



## Mémoire de fin d'Etude

### Thème

**Générateur de scénarios économiques en ALM automobile : Cas de  
la MAE Assurances**

*Présenté et soutenu par :*

**Dorra Ben Amara**

*Encadré par :*

**M. Najed Ksouri**

*Etudiant(e) parainné(e) par :*

**MAE Assurances**

## REMERCIENMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon encadrant Monsieur **Mohamed Najed Ksouri**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je tiens, ensuite, à exprimer ma reconnaissance à l'ensemble du personnel de mon entreprise de parrainage « **la Mutuelle Assurance de l'Enseignement** » et plus particulièrement ceux de la Direction Financière. Mes remerciements les plus distingués s'adressent à mes tuteurs de stage, Madame **Myriam Ben Abdennebi**, et Monsieur **Lassaad El Ghak** pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité, et leurs conseils précieux.

A tous mes professeurs et enseignants auxquels je suis redevable. Sans oublier mes chers parents, mes amis et mes proches pour leur encouragement.

## SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	i
LISTE DES FIGURES.....	ii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	iii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU CONTEXTE DE LA GESTION ACTIF-PASSIF.....	4
INTRODUCTION.....	4
SECTION 1 : GESTION ACTIF-PASSIF EN ASSURANCE.....	4
SECTION 2 : GÉNÉRATEURS DE SCÉNARIOS ÉCONOMIQUES.....	15
SECTION 3 : MODÉLISATION ACTIF-PASSIF.....	21
CONCLUSION.....	30
CHAPITRE 2 : MISE EN PLACE D'UN GSE ET CADRE EMPIRIQUE DE L'ETUDE....	33
INTRODUCTION.....	33
SECTION 1 : PRÉSENTATION DE LA SITUATION DE LA MAE.....	33
SECTION 2 : PROJECTION DES VARIABLES MACRO-ÉCONOMIQUES.....	41
SECTION 3 : CONSTRUCTION D'UN MODELE ALM PROSPECTIF.....	51
CONCLUSION.....	62
CONCLUSION GENERALE.....	63
BIBLIOGRAPHIE.....	65
ANNEXES.....	i

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Compte d'exploitation de la branche automobile .....	13
<b>Tableau 2</b> : Typologies de provisions en assurance non-vie .....	22
<b>Tableau 3</b> : Indicateurs de la branche automobile .....	40
<b>Tableau 4</b> : Corrélations des variables historiques .....	47
<b>Tableau 5</b> : Structure des provisions non-vie .....	52
<b>Tableau 6</b> : Facteurs de développement calculés .....	52
<b>Tableau 7</b> : Hypothèses de projection pour le portefeuille automobile .....	54
<b>Tableau 8</b> : Valeurs PSAP projetées .....	54
<b>Tableau 9</b> : Projection prospective du Bilan sur 15 ans .....	55
<b>Tableau 10</b> : Projection prospective de l'état de résultat sur 15 ans .....	56
<b>Tableau 11</b> : Projection prospective de l'état de flux de trésorerie sur 15 ans .....	57
<b>Tableau 12</b> : Répartition des classes d'actifs selon les trois scénarii .....	58
<b>Tableau 13</b> : Résultats statistiques pour les différents scénarios .....	59

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Bilan simplifié	9
<b>Figure 2</b> : Flux générés par l'actif et le passif	10
<b>Figure 3</b> : Evolution des primes émises par catégories	12
<b>Figure 4</b> : Répartition des primes émises par branches	13
<b>Figure 5</b> : Étapes d'élaboration d'un GSE	16
<b>Figure 6</b> : Comparaison entre les deux structures de projection	17
<b>Figure 7</b> : Structure du modèle de Wilkie	18
<b>Figure 8</b> : Structure du modèle de Brennan and Xia	19
<b>Figure 9</b> : Structure du modèle d'Ahlgrim et AL	20
<b>Figure 10</b> : Structure schématique du Bootstrap	21
<b>Figure 11</b> : Hiérarchie des actifs en fonction de l'horizon de placement	27
<b>Figure 12</b> : Principe d'un outil de projection en assurance non-vie	30
<b>Figure 13</b> : Structure des actifs de la MAE en 2021	34
<b>Figure 14</b> : Structure des CP & Passifs de la MAE en 2021	34
<b>Figure 15</b> : Évolution des primes émises et acceptées vie et non-vie	35
<b>Figure 16</b> : Structure du chiffre d'affaires en 2021	35
<b>Figure 17</b> : Structure des provisions en 2021	36
<b>Figure 18</b> : Répartition des PSAP non-vie par branches en 2021	37
<b>Figure 19</b> : Structure des placements de la compagnie en 2021	38
<b>Figure 20</b> : Évolution de la structure des placements	38
<b>Figure 21</b> : Évolution du taux de couverture	39
<b>Figure 22</b> : Taux de la performance technique	41
<b>Figure 23</b> : Évolution du taux d'inflation	42
<b>Figure 24</b> : Évolution du taux de marché monétaire	43
<b>Figure 25</b> : Évolution du Tunindex durant la période 2007-2021	44
<b>Figure 26</b> : Évolution du rendement action	44
<b>Figure 27</b> : Évolution de l'indice général des prix de l'immobilier	45
<b>Figure 28</b> : Évolution du rendement de l'immobilier	45
<b>Figure 29</b> : Courbe des taux	46
<b>Figure 30</b> : Profil rendement- risque des variables	47
<b>Figure 31</b> : Trajectoires futurs actions	50
<b>Figure 32</b> : Trajectoires futures - immobilier	50
<b>Figure 33</b> : Trajectoires futures taux long	50
<b>Figure 34</b> : Trajectoires futures taux court	51
<b>Figure 35</b> : Allocation d'actifs initiale	58
<b>Figure 36</b> : Distribution du rendement sous le deuxième scénario	59
<b>Figure 37</b> : Distribution du rendement sous le premier scénario	60
<b>Figure 38</b> : Distribution du rendement sous le troisième scénario	61
<b>Figure 39</b> : Profil rendement/ risque des investissements	61

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**ALM** : Asset Liability Management

**CGA** : Comité Général des Assurances

**CMF** : Conseil du Marché Financier

**GAP** : Gestion Actif-Passif

**GSE** : Générateur de scénarios économique

**TMM** : Taux du Marché Monétaire

**YTM**: Yield To Maturity

## INTRODUCTION GENERALE

Dans un environnement incertain, volatile, caractérisé par une concurrence acharnée, les compagnies d'assurance doivent gérer des risques assurantiels souscrits auprès des assurés auxquels s'ajoutent des risques financiers portés à l'actif du bilan induits par l'inversion du cycle de production.

La gestion de ces risques nécessite un pilotage prospectif de l'activité dirigé par l'ALM, (Asset & Liability Management), une discipline qui consiste à mener des analyses et évaluer toute décision de gestion dans le cadre de l'équilibre dynamique du bilan tout en maîtrisant l'ensemble des risques auxquels une compagnie d'assurance s'expose en exerçant ses activités.

A cet effet, les assureurs sont appelés à se doter des outils fondamentaux pour mesurer ces risques et avoir une vision quotidienne et prospective sur leurs activités pour faire des décisions optimales d'allocation d'actifs et de satisfaire les engagements envers les assurés.

En effet, la mise en place de modèles ALM permet de définir l'allocation stratégique d'actifs qui vise à optimiser le couple rendement/risque sous contrainte du passif. L'évolution de la réglementation de l'activité assurantielle et du contexte économique, replace ce concept au centre de toutes les préoccupations des assureurs.

En Tunisie, l'article 8 du Règlement CGA<sup>1</sup>n°1/2021, modifié en 2021, relatif aux différents axes constituant le rapport de solvabilité qui contient l'opinion sur la politique de placement, et plus précisément les investissements qu'il met en place pour garantir la continuité de son activité. Dans ce contexte, cet article précise la mission attendue dans le cadre de l'émission d'avis sur la politique de placement : « *évaluation de la **suffisance des placements représentatifs des engagements sur le court terme, le moyen et le long terme, vérification de la disponibilité et de la liquidité et du rendement des actifs de la société, les orientations stratégiques de la politique de placement et une analyse **prospective gestion actif-passif***** »

Les outils de modélisation prospective en ALM proposent désormais différentes approches, parmi eux, se trouvent les générateurs de scénarios économiques (GSE). En effet, un GSE est un véritable outil d'aide à la décision dans le domaine de la gestion des risques et

---

<sup>1</sup> Comité Général des Assurances

qui correspond à une projection sur un horizon d'intérêt de grandeurs économiques et financières telles que les taux d'intérêts, le taux d'inflation, etc.

Ces variables projetées permettent à l'assureur d'avoir une vision prospective sur l'évolution de ses états financiers. C'est à ce titre que les générateurs de scénarios économiques constituent un exercice incontournable pour les modèles ALM.

De ce fait, la problématique que nous voudrions étudier dans le cadre de ce mémoire consiste à montrer **comment notre compagnie d'assurance peut optimiser sa décision d'allocation stratégique d'actifs à travers l'utilisation des générateurs de scénarios économiques.**

Dans ce mémoire, nous allons nous focaliser sur la catégorie non-vie et plus précisément sur la branche automobile vu que cette dernière accapare la part la plus importante dans le chiffre d'affaires de la **Mutuelle Assurance de l'Enseignement**. Notre objectif est de construire un modèle d'ALM prospectif qui nous permettra de garantir une stratégie d'allocation d'actifs optimale pour le portefeuille automobile, pour que notre compagnie puisse faire face à ses engagements envers ses assurés.

Pour la génération de scénarios économiques, nous allons adopter les techniques de **Bootstrapping** afin de rééchantillonner à chaque fois de nouveau scénario.

Pour ce faire, le travail sera organisé en deux parties, nous verrons dans un premier temps le contexte général, l'historique de l'ALM et son évolution à travers le temps et ses caractéristiques dans le cadre d'une compagnie d'assurance. Puis, nous allons aborder les générateurs de scénarios économiques et les principaux modèles de projections, avant de finalement présenter les méthodologies de modélisation actif-passif.

La deuxième partie présentera le cadre empirique de l'étude, et qui sera décomposée en trois sections. La première sera dédiée à l'analyse de la situation initiale de la MAE Assurances, la deuxième section traitera les données macro-économiques que nous allons projeter, définies en tant que variables GSE, et nous finirons par la construction d'un modèle ALM prospectif pour notre portefeuille étudié.

***Chapitre 1 :***

***Présentation du contexte de la gestion  
actif-passif***

# CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU CONTEXTE DE LA GESTION ACTIF-PASSIF

## INTRODUCTION

Les études ALM visent à contrôler les risques liés à l'évolution de l'environnement économique dans lequel une compagnie d'assurance opère, en tenant compte des engagements du passif, ainsi que de quantifier l'effet d'une éventuelle prise de décision par les décideurs sur le portefeuille de la compagnie.

A titre d'exemple, l'objectif peut être d'optimiser le rendement des actifs grâce à une nouvelle allocation stratégique en prenant en considération les engagements du passif de l'assureur.

A cet effet, la projection des flux d'un portefeuille d'assurance permet à la compagnie d'évaluer ses risques ou encore de piloter sa rentabilité. Un générateur de scénario économique s'avère donc un outil crucial d'aide à la décision dans le domaine de la gestion des risques en permettant d'obtenir des projections dans le futur des valeurs des éléments présents dans les deux compartiments du bilan de la société d'assurance, les actifs et les passifs.

Dans ce premier chapitre, nous présenterons dans une première section l'approche ALM dans une compagnie d'assurance, son évolution à travers les générations ainsi que les spécificités de la branche automobile. Par la suite, nous développerons la notion du GSE, son utilité, les étapes de son élaboration et ses principaux modèles de projections. Finalement, nous présenterons, les méthodologies de modélisation actif-passif.

## SECTION 1 : GESTION ACTIF-PASSIF EN ASSURANCE

L'Asset Liability Management (ALM), ou la gestion actif-passif est d'abord apparue dans les banques aux années 1930 grâce aux crises financières et à la prise de conscience des régulateurs. En effet, À la suite des difficultés de grandes institutions financières au cours de la grande dépression, les gouvernements ont mis en place une surveillance et une réglementation du secteur de l'épargne, d'où, l'apparition des concepts financiers comme l'immunisation et la duration. Ces deux concepts ne sont généralisés qu'après la crise financière des années 1970<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Le premier choc pétrolier a remis en question l'activité bancaire traditionnelle

En 1980, la crise a été une conséquence d'engagements de taux d'intérêt importants qui se sont avérés difficiles à honorer, dans la mesure où la liquidité des actifs a été parfois non suffisante pour affronter la diminution de la collecte et la hausse du taux de rachat anticipé contribuant à la cession d'actifs dépréciés.

Et depuis, ces crises financières replacent l'ALM au centre de toutes les préoccupations des assureurs, ce qui a fait que les autorités de contrôle des compagnies d'assurance ont intégré progressivement des outils de gestion actif-passif dans les éléments de Reporting.

Cette dernière est apparue d'abord dans les banques après une prise de conscience plus poussée des risques financiers. Puis, elle est apparue en assurance vie suite à :

- L'émergence de la bancassurance
- Contexte porteur d'une baisse des taux continue depuis 15 ans
- Options cachées de plus en plus répandues (avances sur polices, rachat, prorogation...)

## **1.1. ÉVOLUTION DE L'ALM A TRAVERS LE TEMPS**

### **1.1.1. OBJECTIFS DE L'ALM**

En s'inspirant d'une publication qui est dédiée par la société Optimind<sup>3</sup>, nous pouvons dire que « l'ALM est indispensable du fait de l'inversion du cycle de production qui implique un temps de latence plus ou moins important entre le pilotage de l'activité et la constatation de ses bénéfices sur le bilan de la compagnie. Ce temps de latence requiert une vision prospective de l'évolution de la valeur et des risques de la compagnie d'assurance afin d'anticiper la stratégie commerciale et la stratégie d'allocation des placements »<sup>4</sup>.

La gestion actif-passif a donc pour objectifs :

- Assurer la cohérence de la gestion du bilan
- Définir une stratégie de gestion de l'actif en fonction du passif
- Remplir les obligations réglementaires

---

<sup>3</sup> Société de conseil en actuariat et gestion des risques, OPTIMIND est un interlocuteur de référence pour les assureurs, m1utuelles, banques et grandes entreprises qui souhaitent un partenaire métier les accompagnant dans leurs projets

<sup>4</sup> [DT201109 ALM OPTIMIND.pdf](#)

L'objectif de toute stratégie ALM consiste à réaliser un adossement actif-passif afin de limiter les risques de marché contingents au règlement des prestations. De ce fait, il s'agit de réaliser une concordance entre les échéanciers au passif et à l'actif.

En effet, un adossement actif-passif est une contrainte partagée par l'ensemble du marché de l'assurance qui permet de limiter l'exposition de la compagnie aux risques des marchés financiers. Ce dernier, consiste à établir une allocation des placements dont les dividendes, coupons, loyers et échéances de capital permettent de régler la grande majorité des prestations aux assurés en limitant le risque de devoir céder des actifs sur le marché secondaire.

### **1.1.2. OUTILS DE L'ALM**

- **Outils de la 1<sup>ère</sup> génération : Approche statique**

Ce sont des outils qui reposent sur une projection statique des flux financiers actif-passif et un suivi de ces cash-flows en termes des impasses et duration sans tenir compte des productions nouvelles.

- **Outils de la 2<sup>ème</sup> génération : Approche dynamique**

Cette approche a pour objectif d'actualiser la totalité des flux actif-passif en fonction de la stratégie qui sera adoptée par l'assureur. En effet, elle est plus favorable que l'approche statique ayant une vision rétrospective, ne permettant pas d'estimer les flux actif-passif futurs.

Ces outils sont des modèles de simulation de bilan qui permettent de projeter les résultats et l'évolution du bilan, selon un ensemble d'hypothèses (Scénarios) en tenant compte de la production future.

- **Outils de la 3<sup>ème</sup> génération : vers une approche plus stochastique**

Bien que les approches déterministes permettent de rejeter certaines allocations d'actifs par stress testing, elles ne permettent pas d'obtenir l'allocation optimale en environnement multi-variable.

Les outils de la 3<sup>ème</sup> génération sont des modèles stochastiques qui donnent un sens à la notion de probabilité d'un scénario économique et financier. Cette approche génère des scénarios futurs selon le contexte économique dans le but de donner une mesure cohérente des risques actif- passif.

- **Simulation de Monte-Carlo**

La plupart des systèmes sont trop complexes pour que l'on puisse modéliser les effets de l'incertitude, dont il faut l'objet, à l'aide de techniques analytiques. Néanmoins, ils peuvent être évalués en considérant les entrées comme des variables aléatoires et en procédant à un certain nombre N de calculs appelé (simulations) dans lesquels les entrées sont échantillonnées N résultats possibles du résultat souhaité.

Cette méthode peut résoudre des situations complexes qu'il serait difficile de résoudre par une méthode analytique

- **Générateurs de scénarios économiques**

Un scénario économique est défini comme étant une projection sur un horizon T d'intérêt de grandeurs économiques et financières : taux d'intérêt, prix des actions, inflation etc.

Dans le but de respecter les contraintes du passif, l'analyse de l'évolution économique et financière est indispensable. Ceci constitue une phase fondamentale dans le processus d'allocation stratégique des actifs d'une entreprise d'assurance.

- **Outils de la 4ème génération : techniques d'optimisation dynamique / contrôle stochastique**

- Programmation d'algorithme d'optimisation stochastique

- Recherche automatique d'allocations stratégiques

### **1.1.3. MECANISMES DE L'ALM**

- ❖ Le mandat de gestion d'actifs

- Cahier des charges de la gestion financière :

Le cahier des charges de la gestion financière représente « le résultat d'une analyse approfondie des objectifs définis avec prudence, des contraintes et de l'environnement réglementaire et comptable de la compagnie »<sup>5</sup>.

Pour cela, un processus hiérarchisé et guidé est requis par l'analyse de scénarios actif-passif :

- ✓ L'identification des contraintes et des objectifs

---

<sup>5</sup> Ksouri, M. N. (2022). Gestion Actif-Passif en Assurance

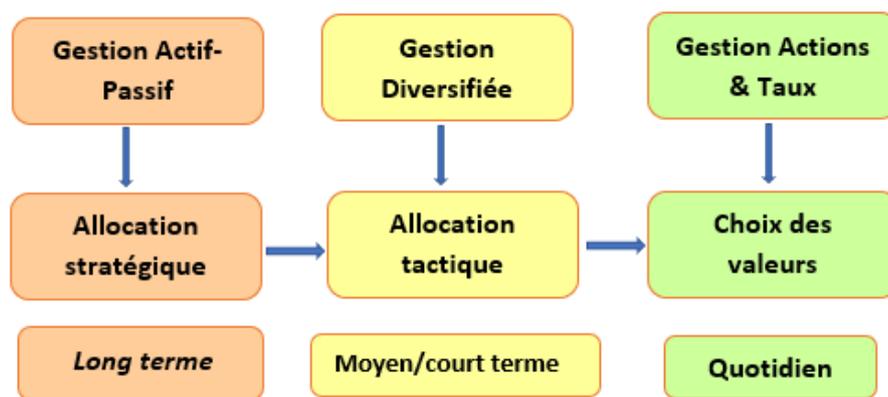
- ✓ La définition d'une stratégie (politique) financière
- ✓ Rédiger le cahier des charges de la gestion financière

L'allocation stratégique entre les actifs représente un des éléments de la politique financière. En effet, il faut trouver des compromis entre un rendement élevé et un faible risque.

Pour établir ces compromis, il faut étudier des scénarios économiques et trouver l'allocation optimale. Cette allocation doit être vérifiée avec des contraintes comptables.

❖ Allocation d'actifs

• Processus de gestion :



• Principe :

Dans la méthode d'investissement (allocation d'actifs), l'investisseur construit un portefeuille constitué de plusieurs classes d'actifs comme les actions, les obligations et la liquidité tenant compte de la fonction de ses **objectifs spécifiques**, sa tolérance au **risque**, et de son horizon d'investissement.

## 1.2. GESTION ACTIF-PASSIF AU SEIN D'UNE COMPAGNIE D'ASSURANCE

« Les entreprises d'assurance doivent procéder en permanence à une évaluation de leurs risques financiers en effectuant notamment des simulations de l'impact de la variation des taux d'intérêt et des cours boursiers sur leur actif et leur passif et des simulations comparées de l'exigibilité de leur passif et de la liquidité de leur actif » (article R.332-1-2 du code des assurances entré en vigueur le 3 août 1999)

En effet, La Gestion Actif-Passif (GAP) ou Asset-Liability Management (ALM) en anglais englobe l'ensemble des techniques qui visent à analyser, mesurer et gérer les différents risques encourus dans une compagnie d'assurance et servent également à faire de l'optimisation

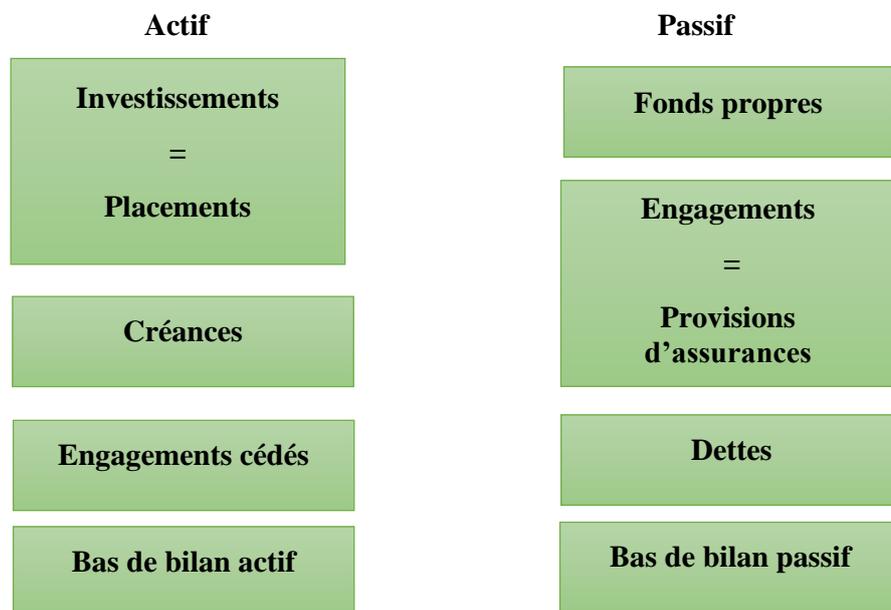
au cours du temps à travers des calculs actuariels tout en respectant les normes réglementaires afin de modéliser un scénario économique adéquat pour l'assureur à un niveau de risque défini.

Ainsi, l'ALM prend en compte :

- Les objectifs de la compagnie en termes de performance et de risque
- Les contraintes externes en termes de concurrence et de communication financière

### 1.2.1. BILAN SIMPLIFIÉ D'UNE COMPAGNIE D'ASSURANCE

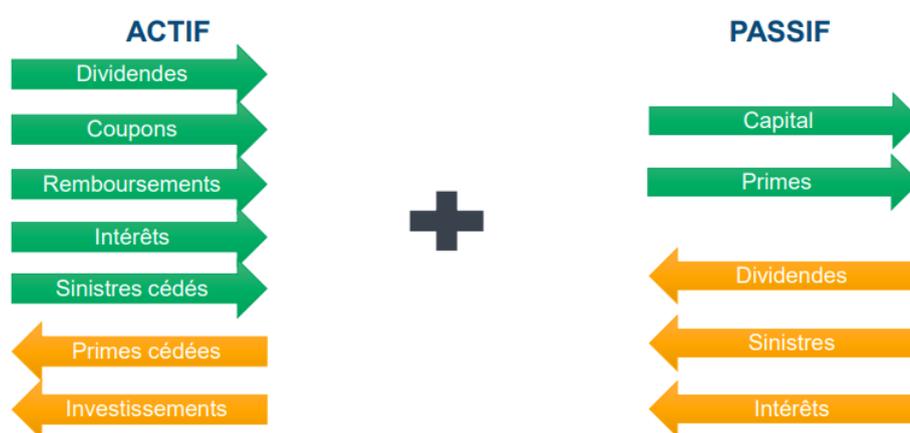
Figure 1: Bilan simplifié



Source : Établie par l'auteur

L'actif d'une entreprise est composé d'un l'ensemble des biens qu'elle possède et l'ensemble des créances qu'elle dispose sur des tiers. Cependant, le passif est constitué par l'ensemble des dettes que l'entreprise a engagées envers des tiers. En assurance, l'actif est essentiellement constitué par des placements et le passif par les engagements contractés à l'égard des assurés, il s'agit des provisions techniques.

**Figure 2 : Flux générés par l'actif et le passif**



Source : Collier, S. (2021). Introduction à la Gestion Actif-Passif

Les actifs génèrent des flux positifs pour l'assureur mais également des flux négatifs. De l'autre côté, le capital et les primes apportent des ressources et les passifs génèrent surtout des flux négatifs.

De ce fait, l'assureur doit gérer une multitude de flux financiers positifs ou négatifs qui résultent de sa prise d'engagement et de ses investissements, certains flux sont prévisibles tels que les coupons d'obligations, arrrages, paiement des intérêts de la dette etc., d'autres le sont moins comme les sinistres automobile, décès...

A chaque tombée de flux, la compagnie d'assurance s'interroge sur son niveau de trésorerie et quel sera l'impact de ces flux sur son résultat. D'où parmi les rôles de la gestion actif-passif nous citons :

- Détermination des gaps actif-passif
- Définition de l'allocation stratégique d'actifs
- Suivi de la rentabilité des produits

### **1.2.2. PARTICULARITÉ DE LA GESTION ACTIF-PASSIF EN ASSURANCE NON-VIE**

La GAP<sup>6</sup> en assurance non-vie n'est pas fréquemment abordée dans la littérature, alors qu'elle doit répondre à des questions sur la politique d'investissement, la part à céder au réassureur et le niveau de capital pour la solvabilité.

---

<sup>6</sup> Gestion Actif-Passif

En assurance non-vie, le modèle alm consiste à apporter un outil d'aide à la décision afin de mettre en place une stratégie prospective et d'assurer un suivi quantitatif simultané de l'évolution du ratio risque/rendement.

Compte tenu de leurs missions, les compagnies d'assurance évoluent dans un environnement très risqué. En effet, le principe de l'assurance est de fournir une prestation pécuniaire à une partie appelée assuré en cas de réalisation d'un évènement (risque) pouvant engendrer de lourdes conséquences financières et en contrepartie, l'engagement de ce dernier est le paiement d'une prime. Cette spécificité de l'activité assurantielle conduit à une inversion du cycle de production. En effet, la prime est encaissée immédiatement, alors que la prestation et le règlement de l'indemnité interviennent ultérieurement, c'est une promesse de prestation qui peut se réaliser comme elle peut ne pas se réaliser.

Il peut donc y avoir un décalage entre la survenance du fait dommageable qui donne lieu au versement de l'indemnité et son règlement effectif.

De ce fait, le bilan de la société d'assurance, du fait que les primes soient encaissées avant que les prestations correspondantes ne soient payées, montre comment les engagements (passif) envers les assurés sont couverts par les placements (actif) et donc comment l'actif est utilisé pour faire face aux engagements pris dans le passif.

Il est à noter que, l'activité d'assurance non-vie englobe les assurances de choses ou de biens, les assurances de responsabilité ou de dettes et les assurances de personnes (incapacité, invalidité, maladie etc..).

En outre, la gestion actif-passif en assurance non-vie diffère de celle en assurance vie dans la mesure où dans cette dernière, le taux d'intérêt apparaît explicitement tant à l'actif qu'au passif. Les modèles développés par les assureurs vie sont donc structurés autour de l'analyse du risque de taux d'autant plus que les engagements pris sont en moyenne plus longs.

Toutefois, Pour les assureurs non-vie, parce que les engagements pris sont de court terme, le risque de taux n'apparaît qu'à l'actif. Pour les engagements non-vie à long terme telles que, la rente d'invalidité, la garantie décennale en assurance construction, le risque de taux est représenté par des titres de plus court terme puisqu'il y a un risque de réinvestissement rendant nécessaire la gestion du risque de taux.

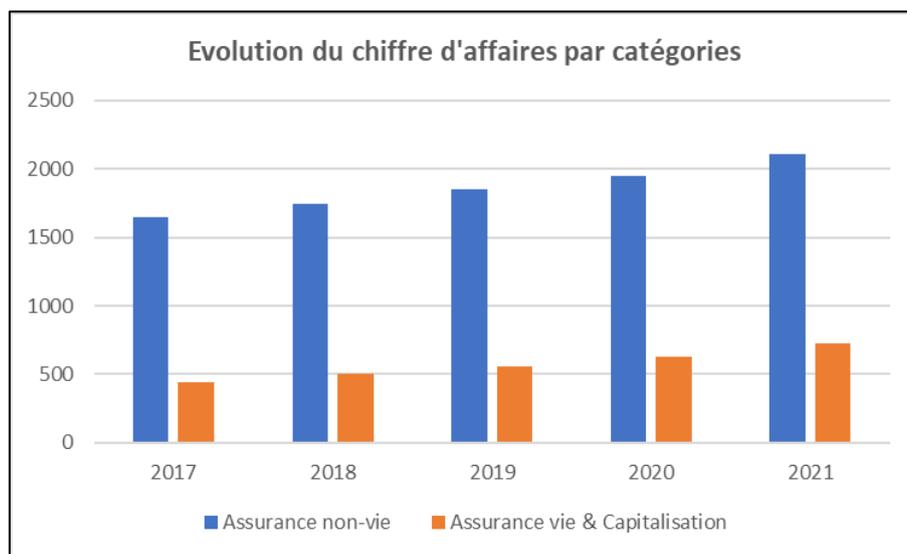
### 1.2.3. SPÉCIFICITÉS DE LA BRANCHE AUTOMOBILE

La branche automobile se caractérise par quelques points importants à savoir :

- ✓ Hétérogénéité des garanties (RC, Vol, Incendie, Bris de glace,...)
- ✓ Durée moyenne des contrats 1 an
- ✓ Respect possible de la loi des grands nombres
- ✓ Activité à développement de sinistres longs de 5 à 8 ans en corporel (surtout en contentieux et courts de 1 à 5 ans en matériel avec une cadence de règlement stable
- ✓ Présence de pics de sinistralité en corporel et fort potentiel de recours en matériel
- ✓ Présence de Bonis/Malis importants d'évaluation
- ✓ Apparition de contrats de prise en charge (Tiers payant) : risque de surconsommation
- ✓ Forte sensibilité à l'inflation/ SMIG

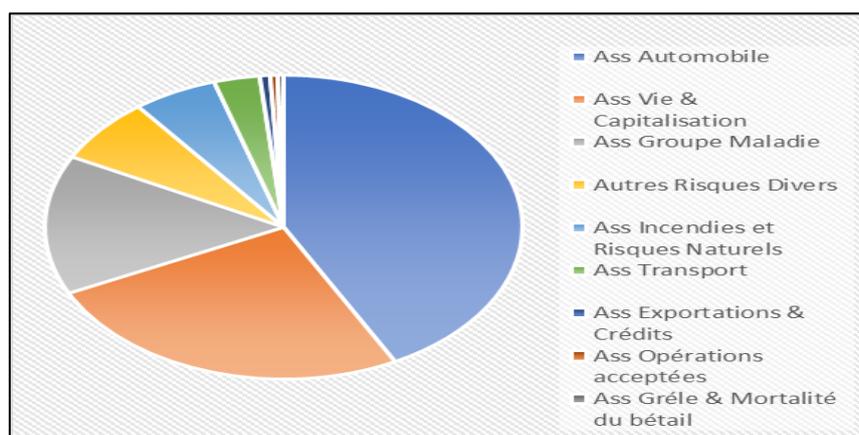
#### ❖ Répartition du chiffre d'affaires sectoriel Tunisien

**Figure 3** : Evolution des primes émises par catégories



Source : Rapport CGA 2021

**Figure 4 : Répartition des primes émises par branches**



Source : Rapport CGA 2021

D'après ces graphiques, nous remarquons que la structure du marché demeure inchangée, l'assurance automobile demeure le produit le plus vendu sur le marché tunisien et vient toujours en première place des émissions totales avec 42,4 % en 2021 contre 43,07 % en 2020. Elle est suivie par la branche assurance vie qui représente 25,5% en 2021, contre 24,26 % en 2020 23,17 % en 2019 et 22,54 % en 2018.

**Tableau 1 : Compte d'exploitation de la branche automobile**

Compte d'exploitation de la branche automobile	
	En DT
<b>Primes acquises</b>	<b>1 073 776 643</b>
Primes émises	1 107 797 616
Variation des provisions pour primes non acquises	- 34 020 974
<b>Charges de prestation</b>	<b>- 673 085 752</b>
Prestation et frais payés	- 634 498 617
Variation des provisions pour sinistres à payer	- 51 541 478
Provision pour égalisation et équilibrage	0
Autres charges techniques	12 954 343
<b>Solde de souscription</b>	<b>400 690 891</b>
<b>Solde de gestion</b>	<b>- 323 435 059</b>
<b>Solde financier</b>	<b>110 953 951</b>
<b>Solde de Réassurance</b>	<b>- 33 158 817</b>
<b>Résultat technique</b>	<b>155 050 966</b>

Source : Rapport Ftusa 2020

En 2020 le montant des primes émises en assurance automobile s'élève à 1 107,798 MD avec une part de 43.07 % dans les émissions totales. Quant aux frais de gestion (frais d'acquisitions et les autres charges de gestion nettes) de cette branche s'élèvent à 323,435 MD en 2020.

En ce qui concerne le solde de souscription, la branche automobile enregistre un excédent de 400,691 MD, et un solde de réassurance (résultat des cessions) négatif tout en ayant un excédent sur le plan financier de 110,953 MD.

D'où, un résultat technique excédentaire de 155,051 MD en 2020.

Si nous voulons calculer le ratio de sinistralité **S/P** défini par le rapport entre les charges sinistres et les primes acquises, nous trouvons un ratio de **62.68 %**. Ce ratio en présence des frais ne doit pas dépasser **100%** pour dire que la branche est excédentaire sur le plan technique, nous parlerons donc, du ratio combiné.

Dans ce qui précède, nous avons présenté l'historique de la gestion actif-passif, son évolution à travers le temps. Ensuite, nous avons mis l'accent sur sa particularité en assurance non-vie et plus précisément an assurance automobile.

Dans la partie suivante, nous allons présenter l'outil avec lequel nous allons procéder à la projection, à savoir les **générateurs de scénarios économiques**.

## SECTION 2 : GÉNÉRATEURS DE SCÉNARIOS ÉCONOMIQUES

Les institutions financières comme les compagnies d'assurance sont confrontées à plusieurs risques du marché dans la mesure où toutes variations des taux peuvent impacter considérablement l'évolution prévue de leurs états financiers tels que le bilan.

En effet, une réflexion sur la projection des actifs est primordiale pour un organisme assureur afin de définir les conditions de désinvestissement et de réinvestissement futurs, définir l'allocation d'actifs optimale etc.

Par conséquent, recourir à la pratique des générateurs de scénarios économiques devient courante et primordiale dans le monde assurantiel.

En assurance non-vie, les GSE sont utilisés afin de projeter les variables macro-économiques telles que le taux d'inflation, les taux courts, les taux longs etc..., pour avoir une vision prospective sur l'évolution du bilan. Autrement dit, cet outil d'aide à la décision dans la gestion des risques permet d'obtenir dans le futur des projections des valeurs des éléments des deux compartiments du bilan les actifs et les passifs.

### 2.1. DÉFINITION ET UTILITES

PLANCHET et al. [2009] définissent un scénario économique comme suit « un scénario économique correspond à une projection de grandeurs économiques et financières sur un horizon d'intérêt ». En effet, ces dernières sont celles dont l'évolution impacte considérablement le développement et les résultats futurs.

Quant à l'horizon d'intérêt, il représente la date à laquelle nous avons besoin de connaître le comportement global de ces grandeurs.

Parmi les utilités des GSE nous citons :

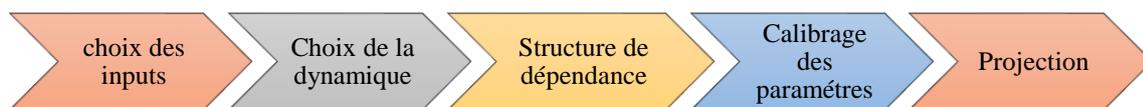
- La projection des éléments comptables dans le cadre de l'ALM (détermination d'une allocation stratégique cohérente)
- L'analyse de l'allocation choisie

### 2.1.1. ÉTAPES D'ÉLABORATION D'UN GSE

La mise en place d'un GSE est une étape cruciale dans le processus d'allocation stratégique des actifs d'un organisme assureur.

En effet, la démarche se réalise généralement en cinq étapes comme le montre la figure suivante :

**Figure 5** : Étapes d'élaboration d'un GSE



Source : Établie par l'auteur

#### ❖ **Étape 1** : Choix des inputs

L'identification des variables à modéliser dépend de l'activité exercée et du marché, ces variables sont le taux d'intérêt, l'inflation, le rendement des actions etc. ce qu'on appelle les variables du GSE.

#### ❖ **Étape 2** : Choix du modèle pour la dynamique de chaque variable

Une fois que nous avons choisi les inputs, la deuxième étape devient importante. En effet, ce dernier dépend du type des variables économiques et de la structure demandée. En s'inspirant d'un article<sup>7</sup> publié par F. Alaeddine, F. Planchet, nous distinguons deux types de modèles à savoir :

- Un modèle en cascade (intégré) : les autres variables telles que ; taux réels, rendement des actions, sont déduites à partir d'une seule variable macro-économique (par exemple l'inflation).
- Un modèle basé sur la corrélation (composite) : ce modèle repose sur l'idée de permettre aux données historiques de déterminer une structure de corrélation simultanée entre les variables pour ensuite les modéliser. Autrement dit, il considère une structure de

<sup>7</sup> Alaeddine FALEH , Frédéric PLANCHET, Didier RULLIERE : Les Générateurs de Scénarios Économiques : quelle utilisation en assurance

dépendance linéaire puis chaque classe d'actif est modélisée par un processus stochastique indépendamment des autres.

❖ **Étape 3** : Structure de la dépendance

L'objectif de cette phase est de garantir une projection cohérente, deux structures de dépendance généralement sont utilisées à savoir :

- Une structure de corrélation linéaire qui permet d'étudier la dépendance entre les variables du GSE.
- Une structure non-linéaire (dynamique)

❖ **Étape 4** : Calibrage des paramètres et tests statistiques

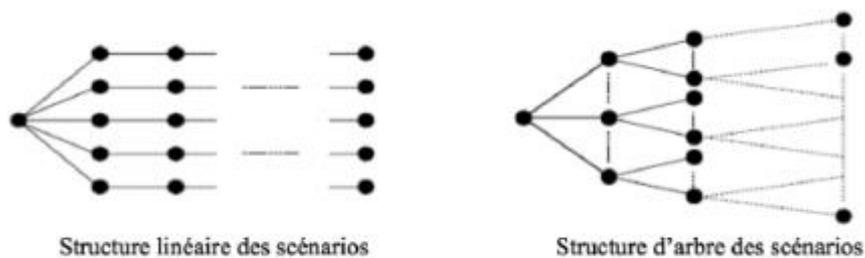
Cette étape se résume en trois points importants à savoir :

- Disponibilité des données sur le marché
- Collecte des données (conforme et réglementaire)
- Réalisation des tests statistiques d'adéquation et analyse des résultats

❖ **Étape 5** : Projection

Une fois la structure de dépendance est définie, le modèle est calibré et les tests sont validés, nous pouvons procéder à la projection. Il existe deux modes de projection, la structure linéaire des scénarios et la structure d'arbre de scénarios qui représentent l'évolution dans le temps des variables de générateurs de scénarios économiques. Un nœud de schéma est une réalisation possible de la variable de GSE, cependant, une trajectoire représente l'ensemble des nœuds successifs formant un scénario futur possible d'évolution de la variable de GSE.

**Figure 6** : Comparaison entre les deux structures de projection



Source : Les GSE en Assurance, Faleh- Planchet

Une fois que la structure de projection est choisie, il faut déterminer les valeurs de ces nœuds. Pour ce faire, nous disposons de plusieurs méthodes que nous allons présenter dans la partie suivante.

## 2.2. PRINCIPAUX MODÈLES

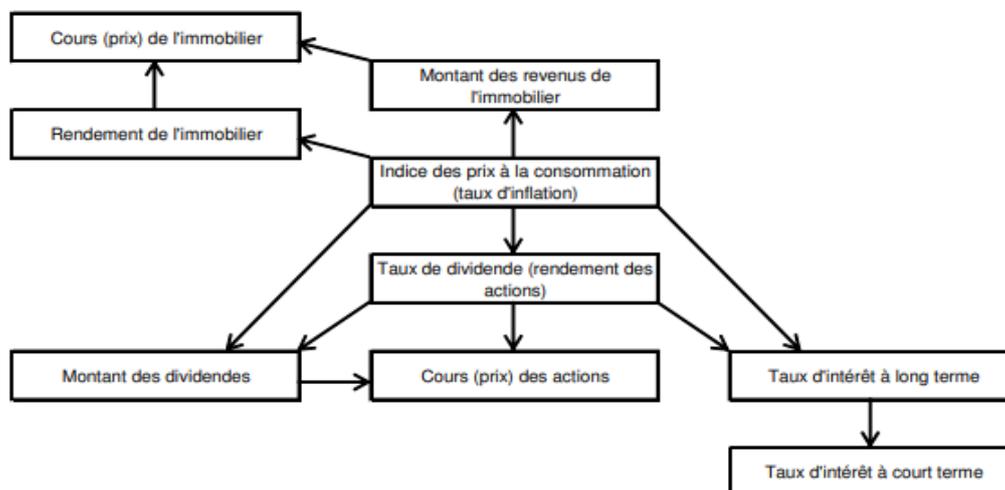
. Un assureur doit développer une réflexion sur la projection de ses actifs, il est alors essentiel de s'appuyer sur une modélisation des principales classes d'actifs disponibles tout en tenant compte des fluctuations à court terme et des équilibres macro-économiques à long terme.

Dans cette partie nous allons présenter une brève synthèse de la littérature des quatre modèles de générateurs de scénarios économiques, le modèle de Wilkie (1986) qui est le plus ancien, le modèle de Brennan & Xia, le modèle d'Ahlgrim et le Modèle par Bootstrapping que nous allons adopter dans la projection.

### 2.2.1. MODELE DE WILKIE

Avant les années 1980, les classes d'actifs financiers ont été traitées indépendamment des éventuelles interactions entre elles. A partir de l'année 1980, les travaux de Wilkie ont marqué un changement majeur, c'est le premier modèle élaboré qui est un modèle de GSE en cascade dans la mesure où, il comporte toutes les variables macro-économiques et financières en intégrant l'interaction entre ces grandeurs. Ce modèle considère l'inflation comme une variable cruciale de base vu que les autres variables sont déduites à partir d'elle. La figure ci-dessous illustre l'idée du modèle en cascade et le rôle majeur que joue l'inflation :

Figure 7 : Structure du modèle de Wilkie



Source : Frédéric Planchet « Générateurs de scénarios économiques en assurance »

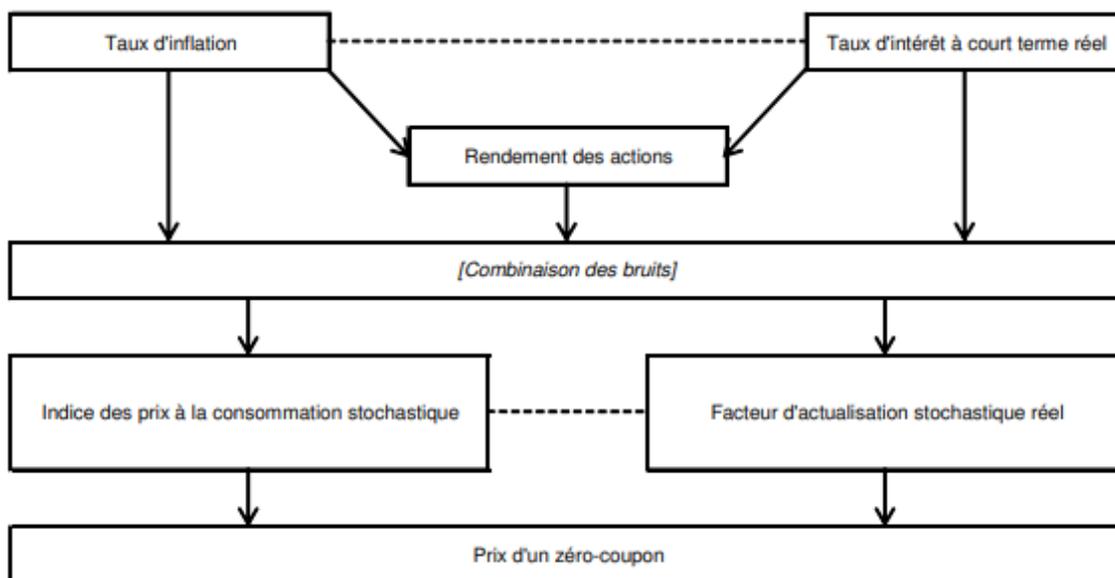
Toutefois, d'après certains auteurs, le modèle de Wilkie a été remis en question à cause de sa faible capacité prédictive, il s'agit d'un modèle qui utilise un grand nombre de paramètres dont l'estimation est délicate empêchant de fournir des projections pertinentes.

### 2.2.2. MODÈLE DE BRENNAN AND XIA

Développé en 2000, le modèle de Brennan and Xia, adopte une structure basée sur la corrélation. Ces deux auteurs, ont placé l'inflation et le taux d'intérêt à court terme net de l'inflation au centre de leurs modélisation. Néanmoins, ce modèle est d'un périmètre très restreint que le modèle de Wilkie vu qu'il n'intègre que les taux d'intérêts réels, l'inflation et les actions et ne tient pas compte l'immobilier malgré son importance dans le secteur assurantiel puisqu'il peut présenter un pourcentage important dans le portefeuille d'un assureur.

Le modèle Brennan and Xia peut être présenté par la figure suivante :

Figure 8 : Structure du modèle de Brennan and Xia



Source : Féréderic Planchet « Générateurs de scénarios économiques en assurance »

### 2.2.3. MODELE D' AHLGRIM ET AL

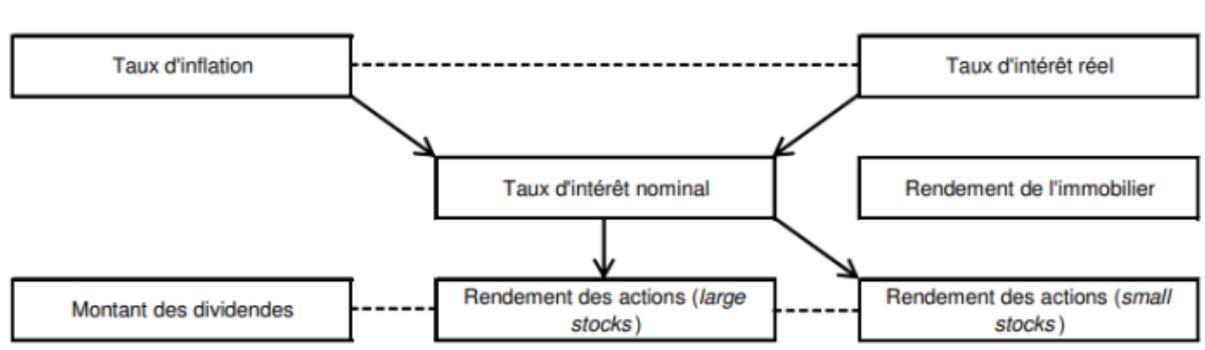
Un nouveau modèle est apparu en 2005 et développé par Ahlgrim et AL qui accorde une importance particulière entre les différentes séries économiques et financières étudiées.

Ces deux auteurs prennent en considération tout actifs présents dans le portefeuille d'une compagnie d'assurance tels que, le rendement des actions, le taux obligataire, et le rendement

immobilier et il place le taux court terme et le taux d'inflation au centre de leurs modélisations comme le modèle de Brennan and Xia.

La figure ci-dessous met en relief le fonctionnement du modèle Ahlgrim et AL (2005) :

**Figure 9** : Structure du modèle d'Ahlgrim et AL



Source : Féréderic Planchet : Générateurs de scénarios économiques en assurance

#### 2.2.4. MODÈLE PAR BOOTSTRAP

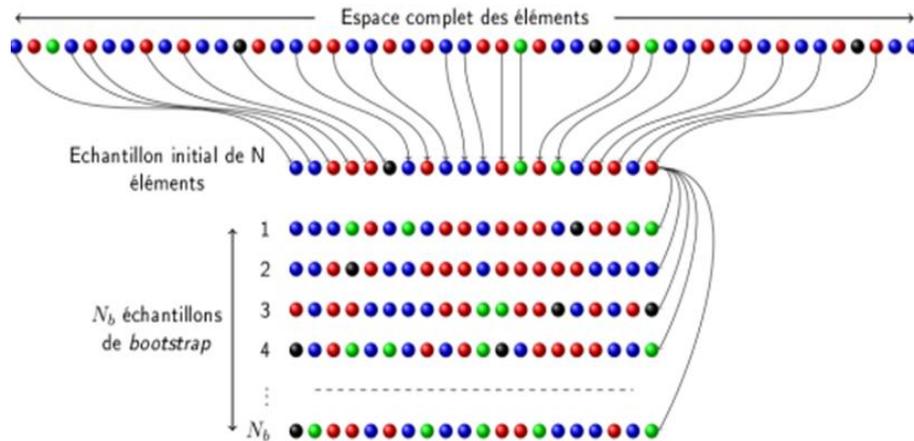
Les techniques de Bootstrap représentent des méthodes d'interférence statistiques qui se basent sur la réplcation multiple des données à partir du jeu de données étudié, selon les techniques de rééchantillonnage.

En d'autres termes, le Bootstrapping est une technique qui consiste à utiliser des données historiques disponibles sans modélisation de la dynamique d'évolution des variables de générateurs de scénarios économiques pour la génération de scénarios. En effet, cette méthode se base sur la constitution d'échantillon à partir des données observées en effectuant des tirages aléatoires avec remise de l'échantillon initiale.

D'après A.Falleh, F.Planchet, D. Rulliere qui affirment dans leur article sur les générateurs de scénarios économiques « Par exemple, afin de générer des scénarios de rendement sur les dix prochaines années, un échantillon de 120 rendements mensuels tirés aléatoirement sur les 120 rendements des dix dernières années est utilisé. Ce processus est répété un certain nombre de fois afin de générer plusieurs scénarios possibles dans le futur. Autrement, dans le cas où on a k actifs à projeter, et en supposant que l'on dispose d'un historique de p périodes, on tire avec remise un entier entre 1 et p et on prend toutes les valeurs

des  $k$  actifs à cette même date de façon à tenir compte de la corrélation historique entre ces derniers »<sup>8</sup>

Figure 10 : Structure schématique du Bootstrap



Source : Cours Ksouri M.N (2022) Gestion actif-passif en assurance

Pour conclure, les techniques de Bootstrapping sont utilisées dans les GSE dans le but de rééchantillonner le scénario historiquement réalisé.

Grâce à l'utilisation des générateurs de scénarios économiques, l'assureur aura une vision plus prospective sur l'évolution de son bilan en projetant les variables macro-économiques telles que l'inflation, les taux courts, les taux longs etc., et voir leur effet sur le passif.

Dans la partie suivante nous allons développer les méthodes de modélisation actif-passif, les principes réglementaires ainsi que les variables qui touchent chaque classe d'actifs.

### SECTION 3 : MODÉLISATION ACTIF-PASSIF

Comme nous avons déjà mentionné dans la partie précédente que l'activité d'assurance se caractérise par un cycle inversé de production, les primes sont encaissées avant que les

<sup>8</sup> Alaeddine FALEH, Frédéric PLANCHET, Didier RULLIERE : Les Générateurs de Scénarios Économiques : quelle utilisation en assurance ?

sinistres soient payés, autrement dit, le prix de revient de la prestation n'est pas connu au moment de la vente mais parfois de nombreuses années après.

De ce fait, une des caractéristiques à prendre en compte, est la réglementation, cette dernière en matière d'assurance est très stricte et spécifique, dont l'objectif est de s'assurer que l'assureur pourra honorer ses engagements.

### 3.1. MODÉLISATION DES PASSIFS

Le Code des Assurances impose la notion de provisions techniques « **suffisantes** » pour couvrir l'ensemble des charges sinistres futurs. L'article 59 stipule que « les entreprises d'assurance doivent inscrire au passif et représenter à l'actif de leur bilan les provisions techniques suffisantes pour le règlement intégral de leurs engagements vis-à-vis des assurés ou bénéficiaires de contrats ». Il y a plusieurs typologies de provisions en assurance non-vie, parmi eux nous citons :

**Tableau 2** : Typologies de provisions en assurance non-vie

<b>Typologies de provisions en assurance non-vie</b>	
<b>Provisions</b>	<b>Définition</b>
<b>Provision pour primes non-acquises (PPNA)</b>	Provision dédiée pour la part des primes non encore émises lors de la souscription du contrat d'assurance, nous pouvons encore la définir comme étant les primes restantes à émettre relatives à un exercice futur. Le calcul de la provision se fait contrat par contrat sinon le total des contrats d'échéances voisines, dont l'objectif de couvrir la partie des sinistres (risque) non encore survenus.
<b>Provisions pour risques encours (PREC)</b>	L'arrêté du ministre des finances du 27 février 2001 dans l'article 18 définit la PREC comme suit « les provisions pour risques en cours représentent les montants à provisionner en supplément des primes non acquises pour couvrir les risques à assumer. Ces provisions sont destinées à faire face à toutes les demandes d'indemnisation et à tous les frais liés aux contrats d'assurance en cours excédant le montant des primes non acquises et des primes exigibles relatives auxdits contrats ».
<b>Provision pour sinistres à payer (PSAP)</b>	Considérée comme un pilier principal des provisions techniques en assurance non-vie, la provision pour sinistres à payer correspond à une évaluation du montant qui sera versé postérieurement à la clôture de l'exercice au titre d'événements qui se sont réalisés antérieurement à la clôture de l'exercice.

Source : Établi par l'auteur

Le montant des provisions techniques peut atteindre 80 % du passif d'une société d'assurance, il est donc primordial d'estimer ce montant avec beaucoup de précision et de rigueur. D'où, l'intérêt à la modélisation du passif du bilan.

L'assureur cherche toujours à savoir quel doit être le niveau suffisant de la PSAP pour couvrir les risques, dans un contexte prudentiel régi par la « Best Estimate » qui se définit comme étant la meilleure estimation des coûts des sinistres.

En effet, une sous-estimation de ces provisions peut avoir de très lourdes conséquences pour un assureur allant d'une simple perte à l'insolvabilité. A l'inverse, un niveau de provision trop élevé génère une baisse de résultat de la compagnie.

Nous allons présenter trois méthodes de modélisation des passifs à savoir :

- La méthode déterministe la plus répandue est celle de « Chain-Ladder »
- D'autres méthodes stochastiques qui sont la méthode de « Mack » et celle de « Bootstrap »

### 3.1.1. METHODE CHAIN LADDER

Chain Ladder est une méthode classique qui compte parmi les usuelles et sert de référence pour les méthodes déterministes, vu qu'elle est facile à mettre en œuvre et facile à comprendre. En effet, elle utilise une démarche pas à pas qui se compose des quatre étapes suivantes :

- E1 : Collecte des données
- E2 : Estimation des coefficients de passage
- E3 : Projection des chiffres à observer à partir des chiffres réalisés
- E4 : Déduction de la provision estimée

Cette méthode est basée sur l'utilisation des Link-ratios<sup>9</sup> ou facteur de développement. Ce coefficient de passage se représente par la formule suivante :

$$\hat{F}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{n-j-1} C_{i,j}}$$

---

<sup>9</sup> Un Link-ratation est un coefficient de passage entre les différentes années de développement

Les coefficients de passage étant calculés, les charges techniques futurs peuvent être estimées, en multipliant la charge technique observée en année N par le coefficient de passage en N+1 pour estimer la charge technique projetée en N+1.

Une fois le triangle des charges techniques observées complété par celles projetées, l'estimation de la provision technique se fait sur la période d'étude, par exercice de survenance moyennant la différence entre les charges techniques du dernier exercice projeté et celles du dernier exercice observé.

#### ❖ **Les limites de la méthode :**

La méthode Chain Ladder présente certaines limites dont :

- Elle ne donne qu'un seul scénario qui donne une probabilité quasi-nulle de se réaliser (pas de construction de scénarios)
- Elle ne doit pas se faire à l'aveuglette, mais sur un triangle stable
- Elle ne pose pas des hypothèses relatives aux lois de distribution statistiques relatives aux coûts des sinistres ou leur fréquence

Les limites présentées par la méthode de « Chain-Ladder » ont poussé les praticiens à établir d'autres variantes et pour palier à ces inconvénients, ils font recours à des méthodes stochastiques.

### **3.1.2. AUTRES MÉTHODES DE PROVISIONNEMENT**

#### **• La méthode de Mack**

La méthode de Mack (1993) est une version stochastique de la méthode Chain-Ladder vu qu'elle permet de déterminer la volatilité et la marge d'erreur liée au montant de la charge ultime estimée par la méthode Chain-Ladder. Autrement dit, la méthode de Mack complète celle de Chain-Ladder en proposant une estimation de la variance de la réserve totale. A partir de cette variance, la construction de scénario devient possible.

Pour conclure, l'avantage de cette méthode réside dans sa capacité de faciliter le passage d'un univers déterministe à un univers stochastique en tenant compte de la volatilité de résultats. Toutefois, elle est non paramétrique dans la mesure où, elle ne permet pas d'obtenir la description complète de la distribution des provisions.

Nous présentons une deuxième méthode de provisionnement stochastique qui est la méthode de « Bootstrap ».

- **La méthode de Bootstrap**

C'est une méthode de provisionnement stochastique qui a été initialement développée par Efron (1979) afin d'estimer et simuler la variabilité d'un estimateur dans un cadre non-paramétrique, qui est fondée sur le principe de rééchantillonnage en utilisant les simulations de type Monte-Carlo, permettant d'avoir une distribution des provisions à partir d'un échantillon d'observations et de construire des intervalles de confiance autour des résultats estimés.

Son principe consiste à utiliser les triangles historiques de charges pour simuler par tirage aléatoire de nouveaux échantillons de triangles.

Dans notre mémoire, nous allons adopter une simple méthode déterministe, celle de **Chain-Ladder**.

### **3.2. MODÉLISATION DE L'ACTIF**

La compagnie d'assurance est confrontée à deux types de risques : les risques liés à la sinistralité et ceux liés aux placements. Par leur nature, ces risques sont différents à la fois dans la manière dont ils affectent l'assureur et dans la manière dont ils peuvent être contrôlés. Ainsi, contrairement aux risques de sinistres, les risques de placement ne sont pas mutualisés, mais l'assureur peut les contrôler par le biais de sa politique de placement.

Nous présentons dans cette partie les différentes classes d'actifs, les principes réglementaires, ainsi que notre choix de modélisation de l'actif, dont l'objectif est de déterminer la stratégie optimale d'allocation d'actif.

#### **3.2.1. PRINCIPES REGLEMENTAIRES**

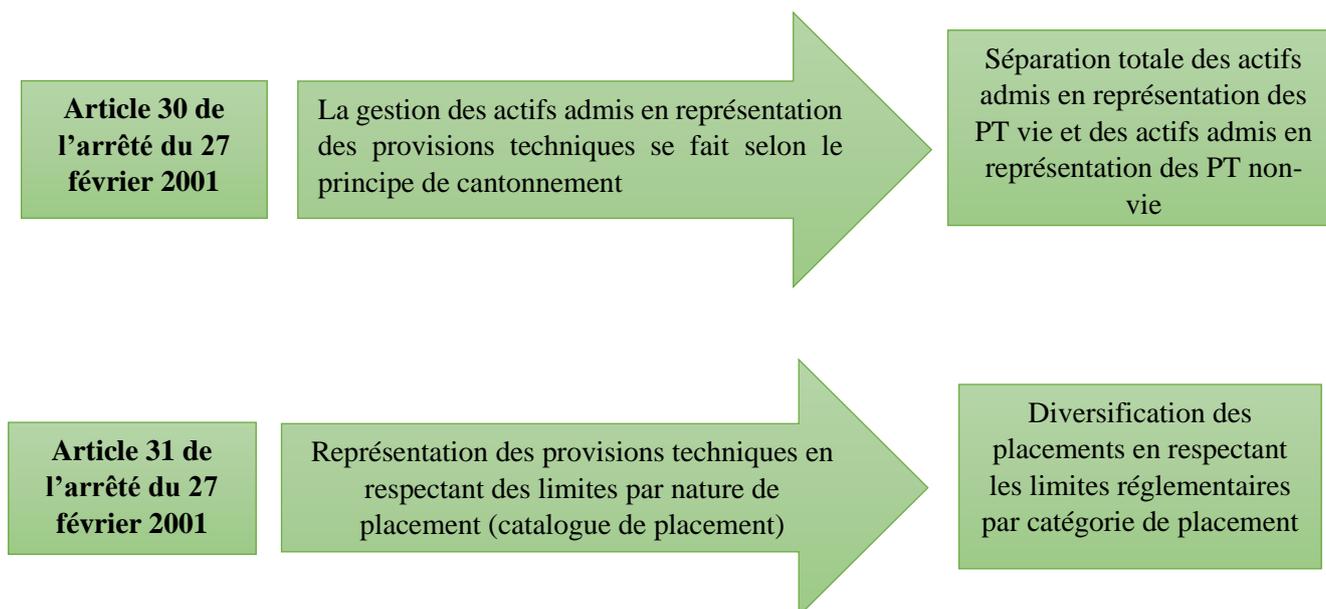
Un placement est un actif détenu par une entreprise dans l'objectif d'en tirer des bénéfices (intérêts, loyers, dividendes ...).

Les compagnies d'assurance doivent respecter et prendre en considération les exigences réglementaires dans la politique **ALM** (placements vs provisions techniques) :

**Article 29 de l'arrêté du 27 février 2001**

Représentation des provisions techniques par des actifs dont la valeur ne peut être inférieure au montant de ces provisions

Les placements doivent être suffisants pour couvrir les engagements au passif



#### ❖ L'article 8 du règlement CGA n°1/2022

L'article 8 précise la mission attendue dans le cadre de l'émission d'avis sur la **politique de placement** « Evaluation de la **suffisance des placements** représentatifs des engagements sur le court, le moyen et le long terme, vérification de la **disponibilité**, de la **liquidité** et de rendement des actifs de la société, les orientations stratégiques de la politique de placement et une analyse prospective **gestion actif-passif** ».

Nous rappelons les différentes classes d'actifs que nous allons développer dans ce travail :

- **Les obligations :**

Les obligations sont des valeurs mobilières négociables qui représentent un droit de créance. Parmi les différents types d'obligations, nous citons : l'obligation à taux fixe, l'obligation à taux variable et l'obligation zéro-coupon. En effet, les actifs obligataires sont particulièrement privilégiés par les assureurs car ils permettent de délivrer le capital investi à une date connue évitant l'exposition au risque de marché.

- **Les actions :**

Une action est un titre de propriété qui représente la part au capital de l'entreprise qui garantit à son détenteur un revenu connu sous le nom de dividende. Les actions sont plus risquées par nature, elles sont détenues par les compagnies d'assurance dans le but de booster leur rendement et rester concurrentielles.

- **L'immobilier**

Un actif immobilier détenu par la compagnie d'assurance est constitué de biens immobiliers et fonciers. Les assureurs investissent également dans le marché immobilier afin de se protéger contre l'inflation tout en profitant des revenus réguliers grâce aux loyers perçus.

- **L'actif monétaire**

Un actif monétaire, en termes financiers, est un actif émis à court terme. L'une de ses principales caractéristiques est la liquidité.

### 3.2.2. POLITIQUE D'INVESTISSEMENT

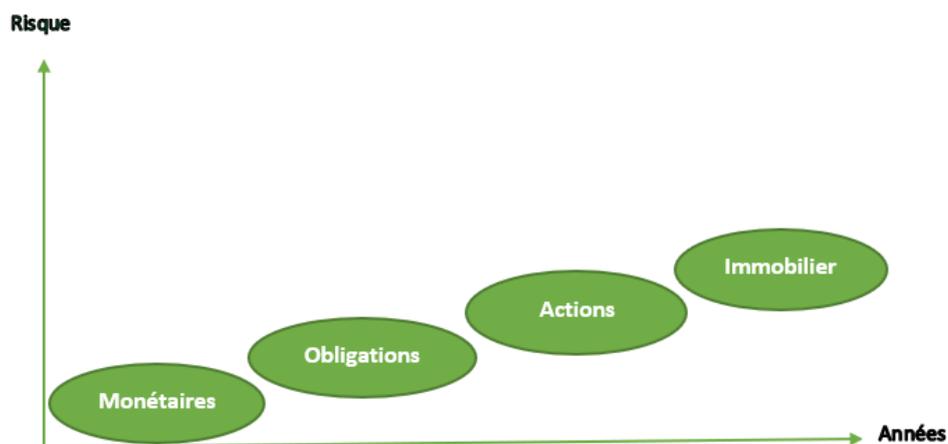
L'assureur peut contrôler les risques placements par sa politique d'investissement qui contient les règles strictes d'investissement au regard de la réglementation, des contraintes et des objectifs de rendement.

Les principales contraintes à prendre en considération sont :

- **L'horizon de placement** : qui est un facteur déterminant dans le processus d'investissement, en effet, si celui-ci est court il convient de privilégier la liquidité et la sécurité des actifs. Dans le cas où il est plus long, le choix se portera plus sur l'espérance de rendement à long terme sur des actifs plus risqués.

Dans un monde à quatre actifs (monétaires, obligations, actions, immobilier), nous pouvons établir une hiérarchie des actifs à privilégier en fonction de l'horizon de placement qui se présente comme suit :

**Figure 11** : Hiérarchie des actifs en fonction de l'horizon de placement



Source : Établie par l'auteur

- **Le besoin de liquidité** : qui diffère de l'horizon de placement dans le sens où il est possible qu'on ait besoin d'une partie de l'argent à plus ou moins brève échéance pour réaliser une dépense.
- **La loi et la régulation en vigueur** : l'assureur doit connaître et respecter la loi en vigueur en tenant compte dans les investissements réalisés un catalogue de placement.
- **Les taxes et les frais** : les taxes en vigueur sur les différentes classes d'actif peuvent affecter de façon importante les rendements attendus des titres. Il convient donc de bien connaître pour chacune des classes d'actifs : les frais d'acquisition, de vente, et la fiscalité sur les revenus et sur les plus-values.

### 3.2.3. ALLOCATION STRATEGIQUE D'ACTIFS

Pour un assureur, la gestion des actifs représente un exercice très délicat dans le sens où il doit s'assurer que les actifs de son portefeuille sont les meilleurs en termes de rapport rentabilité/risque, des engagements pris par la compagnie et des contraintes réglementaires.

En effet, l'allocation stratégique d'actifs peut être définie comme étant la répartition des fonds de placement en grandes classes d'actifs telles que, les actions, les obligations, l'immobilier et les placements monétaires, en fonction des prévisions à long terme du marché. C'est une approche qui permet d'organiser un portefeuille d'investissement dans le but d'obtenir le meilleur rendement avec un niveau de risque le plus réduit possible, quel que soit l'évolution du marché et de l'environnement macro-économique.

Parmi les objectifs de l'allocation stratégique d'actifs nous citons :

- Avoir des portefeuilles qui sont bien diversifiés et investis dans une large gamme d'actifs.
- Identifier un ensemble de structure d'actifs respectant les objectifs et contraintes fixées lors des travaux de la gestion d'actif/ passif (couverture de marge de solvabilité, résultats et fonds propres).
- Déterminer la structure d'actif cible qui optimise le couple rendement/risque, tout en respectant les contraintes réglementaires.

Dans ce travail, pour la projection du portefeuille d'actifs nous avons choisi d'adopter le modèle par Bootstrapping. En effet, « il s'agit des approches les plus simples pour générer des scénarios en utilisant seulement les données historiques disponibles sans aucune

modélisation à priori de la dynamique d'évolution des variables du GSE » (cf. Albeanu et al. [2007]).

Comme mentionné dans la section précédente, cette technique se base essentiellement sur la constitution d'échantillons à partir des données observées. Dans ce cadre, les valeurs de chaque scénario représentent un échantillon de rendements d'actifs obtenu par un tirage aléatoire de certains rendements observés déjà dans le passé.

### **3.3. INTERACTION ACTIF-PASSIF**

En assurance non-vie peu d'acteurs ont mis en place les modèles de projection en ALM et ce pour plusieurs raisons :

- Une courte durée des passifs, qui ne nécessite peu ou pas de gestion actif-passif
- Une rentabilité et des risques qui sont particulièrement concentrés sur le résultat technique et le risque de souscription

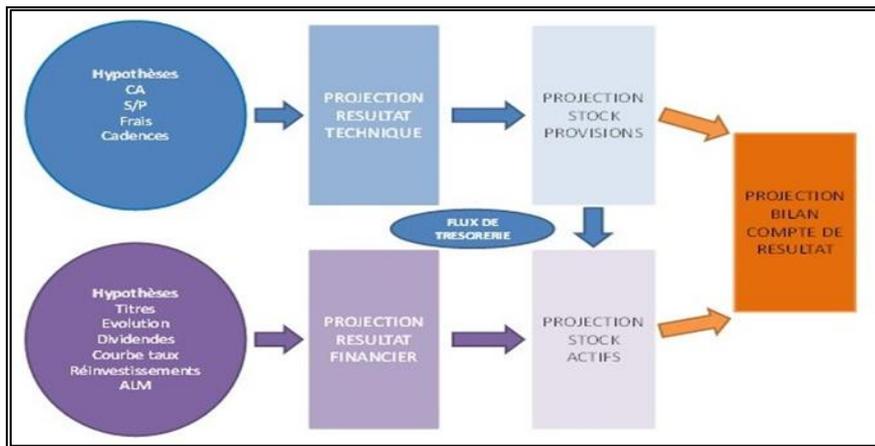
Toutefois, ces éléments doivent être nuancés :

- « Si en moyenne la durée des passifs est courte, il existe des branches à développement long, à l'instar des rentes à la suite de sinistres corporels en assurance automobile. Ainsi, une approche ALM qui vise à compenser un faible résultat technique par du résultat financier a tout son sens, à condition qu'elle ne vienne pas surajouter au risque technique un risque de marché mal maîtrisé
- Si l'essentiel des risques et de leur suivi provient du résultat technique, il n'en demeure pas moins que la plupart des compagnies d'assurance non-vie sont exposées au risque de marché »<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> [Des projections actif/passif en Non-Vie, pour quoi faire ? - Galea & Associés \(galea-associes.eu\)](http://galea-associes.eu)

**Figure 12** : Principe d'un outil de projection en assurance non-vie



Source : Site internet<sup>11</sup>

Cette projection est conditionnée par la mise en place des hypothèses comme, le ratio de sinistralité S/P, le taux des frais, les taux d'encaissement et d'acquisition etc.

Les projections effectuées permettent d'analyser dans le cadre d'une gestion ALM, les cash-flows de trésorerie, les écarts de duration actif-passif, ainsi que les performances en termes de rendement financier, de création de richesse et de risque de différentes allocations d'actifs.

De ce fait, l'assureur doit étudier :

- Les différents scénarios financiers permettant de choisir l'une des différentes allocations gérées d'actifs en fonction du ratio S/P
- L'impact de la variation du ratio S/P.

D'où la nécessité d'un modèle ALM prospectif dans le but de projeter des flux des actifs et passifs et prévoir l'évolution de l'activité de l'entreprise d'assurance à long terme.

## CONCLUSION

Le recours à la modélisation prospective est devenu obligatoire depuis plusieurs années pour les assureurs. Ainsi, la projection dans le futur, des valeurs des actifs financiers et des variables macro-économiques constitue une phase cruciale dans la gestion actif-passif pour un organisme assureur.

<sup>11</sup> Même source que la précédente

Dans ce premier chapitre, nous avons examiné l'approche ALM, ses objectifs, ses outils et ses caractéristiques en assurance. Ensuite, nous avons tenté de clarifier la notion de générateur de scénarios économiques, son utilité et ses principaux modèles. Enfin, nous avons présenté les différentes méthodes de projection actif-passif.

***Chapitre 2 :***

***Mise en place d'un GSE et cadre empirique  
de l'étude***

## **CHAPITRE 2 : MISE EN PLACE D'UN GSE ET CADRE EMPIRIQUE DE L'ETUDE**

### **INTRODUCTION**

Après avoir exposé dans la première partie les fondements théoriques de l'ALM, ses outils d'aide à la décision à l'instar, les générateurs de scénarios économiques force motrice de ce mémoire, nous allons dans ce chapitre construire un outil d'ALM automobile prospectif qui vise à projeter les états financiers ; le bilan, l'état de résultat technique et l'état de flux de trésorerie à l'aide des variables issues du Bootstrap.

Pour ce faire, ce chapitre sera subdivisé en trois sections. Une première section qui sera réservée pour la présentation de la situation initiale de la MAE Assurances. Ensuite, nous allons analyser et projeter les variables macro-économiques et financières par la technique Bootstrapping. Enfin, nous allons construire un modèle ALM pour projeter les états financiers. Nous rappelons que notre objectif est de garantir une allocation stratégique optimale d'actifs tout en contrôlant l'adéquation entre l'actif et le passif.

### **SECTION 1 : PRÉSENTATION DE LA SITUATION DE LA MAE**

#### **2.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA MUTUELLE ASSURANCE DE L'ENSEIGNEMENT**

La Mutuelle Assurance de l'enseignement (MAE) est une société d'assurance à forme mutuelle à cotisations fixes régie par le code des assurances et le décret n°92-2257.

La MAE a vu le jour en 1962 lorsque la mutuelle Assurance des Instituteurs de France (MAIF) a cessé ses activités en Tunisie.

Au début, ses adhérents étaient uniquement des enseignants et son activité se limitait à l'assurance automobile. Avec le développement du marché d'assurance notamment de la concurrence, elle a élargi son champ d'activité en s'ouvrant aux entreprises et aux associations.

En 1992, la MAE a approfondi ses activités en s'ouvrant à toutes les catégories socioprofessionnelles pour mieux répondre aux besoins de ses assurés. Par conséquent, elle

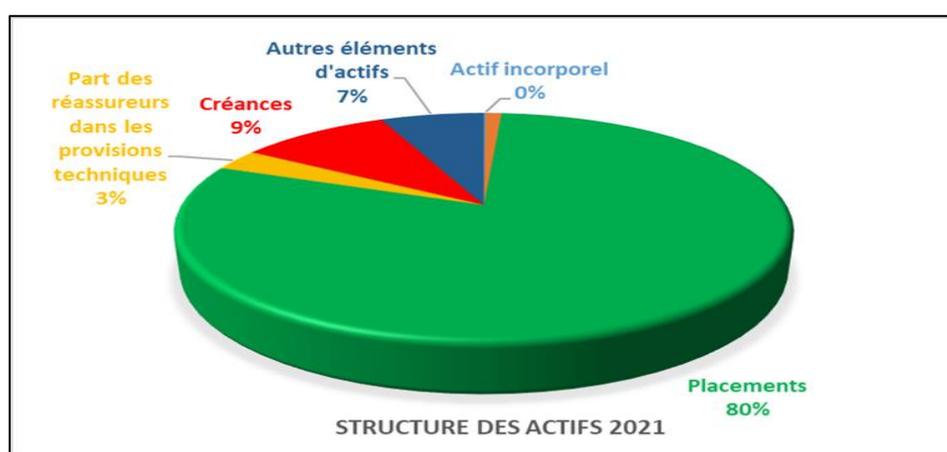
a été étendue à d'autres assurances en plus de l'assurance automobile, suite à l'esprit évolutif du marché notamment en termes de concurrence et de demande.

La MAE est administrée par un conseil d'administration constitué de neuf membres qui ont été élu préalablement au bulletin secret à l'Assemblée Générale Ordinaire de ses adhérents.

## 2.2. CHIFFRES CLÉS DE LA MAE

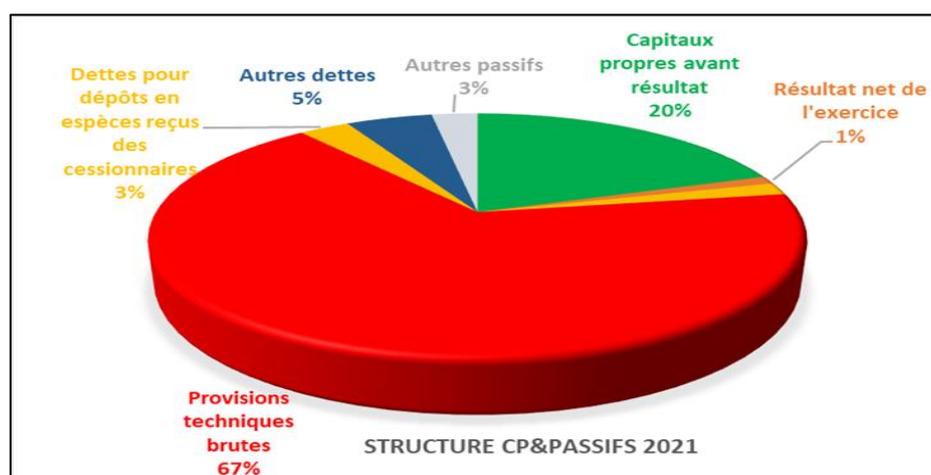
En 2021, la MAE Assurances a enregistré un total bilan de 531,143 MD dont la répartition de chaque poste se présente comme le montre le graphique ci-dessous :

**Figure 13** : Structure des actifs de la MAE en 2021



Source : Établie par l'auteur

**Figure 14** : Structure des CP & Passifs de la MAE en 2021



Source : Établie par l'auteur

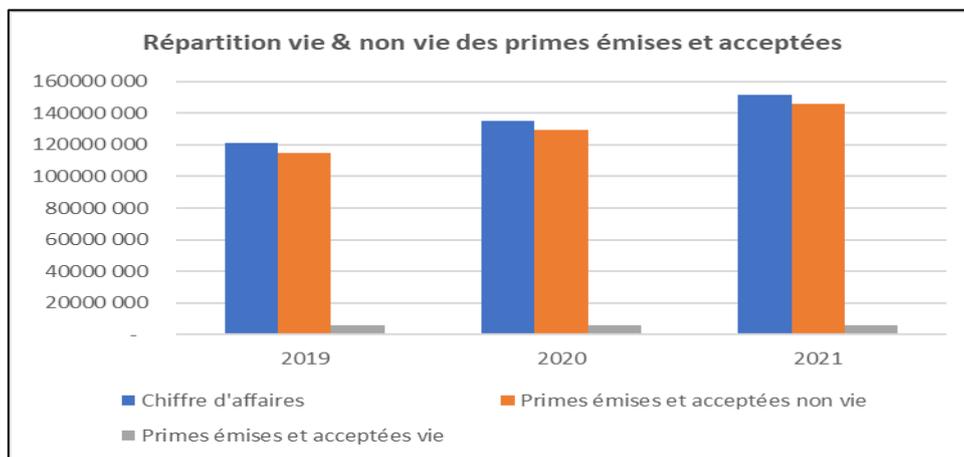
Du coté actif, nous remarquons que les placements représentent la part la plus importante dont 80% du total bilan. De l'autre côté les provisions techniques représentent 67%, d'où les placements de la compagnie sont suffisants pour couvrir les engagements du passif.

### 2.2.1. STRUCTURE DU CHIFFRE D'AFFAIRES

Durant l'exercice 2021, le chiffre d'affaires s'élève à 151,946 MD contre 135,451 MD en 2020, soit une évolution de 12.17 % contre un taux de variation de 11.86 % en 2020.

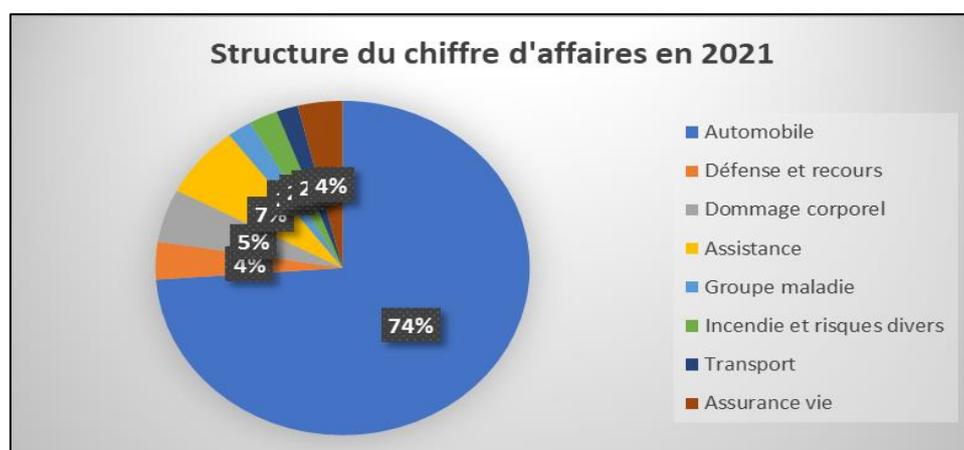
Les primes émises et acceptées de la branche non-vie s'élèvent à 146,076 MD en 2021, soit 96 % du chiffre d'affaires global contre 95,6 % une année auparavant. Cette dernière a évolué de 1.5%, tandis que la branche vie a baissé de 12.8 %.

**Figure 15 :** Évolution des primes émises et acceptées vie et non-vie



Source : Établie par l'auteur

**Figure 16 :** Structure du chiffre d'affaires en 2021



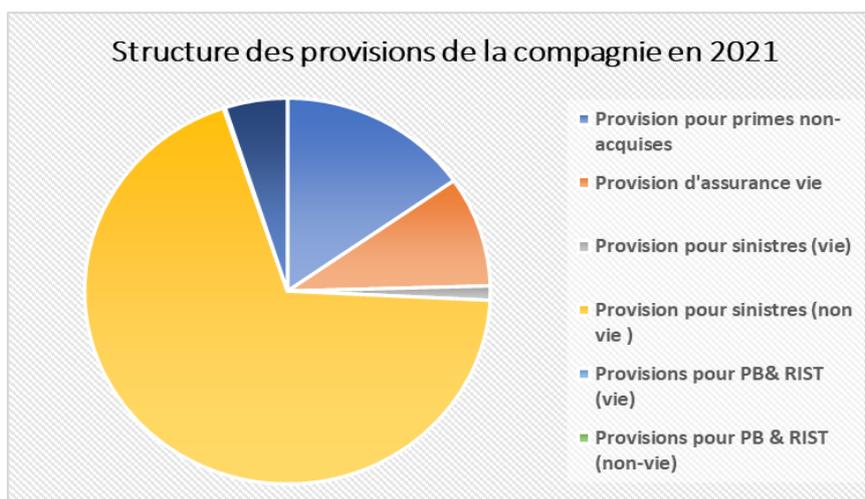
Source : Établie par l'auteur

La branche automobile monopolise plus que 74% du chiffre d'affaires de la compagnie et constitue son image de marque, l'assurance assistance occupe la 2<sup>ème</sup> place avec 7%, suivie des assurances dommage corporel et vie. D'où la structure du chiffre d'affaires de la MAE, durant l'année 2021 se présente le montre la figure ci-dessus.

## 2.2.2. STRUCTURE DES PROVISIONS

En 2021, le montant des provisions techniques a atteint 354,211 millions de dinars contre un montant de 325,592 millions de dinars en 2020 soit une augmentation de 8.79 %. Ces provisions constituent la principale rubrique du passif du bilan. En effet, leur détail est illustré dans la figure qui suit, selon laquelle nous remarquons que la compagnie respecte la réglementation<sup>12</sup> en vigueur relative aux conditions de représentation des provisions techniques.

**Figure 17** : Structure des provisions en 2021

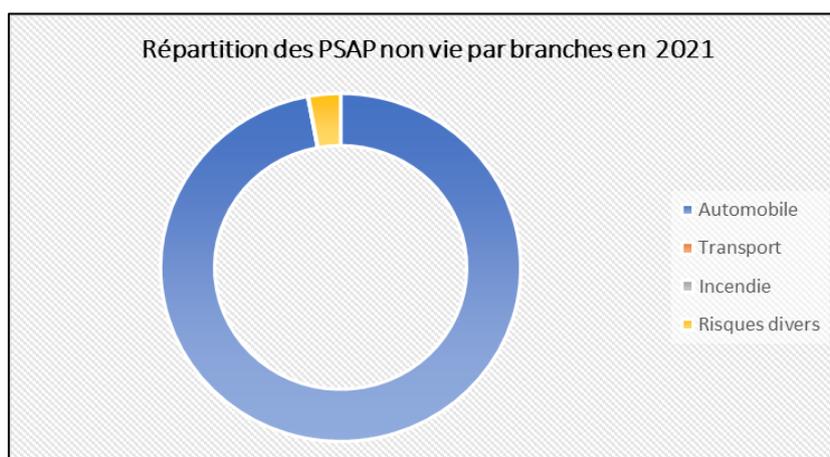


Source : Établie par l'auteur

Nous constatons que la Provision pour sinistre à payer non-vie (PSAP) accapare la part la plus importante des provisions techniques, suivie par la deuxième catégorie représentant un pourcentage non négligeable des provisions technique de la compagnie, qui est la provision pour primes non-acquises.

<sup>12</sup> Arrêté du ministre des Finances du 27 février 2001

**Figure 18** : Répartition des PSAP non-vie par branches en 2021



Source : Établie par l'auteur

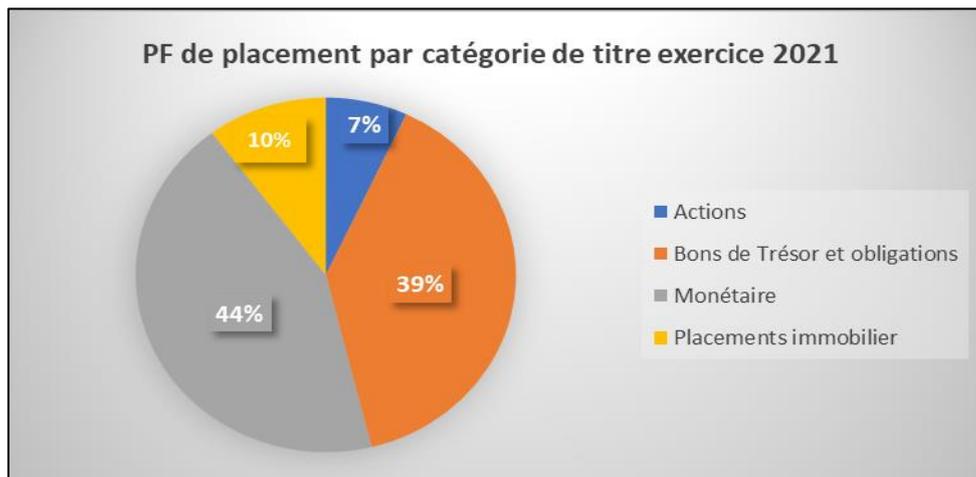
### 2.2.3. STRUCTURE DES PLACEMENTS

Les placements de la MAE Assurances totalisent en 2021, 423,798 MD contre 404,242 MD une année auparavant, soit une augmentation de 19,556 MD et un taux d'évolution de 4,8 %. Par conséquent, le produit des placements s'élève à 29,782 MD fin 2021 contre 30,322 MD. Cette diminution est expliquée par la réduction des produits des placements financiers de 2,1 %, passant de 29,445 MD à 28,821 MD fin 2021.

En outre, les provisions pour dépréciation des titres au 31/12/2021, totalisent un montant de 15,853 MD contre un montant de 13,270 MD au 31/12/2020, soit une augmentation de 2,583 MD. Cette augmentation est due principalement à la dépréciation des titres cotés d'un montant de 2,583 MD et des titres non cotés d'un montant de 0,966 MD.

En effet, ce montant global des placements est réparti entre les différentes classes d'actifs prévues par le catalogue des placements, défini par l'arrêté du ministre des Finances du 27 février 2001.

**Figure 19 :** Structure des placements de la compagnie en 2021

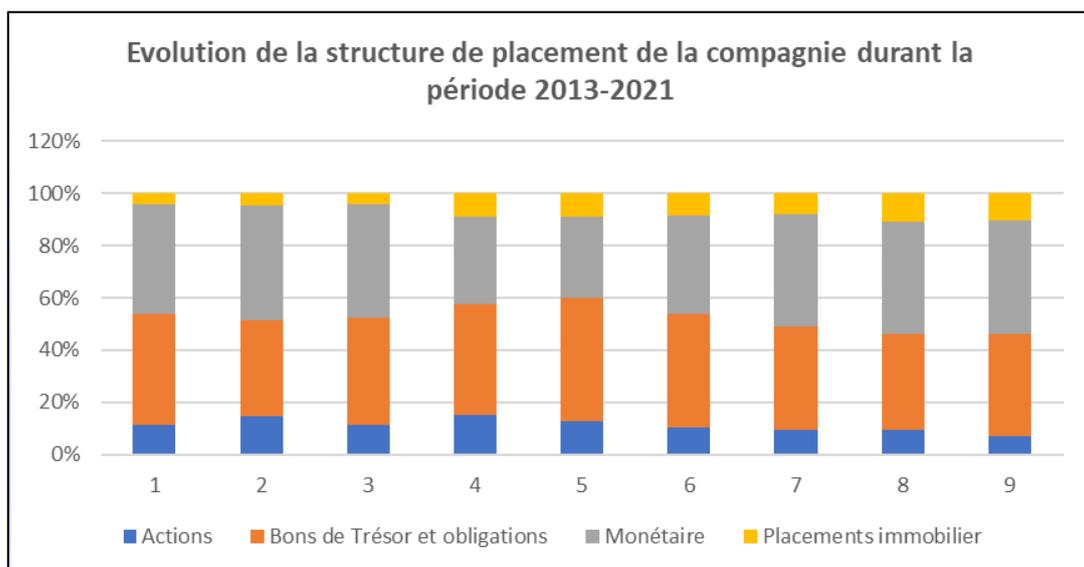


Source : Établie par l'auteur

D'après le graphique ci-dessus, nous constatons la dominance des deux classes d'actifs dans les placements de la compagnie, à savoir, l'actif obligataire et les placements monétaires. Ces derniers absorbent plus que 80% des investissements de la compagnie.

Le graphique suivant montre que la structure du portefeuille de la compagnie est presque stable durant toute la période. En effet, les placements obligataires et ceux en monétaire ont vu une légère augmentation durant les dernières années. La part des actions qui représentait 15% en 2014, est actuellement de 7 %, néanmoins, l'immobilier, était à 5 % en 2014 et qui a doublé en 2021 pour atteindre 10%.

**Figure 20 :** Évolution de la structure des placements



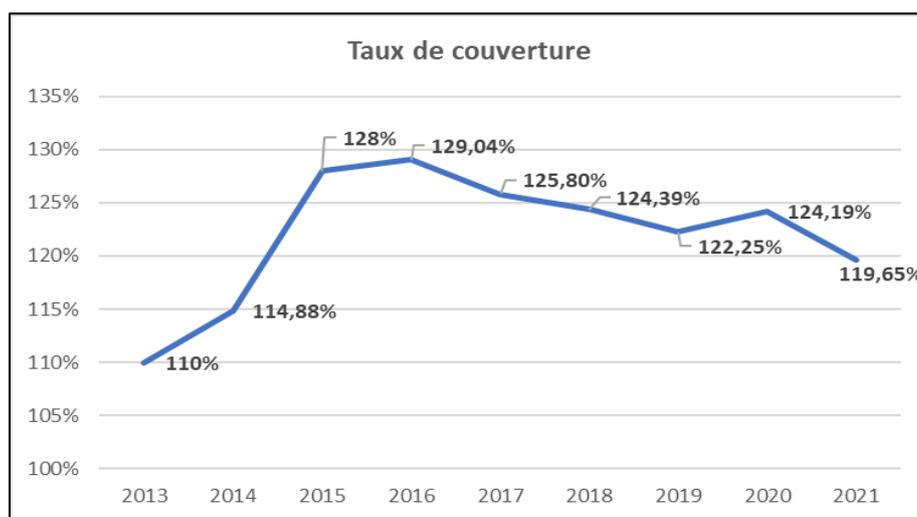
Source : Établie par l'auteur

Nous constatons que notre compagnie la MAE Assurances, adopte la stratégie **Core-Satellite**, c'est une stratégie dont le patrimoine est réparti entre une base plus importante (core) et une part plus petite correspondant à l'orientation selon des axes (satellites). La base représente la part la plus importante du portefeuille avec environ 80 % du placement total comme le cas de notre compagnie. Quant aux autres axes, ils permettent de doper la performance.

Le taux de couverture est obtenu en rapportant les placements sur les provisions techniques et il doit être supérieur à 100%.

Le taux de couverture des placements financiers et immobiliers par rapports aux provisions techniques est de 119,65 % en 2021 contre 124,16 % en 2020. D'après le graphique ci-dessous, nous remarquons que la MAE Assurances a respecté la norme exigée, enregistrant un taux supérieur à 100% durant toute la période, ce qui est un signe favorable pour la solvabilité de la compagnie.

**Figure 21** : Évolution du taux de couverture



Source : Établie par l'auteur

## 2.3. INDICATEURS DE LA BRANCHE AUTOMOBILE

Tableau 3 : Indicateurs de la branche automobile

Indicateurs de la Branche automobile	2019	2020	2021
Primes Acquises	94 789 456	107 344 519	124 321 887
Charges Sinistres	75 401 001	73 244 566	92 687 055
Frais généraux	31 884 482	39 468 574	48 862 059
Solde de souscription	19 388 455	34 099 952	31 634 832
Solde financier	12 145 196	14 853 099	17 414 914
Solde de réassurance	- 9 365 302	- 6 481 729	- 7 988 275
Resultat Technique de la branche Auto	- 9 716 133	3 002 748	- 7 800 588

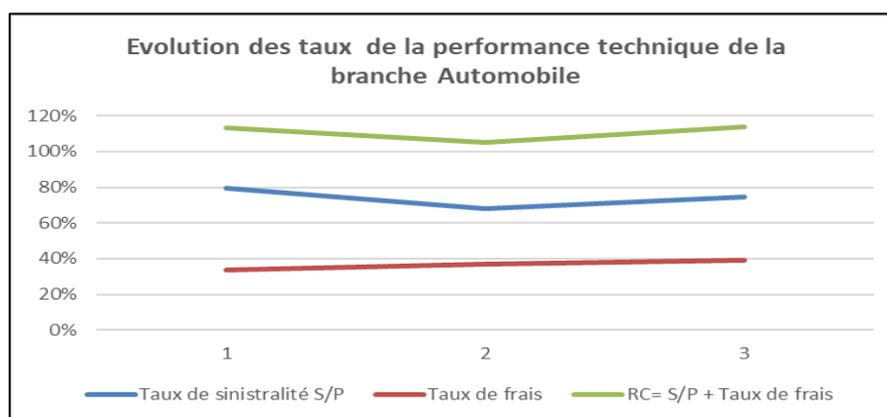
Source : Établi par l'auteur

Comme nous avons déjà mentionné que l'assurance automobile représente l'activité principale de la mutuelle puisqu'elle accapare la part la plus importante dans son portefeuille avec un chiffre d'affaires réel (primes acquises) de 124,321 MD en 2021 contre 107,344 MD une année auparavant.

Les charges sinistres s'élèvent à 92,687 MD en 2021, après avoir enregistré un fléchissement durant l'année 2020, cette baisse est expliquée par la diminution des accidents de la route depuis Mars 2020 sous l'effet de mesures contre le coronavirus et les conséquences induites sur l'arrêt de la circulation routière.

Le résultat technique a diminué pour atteindre -7,8 MD en 2021 contre un résultat positif une année auparavant, ce résultat doit être toujours positif puisqu'il est le cœur métier de l'activité assurantielle. Néanmoins, le solde financier, qui est la différence entre les produits et les charges de placements, demeure positif durant les trois dernières années pour atteindre 17,519 MD en 2021, ce dernier, sert à compenser le déficit technique enregistré pour la branche automobile

**Figure 22 : Taux de la performance technique**



Source : Établie par l'auteur

Le ratio de sinistralité **S/P** défini par le rapport (Charges sinistres / primes acquises) autrement dit c'est le ratio entre les encaissements et les remboursements, c'est aussi l'un des ratios les plus importants qui permet d'apprécier l'efficacité technique d'un assureur et il doit être inférieur à 75%. Nous observons qu'en 2021, cet indicateur a enregistré une légère augmentation passant de 68% à 75%, ceci peut être expliqué par l'augmentation des sinistres réglés en automobile de 52,6 MD en 2020 à 60,95 MD en 2021 soit une évolution de 15%.

Le taux des frais a légèrement progressé durant les trois années. En effet, l'indicateur qui combine les deux taux, à savoir, le taux de sinistralité et le taux des frais, est le ratio combiné, ce dernier, représente l'un des indicateurs de référence des assureurs, il leur permet de mesurer leur rentabilité technique. Ce dernier, ne doit pas dépasser 100% pour dire que la compagnie est performante sur le plan technique. La MAE Assurances a légèrement dépassé la valeur de 20% durant les trois dernières années.

## **SECTION 2 : PROJECTION DES VARIABLES MACRO-ÉCONOMIQUES**

### **2.1. PRÉSENTATION DES VARIABLES**

#### **❖ Le taux d'inflation :**

L'inflation est définie comme étant « la perte du pouvoir d'achat de la monnaie qui se traduit par une augmentation générale et durable des prix. Elle doit être distinguée de

l'augmentation du coût de la vie. La perte de valeur de la monnaie est un phénomène qui frappe l'économie nationale dans son ensemble (ménages, entreprises, etc.). »<sup>13</sup>

Cet indicateur est mesuré par l'indice des prix à la consommation IPC qui se calcule comme suit :

$$IPC_t = \frac{\text{prix d'un panier de biens et de services d'une année } t}{\text{prix d'un panier de biens et de services de l'année de base}} * 100$$

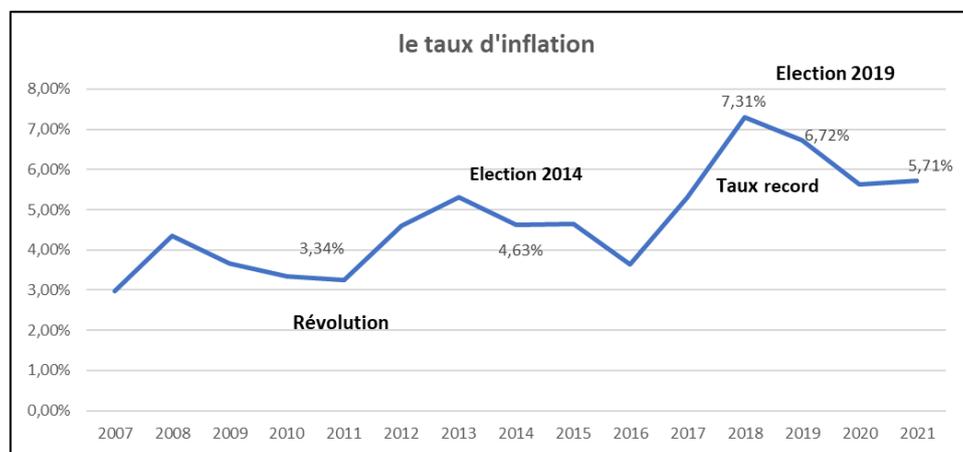
L'IPC calcule donc la variation dans le temps du coût d'un panier constant de biens et services représentatif des achats d'un ménage tunisien en accordant à chaque produit l'importance qu'il a dans le budget du consommateur.

Ensuite, nous proposons dans le cadre de ce travail que le taux d'inflation se présente par la formule suivante :

$$Inf_t = \left( \frac{IPC_t - IPC_{t-1}}{IPC_{t-1}} \right)$$

Le graphique ci- dessous illustre l'historique du taux d'inflation depuis 2007 :

**Figure 23** : Évolution du taux d'inflation



Source : INS

Nous remarquons d'après ce graphique, que depuis 2011, le taux d'inflation a enregistré une augmentation exponentielle jusqu'à ce qu'il atteigne un record par rapport aux années précédentes de 7.3 % en 2018. Ceci est dû à plusieurs facteurs tels que l'instabilité économique et politique.

<sup>13</sup> [Définition - Inflation / Taux d'inflation / Taux d'inflation | Insee](#)

### ❖ Le taux d'intérêt court terme

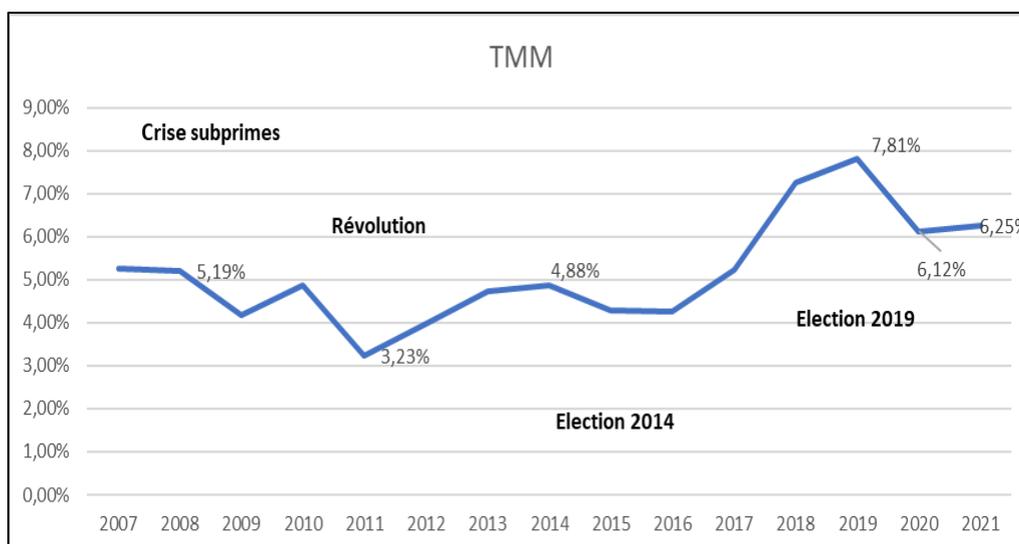
- Le taux de marché monétaire :

Le taux du marché monétaire (TMM) correspond au taux auquel les banques s'empruntent et se prêtent de l'argent entre elles. En Tunisie, le TMM est fixé par la Banque Centrale de Tunisie (BCT) en tant que facteur qui contribue à la régulation de l'activité économique en évoluant soit à la hausse soit à la baisse selon la situation.

En effet, pour une vision plus concrète sur le rendement du placement ou bien le coût de l'emprunt, il est primordial de prendre en compte l'inflation, nous parlerons donc d'un taux réel au lieu d'un taux nominal qui se représente par la formule suivante :

$$\text{Taux réel} = \text{Taux nominal} - \text{Taux d'inflation}$$

Figure 24 : Évolution du taux de marché monétaire



Source : BCT

Nous constatons d'après ce graphique, que sous l'effet des différentes décisions du Conseil d'Administration de la Banque Centrale de Tunisie, le Taux du marché monétaire (TMM) n'a cessé d'augmenter depuis la révolution passant de 3.23 % jusqu'à 7.81 % en 2016 et 6.12 % en 2020.

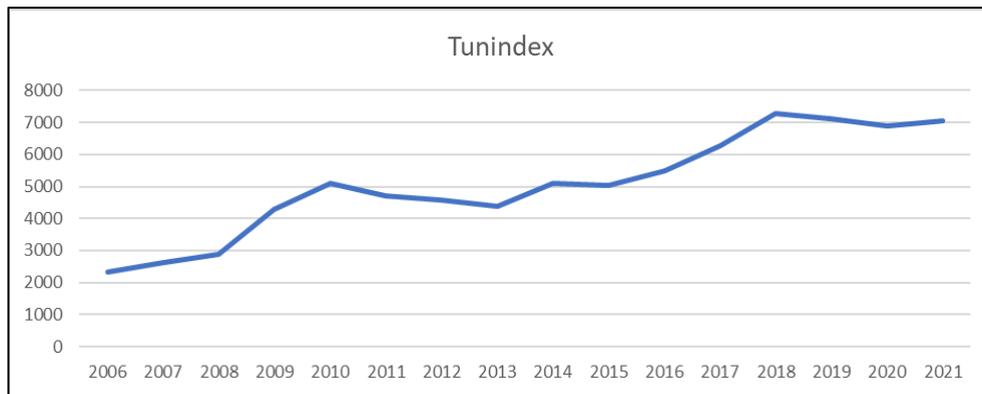
### ❖ Le rendement des actions

Une action est une part de la propriété d'une entreprise. Elle représente un droit sur l'actif et le bénéfice. Plus le détenteur achète d'actions, plus l'intérêt qu'il détient dans l'entreprise est grand. La variable qui présente cette classe d'actif est le Tunindex.

Ce dernier, est un indice boursier de référence de la Bourse de Tunis, pondéré par les capitalisations boursières flottantes avec une base 1000, le 31 décembre 1997.

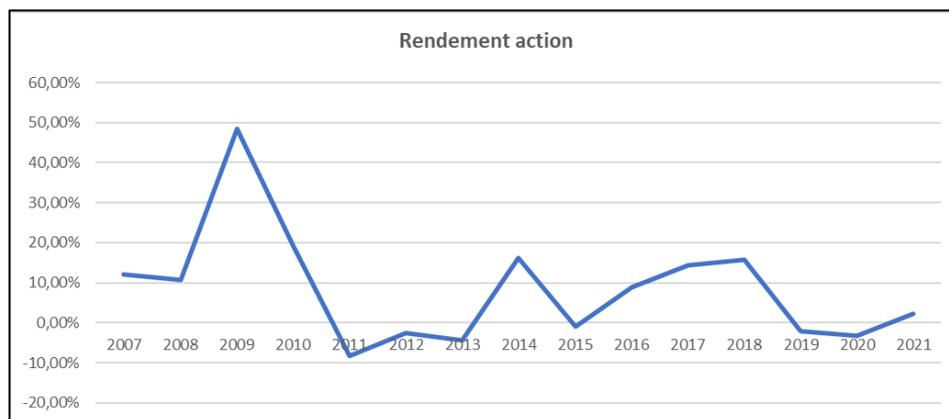
« C'est un indice statistique, de type rendement, qui mesure la tendance générale des marchés des titres de capital de la Cote de la Bourse. »<sup>14</sup>

**Figure 25 :** Évolution du Tunindex durant la période 2007-2021



Source : INS

**Figure 26 :** Évolution du rendement action



Source : Établie par l'auteur

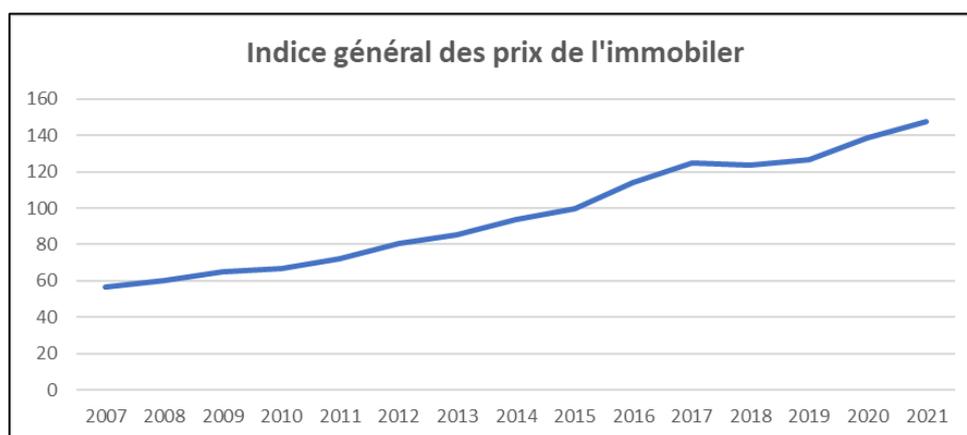
#### ❖ Le rendement immobilier

L'indice prix immobilier (IPIM) est un indice établi dans le cadre d'un projet de suivi des prix de l'immobilier à usage habitation à l'institut nationale de la statistique (INS). Cet indice est trimestriel de base 100 l'année 2015. Le champ de l'indice couvre :

- Les biens immobiliers résidentiels neufs et anciens (appartements, maisons et villas).
- Les biens fonciers (terrains à usage d'habitation)

<sup>14</sup> [Microsoft Word - GUIDE des Indices de la Bourse de Tunis \(bvmt.com.tn\)](https://www.bvmt.com.tn)

**Figure 27:** Évolution de l'indice général des prix de l'immobilier



Source : INS

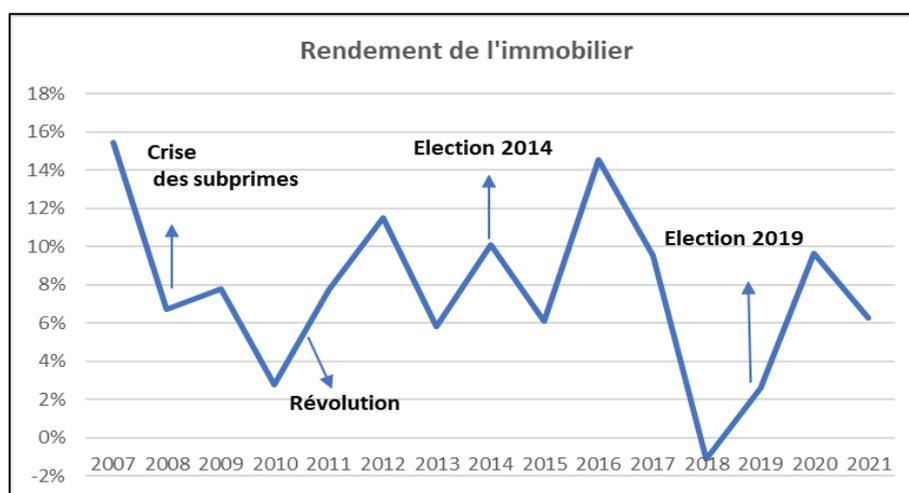
Nous remarquons que l'indice général des prix de l'immobilier est en perpétuelle hausse depuis plusieurs années.

L'historique du rendement immobilier se représente par la relation suivante :

$$Im_n = \frac{IPIM_n - IPIM_{n-1}}{IPIM_{n-1}}$$

Ce rendement est décrit par le graphique ci-dessous :

**Figure 28 :** Évolution du rendement de l'immobilier



Source : Établie par l'auteur

Le rendement de l'immobilier fluctue durant la période avant 2019 jusqu'à ce qu'il atteigne un rendement négatif en 2018 de -0.75%

## ❖ Le rendement obligataire

### • La courbe des taux

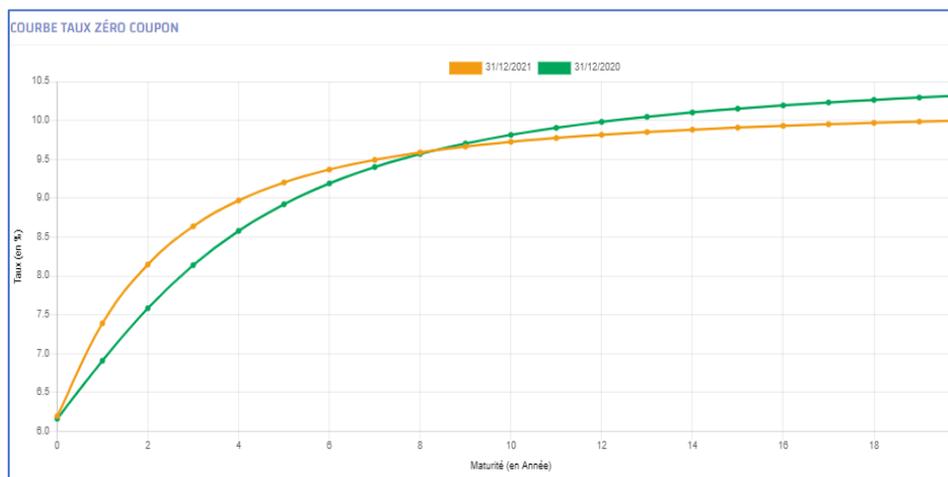
Depuis 2005, le CMF<sup>15</sup> a publié la première courbe des taux en Tunisie. Cette courbe est calculée via une interpolation linéaire entre le TMM et les taux actuariels (YTM<sup>16</sup>) du marché primaire (des adjudications du Trésor).

Depuis Mars 2016, Tunisie Clearing publie une autre courbe estimée selon un modèle zéro coupon (Nelson Siegel Simple) sur la base de données des marchés des pensions livrées, primaire et de gré à gré.

Cette courbe représente l'instrument essentiel pour répondre à de nombreux besoins parmi eux nous citons :

- Valorisation des portefeuilles obligataires au prix de marché
- Application des exigences réglementaires et comptables de valorisation à la juste valeur
- Gestion des risques
- Analyse et prévision des mouvements de marché et de leurs liens avec les cycles économiques

**Figure 29 : Courbe des taux**



Source : CMF

<sup>15</sup> Conseil du Marché Financier

<sup>16</sup> Yield To Maturity

### 2.1.1. ANALYSE DE LA CORRELATION

Tableau 4 : Corrélation des variables historiques

Matrice de corrélation					
	Actions	Inflation	Immobilier	Taux court	Taux long
Actions	100%	-21%	-3%	-3%	-30%
Inflation	-21%	100%	-59%	80%	69%
Immobilier	-3%	-59%	100%	-50%	-16%
Taux court	-3%	80%	-50%	100%	77%
Taux long	-30%	69%	-16%	77%	100%

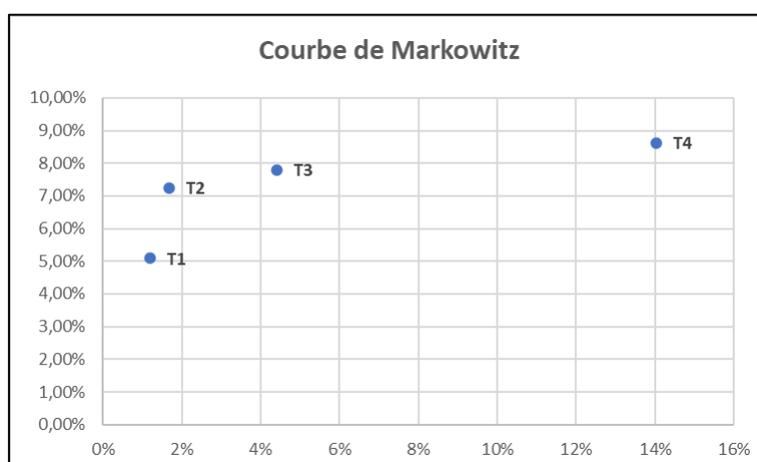
Source : Établi par l'auteur

Pour avoir une allocation d'actifs réussie, il ne s'agit pas juste de sélectionner de bons fonds indépendamment les uns et les autres, c'est la combinaison et l'interaction de ces fonds qui doit être maîtrisée. De ce fait, nous intéressons à analyser la corrélation entre les variables qui vont modéliser chaque classe d'actifs.

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons que, les taux longs et l'inflation sont moyennement et positivement corrélés. Pour l'inflation et les taux courts, la corrélation entre eux est significative et positive. De même, les taux courts et les taux longs sont positivement et significativement corrélés. Toutefois, concernant les actions, la corrélation avec les taux courts et l'immobilier est négligeable.

### 2.1.2. COURBE DE MARKOWITZ

Figure 30 : Profil rendement- risque des variables



Source : Établie par l'auteur sous Excel

Avec :

T1 : Money market (marché monétaire)

T2 : Fixed income (obligataire)

T3 : Real estate (immobilier)

T4 : Equity (Action)

La théorie moderne du portefeuille développée par Markowitz<sup>17</sup> consiste en un modèle d'allocations d'actifs qui vise à l'optimisation du couple (rendement / risque). Elle permet la sélection des actifs diversifiés. Pour Markowitz ce concept, est à la base des choix d'investissements en optimisant la diversification du portefeuille.

En effet, tenant compte des différentes corrélations entre leurs variations, et pour minimiser le risque au maximum pour un niveau de rendement donné, les actifs doivent être bien sélectionnés, c'est le principe de la frontière efficiente.

En outre, un placement obéit à des objectifs, ceux-ci diffèrent selon trois critères, l'horizon de placement, la rentabilité demandée et le risque qui y est lié.

Selon les données tunisiennes, nous remarquons que, les actions sont plus risquées, elles sont détenues par les compagnies d'assurances pour booster leurs rendements. En effet, nous constatons d'après le graphique ci-dessus que les actions ont un rendement plus élevé que les autres types de placement. L'immobilier représente un investissement intéressant dans la mesure où il est moins volatile que les marchés financiers. Toutefois, il a l'inconvénient d'être peu liquide contrairement aux produits financiers.

## **2.2. METHODOLOGIE POUR LA GENERATION DE SCENARIOS ECONOMIQUES**

La détermination de la structure de projection des scénarios futurs des différentes variables financières et macro-économiques tels que l'inflation et le rendement des actions ainsi que la méthodologie choisie pour leur génération sont deux étapes incontournables dans la mise en œuvre d'un GSE.

---

<sup>17</sup> Harry Max Markowitz (né le 24 août 1927 à Chicago) est un économiste américain. C'est l'auteur du modèle de « diversification efficiente » des portefeuilles d'actifs financiers (voir Modèle de choix de portefeuille). Il reçoit le prix de théorie John-von-Neumann en 1989 et est lauréat du prix dit Nobel d'économie en 1990.

Comme mentionné dans la deuxième section de la partie théorique, il existe deux types de structure de projection, la structure linéaire et celle par arbre. Cette forme schématique représente l'évolution dans le temps des variables GSE, entre des périodes différentes. Un nœud est une réalisation possible de la variable à une date donnée. L'ensemble de ces nœuds successifs forment une trajectoire, ce que nous appelons aussi un scénario futur possible de l'évolution d'une variable de générateur de scénarios économiques.

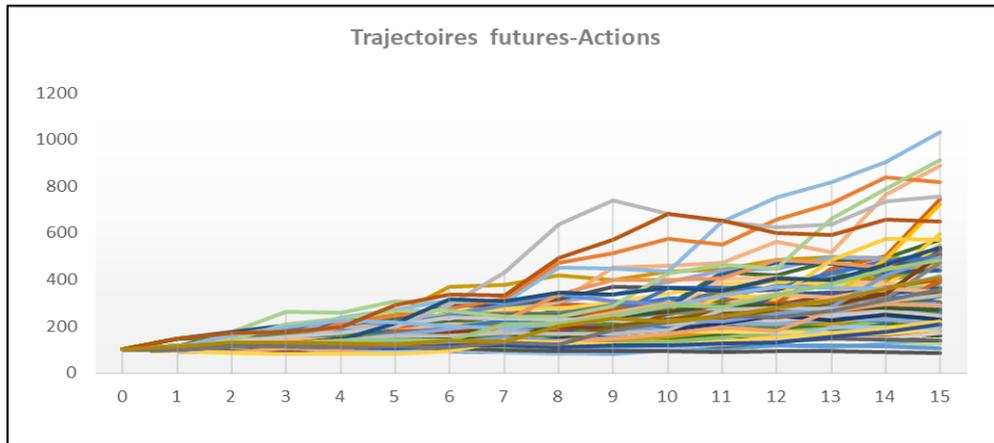
Afin de déterminer les valeurs de ces nœuds, nous allons adopter la méthode par Bootstrapping, qui est une technique simple consistant à utiliser les données historiques sans aucune modélisation de la dynamique d'évolution des variables de générateur de scénarios économiques.

En d'autres termes, cette technique est utilisée dans les GSE afin de rééchantillonner le scénario historiquement réalisé, c'est-à-dire quand nous avons  $n$  actifs à projeter, et en supposant que nous disposons d'un historique de  $k$  périodes, nous tirons avec remise un entier entre 1 et  $k$  et nous prenons toutes les valeurs des  $n$  actifs à cette même date de façon à prendre en considération de la corrélation historique entre ces derniers.

### **2.3. PROJECTION ISSUE DU BOOTSTRAP**

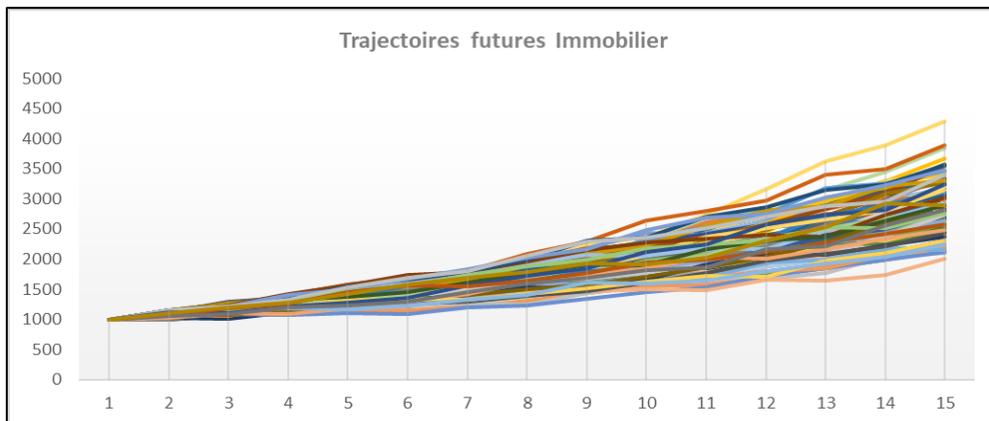
Cette partie sera réservée pour la présentation des graphiques des différentes trajectoires futures formant les scénarii possibles de chaque variable macro-économique et financière. L'obtention de ces valeurs des trajectoires futures passe par la projection des variables telles que les taux d'intérêts, le rendement des actions, et le rendement immobilier. Ces grandeurs conditionnent les prix des classes d'actifs. Par exemple, les cours futurs des obligations sont souvent déduits à partir des taux d'intérêts projetés. De même, les prestations futures peuvent être indexées sur l'inflation.

**Figure 31** : Trajectoires futurs actions



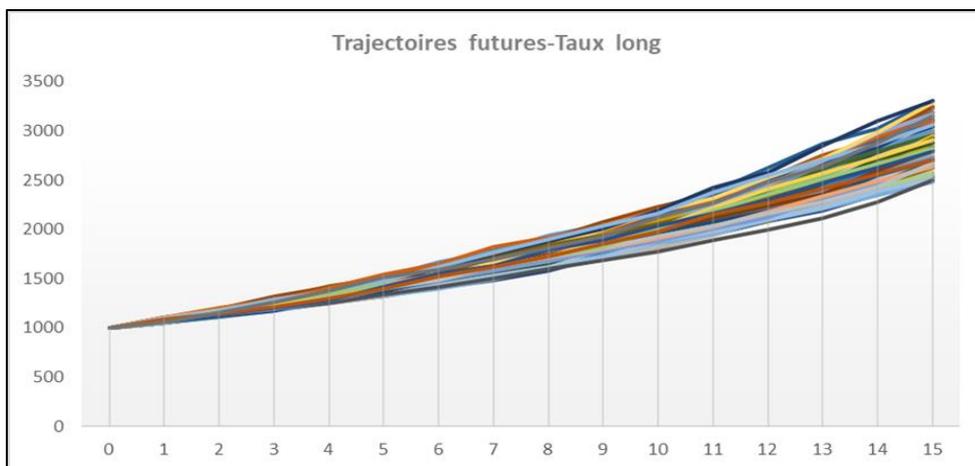
Source : Établie par l'auteur sous Excel

**Figure 32** : Trajectoires futures - immobilier



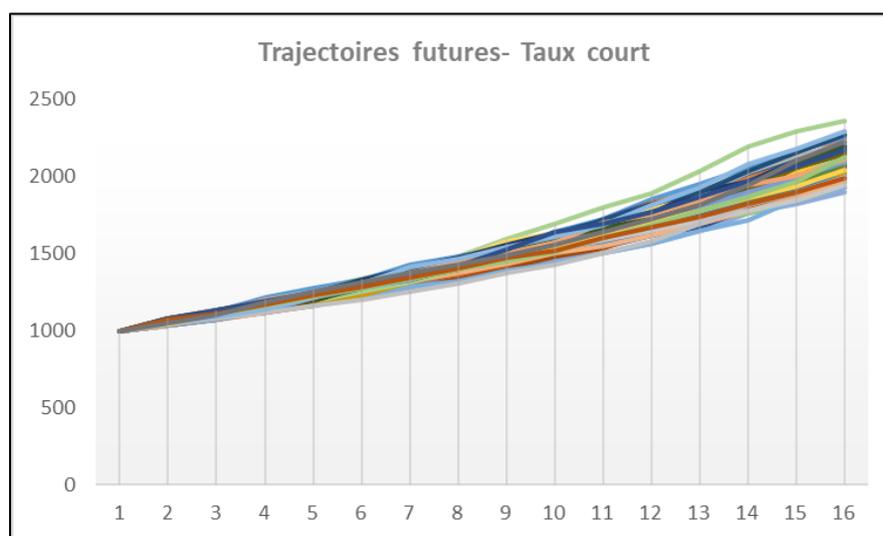
Source : Établie par l'auteur sous Excel

**Figure 33** : Trajectoires futures taux long



Source : Établie par l'auteur sous Excel

**Figure 34** : Trajectoires futures taux court



Source : Établie par l'auteur sous Excel

Pour visualiser l'évolution des valeurs futures des actions et des autres classes d'actifs, nous avons tracé 100 trajectoires futures possibles sur une période de 15 ans, à l'aide des rendements projetés en utilisant le GSE par Bootstrap. Nous observons d'après ces trajectoires présentées ci-dessus, que la valeur de l'action futur est plus volatile que celle d'une obligation ou d'un dépôt monétaire qui présentent des fluctuations moins faibles.

Après avoir projeté les facteurs de risque par la technique Bootstrapping, nous allons projeter les états financiers de la compagnie d'assurance. Ces grandeurs qui conditionnent le prix des actifs financiers, déterminent indirectement l'évaluation du passif et ce via les interactions actif-passif.

### **SECTION 3 : CONSTRUCTION D'UN MODELE ALM PROSPECTIF**

#### **3.1. COMPOSITION DES PROVISIONS TECHNIQUES NON-VIE DE LA COMPAGNIE**

Dans le cadre de ce travail et du côté passif nous allons nous concentrer sur la provision pour sinistres à payer et pour justifier ce choix nous allons comparer le volume de chacune des provisions non-vie constituées par la Mutuelle Assurance de l'Enseignement pour la période s'étalant de 2019 à 2021.

Le détail est présenté dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 5** : Structure des provisions non-vie

en MD	2019	2020	2021
<b>Provision pour primes non acquises</b>	43,06	49,7	54,2
<b>Provision pour sinistres (non-vie)</b>	211,1	223,9	244,8
<b>Provision pour participations aux bénéfices et ristournes (non-vie)</b>	0,064	0,064	0,064
<b>Autres provisions techniques (non-vie)</b>	20	17,6	18,2
<b>Total des provisions non-vie</b>	274,22	291,264	317,264

Source : Établi par l'auteur

D'après ce tableau nous constatons la prédominance des provisions pour sinistres à payer par rapport au reste des provisions. Ainsi, vu leur importance, du côté passif, nous allons nous concentrer sur la PSAP.

❖ **La méthode Chain ladder :**

C'est la méthode la plus robuste, la plus connue, et la plus utilisée par les compagnies d'assurance. Cette méthode est basée sur les coefficients de passage ou facteur de développement défini par la formule suivante :

$$\hat{F}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-j-1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{n-j-1} C_{i,j}}$$

Nous avons appliqué cette méthode sur le triangle de règlement automobile de notre compagnie afin de déterminer la cadence de paiement, une parmi les hypothèses que nous allons utiliser dans notre modèle ALM. Le tableau suivant dressera les facteurs de développement calculés selon la formule présentée ci-dessus :

**Tableau 6** : Facteurs de développement calculés

Année	$\hat{F}_j$ en %	Année	$\hat{F}_j$ en %
1	325	6	103
2	169	7	102
3	134	8	101
4	115	9	101
5	107	10	100

Source : Établi par l'auteur

Nous rappelons qu'il existe une relation entre les coefficients de passage et la cadence de règlement des sinistres qui se présente par cette formule :

$$\text{Cadence } j = \frac{1}{f_j * \dots * f_{n-1}}$$

L'analyse de la cadence de paiement de sinistres est particulièrement utile pour les gestionnaires d'actifs puisqu'elle a un impact considérable sur sa structure de placement. En effet, une branche qui se caractérise par une cadence de règlement courte nécessite une structure de placement qui diffère de celle caractérisée par une cadence longue.

Par exemple, si la compagnie d'assurance règle rapidement ses sinistres, les gestionnaires d'actifs doivent se concentrer sur les placements liquides et à court terme comme les placements monétaires. En revanche, si la période qui sépare la date de survenance de sinistre et celle du règlement est longue, les gestionnaires d'actifs doivent dans ce cas s'orienter vers des actifs de longue durée, plus rentables et moins liquides à l'instar de l'actif immobilier.

Ainsi, nous constatons que pour le triangle de paiement de la branche automobile, 10% des sinistres sont réglés dès la première année, 56% au bout de la troisième année, cette branche a une liquidation plus ou moins longue puisqu'il faut attendre la sixième année pour atteindre 93% des règlements.

## **3.2. PROJECTION ET CONSTRUCTION D'UN MODELE ALM**

Dans cette partie nous allons projeter les états financiers, le bilan, l'état de résultat et l'état de flux de trésorerie à l'aide des rendements projetés issus du GSE, en analysant l'évolution de la valeur des capitaux propres après 15 ans ainsi que leur rendement.

Pour ce faire, nous changerons à chaque fois l'allocation des actifs pour avoir l'allocation optimale selon le scénario économique proposé.

### **3.2.1. CONSTRUCTION DU BILAN**

Nous allons construire un modèle ALM en assurance automobile pour notre compagnie la MAE Assurances et nous allons commencer par présenter les hypothèses retenues pour notre portefeuille :

**Tableau 7 : Hypothèses de projection pour le portefeuille automobile**

Hypothèses	Répartition										
Taux PPNA	0%										
Taux acquisition	100%										
S/P cible	70%										
Cadence de paiement	10,2%	23,0%	22,9%	18,8%	11,5%	6,2%	3,0%	1,9%	1,1%	0,9%	0,4%
Cadence d'encaissement	85%	10%	2%	1%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Taux de frais	35%										
Nombre de simulation	1 000										

Source : Établi par l'auteur

Dans le cadre de ce travail et pour des raisons de simplification, nous avons supposé que le passif soit constitué uniquement des capitaux propres et de provisions pour sinistres à payer (PSAP).

Pour calculer cette provision, nous avons effectué un triangle à l'aide de la cadence de paiement en multipliant la prime acquise par le ratio de sinistralité S/P cible, défini en hypothèses afin d'obtenir la charge de sinistres et de projeter le triangle de PSAP (présenté en annexe 1).

**Tableau 8 : Valeurs PSAP projetées**

Règlement	9 310 273	30 771 255	53 380 841	73 838 917	89 277 598	101 352 803	112 066 005	122 844 845
PSAP	81 689 727	146 686 872	195 420 046	231 158 656	259 907 013	286 872 028	315 067 664	341 758 559
Var PSAP	-81 689 727	-64 997 145	-48 733 174	-35 738 610	-28 748 357	-26 965 015	-28 195 636	-26 690 895
Charge de la sinistre	91 000 000	95 768 400	102 114 014	109 577 527	118 025 955	128 317 818	140 261 641	149 535 740

Source : Établi par l'auteur

Le tableau ci-dessus, présente les valeurs de PSAP projetées ainsi que les règlements et les charges sinistres. La variation de PSAP est donnée par cette formule :

$$VAR PSAP = PSAP_t - PSAP_{t-1}$$

De plus, nous avons validé le résultat en vérifiant que :

$$Règlement - VAR PSAP = Charge de sinistre$$

De l'autre côté, nous avons considéré que l'actif étant composé des placements, créances et des avoirs en banque. En ce qui concerne les créances, nous avons fait un triangle d'encaissement (présenté en annexe 2), dont le montant du règlement est donné par la somme de chaque colonne du triangle et la somme restante de la ligne en dehors de cette colonne permet d'avoir le montant de la créance restante.

Le tableau suivant présente notre bilan projeté :

**Tableau 9** : Projection prospective du Bilan sur 15 ans

Bilan						
	Actif			Passif		
T	Banque	Créance	Placements	PPNA	PSAP	Capitaux propres
0	82 000 000,00		-			82 000 000,00
1	2 779 794,54	19 500 000,00	136 209 932,63		81 689 727,17	76 800 000,00
2	3 989 608,62	27 237 275,00	195 490 822,43		147 589 543,57	79 128 162,47
3	5 008 664,11	33 357 990,38	245 424 541,48		198 872 565,95	84 918 630,03
4	5 805 408,21	37 989 596,47	284 465 002,24		234 697 280,87	93 562 726,04
5	6 676 189,11	41 778 846,55	327 133 266,60		262 300 128,95	113 288 173,31
6	7 334 129,30	45 216 187,63	359 372 335,63		288 941 046,66	122 981 605,89
7	7 976 128,77	48 069 117,67	390 830 309,96		312 436 795,07	134 438 761,33
8	8 598 274,64	51 450 942,39	421 315 457,55		336 312 515,81	145 052 158,77
9	9 572 826,45	54 887 060,68	469 068 495,93		360 162 375,54	173 366 007,52
10	10 303 301,56	58 771 720,26	504 861 776,56		385 549 317,38	188 387 481,00
11	11 234 382,29	62 733 711,45	550 484 732,00		411 920 676,27	212 532 149,46
12	12 288 066,47	67 201 893,15	602 115 257,22		440 832 283,42	240 772 933,43
13	13 368 261,51	71 690 821,30	655 044 813,86		470 824 144,36	269 279 752,30
14	14 610 989,62	76 920 916,72	715 938 491,40		504 312 943,24	303 157 454,50
15	15 770 251,71	81 733 265,78	772 742 333,85		537 433 089,96	332 812 761,38
<b>Total</b>	<b>7 626 353 191,67</b>			<b>7 626 353 191,67</b>		<b>406%</b>

Source : Établi par l'auteur sous VBA-Excel

### 3.2.2. CONSTRUCTION DU COMPTE DE RESULTAT TECHNIQUE

L'état de résultat technique ou le compte de résultat est état financier qui synthétise l'ensemble des charges d'une compagnie d'assurance.

Dans ce travail, notre compte de résultat étudié et projeté se compose de :

- **Primes acquises**

$$Primes\ acquises_t = Primes\ émises_t * taux\ d'acquisition$$

Avec :

$$Primes\ émises_t = Primes\ émises_{t-1} * (1 + taux\ d'inflation_t + 2\%)$$

$$Taux\ d'acquisition = 100\% \text{ défini en hypothèses}$$

- **Charges sinistres**

La charge de sinistre est composée de la variation du montant de PSAP et des sinistres réglés obtenus du triangle de développement que nous avons élaboré dans la partie précédente.

- **Les frais d'exploitation**

$$\text{Frais d'exploitation}_t = \text{Primes émises}_t * \text{taux de frais}$$

- **Produit financier**

Par conséquent, le résultat technique de notre état financier projeté est obtenu par la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{Résultat technique}_t \\ = \text{Primes acquises}_t + \text{Sinistres réglés}_t + \text{Variation de PSAP}_t + \text{frais}_t \\ + \text{produit financier}_t \end{aligned}$$

Le tableau suivant présente donc l'état de résultat technique projeté :

**Tableau 10** : Projection prospective de l'état de résultat sur 15 ans

Année	Compte de résultat technique								
	Primes acquises			Charges de sinistre		Frais d'exploitation		Produit financier	Résultat
	Primes émises	Variation PPNA	Prime acquises	Variation PSAP	Sinistres réglés	Fixes	Variables		
0	130 000 000,00	-	130 000 000,00	- 81 689 727,17	- 9 310 272,83	- 45 500 000,00	1 300 000,00	-	- 5 200 000,00
1	138 248 500,00	-	138 248 500,00	- 65 899 816,40	- 30 874 133,60	- 48 386 975,00	1 442 553,97	7 798 033,50	2 328 162,47
2	150 303 769,20	-	150 303 769,20	- 51 283 022,38	- 53 929 616,06	- 52 606 319,22	1 604 041,82	11 701 614,19	5 790 467,55
3	158 179 686,71	-	158 179 686,71	- 35 824 714,92	- 74 901 065,77	- 55 362 890,35	1 633 047,09	14 920 033,27	8 644 096,02
4	168 638 527,59	-	168 638 527,59	- 27 602 848,08	- 90 444 121,23	- 59 023 484,66	1 764 161,36	26 393 212,28	19 725 447,27
5	184 335 401,74	-	184 335 401,74	- 26 640 917,71	- 102 393 863,51	- 64 517 390,61	1 978 066,33	16 932 136,34	9 693 432,58
6	194 177 068,84	-	194 177 068,84	- 23 495 748,41	- 112 428 199,78	- 67 961 974,09	2 006 606,41	19 159 402,47	11 457 155,44
7	208 383 063,19	-	208 383 063,19	- 23 875 720,74	- 121 992 423,49	- 72 934 072,12	2 194 607,07	18 837 943,53	10 613 397,44
8	221 796 680,97	-	221 796 680,97	- 23 849 859,73	- 131 407 816,95	- 77 628 838,34	2 316 378,00	37 087 304,80	28 313 848,75
9	238 023 326,15	-	238 023 326,15	- 25 386 941,84	- 141 229 386,46	- 83 308 164,15	2 506 766,46	24 415 873,32	15 021 473,48
10	253 794 751,74	-	253 794 751,74	- 26 371 358,89	- 151 284 967,33	- 88 828 163,11	2 655 352,97	34 179 053,08	24 144 668,46
11	272 344 610,15	-	272 344 610,15	- 28 911 607,14	- 161 729 619,96	- 95 320 613,55	2 868 033,86	38 989 980,62	28 240 783,97
12	289 875 432,70	-	289 875 432,70	- 29 991 860,94	- 172 920 941,95	- 101 456 401,45	3 027 372,06	39 973 218,45	28 506 818,87
13	312 004 523,24	-	312 004 523,24	- 33 488 798,88	- 184 914 367,39	- 109 201 583,13	3 295 828,58	46 182 099,78	33 877 702,20
14	329 679 579,48	-	329 679 579,48	- 33 120 146,73	- 197 655 558,90	- 115 387 852,82	3 417 623,36	42 721 662,49	29 655 306,88
15	355 097 875,05	-	355 097 875,05	- 37 468 825,51	- 211 099 687,03	- 124 284 256,27	3 753 739,64	58 638 885,99	44 637 731,88

Source : Établi par l'auteur sous VBA-Excel

### 3.2.3 CONSTRUCTION DE L'ETAT DE FLUX DE TRESORERIE

L'état de flux de trésorerie renseigne sur la manière avec laquelle l'entreprise d'assurance a obtenu et dépensé la liquidité à travers ses activités d'exploitation, de

financement et d'investissement. Quand il est utilisé de concret avec le reste des états financiers, il fournit des informations permettant aux utilisateurs d'évaluer la capacité de la compagnie à générer des flux de trésorerie positifs et d'évaluer sa capacité à honorer ses engagements.

- **L'activité d'exploitation** : est définie par deux éléments :
  - **L'ouverture** : Ouverture (0) = capitaux propres (0) pour t=0  
Ouverture (t) = clôture (t-1) pour t > 0
  - **La clôture** est obtenue par la somme du solde avant placement et le produit financier de la même année.
- **L'activité de financement** se compose de :
  - Primes encaissées résultantes du triangle effectué par la cadence d'encaissement
  - Sinistres réglés (t) et frais (t) provenant du compte de résultat technique
- **L'activité d'investissement**

Le montant de placement est présenté de la façon suivante :

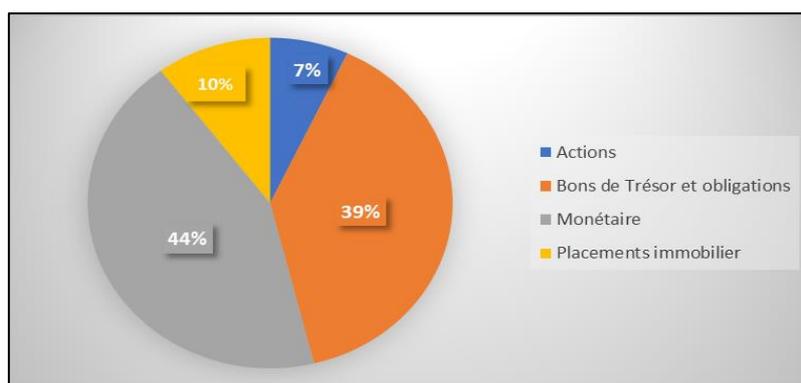
- Montant à placer (t) = clôture(t-1)
- Excédent (t) = primes encaissées (t) + sinistres(t) +frais (t)
- Solde avant placement (t) = excédent(t) + ouverture (t)
- Le produit financier de l'année t est défini comme étant le total des rendements obtenus à la suite des investissements

**Tableau 11** : Projection prospective de l'état de flux de trésorerie sur 15 ans

Etat de flux de trésorerie							
Ouverture	Primes encaissées	Sinistre	Frais	Excédent	Solde av produits	Produit financier	Cloture
82 000 000,00	110 500 000,00	- 9 310 272,83	- 44 200 000,00	56 989 727,17	138 989 727,17	-	138 989 727,17
138 989 727,17	130 511 225,00	- 30 874 133,60	- 46 944 421,03	52 692 670,37	191 682 397,55	7 798 033,50	199 480 431,05
199 480 431,05	144 183 053,82	- 53 929 616,06	- 51 002 277,40	39 251 160,36	238 731 591,41	11 701 614,19	250 433 205,60
250 433 205,60	153 548 080,62	- 74 901 065,77	- 53 729 843,26	24 917 171,58	275 350 377,18	14 920 033,27	290 270 410,45
290 270 410,45	164 849 277,51	- 90 444 121,23	- 57 259 323,29	17 145 832,98	307 416 243,43	26 393 212,28	333 809 455,71
333 809 455,71	180 898 060,66	- 102 393 863,51	- 62 539 324,28	15 964 872,88	349 774 328,59	16 932 136,34	366 706 464,92
366 706 464,92	191 324 138,80	- 112 428 199,78	- 65 955 367,68	12 940 571,34	379 647 036,26	19 159 402,47	398 806 438,73
398 806 438,73	205 001 238,47	- 121 992 423,49	- 70 739 465,05	12 269 349,93	411 075 788,66	18 837 943,53	429 913 732,19
429 913 732,19	218 360 562,68	- 131 407 816,95	- 75 312 460,34	11 640 285,39	441 554 017,58	37 087 304,80	478 641 322,38
478 641 322,38	234 138 666,57	- 141 229 386,46	- 80 801 397,69	12 107 882,42	490 749 204,80	24 415 873,32	515 165 078,12
515 165 078,12	249 832 760,55	- 151 284 967,33	- 86 172 810,14	12 374 983,09	527 540 061,21	34 179 053,08	561 719 114,29
561 719 114,29	267 876 428,45	- 161 729 619,96	- 92 452 579,70	13 694 228,79	575 413 343,08	38 989 980,62	614 403 323,70
614 403 323,70	285 386 504,55	- 172 920 941,95	- 98 429 029,39	14 036 533,21	628 439 856,91	39 973 218,45	668 413 075,36
668 413 075,36	306 774 427,81	- 184 914 367,39	- 105 905 754,55	15 954 305,87	684 367 381,24	46 182 099,78	730 549 481,02
730 549 481,02	324 867 230,41	- 197 655 558,90	- 111 970 229,46	15 241 442,05	745 790 923,07	42 721 662,49	788 512 585,56
788 512 585,56	349 201 390,15	- 211 099 687,03	- 120 530 516,63	17 571 186,50	806 083 772,06	58 638 885,99	864 722 658,05

Source : Établi par l'auteur sous VBA-Excel

**Figure 35 : Allocation d'actifs initiale**



Source : Établie par l’auteur

Dans le début, nous avons présenté la structure globale du portefeuille d’actifs de la MAE Assurances qui se caractérise par la prédominance de l’actif monétaire et celui obligataire. Nous constatons que la politique de placement de notre compagnie se fonde sur l’approche core-satellite qui consiste à définir dans le portefeuille :

- Un cœur : c’est-à-dire un noyau dur correspondant à l’objectif de placement
- Des fonds satellites destinés à doper la performance

Dans cette partie nous allons proposer différentes allocations d’actifs pour voir leur effet sur la variation du passif et sur l’évolution des états financiers sur 15 ans et nous avons considéré que la répartition reste stable tout au long la période de projection.

Notons que pour le deuxième scénario présenté, nous avons négligé les impératifs de sécurité auxquels les sociétés d’assurance sont confrontées notamment à travers l’existence d’un **catalogue de placement** imposé par la loi présentant les limites de placements de chaque classe d’actifs en fonction des provisions techniques.

**Tableau 12 : Répartition des classes d'actifs selon les trois scénarii**

	Monétaire	Obligataire	Immobilier	Actions
<b>Scénario 1</b>	25%	50%	15%	10%
<b>Scénario 2</b>	0%	20%	30%	50%
<b>Scénario 3</b>	60%	25%	10%	5%

Source : Établi par l’auteur

Ce deuxième scénario est une stratégie agressive qui consiste à investir la majorité des fonds en actifs risqués.

### 3.3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Nous rappelons que notre objectif est de déterminer l'allocation optimale d'actifs tout en maximisant le rendement des fonds propres et en minimisant le risque. Nous allons donc tester à chaque fois l'évolution du rendement de portefeuille automobile.

Pour ce faire, nous avons procédé au développement d'un outil **VBA-Excel** pour effectuer 1000 simulations, et les résultats s'affichent en exécutant le **code** par le bouton « **simulation** ».

Les résultats statistiques des différentes stratégies sont illustrés dans le tableau suivant :

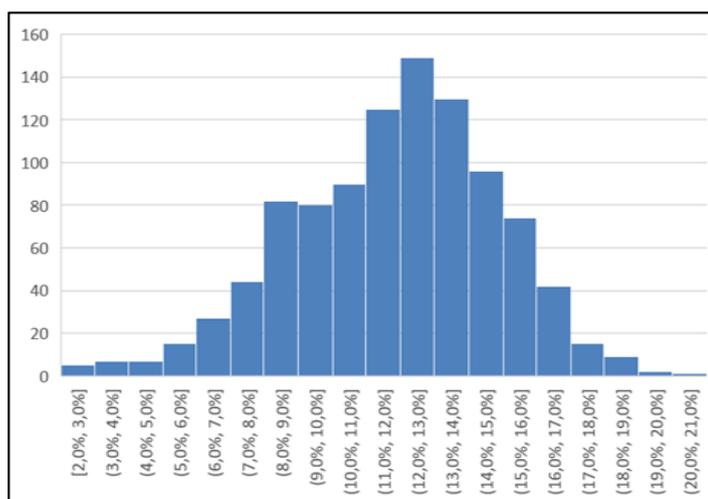
**Tableau 13** : Résultats statistiques pour les différents scénarios

		Moyenne	Ecartype	CV
<b>Scénario 0</b>		9%	1%	11%
<b>Scénario 1</b>	obligations	10%	1%	10%
<b>Scénario 2</b>	actions	11%	3%	27%
<b>Scénario 3</b>	monétaire	9%	1%	11%

Source : Établi par l'auteur

Parmi les scénarios proposés, nous rappelons le **deuxième** scénario qui consiste à investir majoritairement en action qu'en immobilier et obligation. En adoptant cette stratégie au début de la période de projection et en effectuant 1000 simulations, l'évolution du rendement de portefeuille se présente comme suit :

**Figure 36** : Distribution du rendement sous le deuxième scénario



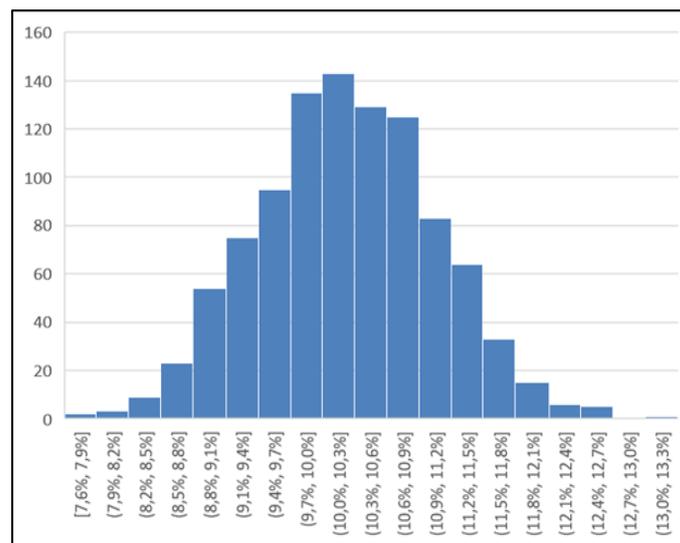
Source : Établie par l'auteur sous VBA-Excel

Les résultats affichés selon cette répartition des classes d'actifs montrent que cette structure n'est pas recommandée et ce pour deux raisons :

- Elle présente le coefficient de variation le plus élevé qui est de 25 %. Ce dernier est un outil indispensable dans la sélection des investissements. En effet, le risque et le rendement sont étroitement liés dans la mesure où un retour sur investissement potentiel accru va généralement de pair avec un risque accru. En général, un investisseur recherche le CV le plus faible puisqu'il donne le ratio risque/rendement le plus optimal.
- Cette structure d'actifs n'est pas bien diversifiée, il est recommandé de bien diversifier son portefeuille pour minimiser le risque.

En ce qui concerne le **premier scénario** qui consiste à augmenter la part de l'actif obligataire, conduit à avoir la distribution du rendement de portefeuille comme le montre l'histogramme ci-dessous :

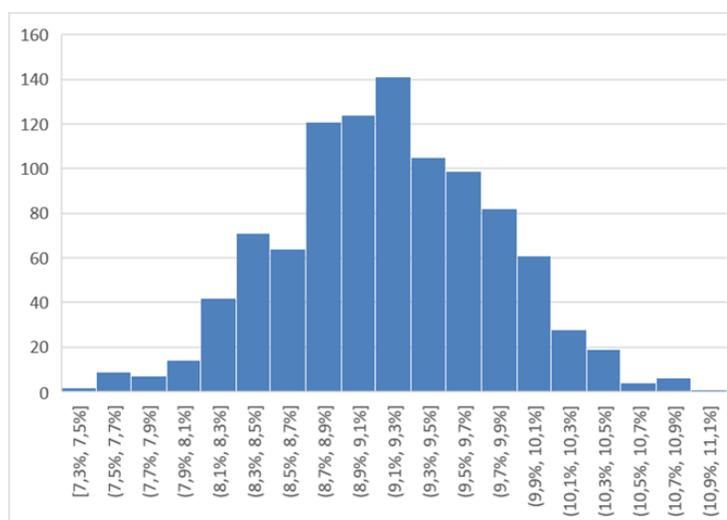
**Figure 37** : Distribution du rendement sous le premier scénario



Source : Établie par l'auteur sous VBA-Excel

Enfin, pour le **troisième scénario**, selon lequel nous avons investi les fonds beaucoup plus en monétaire, l'évolution du rendement moyen des fonds propres varie de la façon suivante :

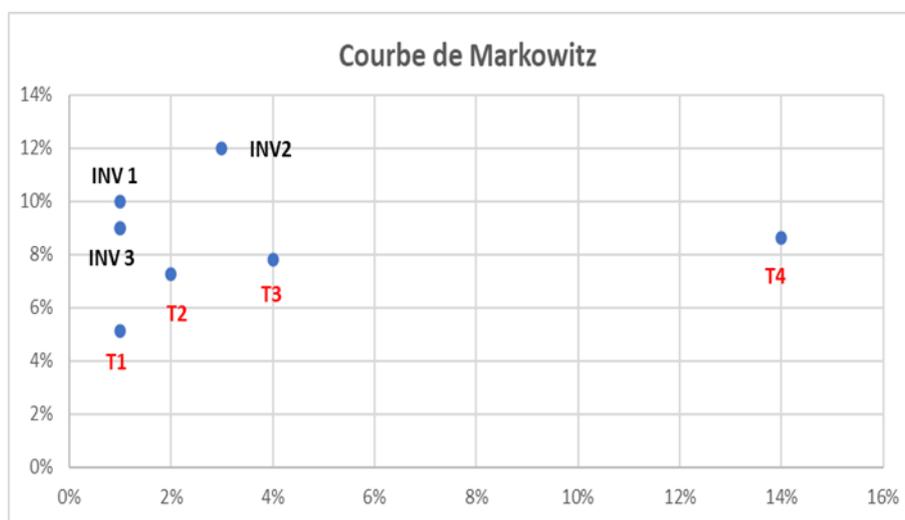
**Figure 38** : Distribution du rendement sous le troisième scénario



Source : Établie par l'auteur sous VBA-Excel

Si nous voulons comparer les deux histogrammes relatifs à la première et la troisième stratégie, présentant le même écart-type soit de 1%, la forme de l'histogramme a décalé à droite, en augmentant la part de l'actif obligataire ce qui est expliqué par l'augmentation du rendement de portefeuille. Pour la deuxième stratégie, l'écart type a augmenté ce qui a rendu la forme de l'histogramme plus aplatie.

**Figure 39** : Profil rendement/ risque des investissements



Source : Établie par l'auteur sous Excel

Compte tenu des engagements vis-à-vis des assurés et de l'évolution des variables macro-économiques et financières, la structure optimale d'actifs est celle qui présente l'avantage de maximiser le rendement de l'entreprise d'assurance tout en minimisant le risque. De ce fait, après avoir analysé les différents résultats, nous pouvons dire que pour un même niveau de

risque, le premier investissement présente le rendement le plus élevé par rapport au troisième investissement et par conséquent un coefficient de variation le plus réduit. Ainsi, nous optons pour le **premier scénario**.

## **CONCLUSION**

Ce dernier chapitre a été consacré à la construction d'un outil d'ALM prospectif pour le portefeuille automobile de la MAE Assurances. Nous avons commencé par la présentation de la situation initiale de notre compagnie. Par la suite, nous avons présenté la méthodologie pour la projection des variables macro-économiques qui touchent chaque classe d'actifs. Finalement, nous avons projeté le bilan, l'état de résultat et l'état de flux de trésorerie à l'aide des rendements issus du GSE.

La technique par Bootstrapping que nous avons adoptée possède l'avantage d'être simple à appliquer, cohérente avec le passé mais reste un outil d'aide à la décision.

En conclusion, il est primordial de garder à l'esprit qu'aucun modèle quelque soient sa nature, son utilité ou les hypothèses sur lesquelles il repose, ne peut reproduire parfaitement la réalité.

## CONCLUSION GENERALE

Dans ce mémoire, nous avons tenté de construire un modèle d'ALM automobile prospectif, dont l'objectif était de garantir à notre compagnie de parrainage, la MAE Assurances, une allocation stratégique d'actifs optimale en fonction de son passif. Ce choix du portefeuille étudié a été justifié par le fait que la branche automobile accapare la part plus importante dans le chiffre d'affaires de la compagnie ainsi que dans ses provisions techniques.

Au début de ce travail, nous avons présenté le contexte théorique en mettant l'accent sur les fondements de la gestion actif-passif, son historique, ses outils et ses caractéristiques dans une compagnie d'assurance. Puis nous avons abordé les générateurs de scénarios économiques, force motrice de ce mémoire, ses utilités, et ses principaux modèles de projection.

Dans la partie empirique, nous avons procédé au développement d'un outil de simulation sur **VBA-Excel**, ce qui permet à chaque fois la simulation d'un nouveau scénario économique en se basant sur la technique par **Bootstrapping**. Puis, avec les rendements projetés issus de ce GSE et pour mettre en évidence la situation de notre compagnie, nous avons projeté le bilan, l'état de résultat et l'état de flux de trésorerie et nous avons examiné la rentabilité de notre investissement. Notre valeur cible a été le rendement des capitaux propres après 15 ans.

En effet, afin de choisir la stratégie optimale pour notre canton étudié, nous avons testé différents scénarios et nous avons opté pour la première stratégie qui nous a permis de faire un bon compromis entre le rendement et le risque.

Les résultats obtenus dans ce travail sont satisfaisants. Toutefois, il est important de signaler que ces résultats présentent des limites à cause de l'ignorance de certaines variables jugées indispensables permettant de décrire d'une manière plus réaliste la situation de l'entreprise d'assurance. Parmi ces variables, nous citons la réassurance et les primes non-acquises.

De ce fait, il est primordial de refaire ce travail en intégrant ces variables afin d'obtenir un modèle plus adapté à la situation réelle de notre compagnie et aussi de travailler sur les autres branches pour pouvoir trouver une allocation optimale pour chaque canton.

En outre, nous pouvons penser à la prise en considération de l'appétence au risque, un point qui n'a pas été traité. Afin d'enrichir ce travail, il est intéressant d'intégrer ce concept qui

joue un rôle crucial dans l'optimisation des décisions stratégiques de la compagnie d'assurance selon les dispositifs de solvabilité 2, un travail que nous pouvons poursuivre après l'entrée dans la vie professionnelle.

Pour conclure, le champ d'application des modélisations prospectives est très vaste. En effet, la vision statique et instantanée ne reflète pas d'une manière suffisante les risques inhérents à l'activité assurantielle, la vision prospective représente donc la meilleure référence aussi bien pour le calcul de la rentabilité que pour l'estimation de la valeur de la compagnie.

## BIBLIOGRAPHIE

ACTUELIA. (2022). Evolution du rapport de solvabilité en Tunisie. Article 8 du Règlement CGA n°1/2021.

ALEXANDRE, A. (2007, 26 octobre). Handbook of Asset Liability Management : from models to optimal return strategies.

ALLAG, L. (2008). Modélisation et allocation stratégique dans le cadre du référentiel de solvabilité 2. 105.

AMEWUNU, K. V., & DABRE, H. (2014). Modélisation et projection ALM en assurance non-vie.

ARMEL, K., PLANCHET, F., & KAMEGA, A. (s.d.). Quelle structure de dépendance pour un générateur de scénarios économiques en assurance ? Impact sur le besoin en capital. 38.

Banque Centrale de Tunisie. (s.d.). Consulté le 9 15, 2022, sur taux moyen du marché monétaire(tmm):

[https://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/tableau\\_statistique\\_a.jsp?params=PL203105](https://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/tableau_statistique_a.jsp?params=PL203105)

Banque Centrale de Tunisie. (s.d.). Consulté le 9 30, 2022, sur <https://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/indicateurs.jsp>

CGA, R. (2020).

CMF. (s.d.). Consulté le 8 28, 2022, sur Historique des courbes des taux.

Collier, S. (2021). Introduction à la Gestion Actif-Passif.

Courbe des taux de la place : Intérêts, modes et perspectives d'utilisation. (s.d.). Consulté le 8 20, 2022, sur [https://www.ilboursa.com/marches/courbe-des-taux-de-la-place-interets-modes-et-perspectives-dutilisation\\_36033](https://www.ilboursa.com/marches/courbe-des-taux-de-la-place-interets-modes-et-perspectives-dutilisation_36033)

COURBE TAUX ZÉRO COUPON. (s.d.). Consulté le 10 9, 2022, sur <https://www.tunisiayieldcurve.tn/public/>

Denis, D., & EL Babsiri, M. (1997). ALM techniques pour la gestion actif/passif.

Des projections actif/passif en non vie, pour quoi faire ? (s.d.). Consulté le 7 12, 2022, sur <https://www.galea-associes.eu/2016/09/des-projections-actifpassif-en-non-vie-pour-quoi-faire/>

FALEH, A. (2011). Allocation stratégique d'acifs et ALM pour les régimes de retraite. 211.

FALEH, A., PLANCHET, F., & RULLIERE, D. (s.d.). Les Générateurs de Scénarios Économiques : quelle utilisation en Assurance ? 33.

GAUTRON, N., PLANCHET, F., & THEROND, P. (2003 ). méthodes financières et allocation d'actifs en assurance. 29.

Ghardallou, Z. (2020). Générateur de scénarios économiques : calibrage et projection dans le cadre tunisien.

Kammoun, M. H. (2016). Best Estimate des provisions technique non-vie : cas de la Tunisie.

Khordj, M., Haffar, A., & Teulon, F. (2017). Provisionnement et mesure de risque en assurance dommage dans le cadre de solvabilité II.

Ksouri, M. N. (2022). Gestion Actif-Passif en Assurance.

Le Vallois, F., Tosetti, A., Palsky, P., & Paris, B. (2003). Gestion actif-passif en assurance vie : Réglementation, outils, méthodes.

LES ARRÊTÉS. (s.d.). Consulté le 8 2, 2022, sur Ftusa: <https://www.ftusanet.org/cadre-institutionnel/les-arretes/>

NOUMBISSIE, C. (2014). ALLOCATION STRATEGIQUE D'ACTIFS SOUS SOLVABILITE II. 150.

Optimind. (s.d.). Consulté le 7 24, 2022, sur ALM: [https://www.optimind.com/medias/documents/221/DT201109\\_ALM\\_OPTIMIND.pdf](https://www.optimind.com/medias/documents/221/DT201109_ALM_OPTIMIND.pdf)

Optimind. (s.d.). Consulté le octobre 15, 2022, sur Modélisation prospective: [https://www.optimind.com/medias/documents/211/201006\\_dt\\_modelisation\\_prospective\\_vf.pdf](https://www.optimind.com/medias/documents/211/201006_dt_modelisation_prospective_vf.pdf)

*Optimind Winter*. (s.d.). Consulté le 10 27, 2022, sur LES MODÈLES DE PROJECTION D'ACTIVITÉ EN ASSURANCE:

<https://www.optimind.com/medias/documents/299/Optimind-WinterPublication-Modelisation-Prospective-Modeles-projection-activites-assuranceJuin2015.pdf>

PLANCHET, F., & THEROND, P.-E. (2005). Allocation d'actifs selon le critère de maximisation des fonds propres économiques en assurance non-vie : présentation et mise en œuvre dans la réglementation française et dans un référentiel de type Solvabilité 2.

(2020). *Rapport CGA*.

(2021). *Rapport CGA*.

(2021). *Rapport d'activité MAE Assurances*.

Rétrospective boursière année 2021. (s.d.). Consulté le 10 5, 2022, sur <https://www.ubci.tn/wp-content/blogs.dir/2021/02/R%C3%A9trospective%20Boursi%C3%A9re%202021.pdf>

Souidi, K. (2017). Elaboration d'une stratégie optimale d'actifs par une modélisation de type DFA.

STATISTIQUES TUNISIE. (s.d.). Consulté le 10 8, 2022, sur Indices des prix de l'immobilier par type de bien: <http://www.ins.tn/statistiques/91>

STATISTIQUES TUNISIE. (s.d.). Consulté le 10 8, 2022, sur Inflation( glissement annuel): <http://www.ins.tn/statistiques/90>

Zghal, S. (2015). *Gestion Actif-Passif Assurance*.

Zribi, M. M. (2022). Application des générateurs de scénarios économiques en ALM pour les compagnies d'assurances.

## TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX.....	i
LISTE DES FIGURES.....	ii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	iii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU CONTEXTE DE LA GESTION ACTIF-PASSIF.....	4
INTRODUCTION.....	4
SECTION 1 : GESTION ACTIF-PASSIF EN ASSURANCE.....	4
1.1. ÉVOLUTION DE L'ALM A TRAVERS LE TEMPS.....	5
1.1.1. OBJECTIFS DE L'ALM.....	5
1.1.2. OUTILS DE L'ALM.....	6
1.1.3. MECANISMES DE L'ALM.....	7
1.2. GESTION ACTIF-PASSIF AU SEIN D'UNE COMPAGNIE D'ASSURANCE..	8
1.2.1. BILAN SIMPLIFIÉ D'UNE COMPAGNIE D'ASSURANCE.....	9
1.2.2. PARTICULARITÉ DE LA GESTION ACTIF-PASSIF EN ASSURANCE NON-VIE.....	10
1.2.3. SPÉCIFICITÉS DE LA BRANCHE AUTOMOBILE.....	12
SECTION 2 : GÉNÉRATEURS DE SCÉNARIOS ÉCONOMIQUES.....	15
2.1. DÉFINITION ET UTILITES.....	15
2.1.1. ÉTAPES D'ÉLABORATION D'UN GSE.....	16
2.2. PRINCIPAUX MODÈLES.....	18
2.2.1. MODELE DE WILKIE.....	18
2.2.2. MODÈLE DE BRENNAN AND XIA.....	19
2.2.3. MODELE D' AHLGRIM ET AL.....	19
2.2.4. MODÈLE PAR BOOTSTRAP.....	20
SECTION 3 : MODÉLISATION ACTIF-PASSIF.....	21

3.1.	MODÉLISATION DES PASSIFS .....	22
3.1.1.	METHODE CHAIN LADDER.....	23
3.1.2.	AUTRES MÉTHODES DE PROVISIONNEMENT.....	24
3.2.	MODÉLISATION DE L'ACTIF .....	25
3.2.1.	PRINCIPES REGLEMENTAIRES .....	25
3.2.2.	POLITIQUE D'INVESTISSEMENT .....	27
3.2.3.	ALLOCATION STRATEGIQUE D'ACTIFS.....	28
3.3.	INTERACTION ACTIF-PASSIF.....	29
	CONCLUSION .....	30
	CHAPITRE 2 : MISE EN PLACE D'UN GSE ET CADRE EMPIRIQUE DE L'ETUDE....	33
	INTRODUCTION .....	33
	SECTION 1 : PRÉSENTATION DE LA SITUATION DE LA MAE.....	33
2.1.	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA MUTUELLE ASSURANCE DE L'ENSEIGNEMENT .....	33
2.2.	CHIFFRES CLÉS DE LA MAE.....	34
2.2.1.	STRUCTURE DU CHIFFRE D'AFFAIRES.....	35
2.2.2.	STRUCTURE DES PROVISIONS.....	36
2.2.3.	STRUCTURE DES PLACEMENTS .....	37
2.3.	INDICATEURS DE LA BRANCHE AUTOMOBILE.....	40
	SECTION 2 : PROJECTION DES VARIABLES MACRO-ÉCONOMIQUES.....	41
2.1.	PRÉSENTATION DES VARIABLES .....	41
2.1.1.	ANALYSE DE LA CORRELATION.....	47
2.1.2.	COURBE DE MARKOWITZ.....	47
2.2.	METHODOLOGIE POUR LA GENERATION DE SCENARIOS ECONOMIQUES .....	48
2.3.	PROJECTION ISSUE DU BOOTSTRAP .....	49
	SECTION 3 : CONSTRUCTION D'UN MODELE ALM PROSPECTIF .....	51

3.1. COMPOSITION DES PROVISIONS TECHNIQUES NON-VIE DE LA COMPAGNIE.....	51
3.2. PROJECTION ET CONSTRUCTION D'UN MODELE ALM .....	53
3.2.1. CONSTRUCTION DU BILAN .....	53
3.2.2. CONSTRUCTION DU COMPTE DE RESULTAT TECHNIQUE.....	55
3.2.3 CONSTRUCTION DE L'ETAT DE FLUX DE TRESORERIE .....	56
3.3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	59
CONCLUSION .....	62
CONCLUSION GENERALE.....	63
BIBLIOGRAPHIE .....	65
ANNEXES .....	i

## ANNEXES

### Annexe 1 : Triangle de développement de PSAP

Developement																									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
9310273	20973124	20861370	17138845	10501390	5618717	2750074	1729530	964091	810053	342532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	9901010	22303869	22185024	18226305	11167704	5975225	2924567	1839269	1025263	861451	364266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	10764378	24248766	24119558	19815639	12141527	6496264	3179589	1999653	1114666	936569	396030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	11328431	25519401	25383422	20853978	12777744	6836668	3346199	2104435	1173074	985646	416782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	12077457	27206744	27061774	22232843	13622608	7288709	3567450	2243580	1250688	1050816	444340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	13201638	29739148	29580684	24302276	14890600	7967142	3899508	2452413	1367047	1148626	485699	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13906473	31326921	31159997	25599775	15685609	8392508	4107703	2583347	1440034	1209952	511630	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	14923871	33618799	33439662	27472654	16833169	9006504	4408222	2772345	1545387	1298472	549061	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	15884520	35782841	35592174	29241069	17916720	9586252	4691980	2950800	1644863	1382054	584404	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	17046632	38400713	38196097	31380345	19227507	10287582	5085245	3166681	1765201	1483165	627159	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18176141	40945145	40726970	33459607	20501521	10969238	5368880	3376505	1882163	1581440	668715	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19504636	43937825	43703705	35905170	21999978	11770979	5761292	3623294	2019731	1697027	717591	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20760149	46766103	46516912	38216386	23416116	12528677	6132146	3856526	2149741	1806265	763783	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22344979	50336227	50068013	41133824	25203703	13485116	6600274	4150933	2313852	1944155	822090	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23610822	53187775	52904366	43464056	26631492	14249048	6974180	4386083	2444932	2054292	868661	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25431216	57288552	56983293	46815134	28684780	15347650	7511889	4724250	2633436	2212677	995635

<b>Règlement</b>	9 310 273	30 874 134	53 929 616	74 901 066	90 444 121	102 393 864	112 428 200	121 992 423	131 407 817	141 229 386	151 284 967	161 729 620	172 920 942	184 914 367	197 655 559	211 099 687
<b>PSAP</b>	81 689 727	147 589 544	198 872 566	234 697 281	262 300 129	288 941 047	312 436 795	336 312 516	360 162 376	385 549 317	411 920 676	440 832 283	470 824 144	504 312 943	537 433 090	574 901 915
<b>Var PSAP</b>	-81 689 727	-65 899 816	-51 283 022	-35 824 715	-27 602 848	-26 640 918	-23 495 748	-23 875 721	-23 849 860	-25 386 942	-26 371 359	-28 911 607	-29 991 861	-33 488 799	-33 120 147	-37 468 826
<b>Charge de la sinistre</b>	91 000 000	96 773 950	105 212 638	110 725 781	118 046 969	129 034 781	135 923 948	145 868 144	155 257 677	166 616 328	177 656 326	190 641 227	202 912 803	218 403 166	230 775 706	248 568 513

## Annexe 2 : Triangle d'encaissement de primes

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
110 500 000	13 000 000	2 600 000	1 300 000	1 300 000	1 300 000															
	117 511 225	13 824 850	2 764 970	1 382 485	1 382 485	1 382 485														
		127 758 204	15 030 377	3 006 075	1 503 038	1 503 038	1 503 038													
			134 452 734	15 817 969	3 163 594	1 581 797	1 581 797	1 581 797												
				143 342 748	16 863 853	3 372 771	1 686 385	1 686 385	1 686 385											
					156 685 091	18 433 540	3 686 708	1 843 354	1 843 354	1 843 354										
						165 050 509	19 417 707	3 883 541	1 941 771	1 941 771	1 941 771									
							177 125 604	20 838 306	4 167 661	2 083 831	2 083 831	2 083 831								
								188 527 179	22 179 668	4 435 934	2 217 967	2 217 967	2 217 967							
									202 319 827	23 802 333	4 760 467	2 380 233	2 380 233	2 380 233						
										215 725 539	25 379 475	5 075 895	2 537 948	2 537 948	2 537 948					
											231 492 919	27 234 461	5 446 892	2 723 446	2 723 446	2 723 446				
												246 394 118	28 987 543	5 797 509	2 898 754	2 898 754	2 898 754			
													265 203 845	31 200 452	6 240 090	3 120 045	3 120 045	3 120 045		
														280 227 643	32 967 958	6 593 592	3 296 796	3 296 796	3 296 796	
															301 833 194	35 509 788	7 101 958	3 550 979	3 550 979	3 550 979

<b>Encaissement</b>	110 500 000	130 511 225	144 183 054	153 548 081	164 849 278	180 898 061	191 324 139	205 001 238	218 360 563	234 138 667	249 832 761	267 876 428	285 386 505	306 774 428	324 867 230	349 201 390
<b>Creance</b>	19 500 000	27 237 275	33 357 990	37 989 596	41 778 847	45 216 188	48 069 118	51 450 942	54 887 061	58 771 720	62 733 711	67 201 893	71 690 821	76 920 917	81 733 266	87 629 751

# RÉSUMÉ

La gestion des risques auxquels une compagnie d'assurance s'expose, nécessite un pilotage prospectif de l'activité dirigé par l'ALM, (Asset &Liability Management), une discipline qui consiste à mener des analyses et évaluer toute décision de gestion dans le cadre de l'équilibre dynamique du bilan.

L'objectif de ce mémoire est de construire un modèle d'ALM prospectif qui permettra à notre compagnie « **MAE Assurances** » de garantir une stratégie d'allocation d'actifs optimale pour le portefeuille assurance automobile.

Pour ce faire, nous construisons un générateur de scénarios économiques permettant de projeter les indices économiques tels que, le taux d'intérêt, l'inflation, le taux court et long et les rendements des actions et immobiliers en utilisant le modèle par Bootstrapping. Les outputs de ce GSE seront des outils utiles pour analyser les résultats obtenus sous les différents scénarios afin de déterminer une allocation stratégique optimale des actifs.

**Mots-clés** : Générateur de scénarios économiques, allocation stratégique, bilan, Bootstrapping, risques.

## ABSTRACT

The management of risks to which an insurance company is exposed, requires a prospective framework of the activity directed by Asset &Liability Management, a discipline which consists in making analyses and evaluating any management decision within the framework of the dynamic balance sheet.

The purpose of this thesis is to develop a prospective ALM model that will allow our company "**MAE Assurances**" to guarantee an optimal asset allocation strategy for the car insurance portfolio.

To do this, we set up an Economic Scenario Generator (ESG), allowing the projection of economic indices such as, interest rate, inflation, short and long rate and return on stocks and real estate using the Bootstrapping model. The outputs of this ESG will be useful tools for analyzing the results obtained under the different scenarios in order to determine an optimal strategic asset allocation.

**Key words**: Economic scenario generator, Asset Liability Management, balance sheet, strategic asset allocation, Bootstrapping model.

