque}$$

### b) La prime nette

La cotisation nette est le montant utilisé pour payer les sinistres pris en charge par la compagnie d'assurance, ainsi que les frais de fonctionnement de la compagnie. Sont parfois assimilés aux frais de fonctionnement des rémunérations des salariés, des agents généraux, des courtiers...<sup>13</sup>

$$\text{Prime nette} = \text{Prime pure} + \text{Chargements}$$

### c) La prime totale

Dite aussi la prime brute. C'est la prime payée par le souscripteur, en ajoutant les frais accessoires et les taxes (pour les comptes de l'état) à la prime nette.

$$\text{Prime totale} = \text{Prime nette} + \text{Frais accessoires} + \text{Taxes}$$

#### Remarques

- Les accessoires sont des frais supplémentaires liés aux petites dépenses répétitives de la compagnie d'assurance. Il s'agit notamment des dépenses de courriers, de rédaction ou de modification des contrats...
- Les taxes sont la part que l'assureur est obligé de reverser au Trésor Public. Ces taxes sont d'un pourcentage variable selon le type de contrat à signer.

#### 1.1.4.3 La cotisation

Elle prend la même définition que la prime, sauf que dans le cas de cotisation, le paiement se fait mensuellement.

#### 1.1.4.4 La mutualité

Il est vrai que la mutualisation reste le centre d'activité d'assurance, où le regroupement d'une multitude de contrats dans un portefeuille permet la compensation statistique des risques par l'indemnisation d'un assuré sinistré grâce aux primes payées par les autres n'ayant pas eu de sinistres.<sup>14</sup>

#### 1.1.4.5 La prestation de l'assureur

En cas de réalisation d'un risque, l'assureur s'engage à verser une prestation sous forme d'argent destinée soit à l'assuré, à des tiers ou bien aux bénéficiaires en cas d'une assurance vie. Cette prestation financière peut prendre deux principes :

##### a) Principe d'indemnité

L'indemnité est une somme versée par l'assureur à l'assuré après la survenance du sinistre (par exemple une somme versée à cause d'un accident de route).

13. ÉRIC ROIG, le calcul de la prime et cotisation d'assurance, septembre 2020. Disponible sur [www.droit-finances.com](http://www.droit-finances.com)

14. DANIEL ZAJDENWEBER. « Économie et gestion de l'assurance », éd ECONOMICA, p.13, Paris, 2006

## b) Principe forfaitaire

En matière d'assurance sur la vie et d'assurance contre les accidents atteignant les personnes, les sommes assurées sont fixées au contrat (avant la survenance du sinistre).

## 1.1.5 Les catégories d'assurance

Il existe deux grandes catégories d'assurance, on distingue :

### 1.1.5.1 Assurance de dommages

Elle a pour but de réparer les conséquences d'un événement dommageable affectant le patrimoine de l'assuré. L'assureur de dommage garantit, sous les conditions du contrat, qu'après survenance d'un sinistre, le patrimoine de l'assuré qui sera reconstitué en valeur comme si ce sinistre n'avait pas eu lieu.<sup>15</sup>

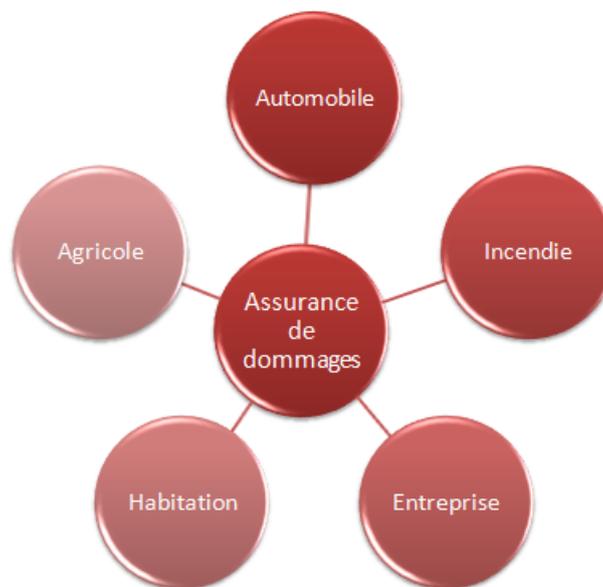


FIGURE 1.1: Catégories assurances de dommages

### a) Assurance automobile

Souscrire à un contrat assurance automobile est une obligation, car c'est le moyen le plus répandu mais aussi le plus dangereux. Ce contrat a pour objectif principal de garantir le conducteur d'un véhicule automobile contre les conséquences des dommages matériels tel que le bris de glace, le vol, l'incendie... etc ou corporels causés par son véhicule à des tiers (responsabilité civile).<sup>16</sup>

15. Jérôme YEATMAN. « *Manuel international de l'assurance* », éd ECONOMICA, p.123, Paris, 2005

16. A.BOUZID; S.BOUZOUAG, « Analyse du marché des assurances privées en Algérie et les perspectives de son développement », mémoire du master en sciences économiques, option MFB, université M.Maamri Tizi Ouzou, p.49, 2015

**b) Assurance incendie**

L'assurance incendie couvre plusieurs types de dommages causés par le feu. Cette garantie couvre le sinistre matériel (biens immobiliers, mobiliers, matériel industriel, marchandises..etc.), ainsi que les dommages immatériels résultant d'un incendie tel que la privation de jouissance dans le cas d'une location ou d'une propriété.

**c) Assurance habitation**

Le contrat d'assurance habitation regroupe sous un même socle les garanties de dommages aux biens de souscripteur (les locaux d'habitation et leurs contenus) et des garanties de responsabilité (dommages causés par le souscripteur ou les biens assurés, à des tiers). La souscription à une assurance habitation présente alors des intérêts certains, dans l'optique de se prémunir contre les conséquences financières de survenue d'un sinistre.<sup>17</sup>

**d) Assurance entreprise**

Etant données les activités de chaque entreprise, cette dernière est exposée à plusieurs catégories de risques chose qui incite les compagnies d'assurances à proposer à leurs clients-entrepreneurs des assurances d'entreprises adaptées à des garanties convenant à différentes situations afin de pouvoir protéger leurs biens (locaux, stocks, véhicules de services et engins, données informatiques...). Elle couvre dans certains entreprises même les produits livrés aux consommateurs, on prend exemple les entreprises de construction immobilière, ces assurances couvrent les dommages constatés dans les quelques années suivant la livraison des travaux qui ont une relation avec la solidité de l'ouvrage (infiltration d'eau dans les toitures par exemple) comme il est indiqué dans l'article 168 de l'ordonnance 95-07 du code civil algérien : « Toute personne physique ou morale qui procède à la conception, fabrication, transformation, modification ou au conditionnement de produits destinés à la consommation ou à l'usage, est tenue de s'assurer pour sa responsabilité civile professionnelle vis-à-vis des consommateurs, des usagers et des tiers »<sup>18</sup>

**e) Assurance agricole**

La production agricole fait face à une myriade de risques. Néanmoins, deux risques importants préoccupent le secteur agricole : le risque des prix provoqué par la volatilité potentielle des prix et le risque de production incertaine qui peut être atteinte ; d'où des compagnies d'assurance interviennent pour garantir ces risques.

**Remarque** l'assurance agricole n'est pas limitée à l'assurance des récoltes, elle inclut également le bétail, les animaux de race, l'aquaculture, et les serres.<sup>19</sup>

**1.1.5.2 Assurance de personnes**

L'assurance de personne constitue une couverture contre le risque par son transfert vers une société d'assurance capable de le supporter, avec une caractérisation spécifique, contrairement au

---

17. A.FRUCHARD, qu'est ce que l'assurance habitation ? 27mars 2020. Disponible sur [www.reassurez-moi.fr](http://www.reassurez-moi.fr)

18. Art.168 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

19. RAMIRO ITURRIOS, « Assurance agricole », éd Rodolfo Wehrhahn, p.6, Washington, 2009

assurance dommage, qui est admis comme étant un " support d'épargne défiscalisé " <sup>20</sup> pour les assurés et une gestion de portefeuille à caractère forfaitaire pour les compagnies d'assurances.

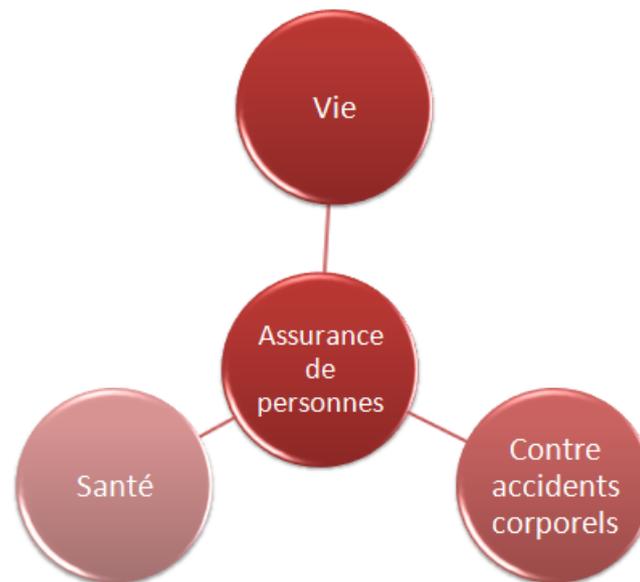


FIGURE 1.2: Catégories assurances de personnes

**a) Assurance vie**

C'est la catégorie maîtresse des assurances de personnes y sont incluses les assurances en cas de décès, les assurances en cas de vie, les assurances mixtes et toute forme d'assurance comportant des garanties liées à la durée de vie humaine. <sup>21</sup>

**b) Assurance contre les accidents corporels**

La définition d'un accident corporel garanti par l'assurance est comme "toute atteinte corporelle non intentionnelle de la part de l'assuré et provenant de l'action soudaine d'une cause extérieure" <sup>22</sup> Cette assurance garantit des prestations en cas d'accidents corporels entraînant un décès, une incapacité ou une invalidité.

**c) Assurance santé**

L'assurance santé fait, par définition, partie des assurances de personnes. Une assurance santé a pour but de préserver l'assuré contre les risques liés à une maladie ou, plus précisément, contre tous les événements entraînant une intervention médicale (l'acte médical peut être appelé non seulement par une pathologie ou par le développement d'une maladie, mais aussi suite à un dommage corporel, entraîné par un accident par exemple).

Elle couvre aussi les frais médicaux et pharmaceutiques.

20. F.MORLAYE, « *Risk management et assurance* », éd ECONOMICA, p.23 , Paris, 2005

21. M.DOUAKH,« Mécanisme de la réassurance vie »,EHEA, Alger, 2018

22. Jérôme YEATMAN, « *Manuel international de l'assurance* ». éd ECONOMICA, Op cit, p.148, Paris, 2005

TABLE 1.2: Représentation des activités dans le secteur des assurances

Assurance Non vie			Assurance vie
Assurance de Biens (appartenant à l'assuré)	Assurance de Responsabilité ( de l'assuré envers les tiers)	Assurance santé (Accidents, maladie invalidité , incapacité frais médicaux)	Assurance vie (vie, décès, épargne, retraite )
Assurances IARDT			Assurances de Personnes

Source : établi à partir de KPMG (guide des assurances en Algérie 2015) et CNA.

### 1.1.6 Les obligations d'un contrat d'assurance

Une souscription d'un contrat d'assurance entre assureur/assuré impose à chaque partie le respect de certaines obligations spécifiques à chaque contractant.

#### 1.1.6.1 Les obligations de l'assureur

D'après l'article 12 de l'ordonnance 95-07 du code civil algérien relative aux assurances, l'assureur doit :<sup>23</sup>

**1. Répondre des pertes et dommages ;**

- résultant de cas fortuits ;
- provenant de la faute non intentionnelle de l'assuré ;
- causés par les personnes dont l'assuré est civilement responsable, en vertu des articles 134 à 136 du code civil, quelles que soient la nature et la gravité de la faute commise ;
- causés par les choses ou les animaux dont l'assuré est civilement responsable, en vertu des articles 138 à 140 du code civil.

**2. Exécuter selon le cas, lors de la réalisation du risque assuré ou à l'échéance du contrat, la prestation déterminée par le contrat. Il ne peut être tenu au-delà.**

#### 1.1.6.2 Les obligations de Souscripteur

De même que l'assureur, le souscripteur est tenu à respecter certaines obligations lors de sa souscription à un contrat d'assurance. On résume certaines obligations dans le tableau suivant :

23. Art.12 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

TABLE 1.3: Synthèse des obligations du souscripteur

Contenu de l'obligation	Modalités de l'obligation	Sanctions encourues
Déclarer le risque à la souscription	Répondre au questionnaire fermé de l'assureur	-Mauvaise fois prouvé : nullité
Déclarer les aggravations en cours de contrat	Circonstances modifiant les réponses précédentes .Délai de 15 jours	-Absence de mauvaise foi : règle proportionnelle de primes après sinistre
Payer la prime (ou cotisation)	Délai de 10 jours à compter de l'échéance	-Suspension au plus tôt 30 jours après envoi d'une LR -Résiliation au plus tôt 10 jours après suspension
Déclarer les sinistres	Délai de 5 jours ouvrable (sauf exception)	Déchéance si préjudice prouvé par l'assureur

Source : F.Couilbault ; C.Eliashberg ; M.Latrasse, "*Les grands principes de l'assurance*", éd L'ARGUS 6ème édition, p.114, Paris, 2003

## 1.2 Assurance vie

L'assurance vie est le produit d'assurance de personnes le plus vendu au monde. Malgré l'arrivée de nouveaux produits importants comme l'assurance contre les maladies graves ou l'assurance soins de longue durée, l'assurance vie demeure le produit le plus populaire.

En termes simples, lorsqu'une personne souscrit une assurance vie, elle conclut une entente avec une compagnie d'assurance.<sup>24</sup>

Souscrire un contrat d'assurance vie est une opération financière qui permet au souscripteur d'épargner de l'argent dans le but de réaliser un revenu complémentaire (retraite complémentaire) ou garantir une réserve d'argent pour sa famille. Ce produit d'épargne permet au souscripteur de percevoir des intérêts sur son contrat en fonction du capital investi. Ce capital est constitué à partir de l'ensemble de versements ainsi que les intérêts générés.

Il convient de faire la distinction entre les deux assurances (vie et décès) car dans le cas de vie, l'assuré touche ce capital épargné. Par contre dans le cas de décès, l'assureur s'engage à verser un capital ou une rente déterminé aux bénéficiaires désignés par l'assuré à la souscription du contrat.

Les contrats d'assurance vie sont principalement distribués par des compagnies d'assurance dont chacune se caractérise par de propres formules et de propres avantages. Ce qui facilite à la personne souhaitant s'assurer de choisir la compagnie qui lui convient.

24. YVES Lefrançois, « L'assurance vie », formation en collaboration avec virage coaching, juin 2015

## 1.2.1 Définition légale d'un contrat d'assurance vie

### 1.2.1.1 Définition 1

Le contrat d'assurance vie est un contrat par lequel l'assureur s'engage, en contrepartie du paiement d'une ou plusieurs primes par le souscripteur, à verser un capital ou une rente aux bénéficiaires désignés en cas de décès de l'assuré. Le souscripteur peut disposer de ses capitaux librement.

### 1.2.1.2 Définition 2

L'assurance vie est un scénario aléatoire de flux financiers où :

1. une partie s'engage à verser à l'autre des sommes prédéfinies selon un échéancier bien connu à l'avance.
2. l'autre partie fait fructifier les sommes versée par la première et s'engage dans le temps à verser à cette dernière des capitaux de montants prédéfinis à condition qu'une personne désignée soit en vie ou décédée.

L'intérêt de cette définition nous amène également à relever la notion du risque dans le contrat d'assurance vie. En effet, le risque dans ce genre de contrat concerne le décès de la personne assurée, ce risque ou décès peut intervenir à n'importe quel moment durant la vie de l'assuré. Autrement dit, l'assurance-vie est la branche des assurances où le risque couvert est lié à la durée de la vie humaine, soit le risque de décès, soit le risque de survie, soit une combinaison des deux risques.

En assurance vie, la survenance du décès pourra avoir l'une au moins des conséquences suivantes :

- Le contrat prendra fin sans prestation (assurance en cas de vie).
- Le contrat prendra fin avec paiement d'une prestation (assurance en cas de décès).

## 1.2.2 Rôle de l'assurance vie

Suite à une souscription d'un contrat assurance vie, on assigne au moins l'une de ces trois fonctions :

### 1.2.2.1 La couverture du risque de décès

C'est la fonction la plus ancienne de l'assurance vie. L'assurance-vie est le seul moyen de mettre immédiatement à la disposition des bénéficiaires les sommes dont ils auraient besoin en cas de décès de l'assuré, elle peut offrir une garantie immédiate et, dès le départ, de loin supérieure à la prime ou cotisation versée. C'est donc l'instrument idéal de la prévoyance au sein des familles.

### 1.2.2.2 L'épargne

L'assurance vie sert à épargner et faire fructifier son capital, pour soi-même ou ses proches. A la fin du contrat l'assuré touche (ou, à son décès, le ou les bénéficiaires qu'il a désigné) les sommes investies augmentées des gains éventuels et diminuées des frais. C'est donc un produit d'épargne.<sup>25</sup>

---

25. La finance pour tous, L'essentiel sur l'assurance vie, 2014. Disponible sur [www.lafinancepourtous.com](http://www.lafinancepourtous.com)

### 1.2.2.3 Instrument de crédit

L'assurance vie est souvent souscrite pour couvrir des engagements de crédit (prêt ou ouverture de crédits hypothécaires, crédit à la consommation, financement d'investissement par des commerçants), en cas de décès de l'emprunteur, le prêteur est remboursé, à concurrence du capital décès assuré. Les héritiers de l'emprunteur sont ainsi déchargés de la dette.

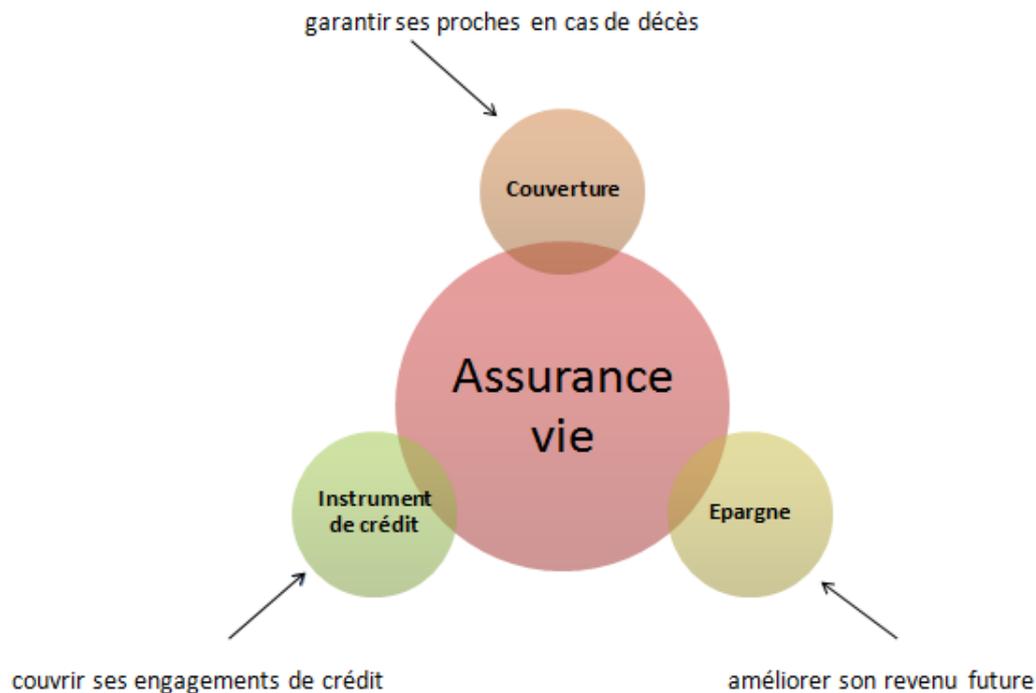


FIGURE 1.3: But d'un contrat assurance vie

## 1.2.3 Opération assurance vie

Il s'agit d'une convention qui fait participer, en général, trois personnes à une opération financière (un assuré, un assureur et un bénéficiaire). Il permet au souscripteur (l'assuré) d'épargner une somme d'argent auprès d'un organisme (l'assureur) dans le but de le transmettre à une ou plusieurs personnes désignées (le ou les bénéficiaires) lorsqu'un événement particulier lié à l'assuré survient, tel que son décès.

Plusieurs acteurs font parties d'un contrat assurance vie :

### 1.2.3.1 Adhérent ou souscripteur

C'est la personne qui paie des primes à l'assureur dans le but de cotisation. Il a le droit aux choix du bénéficiaire et rachat total ou partiel du contrat (récupérer le total ou une partie de ses cotisations). Le souscripteur peut être, un particulier, une association ou une entreprise (lorsque on parle d'une assurance groupe).

### 1.2.3.2 Assuré

C'est la personne physique dont le décès ou la survie déclenche le paiement par l'assureur des prestations prévues au contrat. Il est l'élément principal du contrat en ce sens que c'est son âge et son état de santé qui permettent à l'assureur de fixer le montant de la prime à payer par le souscripteur.

**Remarque** le paiement des prestations étant subordonné à la mort de l'assuré, cela peut amener le bénéficiaire du contrat à faire disparaître physiquement l'assuré. Pour prévenir des pratiques immorales ou criminelles, certaines mesures ont été prises dans le code civil algérien à l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 relative aux assurances :

**Mesure 1 Art.73 (modifié par l'art.19 L 06-04)** « *Lorsque le bénéficiaire a fait l'objet d'une condamnation pour meurtre de l'assuré, le capital-décès n'est pas dû et l'assureur n'est pas tenu de verser que le montant de la provision mathématique du contrat aux autres bénéficiaires, dans la mesure où deux primes annuelles au moins ont été payées.* »<sup>26</sup>

**Mesure 2 Art.69 ter(ajouté par l'art.16 L 06-04)** « *Il est interdit à toute personne de souscrire une assurance en cas de décès sur la personne d'un mineur âgé de moins de treize (13) ans, d'un majeur en tutelle, d'une personne placée dans un établissement psychiatrique d'hospitalisation.* »<sup>27</sup>

**Mesure 3 Art.72** « *Dans l'assurance en cas de décès, la garantie n'est pas acquise si l'assuré se suicide volontairement et consciemment au cours des deux premières années du contrat. L'assureur n'est alors tenu dans ce cas qu'à la restitution aux ayants-droit de la provision mathématique afférente au contrat.* »<sup>28</sup>

Cependant, il faut noter que le suicide est garanti lorsqu'il intervient plus de deux ans après la signature du contrat. Dans ce cas, on suppose que l'assuré n'avait pas encore l'intention de se suicider au moment où il s'est assuré et le risque garde son caractère aléatoire. Lorsque l'assureur évoque le suicide volontaire et conscient, il lui appartient de prouver le caractère intentionnel de cet acte.

### 1.2.3.3 Bénéficiaire

C'est la personne désigné par le contractant à la souscription du contrat pour percevoir la rente à la survenance du risque(on parle du décès d'assuré dans le cas d'une assurance vie).

## 1.2.4 Les types d'un contrat d'assurance vie :

Au sein des contrats d'assurance vie, une première différence se joue au niveau de l'élément déclencheur de la garantie. On distingue trois contrats d'assurance :

### 1.2.4.1 Assurance en cas de vie

L'assurance en cas de vie est définie dans le code algérien des assurances à l'art.64 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 relative aux assurances par « un contrat par lequel l'assureur, en échange d'une prime, s'engage à verser une somme déterminée, à une date fixée, si à cette date, l'assuré est encore vivant. »<sup>29</sup>

26. Art.73 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

27. Art.69 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

28. Art.72 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

29. Art.64 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

### 1.2.4.2 Assurance en cas de décès

Art.65 de l'ordonnance n° 95-07 relative aux assurances « L'assurance en cas de décès est un contrat par lequel l'assureur s'engage, moyennant une prime unique ou périodique, à payer au(x) bénéficiaire(s) une somme déterminée au décès de l'assuré »<sup>30</sup>

#### Remarques

- La contre-assurance est une stipulation permettant le remboursement du montant des primes versées concernant l'assurance en cas de vie, lorsque l'assuré décède avant le terme fixé au contrat pour le paiement des sommes assurées. Cette contre-assurance est souscrite moyennant une prime spéciale intégrée à la prime principale.
- Dans un contrat assurance en cas de décès, la garantie décès s'applique quelle que soit la date du décès, qu'il survienne avant ou après une date déterminée.

### 1.2.4.3 Assurance en cas de vie et de décès (contrat mixte)

A l'échéance de ce contrat, le versement d'un capital ou d'une rente est garanti, soit au souscripteur, s'il est en vie, soit à un bénéficiaire, si le souscripteur est décédé.

## 1.3 Aspects actuariels de fonctionnement de contrats d'assurance vie

Les opérations d'assurances vie sont principalement constituées d'engagements financiers à long terme et liées à la durée de vie humaine. Ce sont donc des opérations financières à long terme effectuées dans un contexte aléatoire, leur traitement repose donc essentiellement sur des notions de probabilités liées à la durée de vie humaine et de mathématiques financières.

### 1.3.1 Définir les notions de base

#### 1.3.1.1 Taux d'intérêts

Le taux d'intérêt est une variable macro-économique de premier ordre, qui sert en micro-finance de facteur d'actualisation des flux de dividendes futurs déterminants la valeur fondamentale des actions. Son impact sur les marchés boursiers est très important. En effet, la variation des taux d'intérêt affecte directement la valeur des titres cotés à la bourse.

Selon (Aglietta, 2001), si le taux d'intérêt augmente (diminue), ceci engendre une diminution (augmentation) des crédits, ce qui entraîne un recul (une augmentation) des investissements en bourse et par conséquent, la baisse (la hausse) des valeurs des cours des actifs financiers.<sup>31</sup>

#### Notes

- Le taux d'intérêt est en général annuel (pour les contrats à longue durée), mais il peut tout aussi bien être mensuel, trimestriel ou semestriel. Donc il faut toujours calculer le taux équivalent au taux

30. Art.65 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

31. Z.ZAGROUBA, « Impact du taux d'intérêt et du taux de change sur la volatilité des banques tunisiennes », master de recherche en finance, faculté des sciences économiques et de gestion de Tunis, 2016

annuel donné et se rapportant à la périodicité des versements en utilisant la formule suivante :

$$i_p = (1 + i)^{-1/p} - 1$$

Avec :

$i$  = le taux annuel.

$p$  = nombre de versements dans l'année ( $p = 12$ ; 4; 2 ou 1 pour respectivement des versements mensuels, trimestriels, semestriels ou annuels).

$i_p$  = taux d'intérêt équivalent se rapportant à la périodicité  $p$ .

- On distingue le taux d'intérêts simple qui est utilisé pour les opérations à courte durée et le taux d'intérêts composé applicable pour les opérations à long terme comme en assurance vie et capitalisation.
- On parle d'intérêts composés lorsque les intérêts produits par un capital initial viennent s'ajouter à ce capital pour rapporter eux aussi des intérêts. On dit alors que les intérêts sont **capitalisés**.

D'après ce qui précède, le taux d'intérêt apparaît comme le taux de transformation de l'argent dans le temps. Cette relation entre temps et taux d'intérêts signifie que deux sommes d'argent ne sont équivalentes que si elles sont égales à la même date. Donc, pour pouvoir comparer des sommes disponibles à différentes dates, le passage par les techniques de calcul actuariel devient nécessaire.

### 1.3.1.2 Notion d'actualisation

Méthode de calcul économique permettant de comparer un flux monétaire à venir à un flux monétaire présent et, notamment, de confronter des projets d'investissement à échéances différentes. (C'est une des méthodes présidant à l'élaboration de la décision financière de l'investisseur, public ou privé).<sup>32</sup>

C'est une technique qui consiste à faire reculer dans le temps une valeur future pour calculer sa valeur présente appelée *Valeur actuelle*.<sup>33</sup>

**La valeur actuelle** le capital  $C_0$  ayant pour valeur acquise  $C_n$  disponible dans  $n$  années et placée au taux  $i\%$  est appelé "Valeur actuelle" du capital  $C_n$ . Son calcul est donné par la formule suivante :

$$C_0 = C_n * (1 + i)^{-n}$$



### 1.3.1.3 Notion de capitalisation

L'article 60 (Ajouté par l'art. 11 L 06-04) de l'ordonnance n° 95-07 relative aux assurances définit la capitalisation par « est une opération d'épargne par laquelle l'assureur s'oblige à verser à

32. Dictionnaire Larousse, définition d'actualisation.

33. Dr.I.MANCER, « Mathématiques financières »,UAMO(Bouira), 2015-2016

l'assuré ou au bénéficiaire désigné une somme déterminée, sous forme de capital ou de rente, au terme prévu au contrat en contrepartie du versement d'une prime d'assurance selon les échéances convenues au contrat ». <sup>34</sup>

Elle consiste à faire avancer dans le temps une valeur présente pour calculer sa valeur future appelée aussi *Valeur Acquise*.

**La valeur acquise** la valeur acquise  $C_n$  à intérêts composés, est la valeur à l'échéance, après  $n$  années de placement d'un capital initial  $C_0$  placé au taux  $i\%$ . Au terme d'assurance vie, elle est composée de la totalité des versements et des gains obtenus sur toute la durée du contrat d'assurance vie. Le



tableau ci-dessous présente la méthode de calcul des intérêts et de valeur acquise à la fin de chaque période :

**TABLE 1.4: Capitalisation d'un placement à intérêts composés**

Année	Capital de période	Intérêts de période	VA à la période n
1	$C_0$	$C_0 * i$	$C_1 = C_0 + C_0 * i = C_0 * (1 + i)$
2	$C_1$	$C_1 * i$	$C_2 = C_1 + C_1 * i = C_1 * (1 + i) = C_0 * (1 + i)^2$
3	$C_2$	$C_2 * i$	$C_3 = C_2 + C_2 * i = C_2 * (1 + i) = C_0 * (1 + i)^3$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
n	$C_{n-1}$	$C_{n-1} * i$	$C_n = C_{n-1} + C_{n-1} * i = C_{n-1} * (1 + i)$ $= C_0 * (1 + i)^n$

Source : C.Jihene, mathématiques financières « Intérêts Composés »,Tunis, avril 2018

La formule de valeur acquise en fin de période est donc :

$$C_n = C_0 * (1 + i)^n$$

### 1.3.1.4 Annuité Certaine

On appelle annuité une suite de montants versés périodiquement. Elle est dite certaine lorsque le nombre total de versements prévus est fixé à l'avance. En d'autres termes, les versements seront effectués quel que soient les conditions.

On distingue l'annuité certaine payable à l'avance et l'annuité à terme échu.

34. Art.60 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

### a) L'annuité certaine payable à l'avance

Une annuité est dite payable à l'avance si le premier versement se fait au début de la 1<sup>ère</sup> période et le dernier au début de la dernière période. Dans ce type de contrat assurance vie, l'assuré reçoit un montant unitaire à chaque début d'année s'il est encore en vie.<sup>35</sup>

### b) L'annuité certaine à terme échu

Une annuité est dite certaine à terme échu si le premier versement se fait à la fin de la 1<sup>ère</sup> période, et le dernier à la fin de la dernière période.

En contrat assurance vie, l'assuré ne reçoit une indemnisation pour l'année  $t$  que s'il a été vivant pendant toute l'année.

### c) Valeur acquise et Valeur actuelle d'une annuité

Nous avons donné ci-dessus la formule de calcul des valeurs acquise et actuelle d'un capital versé en une seule fois. Maintenant on passe à voir les formules de calcul lorsque il s'agit d'un ensemble de montants versés périodiquement ( annuités certaines).

On note :

$n$ =nombre de versements.

$a$ =montant de chaque versement.

**TABLE 1.5: Calcul des valeurs  $V_A$  et  $V_0$  en annuité certaine**

	Valeur acquise	Valeur actuelle
<b>Annuité certaine payable à l'avance</b>	$V_A = a * (1 + i) * [(1 + i)^n - 1]/i$	$V_0 = a * (1 + i) * [1 - (1 + i)^{-n}]/i$
<b>Annuité certaine à terme échu</b>	$V_A = a * [(1 + i)^n - 1]/i$	$V_0 = a * [1 - (1 + i)^{-n}]/i$

**Source :** (établi par nous même à partir des données de cours)

#### 1.3.1.5 Probabilités Viagères sur une tête

Les opérations assurance vie sont liées à la durée de vie de l'assuré, leur mise en oeuvre nécessite absolument le calcul des probabilités de décès ou de survie à partir des statistiques de mortalité. Ces probabilités sont appelées :« probabilités viagères »

35. Idris.KHARROUBI,« Actuariat », université Paris Dauphine

### a) Probabilité de survie

C'est la probabilité qu'un individu à l'âge  $x$  soit vivant dans  $n$  années. Autrement dit c'est la probabilité qu'il atteigne l'âge  $x + n$ . Elle est notée :  ${}_n p_x$

### b) Probabilité de décès

C'est la probabilité qu'un individu à l'âge  $x$  décède dans les  $n$  années à venir. Autrement dit c'est la probabilité qu'il décède avant l'âge  $x + n$ . Elle est notée :  ${}_n q_x$

On note la relation :

$${}_n p_x + {}_n q_x = 1$$

**Question** après avoir défini les probabilités viagères. On s'intéresse maintenant à savoir comment s'effectue le calcul de ces probabilités ?

**Réponse** le calcul numérique des probabilités viagères se fait à partir des tables dites « tables de mortalité. »

## 1.3.2 Les tables de mortalité

« Dans le cadre d'une assurance vie, le paiement des prestations est conditionné par la survenance d'un décès ou par la survie d'une personne qui est assurée. »<sup>36</sup>

### 1.3.2.1 Définition

Les tables de mortalité sont définies comme une source statistique en assurance vie, elles servent à déterminer les probabilités de vie et de décès des personnes, ce qui les rend un élément essentiel au centre de toutes les activités d'une compagnie d'assurance vie afin de permettre à l'assureur d'effectuer la tarification et le provisionnement des contrats vie.

**Remarque** il faut savoir que les tables de mortalité utilisées par les assureurs pour leurs tarifs et leurs provisions sont encadrées par la réglementation.<sup>37</sup>

### 1.3.2.2 Les différentes sortes de tables

On distingue deux sortes de tables de mortalité : la *démographique* lorsque on se sert à sa construction des données portées sur toute une population et la table de mortalité *d'expérience* lorsque l'étude se base sur un ensemble d'assurés d'une compagnie d'assurance vie.

Ces tables peuvent également être *rétrospectives* (basées sur des données passées) ce qui donne à la table un inconvénient par son caractère statique ou *prospective* (qui prend en compte les tendances observées au passé).

36. Assurance-vie :Les tables de mortalité, octobre 2018. Disponible sur [billetdebanque.panorabanques.com](http://billetdebanque.panorabanques.com)

37. Frédéric PLANCHET, « Tables de mortalité », ISFA, Lyon, août 2020

### 1.3.2.3 Elaboration de la table de mortalité algérienne

La construction d'une table de mortalité repose sur plusieurs étapes, la demande en informations statistiques pour une période d'années précise peut être en gros résumée en trois points :

1. Une statistique des naissances vivantes par sexe pour une année ou plusieurs années.
2. Une répartition des décès par âge et par sexe pour la même période.
3. L'effectif de la population par âge et par sexe également pour la même période.

#### Remarques

- En ce qui concerne la table de mortalité algérienne les statistiques sont faites durant la période 1997-1999.
- Les données premières sont considérées brutes.

Après avoir corrigé les données, on relève pour chaque groupe d'individu d'âge  $x$  (à plus ou moins six mois) les quantités suivantes :

- $l_x = l_{x-1} * q_{x-1}$  : nombre de vivants à l'âge  $x$  ( $l_0 = 100000$  arbitrairement choisi);
- $d_x = l_{x+1} - l_x$  : nombre de décédés entre à l'âges  $x$  et  $x + 1$  ;
- $Q_x = d_x/l_x$  : taux brut de mortalité estimé;
- $q_x = \frac{2*Q_x}{2+Q_x}$  : quotient de mortalité converti (approximation de *Kimball(1996)*);<sup>38</sup>

Les tables de mortalité utilisées actuellement par les compagnies d'assurance vie algériennes sont la « TD 97-99 » pour quantifier le risque du décès et la « TV 97-99 » pour quantifier le risque du survie. (Voir Annexe A).

### 1.3.2.4 Calcul des probabilités de vie et de décès

1. La probabilité de survie d'un individu d'âge  $x$  jusqu'à l'âge  $x + n$  est calculée comme suit :

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}$$

2. La probabilité de décès d'un individu d'âge  $x$  avant l'âge  $x + n$  est calculée comme suit :

$${}_n q_x = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x}$$

### 1.3.3 Valeur actuelle probable (VAP)

C'est le produit de la valeur actuelle d'un engagement et la probabilité de sa réalisation. Elle permet à l'assureur de pouvoir déterminer à la souscription d'un contrat quelconque la valeur d'un engagement à long terme dont la réalisation n'est pas certaine.

$$VAP = {}_n p_x * V_0 \text{ (Si on parle d'une probabilité de survie).}$$

$$VAP = {}_n q_x * V_0 \text{ (Si on parle d'une probabilité de décès.)}$$

38. F.FLICI; K.SENOUCI; Y. HANNANI, « Tables de mortalités d'expérience incorporant une échelle de projection : adaptation aux cas de retraites en Algérie », p.12, décembre 2017

## Conclusion

L'assurance occupe donc une place privilégiée parmi les procédés, car elle peut couvrir des risques extrêmement variés et elle est susceptible d'apporter une protection complète en cas du sinistre, c'est pourquoi M.FAUTAINE dit que « *l'assurance joue un rôle économique et social de première grandeur.* »

---

## **2** Tarification en assurance vie et calcul des provisions mathématiques

## Introduction

La tarification peut être définie comme le « Fait de fixer le prix d'un produit ou d'un service »<sup>39</sup>. En assurance, c'est un processus qu'utilisent les compagnies d'assurance pour déterminer l'admissibilité d'une personne ou d'un groupe de personnes à une couverture d'assurance ainsi que les coûts y afférents. Le prix d'assurance doit refléter le risque présenté par le souscripteur. La tarification sert à évaluer ce risque puis à établir un prix adéquat pour la couverture telle que plus le risque est accru plus la prime acquittée est élevée.

Les exigences de la tarification varient selon le montant de couverture demandé ainsi que les informations personnelles qui concerne l'assuré (plus précisément **son âge**). Si le proposant souhaitant s'assurer est jeune et le capital demandé est peu élevé alors les exigences vont être simples, par contre les tarificateurs deviennent plus exigeants quand il s'agit d'un assuré plus âgé qui demande un capital important.

**Nous allons décortiquer dans ce deuxième chapitre les méthodes de tarification ainsi que le calcul des provisions mathématiques de déferents contrats d'assurance vie.**

## 2.1 Contrats vie individuels

Un contrat individuel en assurance-vie est un contrat conclu directement entre l'assureur et l'assuré, le client rentre en contact avec la compagnie d'assurance auprès de laquelle il souhaite souscrire un contrat d'assurance vie puis signe ce dernier. Autrement dit, seules deux personnes interviennent : l'assureur et le client souscripteur. Il n'y a aucun intermédiaire.<sup>40</sup>

### 2.1.1 Contrats vie individuels classiques

Un contrat vie est dit traditionnel ou **classique** si les engagements et les montants exécutés par l'assureur dépendent de la durée de vie humaine de l'assuré, à savoir trois types du contrat vie ( en cas de vie, en cas de décès et les contrats mixtes).

#### 2.1.1.1 Contrats individuels classiques en cas de vie

Dans ce type de contrats, l'événement aléatoire est la survie de l'assuré à un âge donné ou à une date donnée. L'engagement de l'assuré est le versement d'une prime unique ou des primes périodiques durant la durée du contrat, et l'engagement de l'assureur se résume dans le versement d'un capital ou d'une rente au bénéficiaire si l'assuré reste vivant jusqu'à une date mentionnée sur le contrat à la souscription.

Plusieurs formules d'assurance individuelles en cas de vie existent :

##### a) Capital différé sans contre assurance

Dans cette formule, le contrat prévoit le versement d'un capital à une certaine date, en cas de vie de l'assuré, si ce dernier est décédé avant la date fixée, l'assureur ne verse aucune prestation. Il est libéré de toute obligation.

39. Dictionnaire linternaute, tarification. Disponible sur [www.linternaute.fr](http://www.linternaute.fr)

40. NICOLAS PEYCRU, Assurance-vie : contrat collectif ou individuel? 18 Aout 2016 .Disponible sur [www.investissementmalin.fr](http://www.investissementmalin.fr)

**b) Capital différé avec contre assurance**

C'est un Contrat d'assurance vie par lequel la société d'assurance s'engage à verser un capital à une échéance fixée si l'assuré est toujours en vie. En cas de décès avant le terme, la clause de contre-assurance permet le remboursement des primes versées aux bénéficiaires désignés à la souscription du contrat.

**c) Rente viagère immédiate**

La rente viagère immédiate est une formule de contrat assurance vie dont le souscripteur s'engage à verser une prime unique à la souscription du contrat. De sa part, l'assureur doit effectuer des versements de rente fixée au contrat au bénéficiaire dès la souscription du contrat. Ce contrat prend fin au décès de l'assuré.

**d) Rente viagère différé sans contre assurance**

Ce contrat consiste de la part de l'assureur le versement d'une rente à partir d'une certaine époque dite **différée** jusqu'au décès de l'assuré si ce dernier soit vivant à cette époque. Le souscripteur a le choix de verser une prime unique ou des primes périodiques tant qu'il est vivant (avant le terme d'échéance du contrat).

Si l'assuré décède avant l'époque différée, la compagnie se libère de toute obligation.

**e) Rente viagère différé avec contre assurance**

Ce contrat prend la même définition d'un contrat rente viagère différée déjà cité, sauf que dans ce cas, si l'assuré décède avant le terme du différé, l'assureur se retrouve obligé de verser aux bénéficiaires la somme des primes capitalisées versées par le souscripteur pendant sa vie.

**2.1.1.2 Contrats individuels classiques en cas de décès**

L'événement aléatoire dans un contrat vie décès est le décès de l'assuré avant une date fixée à la souscription du contrat. Si l'assuré décède avant cette date, ça en résulte de la part d'assureur le versement d'une rente ou d'un capital.

Les principaux contrats vie en cas de décès sont :

**a) Contrat temporaire décès**

Ce contrat exige sur l'assureur le paiement d'un capital aux bénéficiaires si l'assuré décède avant une date fixée à la souscription. Si l'assuré reste vivant après cette date, l'assureur ne paye rien. Ce contrat prend deux formes :

1. à capital constant : ( ne varie pas) si le but est faire une prévoyance.
2. à capital décroissant : (le capital décroît) si le but est la garantie les prêts. (contrats pour couvrir un crédit bancaire par exemple).

**b) Contrat vie entière immédiate**

Ce contrat exige à l'assureur le versement d'un capital aux bénéficiaires au décès d'assuré, sans une date fixée.

**c) Contrat vie entière différé**

Ce contrat prend en compte le moment du décès de l'assuré, si il décède au-delà d'une période donnée dite **différée**, l'assureur s'engage à verser le capital aux bénéficiaires, sinon il n'a à rien verser.

**d) Contrat temporaire rente éducation**

Dans ce contrat, la rente versée par l'assureur reste payable du décès de l'assuré jusqu'à l'échéance du contrat. Si il reste vivant au terme, l'assureur ne paye rien.

**2.1.1.3 Contrats individuels classiques mixtes**

D'après les contrats en cas de vie et en cas de décès vus aux dessus, on peut arriver à conclure que ces contrats manquent de certitude, car certaines formules exigent au souscripteur le paiement de la prime à la souscription mais il risque de s'en sortir perdant (contrat de capital différé par exemple), pour cette raison, les assureurs proposent des formules qui peuvent servir au souscripteur en lui garantir dans le cas de vie et de décès (contrats mixtes).

**a) Assurance mixte**

Elle combine les deux contrats temporaire décès et assurance à capital différé d'où : l'assureur s'engage à verser un capital fixé à l'avance :

- soit au terme du contrat si l'assuré est encore vivant ;
- soit au décès de l'assuré si cet événement survient avant le terme du contrat.<sup>41</sup>

**b) Assurance à terme fixe**

Dans un contrat d'assurance à terme fixe, l'assureur s'engage à verser un capital à une époque déterminée, soit à l'assuré si il est toujours vivant ou bien à un tiers dans le cas contraire. Si l'assuré décède en cours du contrat, il faut attendre la date fixée au contrat pour effectuer le paiement du capital.

On peut résumer tous les contrats définis au dessus dans le schéma suivant :

---

41. Jaques Voche, Assurance vie, épargne, finance, Paris. Disponible sur [www.avocat-assurance-vie.fr](http://www.avocat-assurance-vie.fr)

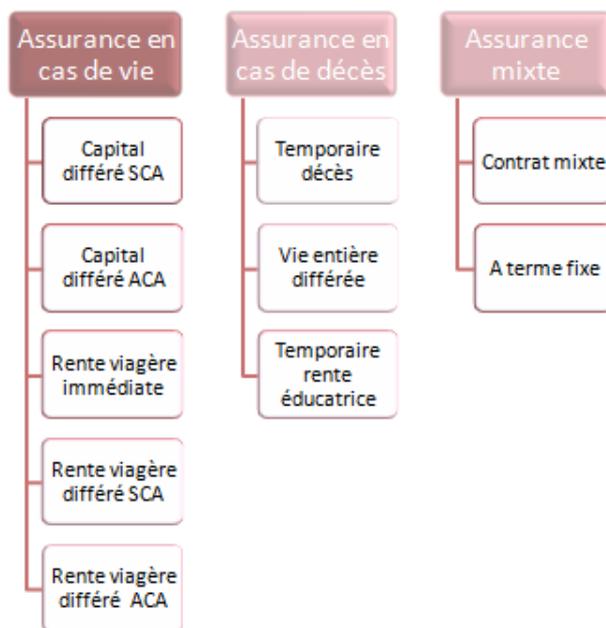


FIGURE 2.1: Les différents contrats en assurance vie individuelle

#### 2.1.1.4 Calcul des différentes primes en contrats individuels classiques

Durant la période de validité du contrat, l'assuré paye des primes, ces primes désignent les sommes versées par le souscripteur en contrepartie de prestations garanties par la compagnie d'assurance. Le versement peut être unique, périodique ou libre.

##### a) La prime pure

C'est la prime d'épargne ou prime risque, elle couvre le risque sans tenir en compte les frais chargement. On note qu'à la souscription du contrat, le calcul de la prime pure se base sur le principe d'égalité entre la VAP de l'assuré et celle d'assureur.

Pour déterminer le montant de la prime que le souscripteur doit verser, l'assureur prend en compte plusieurs facteurs : <sup>42</sup>

- le montant de la prime est évidemment déterminé sur la base du capital ou de la rente assuré(e) ;
- la durée du contrat : plus le contrat dure longtemps, plus longtemps vous devrez payer des primes et plus celles-ci seront donc réduites mais plus le risque s'étend dans le temps, plus le risque de décès augmente ;
- les éventuels frais et impôts à payer ;
- la situation personnelle de l'assuré :

**L'âge :** plus l'assuré est âgé, plus le risque qu'il décède augmente et donc plus la prime sera élevée. L'espérance vie correspond à l'assuré au moment de la souscription est calculée à partir de la table de mortalité.

**L'état de santé :** La souscription à un contrat assurance-décès exige la réponse à un questionnaire médical, l'assureur peut refuser d'assurer une personne qui n'est pas de bonne santé ou que son

42. Les différents types d'assurance-vie, juillet 2020. Disponible sur [www.wikifin.be](http://www.wikifin.be)

mode de vie n'est pas sain ou lui demander une prime supplémentaire pour couvrir un risque plus important. L'assureur peut même demander un examen médical préalable.

### Remarques

- Le taux d'intérêts est fixé à la souscription et reste inchangeable pendant toute la durée du contrat qui est généralement à long terme. Ce taux doit être fixé de telle sorte que les intérêts à réaliser soient à coup sûr.
- La table de mortalité est choisie par l'assureur de manière à mieux servir le client.

**i. Calcul de VAP(assuré)** elle est indépendante de la nature du contrat mais dépend de la nature de paiement de la prime (unique ou périodique).

### Notations :

$n$	durée du contrat
$i$	taux d'intérêts technique annuel
$PA$	montant (inconnu) de la prime pure annuelle
$C$	capital garanti
$PU$	prime unique (inconnue)
$R$	montant de la rente

◆ **VAP(assuré) en cas de paiement de prime unique** dans ce cas, la VAP(assuré) est égale à la prime unique "PU" versée par le souscripteur à la souscription du contrat, d'où l'actualisation dans ce cas n'est nécessaire et le versement est certain, d'où :

$$VAP(assur) = PU \quad (2.1)$$

◆ **VAP(assuré) en cas de paiement de primes périodiques annuelles** on distingue :

**Primes périodiques annuelles limitées** versements pendant  $n$  années tant que l'assuré est vivant :

$$VAP(E_1) = PA$$

$$VAP(E_2) = PA * (1 + i)^{-1} * l_{x+1}/l_x$$

La somme des VAP jusqu'à l'année  $n$  donne :

$$VAP(P) = PA * \left[ \sum_{k=0}^{n-1} (1 + i)^{-k} * {}_k p_x \right]$$

L'expression entre crochets est dite annuité viagère payable d'avance d'un capital de 1Da, elle est notée en actuariat par  ${}_{|n}\ddot{a}_x$ .

D'où :

$$VAP(assur) = PA * {}_{|n}\ddot{a}_x \quad (2.2)$$

**Primes périodiques annuelles viagères (illimitées)** dans ce cas, les primes sont payables annuellement tant que l'assuré est en vie et la sommation des primes se fait jusqu'à l'âge limite de la table de mortalité noté « w »

La somme des VAP donne :

$$PA * \left[ \sum_{k=0}^{w-x} (1+i)^{-k} * {}_k p_x \right]$$

L'expression entre crochets représente également une annuité viagère payable d'avance d'une prime annuelle de 1Da notée  $\ddot{a}_x$

On a donc :

$$VAP(assur) = PA * \ddot{a}_x \quad (2.3)$$

**ii. Calcul de VAP(assureur) et primes pures de quelques contrats vie** on va prendre comme exemples les contrats capital différé sans contre assurance pour le cas vie et le temporaire décès pour la catégorie décès.

◆ **Capital différé sans contre assurance** les différentes formules de calcul sont données comme suit :

### La VAP(assureur)

$$VAP(assureur) = C * [(1+i)^{-n} * I_{x+1}/I_x]$$

L'expression entre crochets est notée en actuariat  $E_x$ , d'où on obtient :

$$VAP(assureur) = C * {}_n E_x \quad (2.4)$$

La prime pure annuelle d'après le principe fondamental :

**Engagement assuré = Engagement assureur**

On a :

$$(2.3) \text{ et } (2.4) \implies PA * \ddot{a}_x = C * {}_n E_x$$

D'où :

$$PA = C * {}_n E_x / \ddot{a}_x$$

La prime unique En appliquant le même principe fondamental, on obtient :

$$(2.1) \text{ et } (2.4) \implies PU = C * {}_n E_x$$

◆ **Contrat temporaire décès (à capital constant)** il fait partie de contrats en cas de décès, ses engagements sont calculés comme suit :

La VAP(assureur)

$$VAP(E_1) = C * (1 + i)^{-0.5} * q_x$$

$$VAP(E_2) = C * (1 + i)^{-1.5} * p_x * q_{x+1}$$

.

.

.

$$VAP(E_k) = C * (1 + i)^{-(k+0.5)} * {}_{k-1}p_x * q_{x+k-1}$$

La Somme donne :

$$VAP(E) = C * \left[ \sum_{k=0}^{n-1} (1 + i)^{-(k+0.5)} * {}_k p_x * q_{x+k} \right]$$

En actuariat l'expression entre crochets est une annuité viagère d'un capital de 1DA, elle est notée :  ${}_{|n}A_x$ , d'où :

$$VAP(assureur) = C * {}_{|n}A_x \quad (2.5)$$

La prime pure annuelle

$$(2.2) \text{ et } (2.5) \implies PA * {}_{|n}\ddot{a}_x = C * {}_{|n}A_x$$

On en déduit :

$$PAP = C * {}_{|n}A_x / {}_{|n}\ddot{a}_x$$

La prime pure unique :

$$(2.1) \text{ et } (2.5) \implies PUP = C * {}_{|n}A_x$$

( Formules de calcul prime pure d'autres contrats vie en fonction de nombres de commutations cités en Annexe B)

**Remarque** les nombres de commutation sont des écritures actuarielles dépendent de la table de mortalité. Ils ont pour but de simplifier l'écriture des calculs (voir annexe B).

**b) La prime d'inventaire et la prime commerciale**

**i. La prime d'inventaire** le code algérien des assurance définit la prime d'inventaire au sens de l'art.80 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 relative aux assurances par « La prime d'inventaire est la prime pure correspondant au prix du risque augmenté des frais de gestion de l'assureur. »<sup>43</sup>

**Prime d'inventaire = Prime pure + chargements d'inventaire**

**Les chargements d'inventaire** ou *frais de gestion*, ils sont destinés à couvrir les dépenses de l'assureur pour la gestion du contrat ou les provisions constituées pour garantir la sécurité de l'épargne. Ils sont annuels, proportionnels au montant confié à l'assureur et gérés par la compagnie.

**Remarque** les chargements de gestion répartis en chargements de gestion des primes prélevés pendant la durée de paiement des primes  $g_1$  et chargements de gestion du contrat prélevés pendant toute la durée du contrat  $g_2$ .

43. Art.80 de l'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

## ii. La prime commerciale

$$\text{Prime commerciale} = \text{Prime d'inventaire} + \text{frais d'acquisition}^{44}$$

**Les frais d'acquisition** les frais d'acquisition correspondent aux frais internes et externes occasionnés par la conclusion des contrats d'assurance. Ils comprennent tant les frais directement imputables, tels que les commissions d'acquisition et les frais d'ouverture de dossiers ou d'admission des contrats d'assurance dans le portefeuille, que les frais indirectement imputables, tels que les frais de publicité ou les frais administratifs liés au traitement des demandes et à l'établissement des contrats. Ils comprennent en particulier les frais de personnels, la quote-part de loyer et les amortissements du mobilier et du matériel engagés dans le cadre de cette activité (établissement des contrats, publicité, marketing) les commissions d'acquisition et les frais des réseaux commerciaux.

### Calcul de la prime d'inventaire (PI) et la prime commerciale (PC)

La compagnie d'assurance utilise le même principe d'égalité entre les engagements d'assuré et d'assureur pour calculer ces deux primes. Les formules de calcul pour un capital « C » garanti, chargements de gestion des primes « g1 », chargements de gestion de contrat « g2 », chargements d'acquisition « f » et durée de contrat « n » sont :

$$PAI = PAP + C * g1 + C * g2 * ({}_{|n}\ddot{a}_x / {}_{|p}\ddot{a}_x) \text{ (Prime annuelle d'inventaire)}$$

$$PUI = PUP + C * g2 * {}_{|n}\ddot{a}_x \text{ (Prime unique d'inventaire)}$$

$$PAC = PAI / (1 - f) \text{ (Prime annuelle commerciale)}$$

$$PUC = PUI / (1 - f) \text{ (Prime unique commerciale)}$$

(Formules de calcul de primes commerciales de quelques contrats vie en Annexe C)

Le schéma suivant résume la relation entre les trois primes.

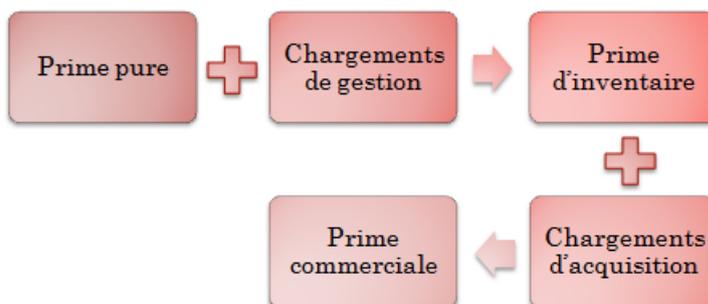


FIGURE 2.2: Les primes en assurance vie

## c) La prime fractionnée

Une prime est dite fractionnée si elle est *semestrielle*, *trimestrielle* ou *mensuelle*.

**Remarque** puisque les tables de mortalité ne donnent que des taux annuels de mortalité, alors on

44. Louis ESCH, Calcul financier et actuariel, 2009. Disponible sur [orbi.uliege.be](http://orbi.uliege.be)

utilise un calcul approximatif pour calculer une prime fractionnée.

$$Pm = (PA * 1.04)/12 \text{ (prime mensuelle)}$$

$$Pt = (PA * 1.03)/4 \text{ (prime trimestrielle)}$$

$$Ps = (PA * 1.02)/2 \text{ (prime semestrielle)}$$

## 2.1.2 Contrats individuels modernes

Les contrats vie individuels modernes ou épargne c'est des contrats qui apportent de nombreuses possibilités de souplesse par rapport aux contrats classiques, dans ce type, l'assureur garantit un versement sous différentes formes (capital ou rentes) soit au souscripteur à l'échéance de son contrat ou bien aux bénéficiaires désignés en cas de son décès<sup>45</sup>.

### 2.1.2.1 Tarification en contrats vie individuels modernes

Dans les contrats modernes, le calcul de primes s'effectue différemment par rapport aux contrats classiques, ici c'est le souscripteur qui détermine le montant de la prime commerciale qu'il souhaite payer selon la périodicité qui lui convient et c'est à partir de cette prime que les autres primes (pure et inventaire) se calculent par l'assureur.

Les chargements de gestion sont pris en pourcentage de la prime commerciale payée ou bien en pour mille de l'épargne générée tandis que les chargements d'acquisition sont calculés en pourcentage de la prime commerciale.

### 2.1.2.2 Contrat vie épargne retraite

Le système de retraite algérien des salariés est un système unique, obligatoire et contributif. Il est caractérisé par la faiblesse du niveau de pension moyenne et des taux de couverture des personnes âgées. Ces caractéristiques sont à l'origine de deux types d'inégalités. Une inégalité entre les retraités suite à une disparité des montants de pensions et une inégalité entre ceux couverts et non couverts par le système de retraites.<sup>46</sup>

#### a) Définition

Le contrat « retraite complémentaire » est une assurance de personne dite de « capitalisation ». Elle permet à toute personne âgée de moins de 60 ans quelque soit son statut, de bénéficier à partir de 60 ans, d'une pension « retraite complémentaire », en plus de sa retraite de base servie par la sécurité sociale. Cette assurance, peut être souscrite à titre individuel ou collectif par adhésion à un groupe (entreprises souscrivant des assurances au profit de leurs salariés).<sup>47</sup>

Trois formules sont proposées suite à une souscription à un contrat retraite complémentaire :

- **La révisibilité** : en cas de décès de l'assuré après l'âge de la retraite, son conjoint de vie aura le droit de profiter d'une partie de la rente jusqu'à la fin de ses jours.
- **La contre assurance** : c'est une option choisie par l'assuré, pour permettre aux bénéficiaires

45. R De Leers ; K.Zerrouki, Forum des assurances d'Alger, réforme dans les assurances : plus de rigueur au service de la société

46. D.MENDIL, « Le niveau de vie des retraités algériens et l'inégalité des retraites », faculté des sciences économiques, des Sciences de Gestion et des Sciences Commerciales, université A.Mira , Bejaia, Algérie.

47. Caisse national des assurances.

désignés à son contrat de récupérer la valeur acquise du contrat à la date du décès dans le cas où il décède avant 60 ans.

● **Le rachat** : après au moins deux années de versement effectif, l'assuré a la faculté de demander des retraits partiels (rachat partiel) comme il a la possibilité de résilier son contrat (rachat total) et ce, à tout moment avant le terme envisagé

## b) Calcul des primes d'un contrat vie épargne retraite

Pour  $R$  rente annuelle constante sans contre assurance et  $r$  frais de règlement on donne les primes d'un contrat épargne retraite comme suit :

◆ Prime pure :

$$PU = R * \frac{N_{x+n+1}}{D_x}$$

◆ Prime commerciale :

$$PC = \left[ (1+r).R * \left( \frac{N_{x+n+1}}{D_x} \right) + g_2 * \frac{N_x - N_{x+n+1}}{D_x} \right] * \frac{1}{1-f}$$

## 2.2 Contrats collectifs

### 2.2.1 Définition d'un contrat d'assurance collectif

#### 2.2.1.1 Définition 1

Un contrat d'assurance collectif ou groupe est défini comme un contrat conclu entre une personne morale (association, banque, entreprise...) et un assureur au profit de bénéficiaire.<sup>48</sup>

#### 2.2.1.2 Définition 2

Art. 62 (modifié par l'art. 12 L 06-04) de l'ordonnance n° 95-07 de code algérien des assurances « Le contrat d'assurance de groupe est souscrit par une personne morale ou un chef d'entreprise en vue de l'adhésion d'un ensemble de personnes répondant aux conditions définies au contrat pour la couverture d'un ou de plusieurs risques relatifs aux assurances de personnes. Les adhérents doivent avoir un lien de même nature avec le souscripteur. »<sup>49</sup>

### 2.2.2 Les principaux contrats collectifs

Les Contrats les plus commercialisés par les compagnies d'assurances en ce qui concerne l'assurance groupe sont :

- Contrat groupe décès entreprise (prévoyance entreprise);
- Contrat groupe décès emprunteurs;
- Contrat de retraite à cotisations définies;
- Contrat indemnité de fin de carrière (IFC);

48. Charles Le Corrolle, .Le contrat d'assurance, 20.06.2017 . Disponible sur [www.inc-conso.fr](http://www.inc-conso.fr)

49. Art.62 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

Ces contrats sont répartis en deux types de contrat groupe (Contrat groupe décès et contrat groupe retraite complémentaire).

### 2.2.2.1 Contrats groupe décès

Ce type regroupe les deux premiers contrats cité au dessus (prévoyance entreprise et décès emprunteur).

#### a) Contrat groupe décès entreprise (prévoyance entreprise)

La prévoyance d'entreprise correspond à l'ensemble des garanties mises en place dans l'entreprise pour protéger les salariés ou certaines catégories d'entre eux (cadres, non cadres...) en cas de décès ou d'arrêt de travail pour incapacité ou invalidité. Ces contrats sont instaurés par les employeurs au profit des salariés dans le respect d'un formalisme juridique. Ils sont assurés par les organismes assureurs et leur niveau de garanties varie d'une formule à l'autre. C'est un contrat par lequel l'assureur s'engage à payer un capital ou une rente en cas de décès de chaque salarié du groupe.

Pour bénéficier de la qualité d'assuré, tout membre de l'effectif assurable devra :<sup>50</sup>

- remettre à l'assureur par écrit son consentement d'adhésion au contrat d'assurance en remplissant et signant une demande individuelle sur formulaire fourni par l'assureur ;
  - être affilié à un régime obligatoire de la Sécurité Sociale ;
  - être effectivement en fonction et jouir d'un bon état de santé au moment de la demande d'adhésion ;
  - être âgé de moins de 60 ans ;
- désigner le, ou les bénéficiaire(s) en cas de décès ;
- être accepté par l'assureur après examen de la demande.

#### b) Contrat groupe décès emprunteurs

C'est un contrat souscrit entre une banque prêteuse et un organisme de crédit au profit de ses débiteurs. Dans ce type de contrat, le tarif de l'assurance de groupe est ainsi généralement calculé sur la base d'un taux fixe, à savoir un pourcentage du capital emprunté, et déterminé notamment en fonction de l'âge d'emprunteur au moment de la souscription sans tenir en compte son profil ou sa situation personnelle<sup>51</sup> ; les débiteurs payent la même somme chaque mois jusqu'à l'échéance du crédit. En cas de décès d'un débiteur, l'assureur remboursera à la banque prêteuse le capital restant dû à hauteur de la quotité assurée.

## 2.2.3 Calcul des primes en Contrats groupe décès

Pour calculer la prime dans un contrat groupe, on effectue les calculs par rapport à chaque salarié du groupe selon le type du contrat souscrit puis on fait la sommation.

50. Prévoyance collective-conditions générales VISA N°1 du 10 janvier 2012, article 7 .Disponible sur [www.axa.dz](http://www.axa.dz)

51. Blondine Horner, Assurance de prêt immobilier, 22 Avril 2018. Disponible sur [dito.seloger.com](http://dito.seloger.com)

### 2.2.3.1 Prime contrat groupe décès entreprise

Dans ce contrat, on fait le calcul comme si on est entrain de calculer la prime d'un contrat groupe temporaire décès pour chaque salarié chaque début d'année (le contrat est renouvelable chaque début d'année).

La formule de calcul d'une prime annuelle commerciale pour un salarié d'âge  $x$  d'un contrat temporaire décès de frais de gestion  $g1$  et de frais d'acquisition  $f$  en utilisant les nombres de commutations (voir annexe B) est :

$$PAP = C * \left[ (M_x - M_{x+n}) / (N_x - N_{x+p}) + g1 \right] / (1 - f)$$

Une fois les primes de tout les salariés sont calculées, on somme les résultats.

### 2.2.3.2 Prime contrat groupe décès emprunteurs

Cette fois on utilise pour établir nos calculs la formule de prime d'un contrat individuel décès emprunteur (ce contrat fait partie du type *assurance temporaire décès*) sur chaque débiteur du groupe puis on applique le même principe de sommation pour déduire la prime globale.

La formule de calcul d'une prime unique pure d'un contrat temporaire au décès emprunteur de durée  $n$  d'un débiteur d'âge  $x$  pour un capital restant dû  $CRD_k$  à l'instant  $t = k$  est donnée par le processus suivant :

$$VAP(E_1) = CRD_1 * (1 + i)^{-0.5} * q_x$$

$$VAP(E_2) = CRD_2 * (1 + i)^{-1.5} * p_x * q_{x+1}$$

.

.

.

$$VAP(E_k) = CRD - k * (1 + i)^{-(k+0.5)} * {}_{k-1}p_x * q_{x+k-1}$$

La Somme donne :

$$PU = \left[ \sum_{k=0}^{n-1} CRD_k * (1 + i)^{-(k+0.5)} * {}_k p_x * q_{x+k} \right]$$

**Remarque** les chargements (frais de gestion et d'acquisition) dans un contrat groupe sont nettement inférieurs à ceux prévus dans un contrat individuel.

## 2.3 Calcul des provisions mathématiques

Pour faire face à tout moment à toutes sortes d'engagements liés à la gestion technique de ses opérations d'assurance, les compagnies d'assurance vie sont tenues de constituer des réserves d'argent appelées en actuariat « *provisions techniques* ». Ces provisions techniques sont constituées du paiement de la prime de l'assuré. Les primes payées par l'assuré sont calculées pour fournir une couverture d'assurance contre les risques. Pour chaque prime payée, l'assureur est obligé de mettre de côté une part pour la constitution d'un fond de provisions techniques. Ces provisions sont réglementées par la loi dont les plus importantes sont les provisions mathématiques notées *PM*.

La provision mathématique est la partie la plus importante des provisions techniques des compagnies d'assurance exerçant des activités d'assurance vie, ainsi que pour les compagnies dont les entreprises d'assurance ont une composante d'épargne.

Dans le code algérien des assurances, la provision mathématique est définie en Art.74 par « la différence entre les valeurs actuelles des engagements respectivement pris par l'assureur et par l'assuré. »<sup>52</sup>

Les provisions mathématiques sont la propriété de l'assuré. Même s'il n'en dispose pas effectivement, il a un droit de créance sur la provision mathématique. Ce droit est subordonné aux conditions générales du contrat souscrit. Il peut ne pas dans certains contrats.<sup>53</sup>

La provision mathématique est calculée d'après des taux d'intérêt et des tables de mortalité déterminés dans des conditions et limites fixées par arrêté du ministre chargé de l'économie.

Comme vu auparavant, la tarification en assurance vie se change d'un type de contrats à un autre, et ça sera le même principe pour le calcul de provisions mathématiques .

### 2.3.1 PM des contrats classiques

Nous pouvons dire que la provision mathématique est une réserve de primes qui permet à l'assureur de maintenir un équilibre permanent entre ses ressources et charges futures. Autrement dit, les provisions mathématiques constituées par l'assureur lui permettent de payer l'ensemble de prestations futures.

La provision mathématique peut être présentée sous trois formes :

#### 2.3.1.1 La provision mathématique pure (PM pure)

Les provisions mathématiques pures sont des provisions qui ne concernent que le risque assuré, à l'exclusion des frais divers supportés par les assureurs. Elles sont faibles au début de la vie du contrat (l'espérance des engagements de l'assuré et de l'assureur sont nulles au moment de la signature du contrat) et augmentent jusqu'au moment du début du versement de la rente pour un contrat d'assurance vie avec sortie en rente par exemple ou diminuent jusqu'ou elle devient nulle, c'est le cas d'un contrat d'assurance en cas de décès.<sup>54</sup>

#### 2.3.1.2 La provision mathématique inventaire (PM inventaire)

Les provisions mathématiques peuvent être calculées en prenant en compte, dans le calcul de la valeur actuelle probable de l'engagement de l'assuré une certaine portion de primes qui correspond aux chargements.<sup>55</sup> Pour cela, il est nécessaire de prendre en considération les chargements de gestion qui se sont appliquées généralement sur les capitaux assurés.

#### 2.3.1.3 La provision mathématique commerciale (PM commerciale)

En outre les chargements de gestion, les provisions mathématiques prennent en compte les frais d'acquisition mentionnés au contrat pour calculer les engagements de l'assuré, la provision de ses frais rajoutés à la quantité précédente transforme la PM inventaire en PM commerciale.

---

52. Art.74 de l'ordonnance n° 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

53. FALLONE.K.M,« L'assurance vie en République Démocratique du Congo »,mémoire de master, université de Kinshasa, république démocratique de Congo, 2008

54. Hess.C, « Méthodes actuarielles en assurance vie »,éd Economica ,p.229, Paris, 2000

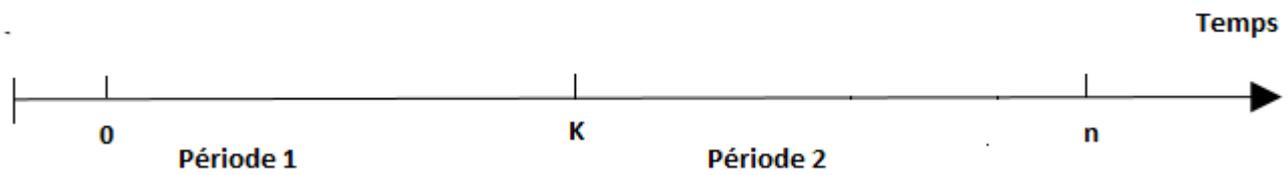
55. Idem, p.261.

## a) Calcul PM aux dates anniversaires du contrat

Dans un contrat temporaire de  $n$  durée ou un contrat vie entière d'une durée considérée  $w - x$ , on se retrouve dans l'un des deux cas : Paiement d'une prime unique ou le paiement d'une prime annuelle constante durant les  $n$  années du contrat.

Pour une date de signature du contrat prise à l'origine du temps ( $t=0$ ) on a les notations suivantes :

$n$	durée du contrat
$k$	un entier entre 0 et $n$
$PU$	prime unique payable par l'assuré
$P$	prime pure annuelle constante payable par l'assuré sur $n$
$P_1$	VAP en 0 des engagements de l'assuré sur la période 1
$P_2$	VAP en 0 des engagements de l'assuré sur la période 2
$E_1$	VAP en 0 des engagements de l'assureur sur la période 1
$E_2$	VAP en 0 des engagements de l'assureur sur la période 2
$E$	VAP en 0 des engagements de l'assureur sur la période $n.(E_1 + E_2)$

**PM pures**

Pour le calcul des PM pures aux contrats classiques à une époque donnée, il existe principalement trois méthodes de calcul :

◆ **Méthode rétrospective** elle consiste à évaluer les engagements passés de l'assureur et ceux de l'assuré par rapport à une année  $k$ .

Pour la période 1 des  $k$  premières années, la prime annuelle payée par l'assuré est supérieure au risque de l'année, on a donc :

$$P_1 > E_1$$

Ce qui oblige l'assureur à mettre une grande partie de cette prime annuelle de côté dans le but de construire une réserve. Les réserves ainsi constituées seront utilisées durant les dernières années du contrat au moment où la prime annuelle ne suffira plus à couvrir le risque annuel. Ces réserves sont appelées **provisions mathématiques pures** du contrat, ces provisions sont calculées par la formule suivante :

$$PM_k = P_1 - E_1 \quad (2.6)$$

◆ **Méthode prospective** inversement à la première méthode, cette méthode consiste à calculer les engagements futurs des parties contractantes par rapport à l'année  $k$ . Pour la période 2 qui représente les  $n - k$  dernières années, on a :

$$P_2 < E_2$$

car le risque devient plus grand et d'où l'utilisation de la provision mathématique constituée dans la première période devient nécessaire pour établir l'équilibre comme suit :

$$P_2 + PM_k = E_2 \quad (2.7)$$

Les équations (2.6) et (2.7) impliquent les égalités suivantes

$$\implies PM_k = P_1 - E_1 = E_2 - P_2$$

$$\implies E_1 + E_2 = P_1 + P_2$$

$$\implies E = PU$$

◆ **Méthode récurrente** pour cette méthode, on utilise les données de l'année  $(k-1)$  pour calculer les provisions de l'année  $k$  en utilisant la relation de récurrence suivante :

$$PM_{k-1} + P_{k-1} - E_{k-1} = PM_k$$

Tel que :

$P_{k-1}$  : prime payée par l'assuré à l'époque  $k-1$ , au début de la  $k$  ème année.

$E_{k-1}$  : engagements de l'assureur entre l'année  $k-1$  et l'année  $k$  actualisés en  $k-1$ .

**Remarque** pour la relation précédente on prend comme condition initiale  $PM_0 = 0$  (provision mathématique avant la signature du contrat).

En gros, pour calculer les provisions mathématiques pures en fin d'une année  $k$ , on calcule la quantité suivante :

$$PM_k \text{ (pure)} = VAP \text{ pure (assureur)}_k - VAP \text{ pure (assuré)}_k$$

### PM à la prime d'inventaire

Le principe de calcul de la PM reste le même qu'une prime pure, sauf que dans le cas d'une prime d'inventaire, l'assureur aura besoin d'ajouter le montant qui correspond au engagement de faire face aux frais de gestion, en appliquant le principe d'égalité entre engagements assureur/assuré pour une prime d'inventaire à une fin d'année  $k$  on obtient :

$$VAP(\text{assureur})_k = VAP(\text{assuré})_k + VAP(\text{frais de gestion})_k$$

Ainsi la formule de calcul de provisions mathématiques à la prime d'inventaire est la suivante :

$$PM_k \text{ (inventaire)} = VAP \text{ pure (assureur)}_k + VAP \text{ (frais de gestion)}_k - VAP \text{ pure (assuré)}_k$$

### PM à la prime commerciale

Pour le calcul d'une prime commerciale à une année  $k$ , l'assureur doit ajouter à la formule de calcul d'une prime d'inventaire les frais d'acquisition (déjà vu en chapitre 2). Et on obtient la formule de calcul des PM à la prime commerciale à l'année  $k$  suivante :

$$PM_k \text{ (commerciale)} = VAP \text{ pure (assureur)}_k + VAP \text{ (frais de gestion)}_k + VAP \text{ (frais d'acquisition)}_k - VAP \text{ pure (assuré)}_k$$

### b) Calcul des PM au 31 décembre de chaque année

En pratique, les compagnies d'assurance préfèrent généralement évaluer les PM de leurs portefeuilles à la fin de chaque année ce qui ne coïncide pas forcément la date de chaque contrat. Pour cela, les PM calculées aux dates anniversaires doivent être corrigées afin d'obtenir les PM correspondantes au 31 décembre.

On note pour la suite :

$k$	la date d'anniversaire du contrat au cours de l'année
$\alpha$	nombre de jours entre $k$ et le 31 décembre de l'année divisé sur 365
$P$	prime pure d'inventaire
$B$	nombre de primes fractionnées restant au 31 décembre
$F$	nombre de primes fractionnées dans l'année

La provision mathématique de prime d'inventaire évaluée au 31 décembre est calculée selon le type de contrat et le versement de la prime :

◆ **Cas de contrat à prime unique**

$$PM_{31/12} = (1 - \alpha) * PM_k + \alpha * PM_{k+1}$$

◆ **Cas de contrat à prime annuelle**

$$PM_{31/12} = (1 - \alpha) * PM_k + \alpha * PM_{k+1} + (1 - \alpha) * P$$

◆ **Cas de contrat à prime fractionnée**

$$PM_{31/12} = (1 - \alpha) * PM_k + \alpha * PM_{k+1} + (1 - \alpha) * P - (B/F) * P$$

## 2.3.2 PM des contrats vie épargne

Les provisions mathématiques des contrats vie-épargne et capitalisation sont égales au cumul des primes (sans prendre les chargements en compte) et majorés des intérêts, en d'autre terme, c'est la valeur acquise à une date donnée de la prime investie .

Pour un contrat épargne retraite, la formule de PM pure pour une rente viagère ( $R$ ) constante sans contre assurance est donnée par la formule suivante :

$$PM(pure) = \frac{R * N_{x+n+1}}{D_{x+t}}$$

## 2.3.3 PM des contrats collectifs

Dans un contrat assurance groupe, le calcul des provisions mathématiques dépend de la nature de contrat (c'est des contrats renouvelables chaque année ou souscrits à long terme).

### 2.3.3.1 Les contrats renouvelables annuellement

Pour un contrat groupe décès (prévoyance entreprise) de un an renouvelable, le calcul des provisions mathématiques sera effectué en utilisant le montant de la prime globale que l'assureur a obtenu après avoir sommé les engagements de chaque individu du groupe assuré, la provision de ce contrat est calculé en appliquant la formule suivante :

$$PM_{31/12} = \text{Montant de la prime globale} \times \alpha$$

### 2.3.3.2 Les contrats à long terme

Pour un contrat groupe à long terme, on calcul la PM par rapport à chaque membre du groupe en format individuel (comme c'est indiqué en section 2 de ce chapitre) puis on fait la sommation

pour obtenir la PM qui correspond à ce contrat groupe et cela selon le type de ce contrat groupe, la provision d'un contrat groupe à la fin d'une année pour un nombre d'individu  $m$  est considérée la suivante :

$$PM_{31/12}(\text{groupe}) = \sum_{i=1}^m PM_{31/12}(\text{individu})_i$$

## Conclusion

Les caractéristiques des contrats assurance vie se diffèrent d'un contrat à un autre, mais le caractère d'aléa et la notion d'évènement dommageable restent inchangeables, choses qui incitent sur les compagnies d'assurance vie la construction des provisions mathématiques pour assurer leurs engagements futurs.

---

## **3** Evaluation du portefeuille de la CAARAMA assurance

## Introduction

Après avoir exposé les différents éléments théoriques relatifs à l'assurance vie, nous allons entamer une application sur des données réelles, il s'agit d'un portefeuille qui correspond à la CAARAMA assurance que nous allons évaluer avec le langage de programmation et de traitement de données statistiques **R**, ainsi nous proposons une application WEB en utilisant le Framework web open-source **Laravel**.

### 3.1 Présentation de la CAARAMA assurances

Dans le cadre de la loi 06-04 du 20 février 2006, instituant la séparation des activités d'assurances de personnes de celles d'assurances dommages, la CAARAMA assurance a été créée à 100% par la CAAR en récupérant le portefeuille qui a atteint 1 000 000 000 DA de chiffre d'affaire en 2010. Ce portefeuille était constitué en 2011 à 90% d'assurances groupe (prévoyance collective à destination des entreprises). Les 10% restant sont partagées par les produits suivants<sup>56</sup> :

1. Assurance Individuelle accidents ;
2. Assurance Individuelle voyage ;
3. Assistance voyage et assistance à l'étranger ;
4. Assurance temporaire au décès en remboursement de crédit (emprunteur).

En six mois d'activité, CAARAMA Assurance avait réalisé plus de 900 millions de DA de chiffre d'affaires en toutes branches confondues<sup>57</sup>, et elle est considérée aujourd'hui parmi les leader des compagnies d'assurances de personnes en Algérie.

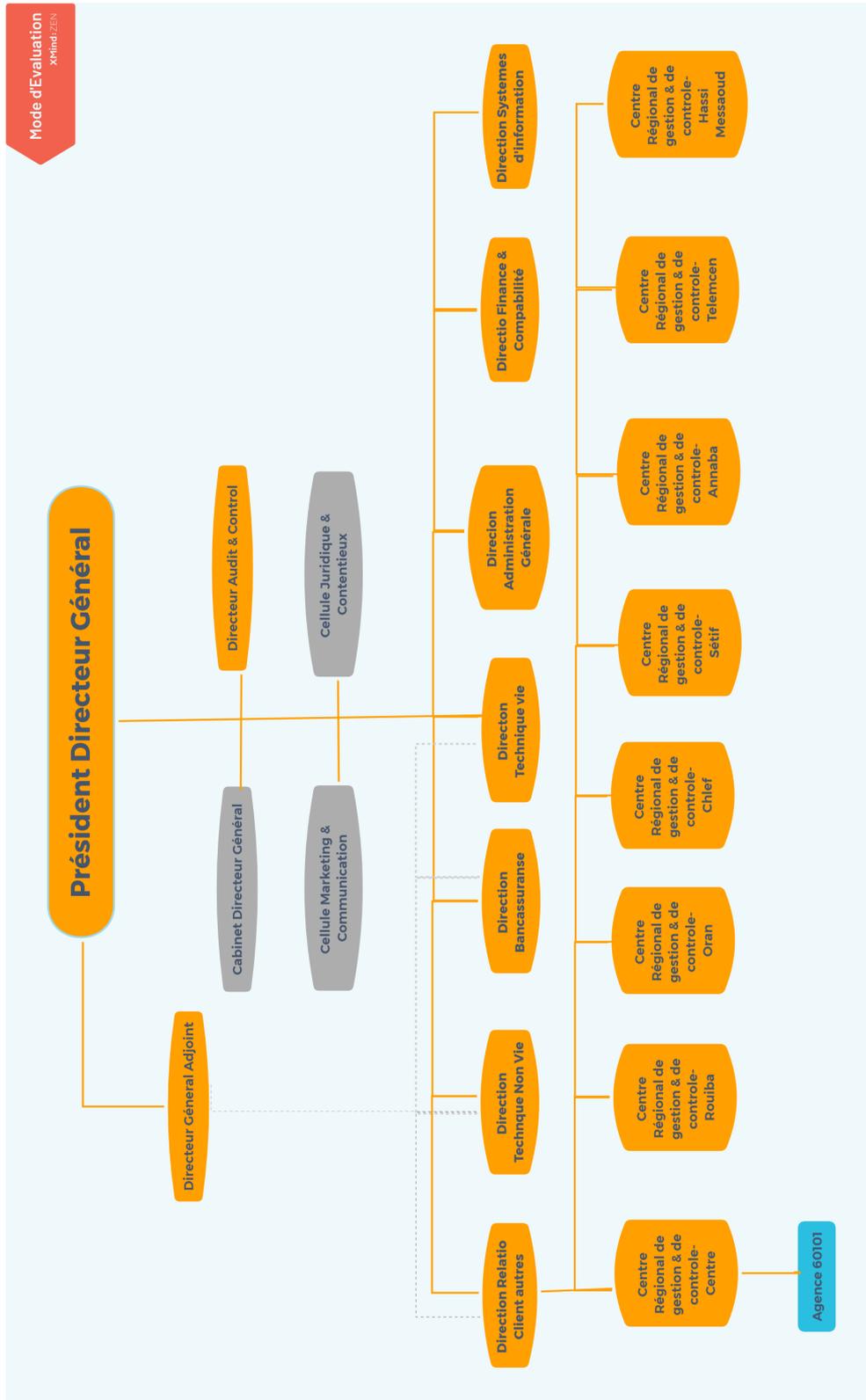
#### 3.1.1 L'organigramme de la CAARAMA assurances

---

56. Présentation de l'entreprise, 2017, disponible sur [www.caarama.dz](http://www.caarama.dz)

57. A.Azzouz, « Conception et mise en place d'un produit Epargne-Retraite au sein d'une société d'assurance », mémoire pour obtention de Post-graduation spécialisée en sciences actuarielles, université H. Boumediene Alger, p.12, 2015

FIGURE 3.1: Organigramme de la CAARAMA assurance



Source : établi par nous mêmes à partir du site de la compagnie CAARAMA

L’organigramme de la CAARAMA assurances s’articule autour de 07 directions dont chacune est responsable de certaines tâches qu’on mentionne parmi elles :

- Direction technique non vie qui s'occupe des produits non vie tel que l'assurance voyage et l'assurance santé.
- Direction technique vie qui est responsable de la réassurance, le règlement des sinistres et la tarification des produits vie à savoir la prévoyance collective et le temporaire au décès.
- Direction finance et comptabilité qui facture les commissions et élabore les états financiers.
- Direction systèmes d'informatique qui s'occupe des traitements des données, la conception et la mise en place de nouvelles applications.

### 3.1.2 Classement de la CAARAMA assurances en 2018 selon le chiffre d'affaire

TABLE 3.1: Classement des compagnies d'assurance de personnes selon chiffre d'affaire (2018)

Compagnie	CA (en milliers Da)	Taux de participation	Evolution (2017/2018)
Cardif El Djazair	2 603 000	1,89%	6,64%
SAPS	2 066 000	1,51%	-0,43%
AXA Assurances vie	2 046 000	1,48%	-17,13%
Caarama Assurances	1 695 000	1,23%	-20,39%
Macir Vie	1 413 000	1,03%	-1,46%
AGLIC	1 302 000	0,95%	144,74%
TALA	1 119 000	0,81%	-39,51%
Le Mutualiste	482 000	0,35%	-4,37%

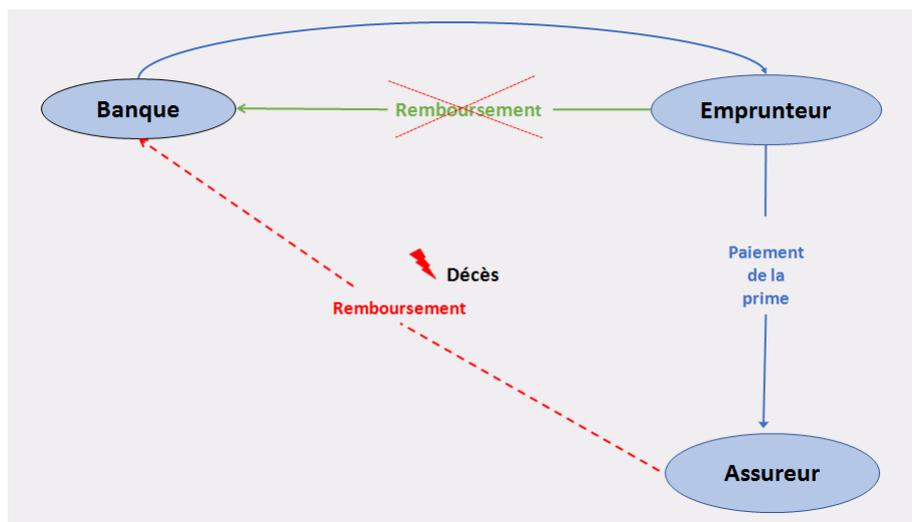
Source : établi par nous mêmes à partir d'un article d'Atlas-magazine

## 3.2 Application sur un portefeuille temporaire au décès emprunteur de la CAARAMA assurances avec le langage R

### 3.2.1 Présentation et objet du contrat

Le contrat temporaire au décès emprunteur est produit vie commercialisé par la CAARAMA assurances et bien d'autres compagnies d'assurance de personnes à titre individuel ou collectif à l'occasion de la mise en place d'un crédit. en cas de décès de l'emprunteur ce contrat prend en charge une partie ou la totalité du crédit et libère l'assuré de toute dette en rembourasant le capital restant dû du capital garanti.

FIGURE 3.2: Mécanisme d'un contrat temporaire au décès emprunteur



Avant de commencer l'application des formules théoriques, nous allons d'abord présenter notre base de données sur laquelle notre calcul sera effectué.

### 3.2.2 Présentation de portefeuille

Notre base de donnée est présentée sous forme d'un fichier excel de type **.xls**, pour un portefeuille de 13253 contrats individuels de type **temporaire au décès emprunteur** (à capital décroissant), elle est composée de 16 cases contenant les informations suivantes :

- Le numéro de contrat ;
- l'année d'inscription de ce contrat (2015) ;
- le trimestre auquel le contrat a été souscrit ;
- le type de contrat ( à capital décroissant) ;
- la police du contrat ;
- nom et prénom d'assuré ;
- sa date de naissance ;
- son sexe (féminin (F) ou masculin (M)) ;
- sa ville de résidence ;
- date de début de contrat ;
- date de fin de contrat ;
- date de souscription du contrat ;
- le capital garanti par l'assureur ;
- type de paiement de primes par l'assuré( dans notre cas le paiement est unique) ;

Afin de pouvoir calculer la prime nette à payer par l'assuré à l'assureur, nous avons rajouté aux informations précédentes les variables suivantes :

► la durée du contrat en calculant l'écart entre la date d'échéance du contrat et sa date de souscription ;

► l'âge de l'assuré à la souscription du contrat ( c'est la différence entre la date de soucription et sa date de naissance par rapport à l'année);

### 3.2.3 Calcul de nombres de commutation sur la table de mortalité

A partir des données statistiques de la table de mortalité (Tableau A.1 de l'annexe A), on calcule les nombre de commutation liés à ces données à un taux technique  $i = 2.5\%$  en appliquant les formules du Tableau B.1 (annexe B) .

**Remarque** le taux technique  $i$  utilisé pour calculer les nombres de commutation est différent du taux de primes et il n'est pas toujours fixe.

FIGURE 3.3: Calcul de nombres de commutation (à  $i=2.5\%$ )

X	lx	dx	Qx	Dx	Nx	Sx	Cx	Mx	Rx
0	100000	5599	55.99000000	1.000000e+05	3.121482e+06	8.326312e+07	5.530298e+03	2.416278e+04	1.104223e+06
1	94401	755	7.9977966	9.209854e+04	3.021482e+06	8.014164e+07	7.275472e+02	1.863248e+04	1.080061e+06
2	93646	385	4.1112274	8.913361e+04	2.929383e+06	7.712016e+07	3.619521e+02	1.790493e+04	1.061428e+06
3	93261	172	1.8442865	8.660211e+04	2.840250e+06	7.419077e+07	1.577593e+02	1.754298e+04	1.043523e+06
4	93089	141	1.5146795	8.433404e+04	2.753648e+06	7.135052e+07	1.261716e+02	1.738522e+04	1.025980e+06
5	92948	164	1.7644274	8.215249e+04	2.669314e+06	6.859688e+07	1.431735e+02	1.725905e+04	1.008595e+06
6	92784	118	1.2717710	8.000735e+04	2.587161e+06	6.592756e+07	1.005025e+02	1.711588e+04	9.913360e+05
7	92666	84	0.9064813	7.795668e+04	2.507154e+06	6.334040e+07	6.979918e+01	1.701537e+04	9.742201e+05
8	92582	63	0.6804778	7.598636e+04	2.429197e+06	6.083325e+07	5.107257e+01	1.694558e+04	9.572048e+05
9	92519	53	0.5728553	7.408259e+04	2.353211e+06	5.840405e+07	4.191786e+01	1.689450e+04	9.402592e+05
10	92466	91	0.9841455	7.223429e+04	2.279128e+06	5.605084e+07	7.021676e+01	1.685259e+04	9.233647e+05
11	92375	87	0.9418133	7.040312e+04	2.206894e+06	5.377171e+07	6.549299e+01	1.678237e+04	9.065121e+05

Source : établi par nous mêmes à partir de la table TD 97-99

◆ **Les chargements de contrats** les chargements d'un contrat temporaire au décès emprunteur à titre individuel sur notre portefeuille sont  $g = 0.5\%$  pour chargements de gestion et  $f = 15\%$  pour chargements d'acquisition.

### 3.2.4 Calcul des primes et des provisions mathématiques

La méthode de calcul des provisions mathématiques que nous avons utilisé pour calculer nos provisions est la méthode **prospéctive** car c'est la méthode homologuée par la réglementation Algérienne. Nous avons choisi de calculer nos provisions aux dates anniversaires du contrats, c'est à dire par rapport à un instant  $k < n$  qu'on a supposé  $k = 1$  et dans ce cas là, la prime unique sera également calculée à l'instant  $k = 1$  (nous avons appliqué les formules suivantes sur notre portefeuille à l'instant  $k = 1$ ).

Prime commerciale :

$$PU_k = \left[ \frac{k * M_x - R_{x+1} + R_{x+k+1}}{k * D_x} + g * \frac{N_x - N_{x+k}}{D_x} \right] * \frac{CRD_k}{(1-f)}$$

PM commerciale :

$$PM_k = \left[ \frac{(n-k)M_{x+k} - R_{x+k+1} + R_{x+n+1}}{(n-k) * D_{x+k}} + g * \frac{N_{x+k} - N_{x+n}}{D_{x+k}} \right] * \frac{CRD_k}{(1-f)}$$

Le tableau ci-dessous contient les informations suivantes :

- **x** : l'âge de l'assuré à la souscription ;
- **n** : la durée du contrat ;
- **CRD** : le capital restant dû à  $k = 1$  ;
- **PU** : l'engagement de l'assuré à l'instant  $k = 1$  ;
- **PM** : la provision mathématique à  $k = 1$  ;

TABLE 3.2: Calcul des provisions mathématiques

x	n	Capital	PU (à $k = 1$ )	CRD (à $k = 1$ )	PM((à $k = 1$ ))
44	3	2400000	8615.9447	1600000	14315.4428
43	5	328000	1337.6933	262400	3861.5834
29	5	490000	1147.7753	392000	3280.2146
31	5	500000	1237.3504	400000	3535.9541
46	7	500000	2599.2498	428571.4	10874.6591
44	4	5000000	20193.6203	3750000	45878.8506
45	15	1250000	6668.7056	1166666.7	66448.9452
51	13	500000	3907.1932	461538.5	33448.2264
35	3	250000	587.0780	166666.7	967.1791
48	3	250000	1147.8847	166666.7	1912.3599
36	7	680000	2133.9684	582857.1	8786.1224
40	5	685000	2389.6804	548000	6892.6834
34	8	2560000	7610.9950	2240000	35975.5925
42	23	38400000	177311.9013	36730434.78	2967530.1016
43	22	12000000	58394.3176	11454545.45	929660.6476
29	25	1118000	3142.5619	1073280	49299.9598
43	23	1318000	6426.9213	1260695.65	108555.4209
32	25	900000	2756.0257	864000	45026.8130
33	23	1412000	4439.3737	1350608.70	66574.2439
44	22	1362000	7000.9446	1300090.91	112594.5062
38	31	1100000	4238.5149	1064516.13	101802.6266
42	16	1848000	8363.4422	1732500	88539.3621
40	21	1071000	4447.9452	1020000	64807.8115
32	26	839000	2573.3458	806730.77	44127.2176
29	26	1020000	2871.6905	980769.23	47173.8384
46	20	740000	4263.6361	703000	61369.3949
36	26	1023600	3603.4856	1984230.77	65807.5889
35	26	1020300	3455.7445	981057.69	62197.6986
48	18	704200	4580.5955	665077.78	58168.1901
46	20	699700	4031.4408	664715	58027.2508
38	26	700000	2679.9468	673076.92	450333.7698
28	26	777700	2137.8660	747788.46	34599.9688
27	26	725000	1945.1119	697115.38	31093.8744
39	26	600000	2402.1502	576923.08	45748.6547
45	21	600000	3266.3048	571428.57	49715.9423
58	8	600000	7606.0672	525000	37025.191

Source : établi par nous mêmes à partir des données de notre portefeuille et les résultats de notre programme

La somme des provisions mathématiques à l'instant  $k = 1$  pour l'ensemble des contrats de notre base de données quelque soit  $n > 1$  donne :  $s = 1745155434$  DA

◆ **Interprétation des résultats** l'analyse des résultats obtenus à l'exécution nous ont amené à former quelques hypothèses :

$H_1$  : plus le capital est élevé plus la prime augmente ;

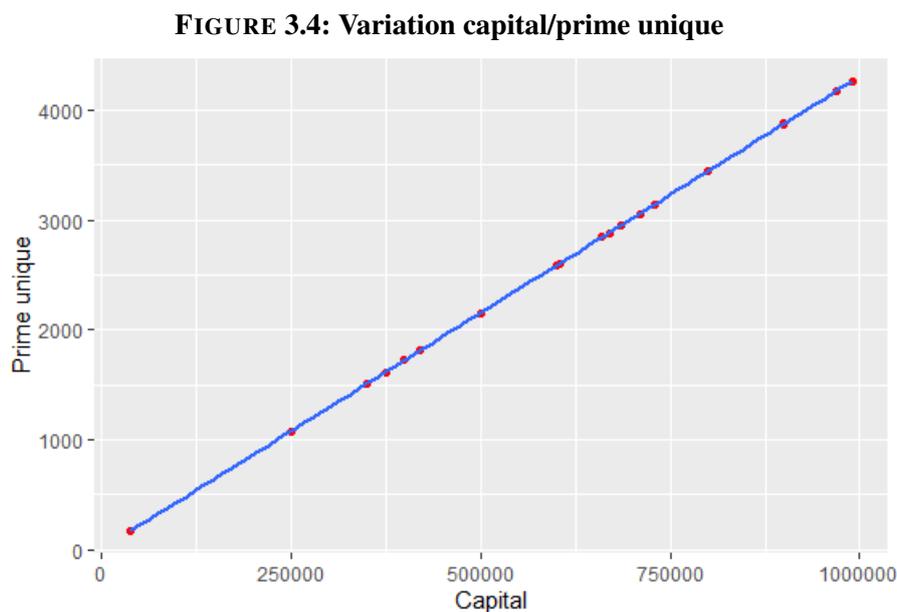
$H_2$  : plus le capital garanti est important et le contrat est à long terme plus la provision est élevée ;

$H_3$  : il existe une relation positive entre l'âge de l'assuré et le montant de la prime unique ;

Afin de tester la validité ou la non validité de ses hypothèses, nous avons fixé quelques variables qui peuvent influencer sur les résultats de notre calcul.

a) Test de  $H_1$  :

Pour tester l'hypothèse  $H_1$  nous avons choisi de filtrer notre dataframe principale en fixant la durée de contrat à  $n = 5$  ans et âge de l'assuré à  $x = 44$  ans, le résultat de l'exécution est présenté dans la Figure 3.3 :

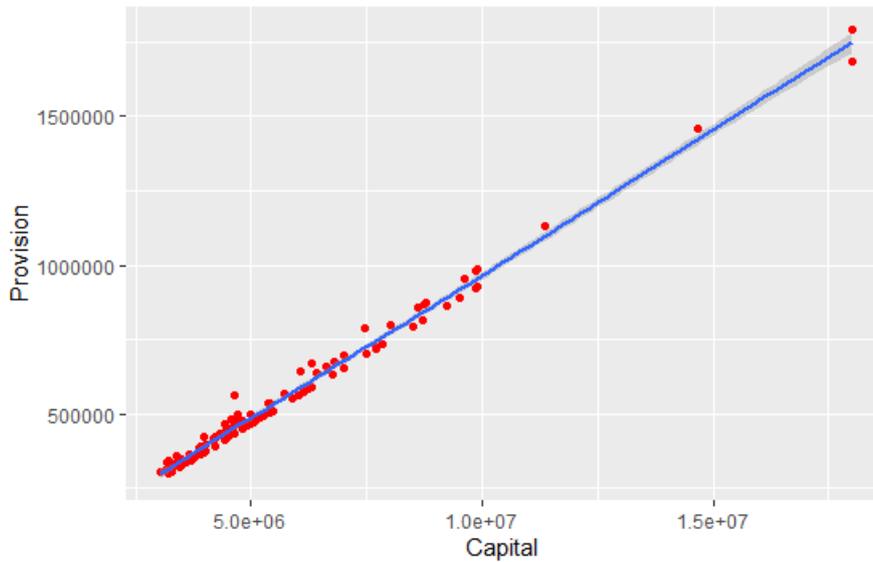


Le mouvement de la courbe obtenue confirme l'hypothèse  $H_1$ , ce qui explique qu'un capital qui couvre un risque important exige sur l'assuré le paiement d'une prime convenable au risque couvert.

b) Test de  $H_2$

Nous tenons dans ce test à choisir des contrats de notre portefeuille de sorte que le contrat soit à long terme ( $n = 30$ ) et l'assuré soit âgé de plus de 38 ans avec un capital qui prend au minimum la valeur de 3000000 DA, puis on teste la relation entre le capital garanti et la provision conservée.

FIGURE 3.5: Variation capital/provision

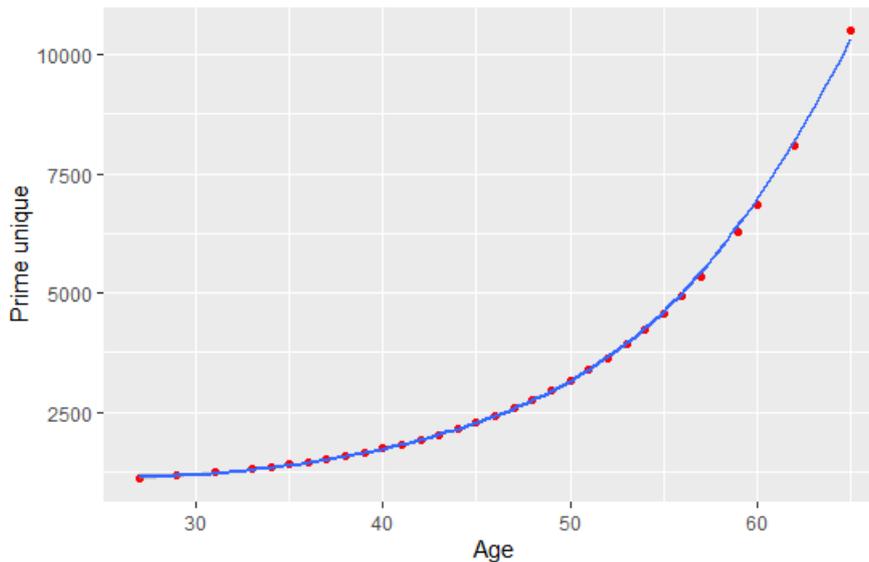


La courbe est à variation croissante, donc effectivement il existe une relation entre le capital garanti et sa provision conservée pour un contrat à longue durée, car la probabilité que le sinistre du décès se réalise dans les 30 ans à venir est très forte pour un assuré qui a dépassé ses 38 ans, ce qui incite à l'assureur de mettre de coté une provision importante convenable au capital garanti pour faire face à ses engagements futurs.

c) Test de  $H_3$

Pour tester la relation entre l'âge de l'assuré et le montant de la prime unique, nous avons choisi de fixer la durée de contrat à  $n = 5$  pour un capital fixé à  $C = 500000$ , et nous avons obtenu le graphe suivant :

FIGURE 3.6: Variation de la prime unique en fonction de l'âge  $x$



La croissance de la courbe observée sur la figure peut-être justifiée comme suit : plus l'assuré est âgé, plus la probabilité de son décès est élevée chose qui implique l'augmentation de la prime de risque ( $H_3$  validée).

L'usage de notre programme reste à titre individuel et professionnel, c'est à dire seul un utilisateur qui maîtrise le langage R aura la possibilité de manipuler et modifier sur notre programme proposé , d'où nous avons eu l'idée de développer une deuxième méthode d'évaluation en se basant sur le même principe et les mêmes formules de tarification mais en utilisant d'autres langages de programmation.

## 3.3 Création d'une application web en utilisant Laravel

### 3.3.1 Présentation des logiciels

#### a) Un framework

Un framework informatique est un « ensemble cohérent de composants logiciels structurels, qui sert à créer les fondations ainsi que les grandes lignes de tout ou d'une partie d'un logiciel ». Autrement dit une base homogène avec des briques toutes prêtes à disposition. Il existe des frameworks pour tous les langages de programmation et en particulier pour PHP.

L'utilité d'un framework est d'éviter de passer du temps à développer ce qui a déjà été fait par d'autres souvent plus compétents et qui a en plus été utilisé et validé par de nombreux utilisateurs. On peut imaginer un framework comme un ensemble d'outils à disposition.

#### b) Pourquoi Laravel ?

Laravel, créé par Taylor Otwell, initie une nouvelle façon de concevoir un framework en utilisant ce qui existe de mieux pour chaque fonctionnalité. Par exemple toute application web a besoin d'un système qui gère les requêtes HTTP. Plutôt que de réinventer quelque chose, le concepteur de Laravel a tout simplement utilisé celui de Symfony en l'étendant pour créer un système de routage efficace. De la même manière, l'envoi des emails se fait avec la bibliothèque SwiftMailer.

#### c) PHP

PHP signifie Hypertext Preprocessor. C'est un langage de script côté serveur qui alimente certains des sites Web les plus populaires au monde, y compris WordPress et Facebook. Il est open source, relativement facile à apprendre, et fonctionne parfaitement avec MySQL, ce qui en fait un choix populaire pour les développeurs web.

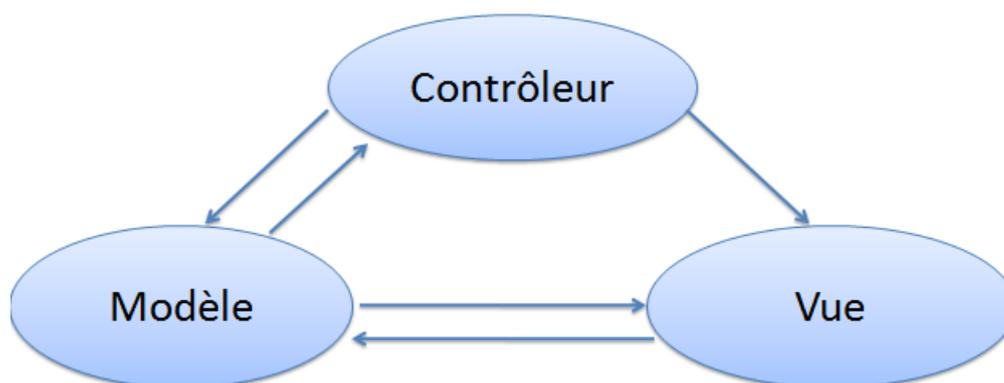
#### d) Service de base de données MySQL

Chaque application web, simple ou compliquée, nécessite une base de données pour stocker les données collectées. MySQL Database Service est un service de base de données entièrement géré pour déployer des applications natives du cloud en utilisant la base de données open source la plus populaire au monde. Ce service est développé, géré et supporté à 100% par l'équipe de MySQL.

## e) MVC

On peut difficilement parler d'un framework sans évoquer le patron Modèle-Vue-Contrôleur. Pour certains il s'agit de la clé de voûte de toute application rigoureuse, pour d'autres c'est une contrainte qui empêche d'organiser judicieusement son code.

FIGURE 3.7: Fonctionnement d'un framework



C'est un modèle d'organisation du code :

- le modèle est chargé de gérer les données,
- la vue est chargée de la mise en forme pour l'utilisateur,
- le contrôleur est chargé de gérer l'ensemble.

En général on résume en disant que le modèle gère la base de données, la vue produit les pages HTML et le contrôleur fait tout le reste.

## f) POO

Laravel est fondamentalement orienté objet. La POO est un design pattern qui s'éloigne radicalement de la programmation procédurale. Avec la POO tout le code est placé dans des classes qui découlent d'interfaces qui établissent des contrats de fonctionnement. Avec la POO on manipule des objets.

## Conclusion

En ce qui concerne notre chapitre pratique, nous avons commencé par donner une brève présentation de la compagnie d'assurance CAARAMA au sein de laquelle nous avons eu la chance de faire notre expérience.

Avant d'entamer notre évaluation, nous avons d'abord présenté notre contrat qui est le temporaire au décès emprunteur (son objet, son mécanisme), ensuite nous nous sommes passés à donner une idée sur notre portefeuille sur lequel notre évaluation sera effectuée.

L'évaluation de notre portefeuille en utilisant le langage de traitement statistique **R** était efficace et rapide pour calculer les primes et les provisions mathématiques des milliers de contrats, ainsi que

pour tester certaines hypothèses et arriver à conclure certaines relations. Mais cela n'était pas suffisant pour automatiser notre traitement aux données.

Dans le but d'automatiser notre traitement de données, nous avons créé une application web à base de framework Laravel, qui nous a permis d'obtenir une interface web disponible à l'usage n'importe quel utilisateur qui ne maîtrise pas le langage **R**.

---



## Conclusion générale

---

L'assurance vie est la solution radicale pour se prémunir des conséquences des aléas de vie et les événements incertains qui causent le décès d'un homme. Aussi c'est le meilleur moyen pour garantir une dette ou un crédit ou pour construire une épargne dans le but d'améliorer son revenu futur.

Notre étude a été réalisée dans l'objectif de connaître le fonctionnement technique des compagnies d'assurance de personnes en matière de calcul des provisions mathématiques et des primes d'assurance..

Pour répondre à notre problématique, et aider les compagnies d'assurance de personnes à améliorer le système de calcul des provisions ainsi que la tarification de leurs produits vie, nous avons proposé d'utiliser un programme de langage R pour calculer les primes et les provisions mathématiques sur un portefeuille temporaire au décès emprunteur de la CAARAMA assurances.

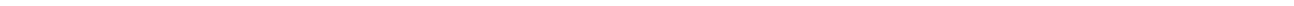
En réalisant ce programme par le langage R, nous nous sommes persuadé que cette application n'était pas conforme à la demande de la compagnie d'assurance CAARAMA qui possède plusieurs structures (agences, directions régionales et directions centrales) qui doivent se connecter entre elles. C'est pourquoi, nous avons réfléchi à proposer la création d'une application web qui sera facile à manipuler et être utilisée par n'importe quel utilisateur.

Notre étude a répondu aux besoins techniques de la CAARAMA assurance, mais notre focalisation sur le contrat temporaire au décès emprunteur pose des limites à l'utilisation de nos applications pour une compagnie qui commercialise une panoplie de produits.

Afin d'étendre l'utilisation de nos deux applications par la CAARAMA, nous suggérons leurs généralisation pour intégrer tous les produits commercialisés par la société. Ce travail d'extension des applications pourra faire objet des travaux futurs des autres étudiantes et chercheurs.



# *ANNEXES*



**Annexe A Les tables de mortalité****Tableau A.1 - Table de mortalité TD 97-99.**

<b>x</b>	<b>lx</b>	<b>dx</b>	<b>x</b>	<b>lx</b>	<b>dx</b>	<b>x</b>	<b>lx</b>	<b>dx</b>
0	100000	5599	36	88486	234	72	56767	2379
1	94401	755	37	88252	245	73	54388	2501
2	93646	385	38	88007	257	74	51887	2619
3	93261	172	39	87750	270	75	49268	2557
4	93089	141	40	87480	284	76	46711	2629
5	92948	164	41	87196	300	77	44082	2693
6	92784	118	42	86896	317	78	41389	2746
7	92666	84	43	86579	336	79	38643	2788
8	92582	63	44	86243	356	80	35855	2815
9	92519	53	45	85887	379	81	33040	2826
10	92466	91	46	85508	403	82	30214	2817
11	92375	87	47	85105	430	83	27397	2787
12	92288	89	48	84675	459	84	24610	2735
13	92199	94	49	84216	491	85	21875	2657
14	92105	104	50	83725	526	86	19218	2555
15	92001	114	51	83199	564	87	16663	2426
16	91887	121	52	82635	605	88	14237	2273
17	91766	130	53	82030	650	89	11964	2096
18	91636	140	54	81380	699	90	9868	1899
19	91496	154	55	80681	751	91	7969	1687
20	91342	149	56	79930	808	92	6282	1464
21	91193	152	57	79122	870	93	4818	1237
22	91041	154	58	78252	936	94	3581	1014
23	90887	157	59	77316	1007	95	2567	803
24	90730	160	60	76309	1084	96	1764	610
25	90570	163	61	75225	1166	97	1154	441
26	90407	167	62	74059	1253	98	713	302
27	90240	171	63	72806	1345	99	411	193
28	90069	176	64	71461	1444	100	218	114
29	89893	181	65	70017	1547	101	104	60
30	89712	187	66	68470	1656	102	44	28
31	89525	193	67	66814	1769	103	16	11
32	89332	200	68	65045	1886	104	5	4
33	89132	207	69	63159	2007	105	1	1
34	88925	215	70	61152	2130			
35	88710	224	71	59022	2255			

Tableau A.2 - Table de mortalité TV 97-99.

x	lx	dx	x	lx	dx	x	lx	dx
0	100000	5061	36	90519	188	72	63728	2221
1	94939	884	37	90331	202	73	61507	2343
2	94055	428	38	90129	215	74	59164	2444
3	93627	130	39	89914	229	75	56720	2862
4	93497	106	40	89685	248	76	53858	3049
5	93391	110	41	89437	268	77	50809	3220
6	93281	80	42	89169	286	78	47589	3370
7	93201	59	43	88883	297	79	44219	3492
8	93142	43	44	88586	304	80	40727	3578
9	93099	37	45	88282	307	81	37149	3626
10	93062	61	46	87975	319	82	33523	3626
11	93001	59	47	87656	334	83	27897	3578
12	92942	57	48	87322	340	84	26319	3478
13	92885	60	49	86982	375	85	22841	3327
14	92825	64	50	86607	395	86	19514	3127
15	92761	68	51	86212	417	87	16387	2885
16	92693	72	52	85795	447	88	13502	2605
17	92621	75	53	58348	484	89	10897	2302
18	92546	78	54	84864	526	90	8595	1984
19	92468	83	55	84338	556	91	6611	1665
20	92385	75	56	83782	583	92	4946	1356
21	92310	80	57	83199	627	93	3590	1071
22	92230	83	58	82572	693	94	2519	816
23	92147	85	59	81879	781	95	1703	598
24	92062	89	60	81098	864	96	1105	420
25	91973	104	61	80234	936	97	685	281
26	91869	105	62	79298	1017	98	404	179
27	91764	110	63	78281	1113	99	225	108
28	91654	115	64	77168	1231	100	117	60
29	91539	121	65	75937	1378	101	57	32
30	91418	187	66	74559	1527	102	25	15
31	91231	139	67	73032	1657	103	10	6
32	91092	126	68	71375	1765	104	4	3
33	90966	127	69	69610	1846	105	1	1
34	90839	145	70	67764	1948			
35	92694	175	71	65816	2088			

## Annexe B Formules de calcul des primes pures de quelques contrats vie

**Tableau B.1 - Les nombres de commutation.**

Le nombre de commutation	L'expression de calcul
$D_x$	$l_x * (1 + i)^{-x}$
$N_x$	$\sum_{k=0}^{w-x} D_{x+k}$
$S_x$	$\sum_{k=0}^{w-x} N_{x+k}$
$C_x$	$d_x * (1 + i)^{-(x+\frac{1}{2})}$
$M_x$	$\sum_{k=0}^{w-x} C_{x+k}$
$R_x$	$\sum_{k=0}^{w-x} M_{x+k}$

**Source :** établi par nous même à partir du cours de *Renaud Bourlès : Introduction à l'actuariat*, AMSE, Marseille

Notation actuarielle	Nombre de commutation
${}_nE_x$	$D_{x+n}/D_x$
$\ddot{a}_x$	$N_x/D_x$
$a_x$	$N_{x+1}/D_x$
$ n\ddot{a}_x$	$(N_x - N_{x+n})/D_x$
${}_n \ddot{a}_x$	$N_{x+n}/D_x$
$ na_x$	$(N_x - N_{x+n+1})/D_x$
${}_n a_x$	$N_{x+n+1}/D_x$
$A_x$	$M_x/D_x$
$ nA_x$	$(M_x - M_{x+n})/D_x$

**Source :** Fonctionnement technique et actuariel de l'assurance vie et capitalisation, séminaire conjoint FANAF,BAMAKO , 26-30 Novembre 2007, p.56

$p$  = durée de paiement des primes

$n$  = durée de contrat

$x$  = âge de l'assuré à la souscription

**Tableau B.2 - Primes pures contrats individuels classiques**

Type Contrat	Prime Unique Pure	Prime Annuelle Pure
Capital Différé S.C.A	$C * \frac{D_{x+n}}{D_x}$	$C * \frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+p}}$
Temporaire Décès	$C * \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x}$	$C * \frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+p}}$
Vie Entière	$C * \frac{M_x}{D_x}$	$C * \frac{M_x}{N_x}$ ( prime viagère $p = \infty$ )  $C * \frac{M_x}{N_x - N_{x+p}}$ (primes périodiques de durée P)
Contrat Mixte Classique	$C * \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x}$	$C * \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+p}}$

**Source :** Fonctionnement technique et actuariel de l'assurance vie et capitalisation, séminaire conjoint FANAF,BAMAKO, 26-30 Novembre 2007, p.57

## **Annexe C Formules de calcul des primes commerciales**

$g_1$  = chargements de gestion des primes

$g_2$  = chargements de gestion du contrat

$f$  = frais d'acquisition

Tableau C - Primes commerciales contrats individuels classiques

Type et chargements dU contrat	Prime Unique Commerciale	Prime Annuelle Commerciale
CD S.C.A  $g_1 = 0.35\%$  $g_2 = 0.15\%$  $f = 8\%$	$C * \left[ \frac{D_{x+n} + 0.0015 * (N_x - N_{x+n})}{0.92 * D_x} + 0.0035 \right]$	$p < n$  $C * \left[ \frac{D_{x+n} + 0.0015 * (N_x - N_{x+n})}{N_x - N_{x+p}} \right] / 0.92$  $p = n$  $C * \left[ \frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} + 0.0015 \right] / 0.92$
TD  $g_1 = 0$  $g_2 = 0.1\%$  $f = 15\%$	$C * \left[ \frac{M_x - M_{x+n} + 0.001 * (N_x - N_{x+n})}{0.85 * D_x} \right]$	$p < n$  $C * \left[ \frac{M_x - M_{x+n} + 0.001 * (N_x - N_{x+n})}{0.85 * (N_x - N_{x+n})} \right]$  $p = n$  $C * \left[ \frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} + 0.001 \right] / 0.85$
VE  $g_1 = 0.35\%$  $g_2 = 0.15\%$  $f = 12\%$	$C * \left[ \frac{M_x + 0.0015 * N_x}{0.88 * D_x} \right]$	Primes viagères ( $p = \infty$ )  $C * \left[ \frac{M_x}{N_x} + 0.005 \right] / 0.88$  Primes périodiques de durée $p$  $C * \left[ \frac{M_x + 0.0015 * N_x}{N_x - N_{x+p}} + 0.0035 \right] / 0.88$
MC  $g_1 = 0.35\%$  $g_2 = 0.15\%$  $f = 12\%$	$C * \left[ \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n} + 0.0015 * (N_x - N_{x+n})}{0.88 * D_x} \right]$	$p < n$  $C * \left[ \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n} + 0.0015 * (N_x - N_{x+n})}{N_x - N_{x+p}} + 0.0035 \right] / 0.88$  $p = n$  $C * \left[ \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} + 0.005 \right] / 0.88$

Source : Fonctionnement technique et actuariel de l'assurance vie et capitalisation, seminaire conjoint FANAF,p.64 ,BAMAKO, 26-30 Novembre 2007

---



---

## *Références Bibliographiques*

## Ouvrages

- COUILBAULT.D ; ELIASHBERG.C ; LATRASSE.M, « *Les grands principes de l'assurance* », éd L'AGRUS, 6ème édition, Paris, 2003
- HASSID.A, « *Introduction à l'étude des assurances économiques* », éd ENAL, Alger, 1984
- Hess.C, « *Méthodes actuarielles en assurance vie* », éd Economica, Paris, 2000
- ITURRIOS.R, « *Assurance agricole* », éd Rodolfo Wehrhahn , Washington, 2009
- LAMBERT DENIS-CLAIR. « *Économie des assurances* », éd ARMAND COLIN, France, 1997
- LAMBERT-FAIVER.Y, « *Droit des assurance* », éd DALLOZ, 11ème édition, Paris, 2001
- MORLAYE.F, « *Risk management et assurance* », éd ECONOMICA, Paris, 2005
- ROUSSEAU.N ; BLAYAC.J.M ; OULMANE.T, « *Introduction à la théorie de l'assurance* ».éd DUNOD, Paris, 2001
- YEATMAN.J, « *Manuel international de l'assurance* », éd ECONOMICA, Paris, 2005
- ZAJDENWEBER.D, « *Économie et gestion de l'assurance* », éd ECONOMICA , Paris, 2006

## Thèses et mémoires

- Azzouz.A, « Conception et mise en place d'un produit Epargne-Retraite au sein d'une société d'assurance », mémoire pour obtention de Post-graduation spécialisée en sciences actuarielles, université H. Boumediene Alger, 2015
- Boumchella.Y ; Bouarour.M, « Évolution des produits d'assurances de personnes en Algérie 2005/2015 : Incidence sur le taux de bancarisation et d'épargne. », mémoire de master en sciences économiques, option MFB, université M.Maamri Tizi Ouzou, 2016
- BOUZID.A ; BOUZOUAG.S, « Analyse du marché des assurances privées en Algérie et les perspectives de son développement », mémoire du master en sciences économiques, option MFB, université M.Maamri Tizi Ouzou, 2015
- FALLONE.K.M, « L'assurance vie en République Démocratique du Congo », mémoire de master, université de Kinshasa, république démocratique de Congo, 2008
- KENGA .M TSHIELEKEJA, « Assurance : catalyseur du développement modèle de référence et applications au cas de république démocratique de Congo », thèse de doctorat ,Lovain school of management : université Catholique de Louvain, 2001
- MEZDAD.L, « Essai d'analyse du secteur des assurances et de sa contribution dans l'intermédiation financière nationale », mémoire du magister en sciences économiques, option MFB, université A.Mira Béjaia, 2006
- ZAGROUBA.Z, « Impact du taux d'intérêt et du taux de change sur la volatilité des banques tunisiennes », master de recherche en finance, faculté des sciences économiques et de gestion de Tunis, 2016

## Articles

- De Leers.R ; Zerrouki.K, forum des Assurances d'Alger, réforme dans les assurances : plus de rigueur au service de la société.
- ding227 DOUAKH.M, « Mécanisme de la réassurance vie », EHEA, Alger, 2018
- FLICLI.F ; SENOUCI.K ; HANNANI.Y , « Tables de mortalités d'expérience incorporant une échelle de projection : adaptation aux cas de retraites en Algérie », décembre 2017
- KHARROUBI.I, « Actuariat », université Paris Dauphine
- Jihene.C, mathématiques financières « Intérêts Composés », Tunis, avril 2018

- MANCER.I, « Mathématiques financières »,UAMO(Bouira), 2015-2016
- MENDIL.D, « Le niveau de vie des retraités algériens et l'inégalité des retraites », faculté des sciences économiques, des Sciences de Gestion et des Sciences Commerciales, université A.Mira , Bejaia, Algérie.
- PLANCHET.F, « Tables de mortalité », ISFA, Lyon, aout 2020
- Saliou BAKAYOKO.M, fonctionnement technique et actuariel de l'assurance vie et capitalisation, seminaire conjoint FANAF ,BAMAKO, 26-30 Novembre 2007
- YANAT.S, « Bases techniques de l'assurance », formation Bancassurance : CAAT-BNA, novembre 2009
- YVES Lefrançois,« L'assurance vie », formation en collaboration avec virage coaching, juin 2015

### *Code algérien des assurances*

- L'ordonnance n<sup>o</sup> 95-07 du 25 janvier 1995 relative aux assurances.

### *Webographie*

- [www.assurance-et-mutuelle.com](http://www.assurance-et-mutuelle.com)
- [www.droit-finances.com](http://www.droit-finances.com)
- [www.reassurez-moi.fr](http://www.reassurez-moi.fr)
- [www.lafinancepourtous.com](http://www.lafinancepourtous.com)
- [billetdebanque.panorabanques.com](http://billetdebanque.panorabanques.com)
- [www.linternaute.fr](http://www.linternaute.fr)
- [www.investissementmalin.fr](http://www.investissementmalin.fr)
- [www.avocat-assurance-vie.fr](http://www.avocat-assurance-vie.fr)
- [www.wikifin.be](http://www.wikifin.be)
- [orbi.uliege.be](http://orbi.uliege.be)
- [www.inc-conso.fr](http://www.inc-conso.fr)
- [www.axa.dz](http://www.axa.dz)
- [www.cna.dz](http://www.cna.dz)
- [dito.seloger.com](http://dito.seloger.com)
- [www.atlas-mag.net](http://www.atlas-mag.net)
- [www.caarama.dz](http://www.caarama.dz)