

ROYAUME DU MAROC

*_*_*_*_*

HAUT COMMISSARIAT AU PLAN

*_*_*_*_*_*_*_*

INSTITUT NATIONAL

DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE

INSEA



المندوبية السامية للتخطيط
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN



Projet de Fin d'Etudes

**ETUDE ACTUARIELLE SUR UN
SECTEUR MUTUALISTE**

Préparé par : *M. TOUIL Akram*

Sous la direction de : *M. LEBBAR Mustapha (INSEA)*

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

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Filière : Actuariat-Finance

Devant le jury composé de :

- *M. Mustapha LEBBAR (INSEA)*
- *M. Fouad MARRI (INSEA)*

Dédicace

Je dédie ce rapport à :

- **La mémoire de ma mère Rabia et de mon grand-père Mohammed** : *que Dieu vous couvre de sa miséricorde.*
- **Mon père** *qui a su sculpter délicatement la personne que je suis. Je peux te le confier : tu es le meilleur père au monde.*
- **Ma Sœur** *pour tous les moments de folie qu'on a partagés. Puisse Dieu le tout puissant nous unir éternellement.*
- **Mes grands-mères** : *que Dieu vous protège.*
- **Mon oncle Abdou ainsi que mes tantes, Souad, Nadia, Najat, Ilham et Amal** : *vous êtes le pilier de mon bonheur. Que Dieu guide vos familles.*
- **Othman, Anas, Adam, Oussama, Anass, Hamza, Soufiane, Abdelhaq, Saadia, Najlae et Ghizlane** : *Merci pour votre écoute. Je vous souhaite bon courage mes très chers.*
- **Tous ceux que j'ai involontairement oubliés** : *ce modeste travail vous est dédié.*

Akram TOUIL

Remerciements

Avant de développer le présent rapport, je tiens tout d'abord à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage, et toutes les personnes qui m'ont formé et accompagné tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup de patience et de pédagogie, à savoir:

M. Mustapha LEBBAR : Ingénieur général Actuaire, professeur à l'INSEA. Vos précieux conseils m'ont été très utiles tout au long de ce projet, mes remerciements les plus respectueux vous sont adressés.

M. Fouad Marri d'avoir accepté d'examiner mon travail, ce projet de fin d'études consiste pour moi une dernière chance d'apprentissage avant l'insertion dans le marché de travail, je serais à l'écoute de tous vos conseils, remarques et critiques constructives qui vont m'aider à m'améliorer et à bâtir ma carrière.

Enfin, je remercie le corps professoral de l'INSEA, pour ses efforts continus afin de nous offrir une meilleure formation, ainsi que toute autre personne ayant participé de différentes façons à la réussite de mon projet de fin d'études.

Table des matières

Dédicace	3
Remerciements	4
Liste des abréviations	9
Liste des tableaux	10
Liste des Figures.....	11
Introduction	12
Chapitre I : Contexte général, présentation des différentes composantes du secteur d'assurance maladie	14
I.1 Contexte général	14
I.1.1 L'AMO	14
I.1.2 L'AMC	15
I.2 Population couverte	15
I.3 Organismes gestionnaires	16
I.3.1 La Caisse Nationale de Sécurité Sociale	16
I.3.2 La Caisse Nationale des Organismes de Prévoyance Sociale	17
I.4 L'Agence national de l'assurance maladie	18
Chapitre II : Etude rétroactive	20
II.1 Contexte et objectif de l'étude.....	20
II.2 Construction de la base de données démographique des prestations et des ressources	20
II.2.1 Fiabilisation et traitement des anomalies	20
II.3 Description des données	22
II.3.1 Evolution de la population démographique, des prestations et des ressources	26
II.3.2 Base Sinistres/Prestations.....	27
II.3.3 Evolution démographique des bénéficiaires par âge	29
II.3.4 Analyse de la mortalité de la population	30
II.4 Analyse rétroactive des ressources et des charges	31
II.4.1 Analyse des dépenses de soins par famille d'actes	32
II.4.2 Consommation des bénéficiaires atteints d'affections de longue durée	32
Chapitre III : Cadre conceptuel et théorique	34
III.1 INTRODUCTION.....	34

III.2 Choix de modèle par sélection de variables	35
III.2.1 Critères de sélection de variables.....	35
III.2.2 La procédure <i>stepwise</i>	35
III.3 Segmentation et codification des variables	36
III.3.1 Arbre de régression.....	36
III.3.2 L'algorithme de CHAID.....	36
III.3.3 La méthode de codification.....	37
III.4 Etude théorique selon l'approche GLM.....	38
III.4.1 Généralités	38
III.4.2 Des modèles linéaires aux MLG.....	38
III.4.3 La famille des distributions exponentielles.....	39
III.4.4 Les modèles linéaires généralisés	39
III.4.5 Estimation des paramètres	40
III.4.6 Validation du modèle.....	44
III.4.7 Choix entre différents modèles	46
III.5 Rappel sur la loi log-normale	46
Chapitre IV : Modélisation et étude prospective.....	48
IV.1 Modélisation démographique de la population.....	48
Pour la modélisation de la population on choisit un modèle empirique pour la flexibilité de ses hypothèses et donc son adaptabilité face aux différentes formes de données.....	48
IV.1.1 Paramètres relatifs aux Actifs.....	49
IV.1.2 Paramètre relatifs aux ALD	49
IV.1.3 Paramètres relatifs à l'état matrimonial.....	49
IV.1.4 Paramètres relatifs aux enfants	49
IV.1.5 Autres paramètres	49
IV.1.6 Équations préliminaires	50
IV.1.7 Mise en équation des flux démographiques.....	51
IV.2 Modélisation des ressources	54
IV.3 Modélisation de la consommation	55

IV.3.1 Sélection des variables.....	56
IV.3.2 Segmentation	57
IV.3.3 Modélisation	58
IV.4 Etude prospective du secteur Mutualiste	67
IV.4.1 Paramètres et hypothèses démographiques, financiers et économiques.....	67
IV.4.2 Résultat des projections de la population couverte par type de bénéficiaire	72
IV.4.3 Projection des recettes et des prestations du secteur mutualiste : CPC prévisionnels du secteur mutualiste	72
IV.5 Diagnostic	74
IV.5 .1 Analyse de l'évolution démographique	74
IV.5 .2 Analyse des résultats du CPC prévisionnel	75
Chapitre V : Analyse de l'incidence des différents paramètres du secteur mutualiste	76
V.1 Variation des différents paramètres interne du Secteur Mutualiste	76
V.1.1 Variation des frais de fonctionnement	76
V.1.2 Variation de l'assiette des cotisations	76
V.1.3 Augmentation du plafond.....	77
V.1.4 Amélioration des prestations.....	78
V.1.5 Amélioration des prestations combinée à une augmentation de plafond.....	79
V.1.6 Amélioration des prestations combinée à une augmentation de plafond et une cotisation minimale (S1)	80
V.1.7 Exemples pratiques	81
V.1.8 Amélioration des prestations combinée à une augmentation du plafond et baisse du taux de la cotisation avec cotisation minimale (S2).....	81
V.1.9 Exemples pratiques	82
V.2 Introduction des paramètres externes sur le résultat des projections	82
V.2.1 Définition et hypothèses des différents facteurs exogènes	82
V.2.2 Simulation S3 : impact des facteurs exogènes sur la simulation S2	83
Conclusion.....	85
Bibliographie.....	86

Liste des abréviations

SM : Secteur Mutualiste

ALD : Affection de Longue Durée

AMO : Assurance maladie Obligatoire

AMC : Assurance Maladie Complémentaire

CNOPS : Caisse Nationale des Organismes de Prévoyance Sociale

CNSS : Caisse Nationale de Sécurité Sociale

Liste des tableaux

Tableau 1: La distribution des ALD par type de bénéficiaire	24
Tableau 2 : Evolution de la population assurée par type de bénéficiaire	26
Tableau 3 : % Variation des effectifs assurés par type de bénéficiaire	26
Tableau 4 : Evolution des dossiers sinistres entre 2010 et 2014	27
Tableau 5 : l'évolution des actes médicaux en nombre entre 2010 et 2014	27
Tableau 6: Evolution des frais médicaux engagés par type de bénéficiaire	28
Tableau 7: Evolution des remboursements	28
Tableau 8 : Somme des valeurs absolues des écarts entre quotients empiriques et quotients des tables TD 88-90 et TV 88-90	30
Tableau 9 : Analyse rétrospective des ressources et des charges	31
Tableau 10 : calcul des cotisations	54
Tableau 11 : Variation du remboursement complémentaire suivant les classes d'âges	58
Tableau 12 : Variation du remboursement complémentaire suivant l'ALD	58
Tableau 13 : Variation du remboursement complémentaire suivant le type de bénéficiaire	58
Tableau 14 : Variation du remboursement complémentaire suivant le salaire brut	58
Tableau 15 : Qualité d'ajustement pour la loi gamma	61
Tableau 16 : Qualité d'ajustement pour la loi log-normale	62
Tableau 17 : Analyse de type III, Test des effets de modèle	64
Tableau 18 : Estimations de paramètre par la méthode du maximum de vraisemblance pour la pharmacie	65
Tableau 19 : effectif des nouvelles recrues par tranche d'âge	68
Tableau 20 : probabilité de départ en retraite anticipée par tranche d'âge	68
Tableau 21 : probabilité de fécondité pour une femme par année	68
Tableau 22 : Probabilité du maintien de la scolarité par âge	69
Tableau 23 : nombre moyen d'enfant par actif par tranche d'âge	69
Tableau 24 : cotisation moyenne des actifs et pensionnés	70
Tableau 25 : : Evolution annuelle des frais de fonctionnement par rapport aux cotisations	71
Tableau 26 : Projection de la population des bénéficiaires (évolution des effectifs)	72
Tableau 27 : Projection des prestations	73
Tableau 28 : projection des recettes du secteur mutualiste	73
Tableau 29 : Projection du CPC prévisionnel	73
Tableau 30 : Projection démographique des assurés du secteur mutualiste	74
Tableau 31 : simulation concernant la variation des frais de gestions	76
Tableau 32: simulation concernant la variation de la source de l'assiette de cotisation	76
Tableau 33 : simulation concernant l'augmentation du plafond	77
Tableau 34 : Amélioration des prestations (proposition 1)	78

Tableau 35 : Amélioration des prestations et plafond à 60 Dh par mois	79
Tableau 36 : Pharmacie 30%, plafond à 70 Dh et cotisation minimal de 20 Dh	80
Tableau 37 : exemple pratique de la simulation (S1).....	81
Tableau 38 : simulation concernant dans le but de montrer l'impact d'augmentation du plafond	81
Tableau 39 : exemples pratiques	82
Tableau 40 : Impact des facteurs exogènes sur la simulation S2	83

Liste des Figures

Figure 1 : Répartition des cotisants par tranche d'âge (en 2014).....	22
Figure 2 : Répartition des bénéficiaires par tranche d'âge en 2014	23
Figure 3 : Répartition de la population par type de cotisant (en 2014)	23
Figure 4: Répartition de la population par type de bénéficiaire (en 2014)	24
Figure 5 : Distribution de la sinistralité.....	25
Figure 6 : Taux de sinistralité par tranche d'âge.....	25
Figure 7 : Evolution des effectifs assurés.....	27
Figure 8 : Evolution des âges entre 2010-2014 : Total population assurée	29
Figure 9 : Représentation graphique des quotients de mortalité empirique, TD 88-90 et TV 88-90... 30	30
Figure 10 : Evolution des ressources et des charges	31
Figure 11 : Distribution de la consommation par classe d'acte	32
Figure 12 : Evolution du nombre d'ALD entre 2010 et 2014.....	32
Figure 13 : Montant remboursé pour ALD et non ALD	33
Figure 14 : Diagramme Q-Q Exponentielle de rc	59
Figure 15 : Diagramme Q-Q Gamma de rc.....	60
Figure 16 : Diagramme Q-Q Log-normale de rc.....	60
Figure 17 : Diagramme Q-Q des résidus Lognormal de rc	63
Figure 18 : Représentation de la déviance pour la pharmacie.....	66
Figure 19 : Evolution annuelle de la cotisation moyenne des actifs	70
Figure 20 : Evolution annuelle de la cotisation moyenne des pensionnés	71
Figure 21 : Evolution des ressources, des charges et le résultat technique du secteur mutualiste	75

Introduction

Selon l'organisation Mondiale de la santé (OMS) : « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. » La santé est considérée également comme un pilier principal de la sécurité sociale. Au Maroc, la consommation médicale prend une place de plus en plus importante dans les dépenses des ménages. En effet, ces dépenses représentaient 4.0% du PIB en 1999, 5.3% en 2002 et 6.4 % en 2012.

D'après la déclaration universelle des droits de l'homme de 1948, l'instauration d'un régime de couverture de base est un devoir de l'Etat. Pour cette raison, le Maroc à instaurer, en vertu de la loi 65-00, un nouveau régime de couverture de base connu par l'assurance maladie obligatoire (AMO), servant à couvrir les frais de soins et de santé. Ce régime a été institué en 2002 et entré en vigueur qu'en 2005.

L'assurance maladie obligatoire prévoit le remboursement d'une partie des frais engagé. Elle laisse à la charge de l'assuré une marge non remboursable qui peut être parfois lourde et couteuse, d'où vient le rôle de l'assurance maladie complémentaire (AMC) ou « complémentaire santé » qui est un système d'assurance maladie qui rembourse partiellement la partie restante en intervenant sous forme d'un complément de remboursement des soins. Elle peut être souscrite auprès des compagnies d'assurance pour le secteur privé ou sous forme d'un régime mutualiste pour le secteur public. Elle rembourse partiellement ou totalement la marge non remboursable par le régime obligatoire en ce qui concerne les soins ambulatoires.

Le secteur mutualiste étudié est géré par une mutuelle faisant partie de la Caisse Nationale des Organismes de prévoyance Sociale (CNOPS). Il couvre plus de 213 000 fonctionnaires ou assimilés en 2014 ainsi leurs familles en matière d'assurance maladie complémentaire. Il assure la couverture des risques maladie et des frais de soins pour une multitude d'actes médicaux. Il fonctionne par le système de solidarité entre les adhérents qu'ils soient malade ou non. Il ne fait pas de discrimination par rapport à l'âge, le sexe, la région, l'état de santé, ou toute autre variable explicative de la maladie. Il est à but non lucratif, il a pour vocation de répondre aux services de ses adhérents, sans chercher à générer du profit en matière de prestation servie à ses adhérents.

La présente étude a pour objectif d'étudier la pérennité de ce secteur mutualiste et de son pouvoir de couvrir ses engagements actuels et futurs et d'analyser l'incidence de ses différents paramètres sur les résultats des scénarios futurs pour faire des recommandations. Elle se répartira en cinq chapitres :

- Un premier chapitre donnant un aperçu sur les différents acteurs et les multiples composants du secteur de l'assurance maladie obligatoire et complémentaire au Maroc.
- Un deuxième chapitre faisant la construction de la base, un traitement de données et extraction et fiabilisation des anomalies, ainsi qu'une étude rétroactive sur laquelle on va faire la description des données et son évolution dans la période 2010-2014.
- Un troisième chapitre qui consiste un cadre conceptuel et théorique sur lequel on va exposer l'ensemble des théories utilisées pour l'élaboration de ce travail.
- Un quatrième chapitre qui fera l'objet de la modélisation de la population, des charges et des ressources du secteur mutualiste ainsi qu'une étude prospective sur laquelle les projections sous les hypothèses actuelles (statu quo) seront faites.
- Un cinquième chapitre sur lequel on va analyser l'incidence des différents paramètres du régime mutualiste et mesurer son impact sur les résultats de nos projections.

Chapitre I : Contexte général, présentation des différentes composantes du secteur d'assurance maladie

I.1 Contexte général

L'objet de ce chapitre est de donner un aperçu général sur le secteur de l'assurance maladie obligatoire (AMO) et de l'assurance maladie complémentaire (AMC) au Maroc. Pour ce faire, on va commencer par introduire quelques généralités sur l'AMO et l'AMC, pour ensuite présenter les organismes gestionnaires de l'AMO ainsi que l'Agence Nationale de l'Assurance maladie l'ANAM pour ensuite détailler quelques soubassements de l'AMO et de l'AMC relative au secteur public.

I.1.1 L'AMO

Le premier pas du Maroc vers l'instauration du système de l'AMO actuelle date de la publication de loi 65-00, portant code de la couverture de médicale de base, en Novembre 2002. Un extrait du préambule de ce texte est le suivant :

« Afin de concrétiser l'engagement de l'Etat, qui consacre le principe du droit à la santé tel que prévu par les conventions internationales, la présente loi constitue le parachèvement de l'expérience du Maroc en matière de couverture médicale et consolide les droits acquis par les citoyens marocains bénéficiant d'une assurance maladie ¹ »

Les principes suivants sont clairement exprimés par la loi :

- Le fondement du financement de la santé sur les principes de solidarité et d'équité.
- La prise en charge collective et solidaire des dépenses de santé.
- La généralisation à terme de la couverture médicale de base.
- L'atteinte à terme de l'accès universel aux soins.
- L'interdiction de toute discrimination due à l'âge, au sexe, à la nature de l'activité, au niveau et à la nature du revenu ou aux antécédents pathologiques.

Ce n'est qu'en Septembre 2005, après la publication des décrets de mise en application de la loi 65-00 (Août 2005), que le Maroc a connu l'entrée en vigueur de l'AMO.

¹ Dahir n° 1-02-296 du 25 rejeb 1423 (3 octobre 2002) portant promulgation de la loi n° 65-00 portant code de la couverture médicale de base. Bulletin officiel n° 5058 du 16 ramadan 1423 (21 novembre 2002)

I.1.2 L'AMC

L'Assurance maladie complémentaire (AMC) ou « complémentaire santé » est un système d'assurance maladie qui couvre une partie de la charge non remboursée par le régime obligatoire en intervenant sous forme d'un complément de remboursement des soins. Cette assurance complémentaire se présente soit sous forme d'assurance-groupe, soit sous la forme d'assurance individuelle souscrite volontairement par l'assuré, auprès d'une compagnie d'assurance ou d'une mutuelle. L'assuré a alors le choix entre plusieurs formules de garanties complémentaires correspondant à des prestations différentes, pour des prix variables.

I.2 Population couverte

Selon l'article 2 de la loi n° 65-00, l'assurance maladie obligatoire s'applique :

- Aux fonctionnaires et agents de l'État, des collectivités locales, des établissements publics et des personnes morales de droit public.
- Aux personnes assujetties au régime de sécurité sociale en vigueur dans le secteur privé.
- Aux titulaires de pensions des deux secteurs public et privé.
- Aux travailleurs indépendants, aux personnes exerçant une profession libérale et à toutes autres personnes exerçant une activité non salariée.
- Aux anciens résistants et membre de l'armée de libération et aux étudiants de l'enseignement supérieur public et privé (dans la mesure où ils ne bénéficient pas de l'assurance maladie de base en vertu de l'article 5 de la loi n° 65-00).

L'article 5 de la loi n° 65-00 précise qu'outre la personne assujettie à l'obligation d'assurance maladie de base au titre du régime dont elle relève, l'assurance maladie obligatoire de base couvre les membres de sa famille qui sont à sa charge, à condition qu'ils ne soient pas bénéficiaires à titre personnel d'une assurance de même nature.

Les membres de la famille à charge sont définis comme suit :

- Le(s) conjoint(s) de l'assuré ;
- Les enfants à la charge de l'assuré, âgés de 21 ans au plus ;
- Les enfants pris en charge conformément à la législation en vigueur ;

Toutefois, cette limite d'âge est prorogée jusqu'à 26 ans pour les enfants non mariés poursuivant des études supérieures, à condition d'en apporter la justification. Cette limite d'âge est levée pour les enfants de l'assuré atteints d'un handicap physique ou mentale et les enfants pris en charge et qui sont dans l'impossibilité totale, permanente et définitive de se livrer à une activité rémunérée.

L'assuré peut demander l'extension du bénéfice du régime d'assurance maladie obligatoire de base dont il relève à son père sa mère, à condition de prendre en charge la cotisation les concernant.

Cette couverture est maintenue :

- Pendant 6 mois en cas de cessation d'activité de l'assuré (Article 34 : Loi 65-00)
- Pendant 12 mois en cas de dissolution du lien de mariage du conjoint (article 36 : Loi 65-00)
- Pendant 24 mois pour les ayants droits en cas de décès de l'assuré (article 35 : Loi 65-00).

I.3 Organismes gestionnaires

Les deux principaux organismes gestionnaires de l'AMO au Maroc sont la Caisse National de Sécurité Sociale (CNSS) et la Caisse Nationale des Organismes de Prévoyance Sociale (CNOPS). Ils assurent deux catégories différentes de population. La couverture de la CNOPS concerne les salariés et les titulaires de pensions du secteur public, tandis que celle de la CNSS concerne les salariés et les titulaires de pensions du secteur privé.

I.3.1 La Caisse Nationale de Sécurité Sociale

La CNSS est un établissement public doté de la personnalité civile et de l'autonomie administrative et financière par le Dahir n°1-59-148 du 03-12-1959 sous la tutelle Ministère des finance et du Ministère de l'emploi, ce régime a été modifié par le Dahir n°1-79-148 du 27-07-1972. Elle a pour mission de gérer la sécurité sociale relative aux travailleurs du secteur privé contre toute perte éventuelle de leurs moyens de subsistance de façon provisoire ou permanente.

Depuis l'entrée en vigueur de l'assurance maladie obligatoire au Maroc, la CNSS est chargée de la gestion de l'assurance maladie obligatoire pour les salariés assujettis au régime marocain de sécurité sociale qui ne disposaient pas d'une couverture d'assurance maladie facultative au moment de l'entrée en vigueur de la loi et les titulaires de pension de retraite, de vieillesse d'invalidité ou d'ayant cause, et cela, concernant les actes hospitaliers. Ce n'est qu'en 2010 que la CNSS a étendu sons panier de soins à l'ambulatoires.

Étant donné que notre étude se focalise sur l'assurance maladie complémentaire du secteur public au Maroc, nous allons présenter quelques détails sur le fonctionnement de la CNOPS.

I.3.2 La Caisse Nationale des Organismes de Prévoyance Sociale

Survol historique

L'histoire de la CNOPS est intimement liée à l'évolution du mouvement mutualiste au Maroc. Ainsi, trois mutuelles de service ont vu le jour sous le protectorat (la Mutuelle de Police en 1919, la Mutuelle des Douanes et Impôts Indirects (MDII) en 1928, la Mutuelle Générale des Postes et Télécommunications (MGPT) en 1946).

Deux autres mutuelles à caractère général (les Œuvres de Mutualité des Fonctionnaires et Agents au Maroc (OMFAM) en 1929 et la Mutuelle Générale du Personnel des Administrations Publiques du Maroc (MGPAP) en 1946) ont également été fondées. Après l'Indépendance, le mouvement mutualiste dans le secteur public a été renforcé par la création d'autres sociétés mutualistes (la Mutuelle des Forces Armées Royales (FAR) en 1958 qui s'est retirée de la CNOPS en 1999) la Mutuelle Générale de l'Education Nationale (MGEN) en 1963, la Mutuelle des Forces Auxiliaires (MFA) en 1976 et la Mutuelle du Personnel de l'Office d'Exploitation des Ports (MODEP) en 1996.

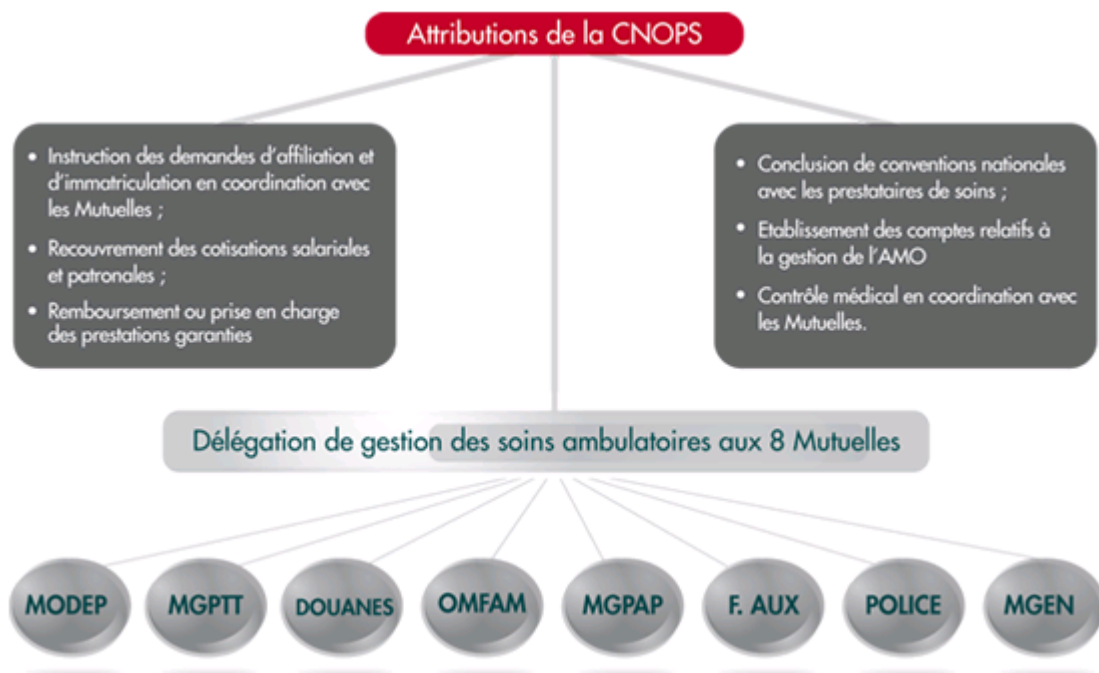
Cadre juridique et domaines de compétence

Le mouvement mutualiste est encadré par le Dahir n°1-57-187 du du 24 jourmada II 1383 (12 novembre 1963) qui régit actuellement les mutuelles du secteur public et s'applique également à la CNOPS pour les dispositions qui n'entrent pas en conflit avec les termes de la loi 65-00 instituant l'Assurance Maladie Obligatoire.

Depuis son entrée en vigueur (la loi 65-00), portant code de la Couverture Médicale de Base (CMB), la CNOPS est devenue un organisme gestionnaire du régime d'assurance maladie obligatoire au profit des agents actifs et retraités du secteur public. Les mutuelles, quant à elles, gèrent à la fois les soins ambulatoires pour le compte de l'AMO et de la CNOPS en vertu de « la convention pluriannuelle de gestion déléguée » conclue entre les deux parties en 2006 et les mutuelles continuent également de gérer le régime complémentaire.

La CNOPS se charge au niveau stratégique de :

- Conclure des conventions nationales avec les prestataires de soins.
- Etablir des comptes relatifs à la gestion de l'AMO.
- Assurer le recouvrement des cotisations salariales et contributions patronales
- Assurer le contrôle médical en coordination avec les sociétés mutualistes concernées.



Les 8 mutuelles faisant partie de la CNOPS :

Les Mutuelles continuent de gérer le régime complémentaire à côté de l'AMO. Elles ont pour missions de :

- Réceptionner, traiter, contrôler et liquider les dossiers relatifs aux soins ambulatoires. Les mutuelles préparent les dossiers pour paiement et une fois contrôlés et autorisés, les virements ou paiements s'effectuent automatiquement au bénéfice de l'assuré.
- assurer une couverture complémentaire : 20% du tarif national de référence (TNR) pour les soins ambulatoires et 16% pour les médicaments remboursables.
- Gérer les œuvres sociales au profit de leurs adhérents et certaines prestations complémentaires : prime de décès, prime de retraite, scolarisation des enfants handicapés etc. (couverture complémentaire)

I.4 L'Agence national de l'assurance maladie

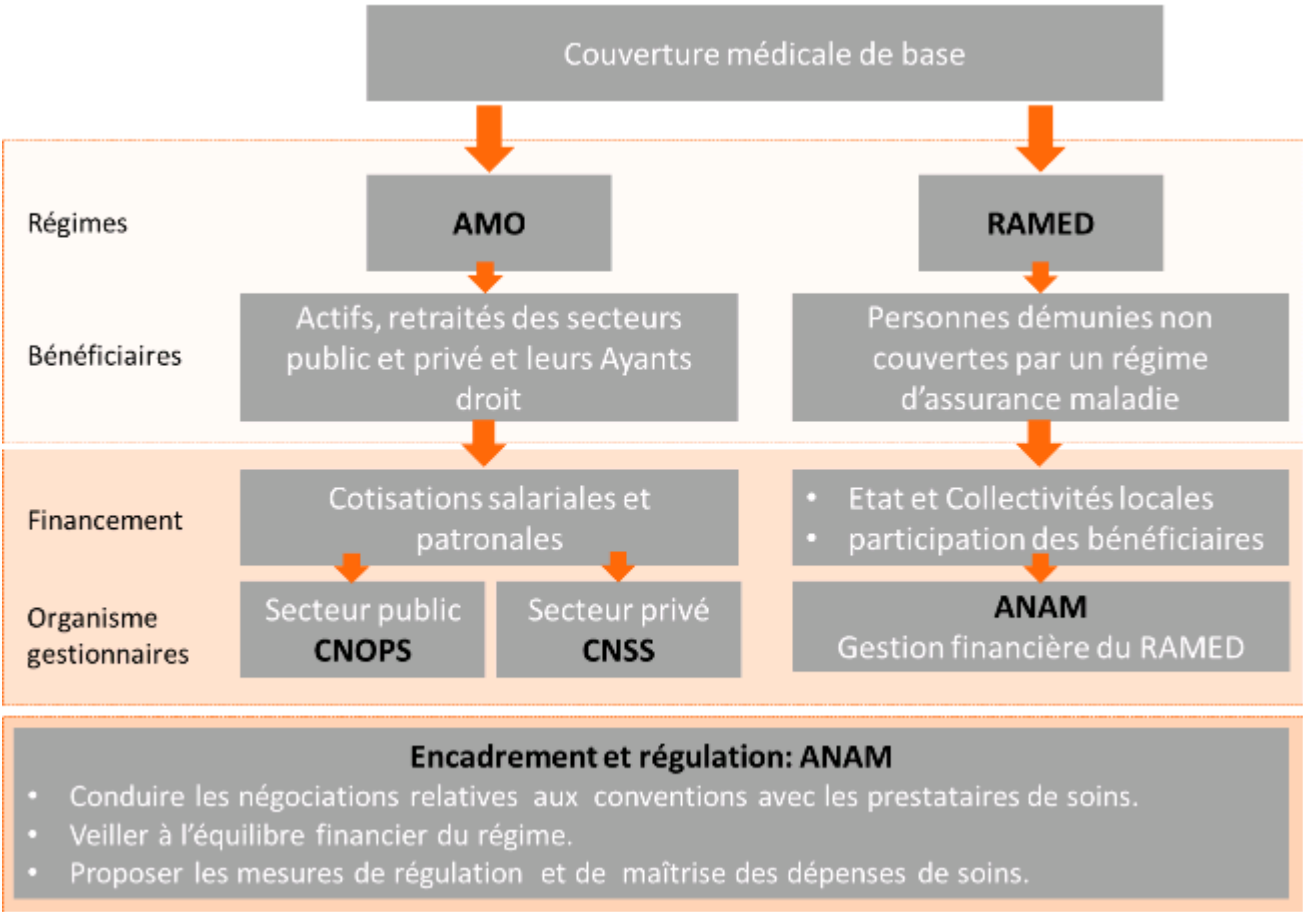
Outre les organismes gestionnaires déjà cités, l'Agence Nationale de l'Assurance Maladie est l'un des principaux acteurs du secteur de l'AMO au Maroc.

L'ANAM est un établissement public doté de personnalité morale et de l'autonomie financière. Elle est soumise au contrôle financier de l'État, laquelle a pour objet de faire respecter par les organes compétents de l'agence, les dispositions de la loi n° 65-00, en particulier celle relatives aux missions

qui lui sont dévolues et, de manière générale, de veiller au bon fonctionnement du système de couverture médicale de base. L'agence est également soumise au contrôle financier de l'État.

L'ANAM est chargée d'assurer l'adéquation entre le fonctionnement de l'assurance maladie obligatoire de base et les objectifs de l'Etat en matière de santé, et de proposer à l'administration des mesures nécessaires du système d'assurance maladie obligatoire de base, et d'apporter l'appui technique aux organismes gestionnaires pour la mise en place d'un dispositif permanent d'évaluation des soins dispensés aux bénéficiaires.

Schéma explicatif du système de santé marocain



Chapitre II : Etude rétroactive

II.1 Contexte et objectif de l'étude

Plusieurs indicateurs montrent que le Secteur Mutualiste (SM) étudié a connu dernièrement un certain déséquilibre financier (retard dans le remboursement, résultat d'exploitation négatif...). La présente étude s'est assignée comme objectif d'examiner les moyens de redresser ce déséquilibre et les mesures à prendre afin de garantir la stabilité financière et la pérennité à moyen et à long terme du SM.

L'étude a porté sur l'analyse de la population, des ressources et des charges. Pour permettre de juger la viabilité du système deux situations sont envisagées :

- * La situation actuelle de couverture médicale complémentaire à l'AMO fonctionnant tel que décrit par le règlement intérieur de la mutuelle actuellement en vigueur ;
- * D'autres situations qui visent l'amélioration de la situation financière et des prestations du secteur mutualiste.

II.2 Construction de la base de données démographique des prestations et des ressources

L'ensemble des données collectés et extraits du système informatique de la mutuelle sont organisés de telle sorte que leur exploitation s'opère essentiellement sur 3 fichiers à savoir :

Un fichier « Population » qui contient toute les informations sur la population couverte par le régime mutualiste durant la période 2010-2014.

Un fichier « Prestations » qui contient pour l'ensemble des actes médicaux les montants des frais engagés et remboursés au cours de la période 2010-2014.

Un fichier « Décès » : qui contient l'ensemble des sorties (les décès des bénéficiaires et des adhérents, ...) déclarés au cours de la période 2010-2014.

II.2.1 Fiabilisation et traitement des anomalies

Avant de commencer notre étude rétroactive qui consiste à faire une description et une évolution des données, il est important de faire un ensemble de traitement et de fiabilisation sur nos données.

Effectivement, notre base comporte plusieurs anomalies qui ont été corrigées.

Le type d'anomalie constatées :

*dans le fichier population :

- 458 adhérents et conjoints ayant un âge inférieur à 18 ans (ceux qui ont un âge supérieur à 15 ans ont été gardés) les 125 adhérents qui ont un âge inférieur à 15 ans ont été supprimés.

- 3 892 enregistrements contenant des bénéficiaires ayant une date d'affiliation inférieure à la date de naissance. La date de naissance a été affectée à tous les bénéficiaires de type « Enfant » (971 enregistrements) dans la date d'affiliation parce qu'en générale les enfants sont affiliés à la naissance. Tous les enregistrements restants ont été traités cas par cas, 1 954 enregistrements ont été corrigés en se basant sur les dates d'affiliations du même bénéficiaire pour les autres exercices. Pour les 967 enregistrements restants, il a été supposé que l'anomalie provient d'une erreur de saisie (la saisie de la date de naissance dans la date d'affiliation), donc nous avons inversé ces deux dates.

- Pour les doublons, 2 ont été trouvés, un a été supprimé.

- 2 491 enregistrements contiennent des enfants âgés plus de 26 ans n'ayant pas d'invalidité ou une affection de longue durée : 307 enregistrements qui contiennent les enfants ayant un âge entre 27 et 28 ans ont été maintenus. 2 184 enregistrements ont été traités cas par cas, (correction de la date de naissance ou du type de bénéficiaires en se basant sur les observations des autres exercices).

- 7 662 enregistrements ont un âge inférieur à 18 ans. 2 766 enregistrements ont été maintenus (âge compris entre 15 et 18 ans). 4 896 enregistrements ont été traités cas par cas (correction de la date de naissance ou du type de bénéficiaire en utilisant les informations des autres exercices).

- Assiette de cotisation (salaire de base) manquante pour l'ensemble des adhérents, ce problème a été contourné en faisant appel à la comptabilité.

- Salaire brut manquant pour adhérents dans 179 955 enregistrements. 159 198 enregistrements ont été traités cas par cas, le salaire brut du même adhérent a été retenu si ce dernier existe dans un autre exercice, sinon le salaire brut moyen par organisme et par sexe a été affecté pour les adhérents qui n'ont aucune information sur leur salaire brut dans les autres années. Pour les adhérents qui font partie d'un organisme à moyenne de salaire inconnue, il a été supposé dans les simulations qu'ils cotisent la moyenne.

Pour le fichier prestations des soins ambulatoires actifs :

- 1 428 actes à frais engagés nuls alors qu'il ne s'agit pas d'une prise en charge. 1 043 enregistrements ou il n'y'a ni un remboursement obligatoire ni complémentaire ont été retenus. Pour les 385 enregistrements restants, 0 a été affecté aux remboursements obligatoires et complémentaires.

- 1 059 enregistrement ou le remboursement obligatoire est inférieur au complémentaire ont été traités cas par cas, des remboursements obligatoires et complémentaires ont été affectés en se basant sur la nature de l'acte et sur le Tarif national de référence (TNR).

-386 remboursements supérieurs aux frais engagés ont été également traités cas par cas. Des remboursements obligatoires et complémentaires ont été affectés en se basant sur la nature de l'acte et sur le TNR.

Pour le fichier des soins ambulatoires pensionnés :

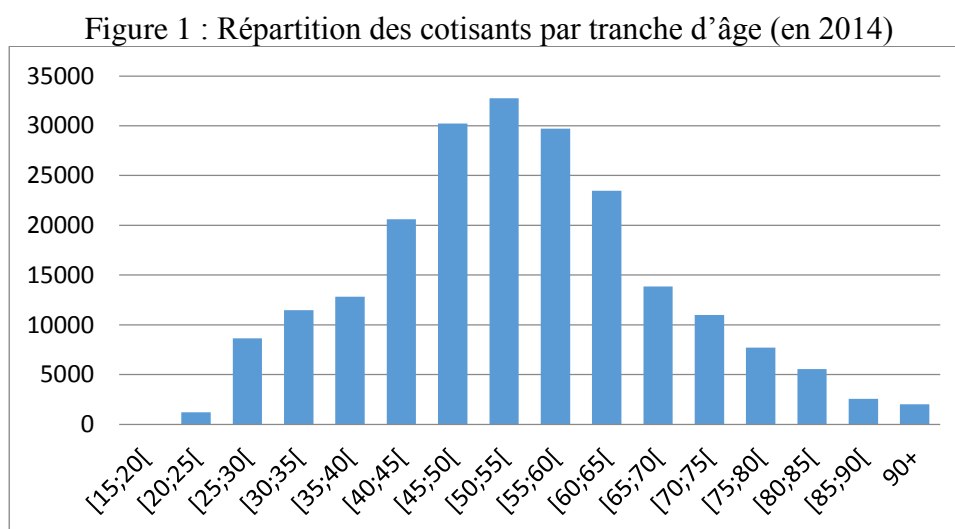
- 1 203 actes à frais engagés nuls alors qu'il ne s'agit pas d'une prise en charge. 921 enregistrements ou il n'y'a ni un remboursement obligatoire ni complémentaire ont été retenus. Pour les 282 enregistrements restants, 0 a été affecté aux remboursements obligatoires et complémentaires.

- 461 enregistrements avec des quantités d'actes et remboursements négatifs, il s'agit des annulations des autres enregistrements ayant des chiffres symétriques pour les frais engagés et les remboursements obligatoires et complémentaires pour le même numéro de bénéficiaire et de dossier. Tous ces enregistrements concernés ont été supprimés.

- 4 doublons, 2 ont été supprimés.

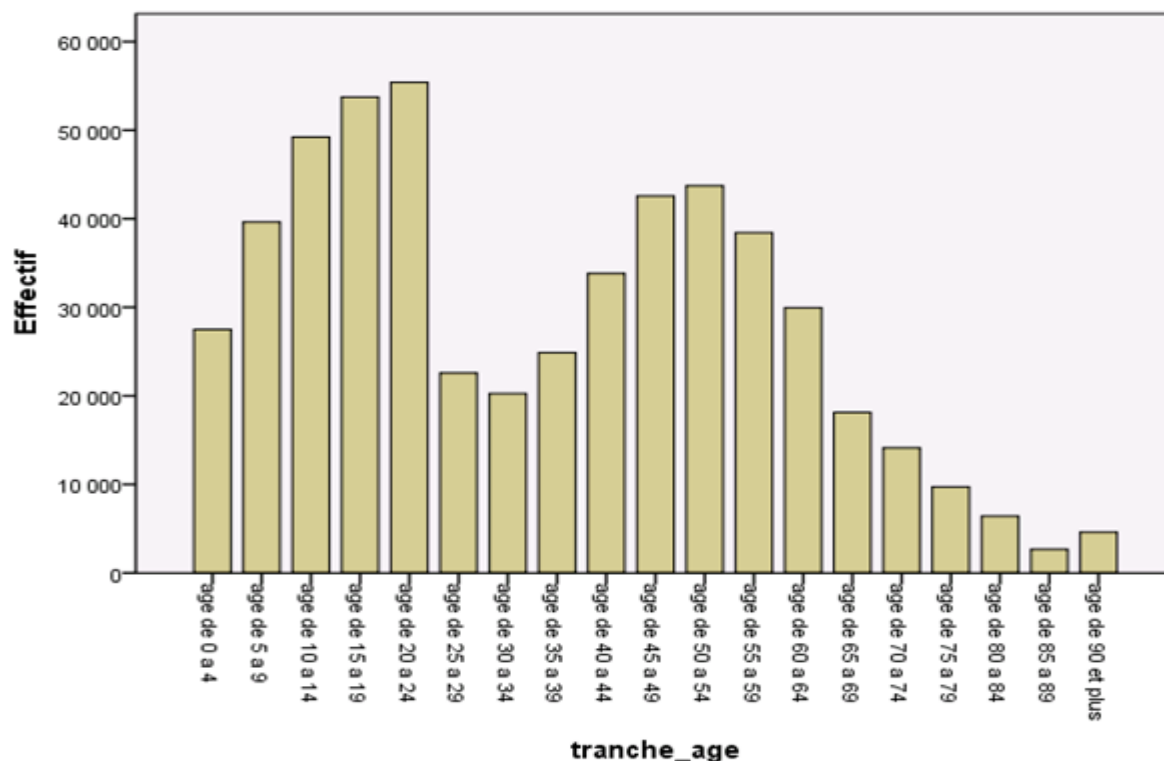
- 544 enregistrement ou le remboursement obligatoire est inférieur au complémentaire ont été traités cas par cas. Des remboursements obligatoires et complémentaires ont été affectés en se basant sur la nature de l'acte et sur le TNR.

II.3 Description des données



La distribution des cotisants est plus ou moins homogène, elle contient un seul mode qui correspond à la tranche [50,55[. L'âge moyen des cotisants 53,95 ans.

Figure 2 : Répartition des bénéficiaires par tranche d'âge en 2014



Il ressort de ce graphique que la distribution n'est pas homogène du fait qu'il fait ressortir 2 modes.

Evolution croissante des effectifs entre les âges 0 et 26 ans est expliquée par la couverture des enfants.

La baisse des effectifs après l'âge de 26 ans, s'explique par les sorties des enfants entre 21 et 26 ans.

La reprise de la croissance des effectifs entre les âges 21 et 40 ans, s'explique par les affiliations des nouveaux adhérents et conjoints.

La baisse des effectifs dans les tranches d'âges suivantes s'explique par les sorties constituées principalement par la mortalité.

Figure 3 : Répartition de la population par type de cotisant (en 2014)

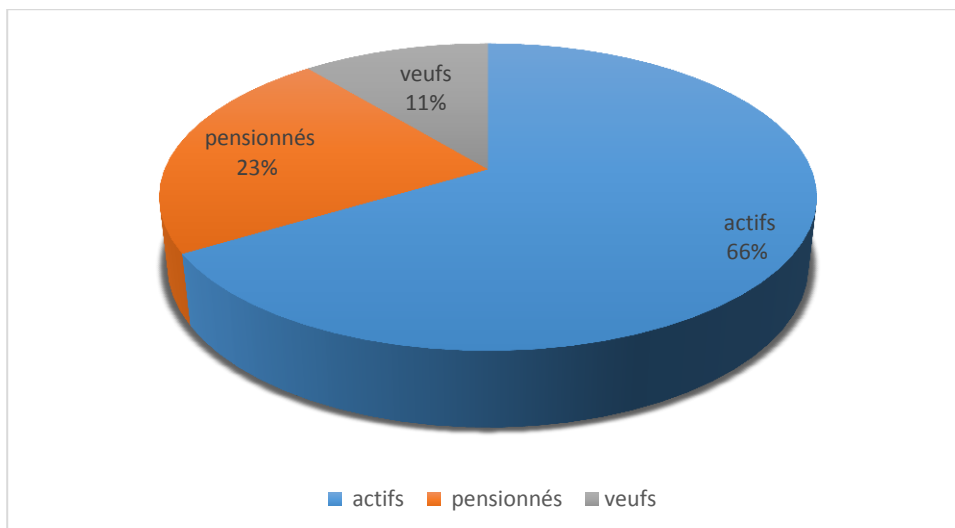
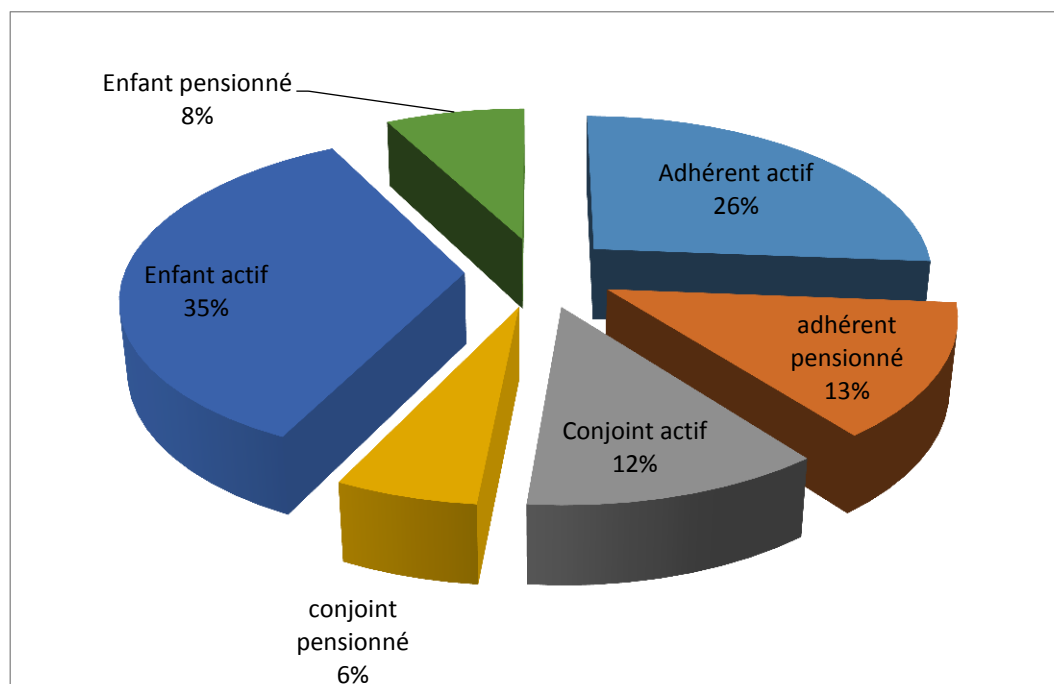


Figure 4: Répartition de la population par type de bénéficiaire (en 2014)



En 2014, La répartition de la population couverte est comme suit :

- Les adhérents représentent 39% de la totalité des bénéficiaires dont 26% sont des actifs.
- Les conjoints représentent 18% de la totalité des bénéficiaires dont 12% sont des conjoints d'adhérents actifs.
- Les veufs représentent 0.3% de l'ensemble des conjoints.
- Les enfants représentent 43% de la population dont 35% sont des enfants d'actifs.
- Les orphelins représentent 0.2% de l'ensemble des enfants.
- Les actifs représentent 73% de la totalité des bénéficiaires.

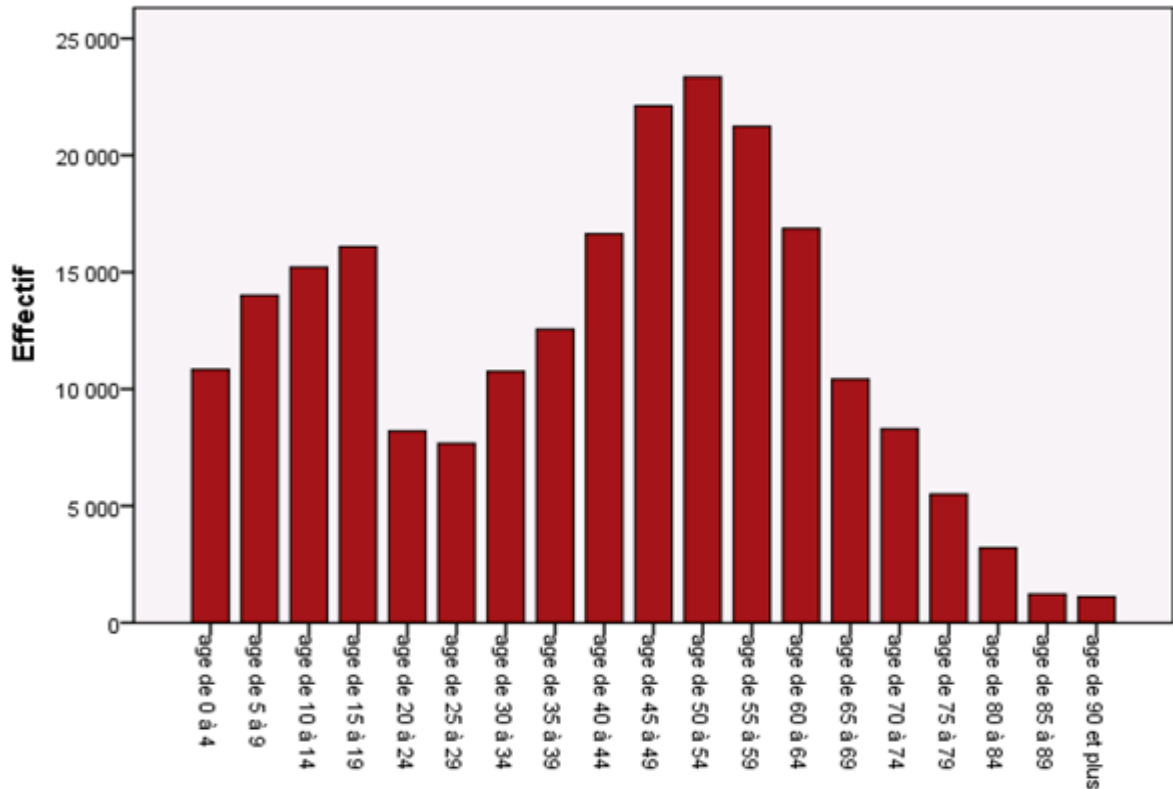
Les bénéficiaires atteints d'une affection de longue durée représentent 3.8% de la population en 2014.

Selon la répartition par type de bénéficiaire donnée dans le tableau ci-après, les adhérents atteints d'affection longue durée représentent 74,97% des bénéficiaires ALD dont 46% sont adhérents pensionnés :

Tableau 1: La distribution des ALD par type de bénéficiaire

Type de bénéficiaire	Effectif des ALD	%
Adhèrent actif	6 624	28,96%
Conjoint d'actif	1 478	6,46%
Enfant d'actif	1 020	4,46%
Adhèrent pensionné	10 520	46,00%
Conjoint de pensionné	2 699	11,80%
Enfant de pensionné	528	2,31%

Figure 5 : Distribution de la sinistralité

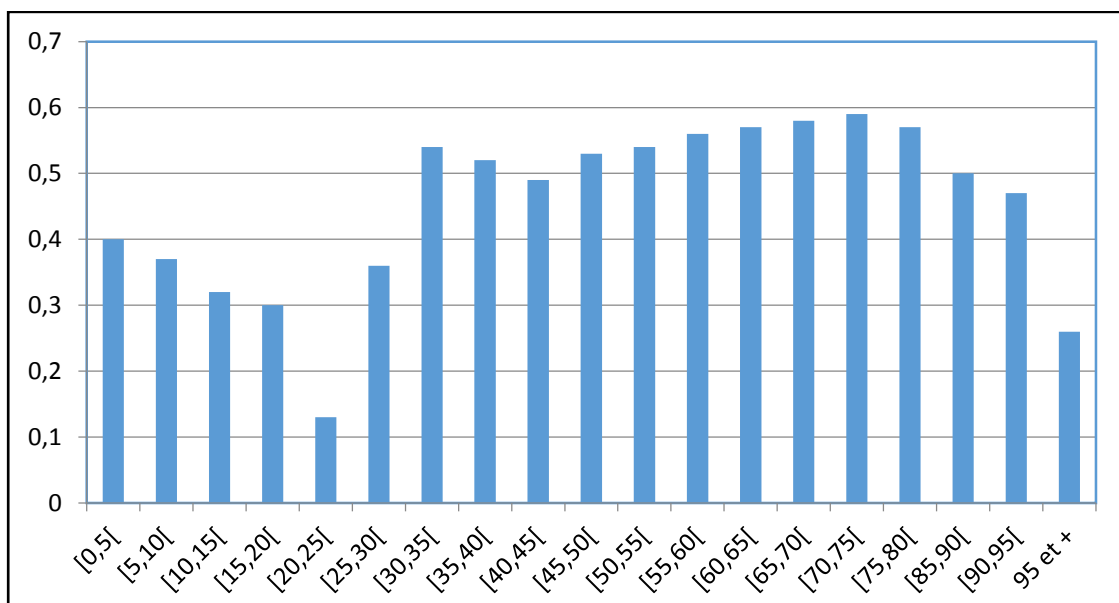


La distribution de la sinistralité par tranche d'âge suit la même allure que celle de la population (Figure 2). Les bénéficiaires de la tranche d'âge 45 à 65 ans sont les plus sinistrés.

Afin de neutraliser l'effet des effectifs sur la sinistralité, le taux de sinistralité par tranche d'âge est calculé en rapportant l'effectif sinistré au total de la tranche.

Ce taux est relativement faible pour les 6 premières tranches d'âges, et reste stable au tour de 55% tel qu'il ressort du graphique suivant :

Figure 6 : Taux de sinistralité par tranche d'âge



II.3.1 Evolution de la population démographique, des prestations et des ressources

Tableau 2 : Evolution de la population assurée par type de bénéficiaire

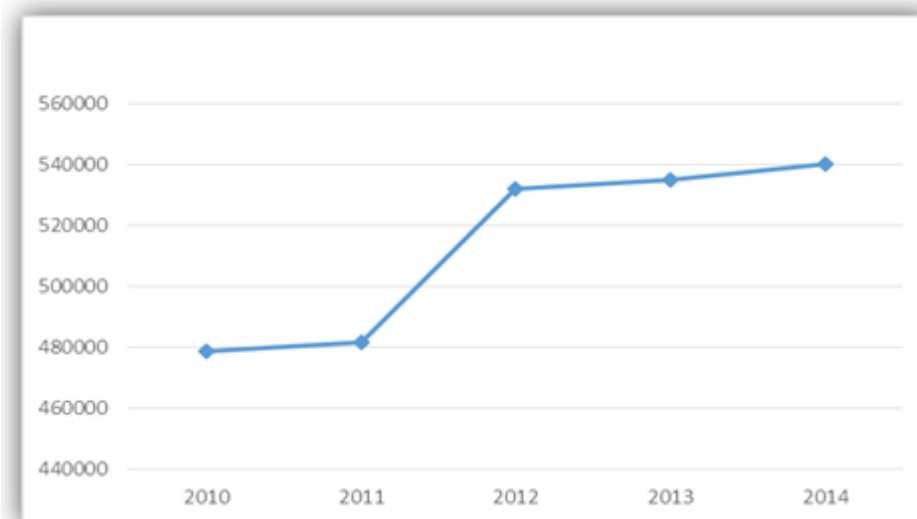
Bénéficiaire	Année				
	2010	2011	2012	2013	2014
Actifs	138 891	140 012	142 438	142 917	141 855
Retraités	47 089	39 791	40 970	45 002	48 447
Conjoints d'actifs	73 196	66 217	66 169	65 554	64 511
Conjoints de retraités	25 510	26 318	27 730	28 866	30 791
Veuves	8 365	19 825	23 412	22 563	23 490
Enfants d'actifs	162 534	163 939	192 405	190 559	189 444
Enfants de retraités	21 201	20 494	31 316	32 599	34 568
Enfants de veuves	1 990	5 241	7 652	7 062	7 197
Totale	478 776	481 837	532 092	535 122	540 303

Le tableau 2, présente l'évolution des effectifs, par type de bénéficiaire, en globalité la tendance de ces effectifs tend vers la hausse, le régime mutualiste est en plein expansion. Afin de mieux visualiser cette hausse, le tableau suivant a été élaboré.

Tableau 3 : % Variation des effectifs assurés par type de bénéficiaire

Bénéficiaire	2011	2012	2013	2014
Actifs	0,81%	1,73%	0,34%	-0,74%
Retraités	-15,50%	2,96%	9,84%	7,66%
Conjoints d'actifs	-9,53%	-0,07%	-0,93%	-1,59%
Conjoints de retraités	3,17%	5,37%	4,10%	6,67%
Veuves	137,00%	18,09%	-3,63%	4,11%
Enfants d'actifs	0,86%	17,36%	-0,96%	-0,59%
Enfants de retraités	-3,33%	52,81%	4,10%	6,04%
Enfants de veuves	163,37%	46,00%	-7,71%	1,91%
Totale	0,64%	10,43%	0,57%	0,97%
Taux d'évolution moyen	3,07%			

Figure 7 : Evolution des effectifs assurés



L'effectif global des bénéficiaires du secteur mutualiste est relativement stable durant la période 2010-2014. Cependant, la légère hausse annuelle de 1% n'est pas vérifiée en 2012 où cet effectif a augmenté de 10% par rapport à 2011. Cette augmentation reste inexplicée.

II.3.2 Base Sinistres/Prestations

Pour ce qui est des sinistres et prestations l'étude se limite à l'analyse des soins ambulatoires. Les prestations servies dans le cadre des œuvres sociales du régime mutualiste et des tiers payants, étant prises en charge par la CNOPS, ne sont pas étudiées.

Tableau 4 : Evolution des dossiers sinistres entre 2010 et 2014

	Année de survenance					Total
	2010	2011	2012	2013	2014	
Dossiers SA actifs	431 923	422 937	442 549	442 753	428 225	2 168 387
Dossiers SA pensionnés	196 356	212 400	239 557	253 541	260 268	1 162 122
Total	628 279	635 337	682 106	696 294	688 493	3 330 509

Tableau 5 : l'évolution des actes médicaux en nombre entre 2010 et 2014

	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Actes médicaux SA actifs	760 897	933 154	981 345	1 006 443	992 034	4 673 873
Actes médicaux SA pensionnés	363 126	482 822	551 549	602 345	628 759	2 628 601
Total	1 124 023	1 415 976	1 532 894	1 608 788	1 620 793	7 302 474
Nombres de dossiers sinistres	628 279	635 337	682 106	696 294	688 493	3 330 509
Nombre moyen d'actes par dossier	1,79	2,23	2,25	2,31	2,35	2,19

Le nombre de dossiers maladies traités est en augmentation continue sauf en 2014 où il a connu une baisse. Le nombre moyen de dossiers traités est de 666102 dossiers par an.

Le nombre moyen d'actes par dossier est relativement stable au tour de 2,19 pendant la période observée.

Le nombre moyen d'actes médicaux est de 1 460 495 actes par an. Le total des actes enregistrés durant la période 2010 à 2014 s'élève à 7 302 474 actes.

Tableau 6: Evolution des frais médicaux engagés par type de bénéficiaire

Montant des frais engagés (en Dh)	Année de survenance					
	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Pour les actifs	339 246 604	360 648 366	402 577 184	431 769 798	428 980 092	1 963 222 044
Pour les pensionnés	193 589 150	215 992 041	252 078 554	280 042 796	286 612 555	1 228 315 095
Total	532 835 754	576 640 407	654 655 738	711 812 594	715 592 647	3 191 537 139

Entre 2010 et 2014, le total des frais engagés par les adhérents s'élève à 3,191 Milliard de Dh, dont 1,963 Milliard de Dh pour la part des actifs et 1,228 Milliard de Dh pour la part des pensionnés.

Le montant annuel moyen des frais engagés est de 0.638 Milliard de Dh.

La tendance à la hausse déjà observée pour la fréquence des sinistres entre 2010 et 2014 est en ligne parallèle avec celle des frais engagés par les adhérents.

Tableau 7: Evolution des remboursements

Remboursements AMO	Année de survenance					
	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Pour les actifs	199 992 031	205 228 200	221 625 676	231 689 905	229 800 577	1 088 336 389
Pour les pensionnés	125 540 189	133 630 020	149 903 585	163 557 502	165 400 512	738 031 809
Total	325 532 220	338 858 220	371 529 261	395 247 407	395 201 089	1 826 368 198

Remboursement Complémentaire	Année de survenance					
	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Pour les actifs	23 778 447	26 109 239	27 354 636	30 040 203	33 286 621	140 569 146
Pour les pensionnés	11 964 574	13 783 040	15 425 814	17 972 791	20 356 959	79 503 178
Total	35 743 021	39 892 279	42 780 450	48 012 994	53 643 580	220 072 324

Détail	Année de survenance					
	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Remboursement AMO	325 532 220	338 858 220	371 529 261	395 247 407	395 201 089	1 826 368 198
Remboursement Complémentaire	35 743 021	39 892 279	42 780 450	48 012 994	53 643 580	220 072 324
Montant Total remboursé	361 275 241	378 750 499	414 309 711	443 260 401	448 844 669	2 046 440 522

64,12% du montant engagé par les adhérents a été remboursé par l'effort des deux régimes obligatoire et complémentaire (SM), ce qui laisse à la charge des adhérents 1,145 Milliard de Dh, soit 35.88% de la totalité du montant engagé.

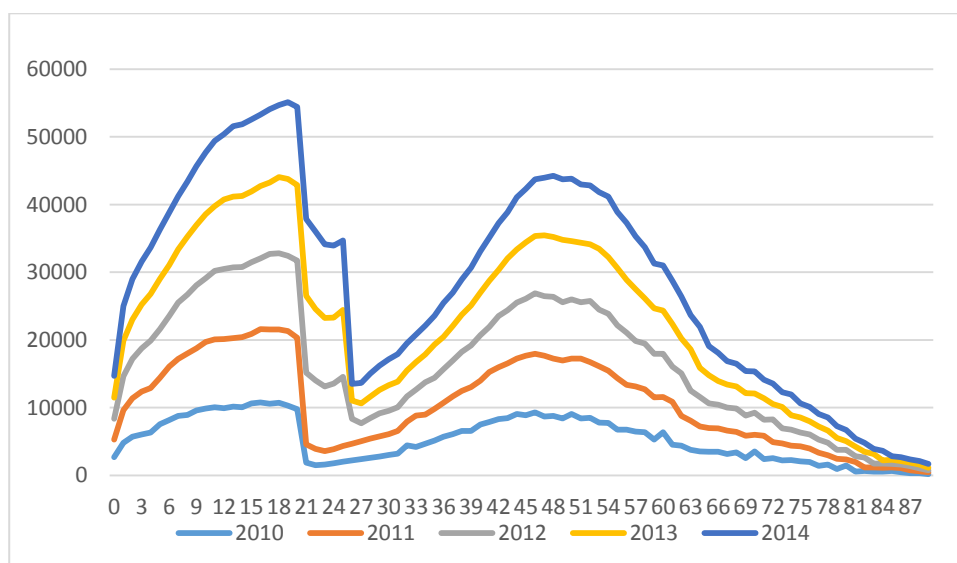
La part des frais engagés prise en charge par la mutuelle pour la même période s'élève à 0,220 Milliard de Dh soit 6,90%.

II.3.3 Evolution démographique des bénéficiaires par âge

L'analyse porte sur l'évolution démographique de la structure par âge des bénéficiaires du secteur mutualiste durant la période 2010-2014. Ce qui a permis de calculer les quotients de mortalité et d'ajuster la mortalité empirique observée.

Entre 2010 et 2014 l'effectif des bénéficiaires est passé de 478 776 à 540 303 avec un taux moyen d'augmentation annuel de 3,07% (voir figure 7).

Figure 8 : Evolution des âges entre 2010-2014 : Total population assurée

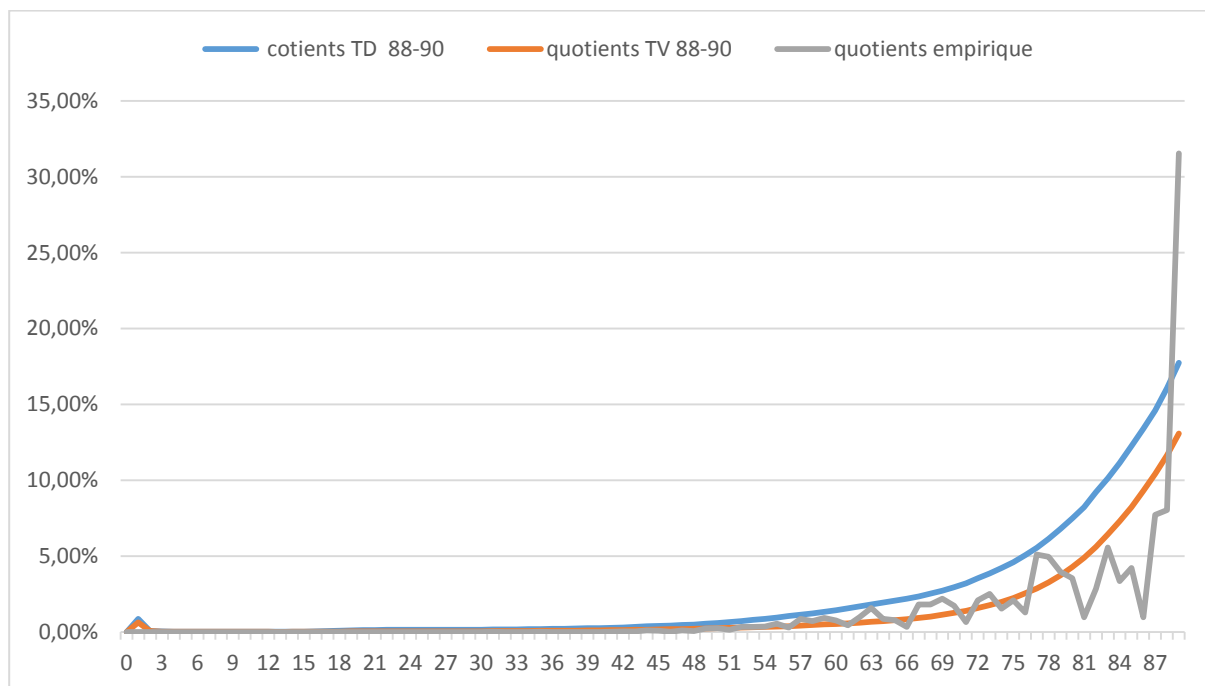


L'âge moyen des adhérents actifs est de 46,1 ans et celui des conjoints est de 49 ans.

II.3.4 Analyse de la mortalité de la population

Les quotients de mortalité par âge et par année d'assurance des bénéficiaires sont relativement proches des quotients des 2 tables de mortalité TV 88-90 et TD 88-90 tel qu'il ressort de graphique suivant.

Figure 9 : Représentation graphique des quotients de mortalité empirique, TD 88-90 et TV 88-90



Pour déterminer la table qui représente le mieux la mortalité de la population des bénéficiaires, la somme des valeurs absolues des écarts entre les quotients empiriques et les quotients des deux autres tables TD 88-90 et TV 88-90 ont été calculées.

Tableau 8 : Somme des valeurs absolues des écarts entre quotients empiriques et quotients des tables TD 88-90 et TV 88-90

	TD 88-90	TV 88-90
Somme des valeurs absolues des écarts	1,21	0,68

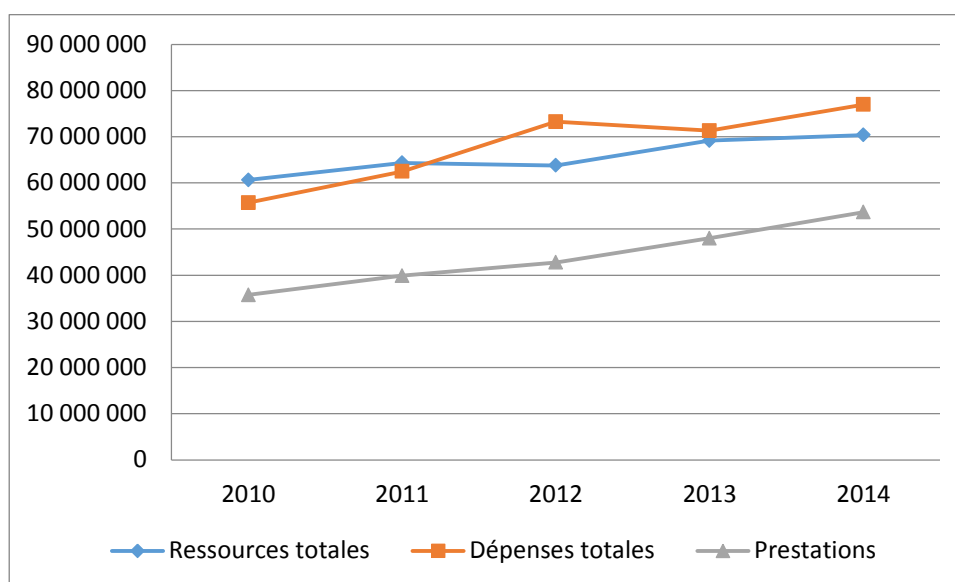
La table TV 88-90 présentant une faible somme des écarts, sera retenue pour approcher la mortalité des bénéficiaires.

II.4 Analyse rétroactive des ressources et des charges

Tableau 9 : Analyse rétrospective des ressources et des charges

	2010	2011	2012	2013	2014
Cotisations	60 275 202	63 649 896	63 059 226	68 299 937	69 669 890
Produits financiers	355 044	683 426	699 554	854 243	699 921
Ressources totales	60 630 245	64 333 322	63 758 780	69 154 179	70 369 810
Prestations	35 743 021	39 892 279	42 780 450	48 012 994	53 643 580
Frais de fonctionnement	19 954 238	22 572 969	30 469 964	23 269 612	23 303 411
Dépenses totales	55 697 259	62 465 247	73 250 414	71 282 606	76 946 991
Résultat d'exploitation	4 932 986	1 868 075	-9 491 634	-2 128 426	-6 577 181

Figure 10 : Evolution des ressources et des charges

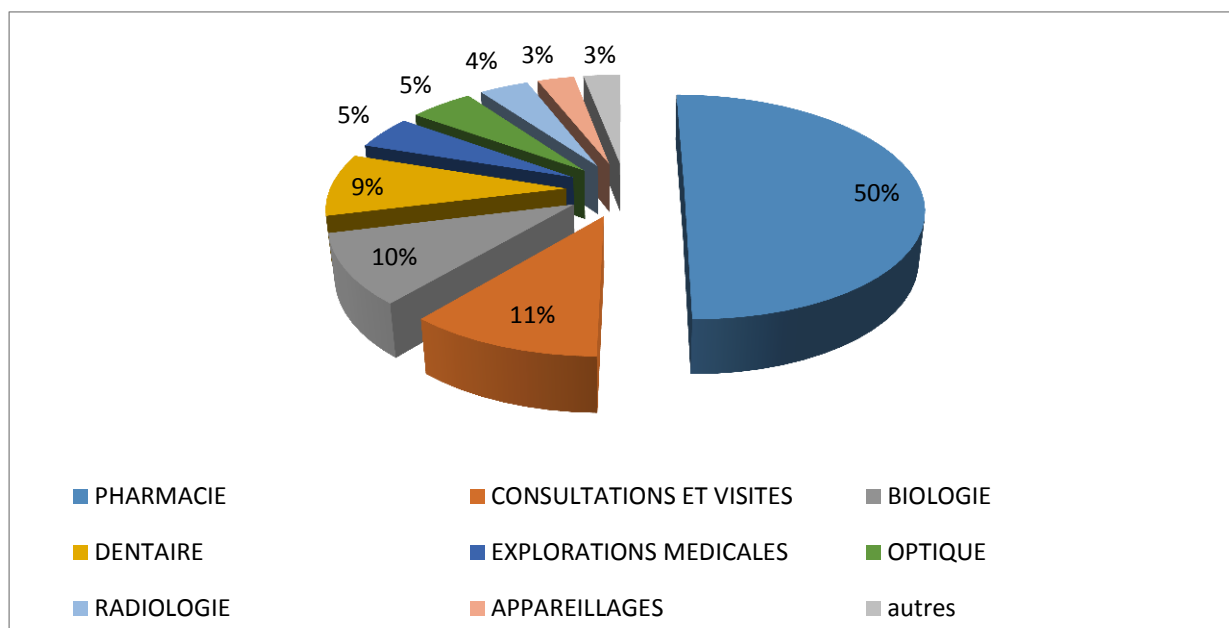


Il a été constaté à travers ce graphique qu'à partir de 2012, le résultat technique entame une tendance déficitaire.

La diminution des cotisations en 2012 par rapport à 2011 peut s'expliquer par une faiblesse de la cotisation moyenne des nouvelles recrues en 2012 par rapport à celle des adhérents sortis la même année. En effet, les nouveaux affiliés débutent leur carrière avec des salaires (base de calcul des cotisations) relativement faibles par rapport aux anciens adhérents qui sont avancés dans leur carrière et qui ont un salaire plus important.

II.4.1 Analyse des dépenses de soins par famille d'actes

Figure 11 : Distribution de la consommation par classe d'acte



2023 actes différents ont été observés dans le fichier prestations. Cependant, ses actes ont été regroupés en 22 familles d'actes médicaux selon l'importance de leur présence dans le fichier.

Entre 2010 et 2014, la quasi-totalité des montants remboursés par le secteur mutualiste, soit 97% porte sur les 8 premières familles d'actes médicaux à savoir : Pharmacie, Consultations et visites, Biologie, Soins dentaires, Explorations médicales, Optique, Radiologie et les actes appareillages.

Le remboursement des frais pharmaceutiques représente à lui seul 50% des remboursements. Viennent ensuite les consultations et visites avec 11%, la biologie avec 10%, les soins dentaires avec 9%.

II.4.2 Consommation des bénéficiaires atteints d'affections de longue durée

Figure 12 : Evolution du nombre d'ALD entre 2010 et 2014

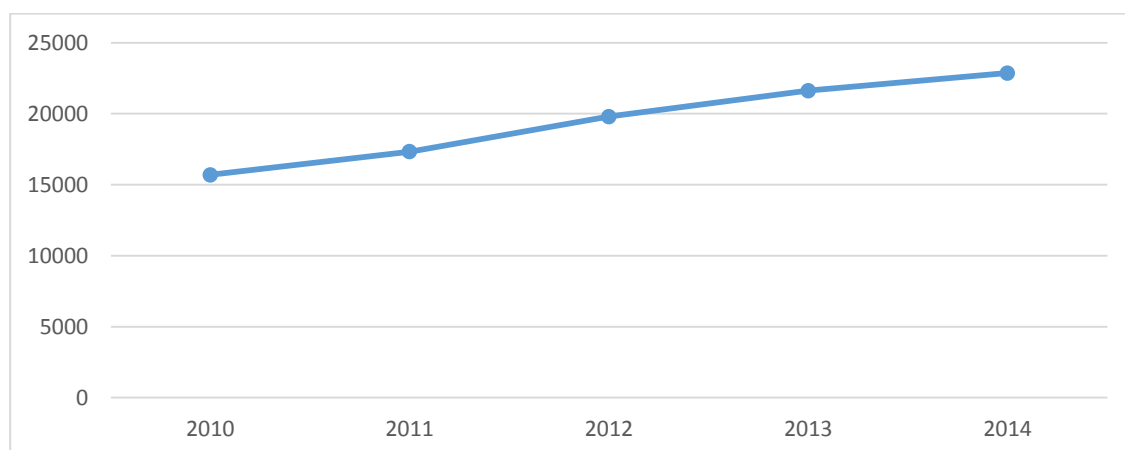
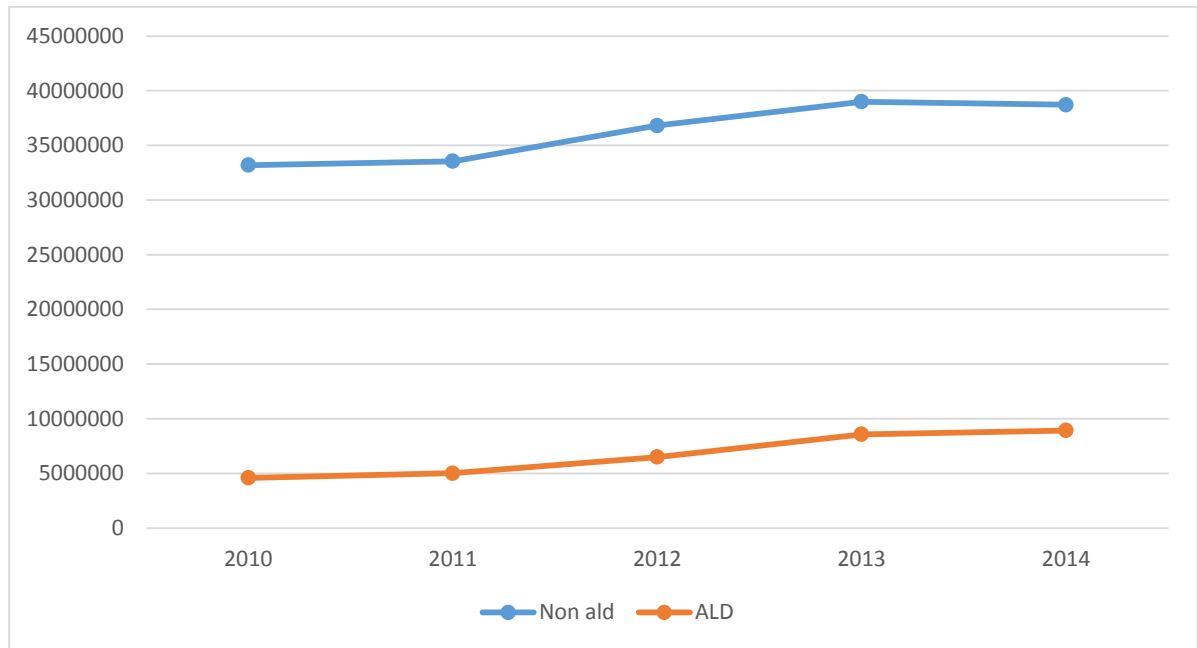


Figure 13 : Montant remboursé pour ALD et non ALD



Les frais ALD engagés par les bénéficiaires du régime mutualiste sont remboursés à raison de 18.74% du montant total remboursé par la CNOPS dans le cadre de l'AMO.

Il est important donc à noter que le caractère ALD ou non ALD des bénéficiaires est d'une très grande importance, parce qu'il impacte d'une manière significative leur consommation médicale.

Chapitre III : Cadre conceptuel et théorique

III.1 INTRODUCTION

L'activité du secteur mutualiste est caractérisée par un cycle de production inversé : en contrepartie d'une cotisation d'un montant connu, le régime mutualiste s'engage à couvrir un risque médical de montant inconnu dont il ignore la charge et la date de réalisation.

Cependant, l'actuaire cherche à définir des classes de risques homogènes, c'est-à-dire ayant le même coût du risque. Il dispose de deux grandes classes de variables : les variables exogènes qui représentent les informations relatives au risque à l'exclusion de toute donnée relative aux réalisations du risque, et les variables endogènes qui représentent les informations permettant la réalisation du risque.

Il est à signaler que ce chapitre vise à proposer une modélisation de la consommation médicale du régime mutualiste. Cette modélisation intègre plusieurs facteurs, et introduit les modèles linéaires généralisés comme étant une approche statistique qui consiste à modéliser l'ensemble des remboursements dans le régime complémentaire.

Durant le processus de modélisation, plusieurs étapes ont été suivies (sélection des variables, segmentation, modèles linéaires généralisés, écrêtement, estimations des paramètres, validation du modèle et choix entre différents modèles).

Le choix de la méthode de segmentation et des variables tarifaires, repose à la fois sur des objectifs commerciaux et sur des méthodes statistiques. Dans ce présent chapitre, la sélection des variables explicatives a été faite par l'utilisation d'un algorithme de sélection par optimisation. Ensuite, une approche statistique de segmentation appelé algorithme de CHAID a été exposée. C'est un outil qui permet la classification hiérarchique des bénéficiaires du secteur mutualiste.

Ensuite, La théorie des valeurs extrêmes a été présentée comme étant une approche statistique qui répond au problème de la survenance des événements rares. En effet, la branche d'assurance maladie est caractérisée par la présence de sinistres graves (rares) dans certaines classes, ce qui entraîne une perturbation de l'hypothèse d'homogénéité des classes et de stabilité des indicateurs de risque. Pour remédier à cette problématique la technique de l'écrêtement a été utilisée.

III.2 Choix de modèle par sélection de variables

La sélection de variables est une étape clé de la modélisation. Dans les études réelles, nous sommes confrontés à des bases de données avec un nombre considérable de descripteurs. Ce sont autant de variables explicatives potentielles. Certaines d'entre elles sont redondantes, d'autres n'ont aucun rapport avec la variable dépendante. La méthode statistique doit nous donner des indications sur le sous-ensemble des bonnes variables à inclure dans le modèle. Dans l'idéal, elles devraient être fortement liées avec la variable dépendante.

Certains auteurs apprécient la sélection automatique de variables parce qu'elle constitue un outil fort utile pour une première approche sur des données que l'on ne connaît pas très bien. D'autres par contre, la critiquent car elle nous rend dépendant des fluctuations aléatoires dans les données ou d'un échantillon à l'autre. Il reste qu'elle est précieuse lorsque la qualité de prédiction est l'objectif principal ou lorsque nous sommes dans un contexte exploratoire. Même si l'expert du domaine a une certaine idée des variables explicatives à retenir, une sélection automatique peut l'aiguiller sur les pistes à étudier.

III.2.1 Critères de sélection de variables

Une variable quantitative Y dite à expliquer (ou encore réponse) est mise en relation avec p variables explicatives X_1, \dots, X_p (ou encore indépendantes). Les données sont supposées provenir de l'observation d'un échantillon statistique de taille n .

Cependant, la détermination des variables explicatives nécessite un processus de sélection de variables approprié. Dans la littérature des modèles linéaires, plusieurs critères de choix de modèle sont présentés à savoir : les critères AIC et BIC, le coefficient de détermination, la statistique de Fisher...

Dans notre cas, nous allons nous baser sur le F partiel de Fisher comme étant un critère de sélection de variables dites de tarification. Le paragraphe suivant présente la procédure de sélection ainsi que le critère utilisé pour détecter les variables explicatives.

III.2.2 La procédure *stepwise*

Cette procédure est un mix des approches backward et forward. A la première étape, nous commençons par construire le meilleur modèle à une exogène, c'est-à-dire le descripteur le plus significatif (ayant la statistique du Fisher la plus élevée). Par la suite, et à chaque étape, nous regardons si l'ajout d'une variable ne provoque pas le retrait d'une autre. Cela est possible lorsqu'une

variable exogène expulse une autre variable qui lui est corrélée, et qui semblait pourtant plus significative dans les étapes précédentes.

Généralement, nous fixons un risque plus exigeant pour la sélection (ex. 5%, nous ne faisons entrer la meilleure variable que si elle est significative à 5%) que pour la suppression (ex. 10%, nous supprimons la variable la moins pertinente si elle est non significative à 10%).

III.3 Segmentation et codification des variables

III.3.1 Arbre de régression

Les arbres de régression sont des outils non paramétriques de segmentation. Dans un arbre de décision, on cherche à détecter des critères permettant de répartir les individus en 2 classes, caractérisées par $Y = 0$ et $Y = 1$. On commence par choisir la variable, qui, par ses modalités, sépare le mieux les individus de chacune des classes. On constitue alors un premier nœud. On réitère alors la procédure sur chaque nouveau nœud.

Dans la méthode CART (Classification And Regression Tree), on regarde toutes les possibilités. On continue soit jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un seul individu dans chaque nœud, soit suivant un critère d'arrêt. Les critères de discrimination et de constitution des nœuds sont généralement les suivants :

- lorsque les variables explicatives X_j sont qualitatives, ou discrètes, on utilise la distance du Chi-deux (on parle d'arbre CHAID) ;
- en présence de variables de tous types, on peut utiliser l'indice de Gini (méthode CART) ;

Pour une variable qui prend des valeurs continues, on distinguera les deux ensembles $\{X_i \leq s\}$ et $\{X_i > s\}$. Par contre, pour une variable qualitative, on distinguera les ensembles $\{X_i = s\}$ et $\{X_i \neq s\}$.

Pour chacune des variables, on regarde l'ensemble des classifications possibles.

III.3.2 L'algorithme de CHAID

L'acronyme CHAID signifie "Chi-squared Automatic Interaction Detector". Il s'agit de l'une des méthodes d'arbres de classification les plus anciennes. Cet algorithme était proposé par Kass (1980), mais la version actuelle n'est qu'une modification de l'algorithme THAID qui a été développé par Morgan et Messenger en 1973. Cette approche statistique est très utilisée en assurance pour classifier les assurés en groupes homogènes en matière de la sinistralité. En effet, l'assureur cherche à détecter des groupes d'assurés dans lesquels la sinistralité est considérée à la fois intra homogène (à l'intérieur de chaque groupe) et inter-hétérogène (entre les groupes).

III.3.3 La méthode de codification

L'algorithme de segmentation CHAID mesure la liaison qui peut exister entre la variable dépendante Y et la variable explicative considérée. Son principe réside dans le fait de chercher les classes qui engendrent la meilleure partition possible, vis-à-vis de la variable expliquée. Cette partition est le résultat à la fois d'une réduction de la variance intragroupes et d'une maximisation de la variance intergroupes.

Le test statistique utilisé pour mesurer le degré de liaison entre la variable dépendante Y et les descripteurs X_i , se présente comme suit :

Sur une population P de taille n, sont définies K variables explicatives X_1, \dots, X_k . La moyenne générale de Y sur P est notée μ et sa variance est notée σ^2 , soit $P(\mu, \sigma^2)$. Notre population sera divisée en deux sous populations $P_1(\mu, \sigma_1^2)$ et $P_2(\mu, \sigma_2^2)$. On note par X^j la $j^{\text{ème}}$ variable explicative, soit $X^j = [X_1^j, \dots, X_n^j]$.

$$\begin{aligned} \text{Nous avons alors} \quad \mu &= \frac{1}{n} \sum_i \sum_j X_i^j \\ &= \frac{n_1}{n} \mu_1 + \frac{n_2}{n} \mu_2 \end{aligned}$$

Où n_1 et n_2 sont les effectifs des deux sous populations.

$$\text{D'autre part, } \sigma^2 = \left[\frac{n_1}{n} \sigma_1^2 + \frac{n_2}{n} \sigma_2^2 \right] + \left[\frac{n_1}{n} (\mu_1 - \mu) + \frac{n_2}{n} (\mu_2 - \mu) \right]$$

Et $\sigma^2 = \sigma^2(D) + \sigma^2(E)$ avec $\sigma^2(D)$ est la variance intragroupes et $\sigma^2(E)$ désigne la variance intergroupes.

Finalement, pour séparer la population en deux groupes homogènes en terme de la variable réponse, l'algorithme de segmentation CHAID cherche à construire des segments en réalisant les deux conditions suivantes : une variance intragroupes $\sigma^2(D)$ minimale et une variance intergroupes $\sigma^2(E)$ maximale.

Il est à noter qu'à chaque étape de l'algorithme, on doit vérifier les hypothèses suivantes :

H_0 : Les moyennes de Y sur chaque segment sont égales ;

H_1 : Les moyennes de Y sur chaque segment sont différentes.

Le test se base sur la statistique suivante :

$$R = \frac{\sigma_{\text{inter-groupes}}^2}{\sigma_{\text{intra-groupes}}^2}$$

La statistique R suit une loi de Fisher de paramètres (1, n-1), n est la taille de la population. Il est à préciser que cette analyse appliquée sur les 2 groupes, peut être généralisée à k groupes.

III.4 Etude théorique selon l'approche GLM

III.4.1 Généralités

Aujourd'hui les modèles linéaires généralisés sont couramment utilisés par les professionnels de l'assurance et des régimes mutualistes ou les régimes de retraites. La plupart des assureurs marocains utilisent les MLG pour analyser leur portefeuille.

Dans le passé, les actuaires avaient recours à l'analyse à un facteur qui regroupe des statistiques sans prendre en compte l'effet des autres variables.

Les analyses à un facteur peuvent être déformées par les corrélations entre les facteurs. En outre, l'analyse à un facteur ne considère pas les interactions entre facteurs. Ces interdépendances existent lorsque l'effet d'un facteur varie selon le niveau pris par un autre facteur.

Les méthodes multivariées, telles que les modèles linéaires généralisés, ajustent les effets induits par la corrélation et permettent de représenter les phénomènes d'interaction. Dans le même sens, les MLG sont qualifiés d'un outil permettant l'efficacité, lorsque les hypothèses sont bien respectées.

III.4.2 Des modèles linéaires aux MLG

Les modèles linéaires de la forme $y = X\beta + e$ dans lesquels les éléments de e sont supposés indépendants, identiquement distribués et de loi $N(0; \sigma^2)$ ont longtemps formé la base de l'analyse de données. Cependant, l'évolution de la théorie statistique nous permet désormais d'utiliser des méthodes analogues aux modèles linéaires dans les cas suivants :

1. La variable réponse suit une loi différente de la loi Normale ;
2. La relation entre la réponse et les variables explicatives n'est pas nécessairement linéaire.

Ces modèles faisant appel à la famille des distributions exponentielles sont appelés modèles linéaires généralisés (MLG).

III.4.3 La famille des distributions exponentielles

Soit Y une variable aléatoire dont la densité de probabilité (Loi de probabilité si la variable est discrète) dépend d'un unique paramètre θ . La distribution appartient à la famille exponentielle si elle peut être écrite sous la forme :

$$\mathbf{f}(\mathbf{y} ; \theta) = \exp(\mathbf{y}\mathbf{b}(\theta) + \mathbf{c}(\theta) + \mathbf{d}(\mathbf{y}))$$

Où b, c et d sont des fonctions connues.

Nombre de distributions connues appartiennent à la famille exponentielle, telles que les distributions Poisson, Normale, et Binomiale.

Prenons l'exemple d'une loi de Poisson. La fonction de probabilité pour une variable qui suit une loi de Poisson s'écrit :

$$\mathbf{f}(\mathbf{y} ; \lambda) = \frac{\lambda^y \exp(-\lambda)}{y!}$$

Celle-ci peut s'écrire sous la forme suivante :

$$\mathbf{f}(\mathbf{y} ; \lambda) = \exp(\mathbf{y}\log(\lambda) - \lambda - \log(y!))$$

III.4.4 Les modèles linéaires généralisés

Soit un échantillon de variables aléatoires indépendantes Y_1, \dots, Y_n dont les distributions appartiennent à la famille exponentielle et prennent toutes la même forme. Nous pouvons écrire la fonction de densité conjointe de Y_1, \dots, Y_n :

$$f(y_1, \dots, y_n; \theta_1, \dots, \theta_n) = \exp[\sum_{i=1}^n y_i b(\theta_i) + \sum_{i=1}^n c(\theta_i) + \sum_{i=1}^n d(y_i)]$$

Dans le cadre des modèles linéaires généralisés, nous considérons les paramètres β_1, \dots, β_p ($p < N$) tels que la combinaison linéaire des β est fonction de l'espérance de Y_i notée μ_i :

$$g(\mu_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}$$

Où g est une fonction monotone et différentiable appelée fonction de lien, \mathbf{x}_i est un vecteur des variables explicatives (p éléments) et $\boldsymbol{\beta}$ est le vecteur des paramètres (p éléments).

Par conséquent, un modèle linéaire généralisé a trois composants :

1. Des variables de réponse Y_1, \dots, Y_n
2. Un ensemble de paramètres $\boldsymbol{\beta}$ et de variables explicatives X

$$X = \begin{bmatrix} x_1^T \\ \cdot \\ \cdot \\ x_p^T \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_p \end{bmatrix}$$

3. Une fonction de lien monotone g telle que :

$$g(\mu_i) = x_i^T \beta \quad \text{où } \mu_i = E(y_i)$$

La fonction de lien logarithmique possède la propriété de donner un effet multiplicatif aux variables. En écrivant $g(x) = \ln(x)$ on obtient :

$$\mu_i = g^{-1}(\beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}) = \exp(\beta_1 x_{i1}) \dots \exp(\beta_p x_{ip})$$

En d'autres termes, lorsqu'une fonction de lien logarithmique est utilisée, le MLG estime les logarithmes des effets multiplicatifs.

III.4.5 Estimation des paramètres

III.4.5.1 Maximum de vraisemblance

Soient N variables aléatoires indépendantes $Y_1 \dots Y_n$ avec la fonction de densité conjointe $f(y_1, \dots, y_n; \theta_1, \dots, \theta_n)$ qui dépend des paramètres $\theta_1, \dots, \theta_n$. Dans toute la suite, nous notons les deux composantes y et θ par :

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_p \end{bmatrix} \quad ; \quad \theta = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta_p \end{bmatrix}$$

La fonction de vraisemblance correspond à la fonction de densité conjointe. Nous la notons $L(\theta ; y)$. Notons Ω l'ensemble des valeurs possibles du vecteur. L'estimateur du maximum de vraisemblance de θ est la valeur $\hat{\theta}$ qui maximise la fonction de vraisemblance.

$\hat{\theta}$ est également la valeur qui maximise le logarithme de la fonction de vraisemblance (La fonction logarithmique étant monotone). Il est souvent plus simple de travailler avec le logarithme de la fonction de vraisemblance qu'avec la fonction de vraisemblance elle-même.

Nous obtenons alors l'estimateur $\hat{\theta}$ en dérivant le logarithme de la fonction de vraisemblance par rapport par à chaque élément de θ et en résolvant l'équation suivante :

$$\frac{\partial l(\theta, y)}{\partial \theta_j} = 0 \text{ pour } j = 1, \dots, p \text{ avec } l(\theta, y) = \log L(\theta, y).$$

III.4.5.2 Paramètres du modèle

Nous souhaitons obtenir les estimateurs des paramètres β qui maximisent la fonction de vraisemblance du MLG. La fonction logarithmique de vraisemblance pour des réponses indépendantes Y_1, \dots, Y_n s'écrit :

$$l(\theta, y) = \sum y_i b(\theta_i) + \sum c(\theta_i) + \sum d(y_i)$$

$$\text{où } E(Y_i) = \mu_i = -c'(\theta_i)/b'(\theta_i)$$

$$\text{et } g(\mu_i) = x_i^T \beta = \omega_i$$

Les familles des distributions exponentielles satisfont les conditions de régularité qui permettent d'assurer que la solution du système d'équations est l'unique maximum global du logarithme de la fonction de vraisemblance.

$$\frac{\partial l}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^N \frac{y_i - \mu_i x_{ij} \partial \mu_i}{\text{var}(y_i) \partial \omega_i}$$

Où x_{ij} est le $j^{\text{ème}}$ élément x_i^T . Les équations sont résolues grâce à un algorithme numérique (méthode de Newton-Raphson).

Cependant, la convergence de l'algorithme Newton-Raphson est une question classique lors de l'estimation des paramètres du modèle. C'est la raison pour laquelle qu'il faut envisager de modifier le modèle en :

- En choisissant une autre distribution de la famille exponentielle (ZIP, ZINB, ...) pour la composante aléatoire du modèle ;
- En ajoutant ou en enlevant des variables explicatives ou des interactions entre ces variables ;
- En changeant la fonction de lien.

III.4.5.3 Choix des facteurs

Dans cette section nous décrivons le processus de choix des facteurs intervenants dans la modélisation. Nous étudions préalablement les distributions des dérivées partielles de la fonction de log-vraisemblance, des estimateurs du maximum de vraisemblance et de la log-vraisemblance afin de

déterminer les propriétés de la déviance. Des tests statistiques sur la déviance nous permettent alors de sélectionner les facteurs pertinents.

III.4.5.4 Généralités

Si $\hat{\theta}$ est un estimateur consistant du paramètre θ et $var(\hat{\theta})$ a variance de l'estimateur, alors pour un grand échantillon de données, la statistique

$$\frac{\hat{\theta} - \theta}{\sqrt{var(\hat{\theta})}}$$

suit une loi $N(0,1)$ et son carré suit une loi du χ^2 à un degré de liberté. La généralisation de ce résultat à p paramètres donne :

$$(\hat{\theta} - \theta)^T V^{-1}(\hat{\theta} - \theta) \sim \chi_p^2$$

Où $\hat{\theta}$ est un estimateur convergent de θ , V la matrice de variance covariance de $\hat{\theta}$. $\hat{\theta}$ est asymptotiquement un estimateur sans biais de θ , et V une matrice inversible.

III.4.5.5 Inférence sur les paramètres

Faire de l'inférence statistique signifie émettre des conclusions concernant une population à partir de résultats obtenus sur un échantillon de cette population. Nous avons vu comment ajuster un GLM à des données provenant d'un échantillon. Nous allons maintenant chercher à établir des conclusions sur la population cible à l'étude à partir des estimations calculées pour les coefficients.

En plus d'estimer le vecteur β de paramètres, on calcule une matrice de variance-covariance asymptotique pour le vecteur des estimations obtenues.

Cette matrice est $\hat{\sigma}^2(\hat{\beta}) = var(\hat{\beta}) = I^{-1}(\hat{\beta})$ ou I est la matrice d'information observée dans l'algorithme de Newton-Raphson.

Les erreurs-types des paramètres sont la racine carrée des éléments sur la diagonale de cette matrice.

Ainsi, $\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)$ est la racine carrée de l'élément correspondant à β_j de la matrice $var(\hat{\beta})$.

On peut se servir de ces erreurs-types pour construire des intervalles de confiance de Wald de niveau $(1-\alpha)\%$ pour tous les paramètres du vecteur comme suit :

$$\beta_j \in [\hat{\beta}_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \hat{\sigma}(\hat{\beta}_j), \hat{\beta}_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)]$$

Où $j = 0, 1, \dots, p$

III.4.5.6 Test de Wald sur un paramètre

Tout d'abord, un paramètre β_j nul signifie que la variable explicative dont il est le coefficient, x_j , n'a pas de lien avec la variable réponse N . Il est donc d'intérêt de tester si la valeur d'un paramètre est nulle dans la population étudiée. Nous pouvons faire ce type d'évaluation grâce au test de Wald pour confronter les hypothèses suivantes :

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ (il n'y a pas de lien entre } x_j \text{ et } N)$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ (il y a un lien entre } x_j \text{ et } N)$$

Nous utilisons le test de Wald, basé sur la distribution asymptotique de $\hat{\beta}_j$. La statistique du test est

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)}.$$

Sous H_0 , la statistique du test suit approximativement une loi normale $N(0,1)$. Il est à noter que le carré de la statistique du test de Wald suit approximativement une loi de khi-deux à un degré de liberté.

Soit $Z_w^2 = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)}\right)^2 \sim \chi_{(1;1-\alpha)}^2$ où α est le seuil de signification du test.

En général, on prend $\alpha = 0,05$, c'est-à-dire si la p-value est inférieur de ce seuil, on rejette l'hypothèse nulle du test. Dans ce cas, et seulement dans ce cas, la variable explicative x_j est significative (il y a un lien entre x_j et la variable réponse).

III.4.5.7 Prédiction de la variable réponse

Une valeur prédite par le modèle est définie par

$$\hat{\lambda}_j = g^{-1}(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i,1} + \dots + \hat{\beta}_p x_{i,p})$$

Donc, pour une observation n_i associée au vecteur de variables explicatives x_i , valeur prédite par le modèle ayant le logarithme de fonction de lien est

$$\hat{n}_i = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i,1} + \dots + \hat{\beta}_p x_{i,p})$$

Ainsi, nous prédisons la variable réponse N par son espérance, qui est-elle fonction des valeurs prises par les variables explicatives.

Nous pouvons aussi prédire la valeur moyenne de N pour les valeurs de x non observées dans l'échantillon étudié. D'où l'importance des modèles linéaires généralisés dans ce type de traitement.

III.4.6 Validation du modèle

L'étape de la validation du modèle est qualifiée de l'une des parties les plus importantes des modèles linéaires généralisés. En effet, il est indispensable de s'assurer que le modèle considéré s'ajuste bien aux données avant de pratiquer l'inférence statistique. A cet effet, nous utilisons la déviance comme statistique de test qui permet de valider un modèle linéaire généralisé.

III.4.6.1 La déviance

La déviance D est l'écart en terme de log-vraisemblance entre le modèle saturé d'ajustement maximum et le modèle considéré.

$$D = 2 \sum_{i=1}^m (I_{saturé}(n_i) - I(\hat{\lambda}_i))$$

Si le modèle était parfait (modèle saturé), $\hat{\lambda}_j$ serait égale à n_i , $E(N_i|x_i) = \lambda_i = n_i$.

Un modèle présente un bon ajustement aux données (Goodness-of-fit), si les valeurs prédites par le modèle sont similaires aux valeurs observées. Le modèle saturé présente donc un ajustement parfait puisque ses valeurs prédites sont toutes égales aux valeurs observées.

Un tel modèle n'est pas désirable puisqu'il comporte trop de paramètres, il est trop complexe. De plus, trop coller aux données n'est pas toujours une bonne chose puisque celles-ci proviennent d'un échantillon aléatoire et non de la population complète. On désire un modèle parcimonieux qui présente des relations théoriques interprétables.

La valeur de la déviance obtenue en se basant sur le modèle considéré, permet de tirer la qualité de l'adéquation de ce modèle aux données de l'étude. En effet, si la déviance est petite, le modèle considéré sera adéquat. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si la déviance est grande, alors le modèle considéré est loin du modèle saturé et donc il n'est pas très adéquat.

III.4.6.2 La statistique du test

La statistique de déviance permet de tirer le modèle qui présente le bon ajustement aux données de base. Pour cela, nous confrontons les deux hypothèses suivantes :

H_0 : le modèle considéré à p paramètres est adéquat

H_1 : le modèle considéré à p paramètres n'est pas adéquat

La statistique du test est notée D , et sa formule est la suivante :

$$D = 2 \sum_{i=1}^m \left(n_i \log \left(\frac{n_i}{\hat{\lambda}_i} \right) - (n_i - \hat{\lambda}_i) \right) \sim \chi_{m-p}^2$$

Le modèle est adéquat si la valeur de D s'approche de $m - p$. Il est à préciser que m représente le nombre d'observation et p le nombre de paramètres estimés.

Pratiquement, si $D_{\text{observé}} > \chi_{m-p,1-\alpha}^2$ alors H_0 est rejetée. Autrement dit, le modèle considéré n'est pas adéquat.

Il existe d'autres statistiques de déviance, c'est le cas de la statistique de Pearson qui permet de mesurer l'adéquation du modèle considéré aux données de l'étude. Cette statistique se base sur les mêmes hypothèses précédemment citées, mais la différence réside dans la formule de la statistique du test :

$$Q^p = \sum_{i=1}^m \left(\frac{n_i - \hat{\lambda}_j}{\sqrt{\hat{\lambda}_j}} \right) \sim \chi_{m-p}^2$$

Le modèle est adéquat si la valeur de Q^p s'approche de $m - p$.

III.4.6.3 Analyse des résidus

Considérons un modèle Normal dont les variables de réponse Y_i sont modélisées par :

$$Y_i = \mu_i + e_i$$

Où les termes d'erreur e_i sont supposés indépendants et identiquement distribués et suivent une loi normale $N(0, \sigma^2)$ et les espérances μ_i sont des fonctions de combinaisons linéaires des paramètres du vecteur β .

Pour ce modèle $\frac{(y_i - \mu_i)}{\sigma} \sim N(0,1)$

Le résidu associé à Y_i est défini par $(y_i - \hat{\mu}_i)$ où $\hat{\mu}_i$ est déterminé par le modèle. Il est calculé à partir de l'estimation du maximum de vraisemblance. Le résidu standardisé est défini comme $r_i = \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)}{\hat{\sigma}}$ où $\hat{\sigma}$ est un estimateur de σ . Par conséquent, les résidus standardisés suivent approximativement la loi $N(0,1)$.

Pour les autres modèles linéaires généralisés, les résidus sont définis par analogie avec le cas Normal $r_i = \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)}{s_i}$ où s_i est la valeur estimée de l'écart type de la valeur modélisée $\hat{\mu}_i$.

Les résidus standardisés peuvent être comparés à la distribution Normale pour évaluer la qualité du choix de la distribution dans le modèle.

III.4.7 Choix entre différents modèles

Plusieurs modèles concurrents sont en compétition, le but est de choisir le plus adéquat aux données de l'étude. Pour cela, et lorsque les modèles sont emboîtés, il est possible d'utiliser le test de déviance entre modèles ou bien des critères de choix de modèles (AIC et BIC).

H_0 : le modèle considéré à p_1 paramètres est adéquat

H_1 : le modèle considéré à p_2 paramètres n'est pas adéquat ($p_2 > p_1$)

Pour comparer deux modèles emboîtés, on va utiliser l'écart de déviance qui mesure la différence entre les deux modèles en question : $\Delta D = D_{simple} - D_{grand}$

Si ΔD est grande, le fait de passer d'un modèle simple à un modèle plus grand a donc apporté un écart de déviance significatif et donc le modèle général est acceptable.

Si l'écart est faible, le modèle simple et celui plus général sont voisins et par parcimonie le modèle simple est conservé. Sous l'hypothèse nulle, la statistique du test d'hypothèse (H_0 contre H_1) précédemment citée ΔD , suit une loi de khi-deux à $p_2 - p_1$ degré de liberté.

Pratiquement, on rejette H_0 si $\Delta D_{obs} > \chi_{p_2-p_1, 1-\alpha}^2$. Dans ce cas, le modèle à p_2 est le plus adéquat aux données de l'étude.

Il est à préciser qu'un mauvais ajustement d'un modèle peut s'expliquer de différentes façons :

- Des variables explicatives importantes ont été oubliées lors de l'écriture de la composante systématique du modèle ;
- La distribution théorique qui permet d'ajuster les observations est mal choisie ;
- La fonction de lien est inappropriée.

Finalement, il reste à noter que pour le choix entre différentes modèles non emboîtés, nous comparons les valeurs d'un indice d'ajustement tel le critère d'information d'Akaike (AIC) ou le critère d'information bayésien (BIC). En effet, le modèle qui présente le plus faible critère est sélectionné.

III.5 Rappel sur la loi log-normale

La loi log-normale est aussi appelée loi de Galton.

Une variable aléatoire X suit une loi log-normale quand son logarithme suit une loi normale.

C'est-à-dire que $Y = \ln X$ suit une loi $N(\mu ; \sigma^2)$

Avec μ et σ^2 les paramètres de la loi normale.

Les moments de la variable aléatoire X (log-normale)

$$*\mu_x = E(X) = \exp\left(\mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2}\right)$$

$$*\sigma_x^2 = \exp 2(\mu_y + \sigma_y^2) \left(\frac{e^{\sigma_y^2}-1}{e^{\sigma_y^2}}\right)$$

Chapitre IV : Modélisation et étude prospective

IV.1 Modélisation démographique de la population

La population des bénéficiaires du secteur mutualiste connaît plusieurs flux démographiques (entrées et sorties). L'objectif de cette partie est la description et la mise en place d'un modèle démographique qui nous permet de modéliser les différents flux.

Pour la modélisation de la population on choisit un modèle empirique pour la flexibilité de ses hypothèses et donc son adaptabilité face aux différentes formes de données.

*Notation

Adhérents Actifs : (A, A)

Adhérents Retraités : (A, R)

Conjoints d'Actifs : (C, A)

Conjoints de Retraités : (C, R)

Enfants d'Actifs : (E, A)

Enfants de Retraités : (E, R)

Veufs (ves) : (V)

Orphelins : (O)

Pour chaque type de bénéficiaire on dispose des effectifs selon les variables suivantes :

- Age, notée x
- Sexe, notée s
- ALD (1 : atteint d'ALD, 0 : non atteint)

Les effectifs de l'année n sont notés E_n .

Exemple : l'effectif des adhérents, actifs, de sexe masculin, à l'âge de 25 ans, n'ayant pas une Affection de longue durée est noté :

$$E_n(A, A, M, 25, 0)$$

Un signe « * » sera indiqué à la place d'une variable sur laquelle on veut appliquer une sommation.

Par exemple, l'effectif des adhérents actifs d'âge 25 ans et n'ayant pas d'ALD (les deux sexes confondus) sera noté :

$$E_n(A, A, *, 25, 0)$$

IV.1.1 Paramètres relatifs aux Actifs

- $Adhes(n)$: nombre de nouvelles adhésions de l'année n , estimé à partir de l'effectif initial moyennant un *taux moyen d'entrée* t . ($Adhes(n) = t * \sum E_n(A, A, *, *, *)$)
- $TR(type_ass, x, sexe)$: Taux de répartition des nouvelles recrues par âge et par sexe.
- $Ts(x)$: taux de sortie par âge des actifs pour une raison autre que le décès.
- r : âge de la retraite.
- min : Age minimum des actifs.

IV.1.2 Paramètre relatifs aux ALD

- $PoidsALD(x)$: Poids des ALD par âge, c'est-à-dire la proportion d'ALD pour un âge donné.

IV.1.3 Paramètres relatifs à l'état matrimonial

- $Tac(TYPE_ASS, s)$: taux d'adhésion des conjoints par sexe, il sert au calcul des nouveaux conjoints issus des mariages des adhérents.
- d : Différence d'âge moyenne entre un homme et sa femme.

IV.1.4 Paramètres relatifs aux enfants

- $PSe(x)$: Probabilité de scolarisation des enfants à l'âge $x > 21$
- $Tfec$: Taux de fécondité
- $PE(s)$: Poids des enfants par sexe
- Nme : Nombre moyen d'enfants par assuré
- e : Différence d'âge moyenne entre l'assuré et un enfant à sa charge

IV.1.5 Autres paramètres

- $q(x)$: Probabilité de décéder entre l'âge x et $x+1$
- $D_n(type_ben, Type_ass, s, x,)$: Décès de l'année n .
- $N_n(type_ben, type_ass, s, x)$: Nouvelles adhésions des assurés selon le type d'assuré, le type du bénéficiaire, le sexe, l'âge.
- $S_n(A, A, s, x)$: Nouvelles sorties des actifs pour une raison autre que le décès.
- $NV_n(C, A, s, x)$: Nouveaux veufs.
- $NO_n(E, *, *, x)$: Nombre des nouveaux orphelins suite au décès d'actif ou de retraité.

- $ENR_n(E, A, *, x)$: représente les enfants des nouveaux retraités au cours de l'année $n - 1$.

IV.1.6 Équations préliminaires

Les équations suivantes sont des équations préliminaires qui définissent les liens entre quelques paramètres énoncés ci-dessus.

Remarque : Le signe «.» sera indiqué à la place d'une variable lorsqu'une formule est valable indépendamment de la modalité prise par cette variable.

Pour obtenir l'effectif des ALD d'un groupe de bénéficiaire à partir de l'effectif totale de ce groupe, la formule suivante a été utilisée :

$$E_n(., ., ., ., x, 1) = PoidsALD(x) * E_n(., ., ., ., x, *)$$

Pour les non-ALD :

$$E_n(., ., ., ., x, 0) = (1 - PoidsALD(x)) * E_n(., ., ., ., x, *)$$

En ce qui concerne les décès de chaque année la formule suivante a été retenue :

$$D_n(., ., ., ., x, .) = q(x) * E_n(., ., ., ., x, .)$$

Les probabilités de décès proviendront de la table de mortalité TV 88-90 (la table qui a les quotients de mortalité les plus proches aux quotients empiriques).

Les nouvelles adhésions d'assurés par catégorie seront déterminées à partir de l'adhésion globale de chaque année moyennant le taux de répartition des nouvelles recrues selon la formule suivante :

$$N_n(A, ., ., ., x, .) = Adhes(n) * TR(., x, .)$$

Ce taux comprend deux composantes par type d'assuré :

$$TR(aktif, x, s) = PoidsA(x) * PoidsA(s)$$

Et :

$$TR(retraité, x, s) = PoidsR(x) * PoidsR(s)$$

Et finalement les sorties autres que les décès seront calculées moyennant le taux de sortie pour autre cause que le décès comme suit :

$$S_n(A, A, *, x, *) = TS * E_n(A, A, *, x, *)$$

IV.1.7 Mise en équation des flux démographiques

Dans cette partie, nous allons définir les équations qui permettront d'obtenir les effectifs, selon les variables d'intérêt, d'une année n à partir de ceux de l'année $n - 1$. Ces équations sont basées sur un bilan des entrées et sorties et seront catégorisées part type de bénéficiaire.

Actifs

Pour $0 \leq x < r$, les effectifs des actifs de l'année n s'écrivent :

$$E_n(A, A, ., x, .) = E_{n-1}(A, A, ., x - 1, .) + N_{n-1}(A, A, ., x - 1, .) - D_{n-1}(A, A, ., x - 1, .) - S_{n-1}(A, A, ., x - 1, .)$$

Retraités

S'agissant des retraités, les effectifs de l'année n s'écrivent :

$$E_n(A, R, ., x, .) = E_{n-1}(A, R, ., x - 1, .) + N_{n-1}(A, R, ., x - 1, .) - D_{n-1}(A, R, ., x - 1, .) - S_{n-1}(A, A, ., x - 1, .)$$

Dans l'équation ci-dessus, le terme « $N_{n-1}(A, R, ., x - 1, .)$ » confond les gens ayant une retraite normale et anticipée.

Conjoints

L'effectif des conjoints d'actifs est le suivant :

$$E_n(C, A, ., x, .) = E_{n-1}(C, A, ., x - 1, .) - D_{n-1}(C, A, ., x - 1, .) + N_{n-1}(C, A, ., x - 1, .) - CNR_{n-1}(C, A, ., x - 1, .) - S_{n-1}(C, A, ., x - 1, .) - NV_{n-1}(C, A, ., x - 1, .)$$

En ce qui concerne les conjoints de retraités :

$$E_n(C, R, ., x, .) = E_{n-1}(C, R, ., x, .) - D_{n-1}(C, R, ., x - 1, .) + N_{n-1}(C, R, ., x - 1, .) + CNR_{n-1}(C, A, ., x - 1, .) - NV_{n-1}(C, R, ., x - 1, .)$$

Le terme « $N_{n-1}(C, ., ., x - 1, .)$ » représente les nouvelles adhésions des conjoints, d'âge $x - 1$ au cours de l'année $n - 1$. Ce qui englobe les mariages des adhérents au régime et les conjoints des nouveaux adhérents. Selon le sexe du conjoint, cette grandeur se calcule comme suit :

- Conjoint de sexe féminin :

$$N_{n-1}(C, ., F, x - 1, .) = Tac(., F) * E_{n-1}(A, *, H, x + d, .)$$

- Conjoint de sexe Masculin :

$$N_{n-1}(C, ., H, x - 1, .) = Tac(., H) * E_{n-1}(A, ., F, x - d, .)$$

Le terme « $NV_{n-1}(C, \dots, x-1, \dots)$ » représente les nouveaux veufs(ves) d'adhérents de l'année $n-1$.

Pour calculer cet effectif, nous définissons le poids des conjoints à charge selon le sexe comme suit :

$$P_Conj_n(\dots, F, x, \dots) = \frac{E_n(C, \dots, F, x, \dots)}{E_n(A, \dots, H, x+d, \dots)}$$

Et :

$$P_Conj_n(\dots, H, x, \dots) = \frac{E_n(C, \dots, H, x, \dots)}{E_n(A, \dots, F, x-d, \dots)}$$

Et donc nous avons :

$$NV_{n-1}(C, *, F, x, *) = P_Conj_{n-1}(*, F, x, *) * D_{n-1}(A, *, H, x+d, *)$$

Et :

$$NV_{n-1}(C, \dots, H, x, \dots) = P_Conj_{n-1}(\dots, H, x, \dots) * D_{n-1}(A, \dots, F, x-d, \dots)$$

Nous allons calculer de la même manière les sorties « $S_{n-1}(A, C, *, x-1, *)$ », qui représente le départ des conjoints suite au départ de l'adhérent pour autre raison que le décès, selon les deux équations suivantes :

$$S_n(C, A, F, x, \dots) = P_Conj_n(\dots, F, x, \dots) * S_n(A, A, H, x+d, \dots)$$

Et :

$$S_n(C, A, H, x, \dots) = P_Conj_n(\dots, H, x, \dots) * S_n(A, A, F, x+d, \dots)$$

Le terme « $CNR_{n-1}(C, \dots, x-1, \dots)$ » représente les conjoint des adhérent sortant à la retraite à l'année n . Il se fait calculer, selon le sexe comme suit :

$$CNR_{n-1}(C, \dots, M, x-1, \dots) = \begin{cases} E_{n-1}(C, A, M, x-1, \dots) & \text{si } x-1-d+1 = r \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Et :

$$CNR_{n-1}(C, \dots, F, x-1, \dots) = \begin{cases} E_{n-1}(C, A, F, x-1, \dots) & \text{si } x-1+d+1 = r \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Les veufs (ves)

Pour une année donnée n , l'effectif des veufs selon les variables d'intérêt est le suivant :

$$E_n(V, A, \dots, x, \dots) = E_{n-1}(V, A, \dots, x-1, \dots) - D_{n-1}(V, A, \dots, x-1, \dots) + NV_{n-1}(C, A, \dots, x-1, \dots) + NV_{n-1}(C, R, \dots, x-1, \dots)$$

Les enfants

En ce qui concerne les enfants des adhérents, Il a été distingué entre les enfants d'âge $x > 0$ et ceux ayant un âge nul. L'effectif des enfants sont calculés comme suit :

Pour $x > 0$:

$$E_n(E, \dots, x, \cdot) = PSe(x) * [E_{n-1}(E, \dots, x - 1, \cdot) - D_{n-1}(E, \dots, x - 1, \cdot) - S_{n-1}(E, \dots, x - 1, \cdot) - NO_{n-1}(E, \dots, x - 1, \cdot)]$$

Si $x=0$:

$$E_n(E, \dots, s, x, \cdot) = Tfec * PE(s) * \sum_{k=15}^{49} [E_{n-1}(A, \dots, F, k, \cdot) + E_{n-1}(C, \dots, F, k, \cdot)]$$

Avec :

- $NO_{n-1}(E, \dots, x - 1, \cdot)$: Nombre des nouveaux orphelins suite aux décès d'actifs ou de retraités, ce calcule comme suit :

$$NO_{n-1}(E, \dots, s, x - 1, \cdot) = Nme * D_{n-1}(A, \dots, x - 1 + e, \cdot) * PE(s)$$

Les orphelins

En ce qui concerne les orphelins de la population des assurés, leur fonction d'effectif s'écrit comme suit :

$$E_n(O, \dots, x, \cdot) = E_{n-1}(O, \dots, x, \cdot) - D_{n-1}(O, A, \dots, x - 1, \cdot) + NO_{n-1}(E, \dots, x - 1, \cdot)$$

Nous venons d'énoncer les équations qui serviront plus tard aux projections afin d'estimer les effectifs futurs de notre population assurés dans la phase de l'étude prospective.

IV.2 Modélisation des ressources

Les ressources du régime mutualiste proviennent principalement des cotisations. Il y'a aussi une autre part qui provient des produits financiers.

Les cotisations sont calculées de la manière suivante :

Adhérent en activité

- Le secteur mutualiste : 1,80% du salaire de base sans que le montant dû excède 600 DH par an ;

Adhérent retraité

- Le secteur mutualiste : 1 % du montant de la pension dans la limite d'un plafond de 600 DH par an ;

Veuve titulaire d'une pension de réversion

- Le secteur mutualiste : 1 % du montant de la pension sans que le montant dû excède 600 DH par an.

Tableau 10 : calcul des cotisations

Adhérents	Secteur Mutualiste
Actif	1,80 % du salaire de base dans la limite d'un plafond de 50 Dh par mois.
Retraité	1 % du montant de la pension dans la limite d'un plafond de 50 Dh.
Veuve	1 % du montant de la pension dans la limite d'un plafond de 50 Dh.

A ce niveau, la mutuelle ne dispose pas des données sur le salaire de base, qui est l'assiette de cotisation pour les adhérents. Afin de contourner cette problématique les données comptables du secteur mutualiste ont été utilisées.

Les cotisations moyennes des actifs et des pensionnés ont été extraites, leurs taux d'évolution annuel moyen ont été calculés pour pouvoir projeter empiriquement les recettes.

IV.3 Modélisation de la consommation

Le remboursement des frais médicaux se caractérise par une grande hétérogénéité de point de vue actes, et sa manière dont ils sont remboursés. Ceci nous met dans l'obligation d'élaborer une modélisation par famille d'acte (pharmacie, consultation et visite, ...).

Trois modélisations ont été effectuées, la première pour le remboursement des actes pharmacie, parce que 50% de la totalité des remboursements effectués correspondent à cette famille d'acte. La deuxième modélisation concerne le remboursement des actes de consultation parce qu'ils occupent une part très grande en terme de fréquence. Toutes les autres familles d'actes restantes ont fait l'objet de la troisième modélisation parce qu'elles sont moins présente en terme de nombre d'enregistrements.

Dans cette partie du rapport, la démarche suivie pour la modélisation sera exposée uniquement pour l'ensemble des remboursements des actes de la pharmacie. Les sorties des deux autres modélisations vont figurer en annexe.

Pour faciliter le traitement des données, il a été travaillé sur des données transversales au titre de l'exercice 2014 pour le poste pharmacie.

Il est à préciser également que les frais de fonctionnement constituent également des charges (frais), et seront estimés dans la prochaine phase par le ratio des frais de fonctionnement rapportés aux cotisations.

Le modèle linéaire généralisé (GLM) qui est considéré comme l'outil le plus répandu en assurance pour la modélisation sera utilisé.

En premier lieu, il est nécessaire de passer par une phase de sélection des variables explicatives grâce à la procédure *Stepwise*.

Ensuite la méthode de CHAID sous SPSS va être utilisée pour segmenter l'ensemble des variables explicatives qui seront utilisées dans le modèle en sous-groupes ou segments homogènes.

Après, un écrêtement de nos données sera effectué pour assurer un bon ajustement de notre consommation médicale aux lois de probabilités théoriques.

Finalement, les paramètres du modèle seront estimés par la méthode du maximum de vraisemblance et pouvoir valider par la suite le modèle en vérifiant que les résidus au sens de la déviance sont correctement répartis.

IV.3.1 Sélection des variables

Il est important de noter qu'il ne faut pas utiliser toute variable qui a une relation directe avec la nature de l'acte (type d'acte, nature de remboursement, ...), il faut se focaliser uniquement sur les variables qui concerne le bénéficiaire.

Les variables susceptibles d'expliquer la consommation qui ont été choisis pour cette modélisation sont :

- type_ben : type de bénéficiaire elle prend 3 modalités (« A » pour adhérent, « C » pour conjoint, et « E » pour enfant).
- age : l'âge révolu du bénéficiaire.
- ald : prend 2 modalités (1 si le bénéficiaire à une affection de longue durée et 0 sinon).
- sexe : le sexe du bénéficiaire, (« M » si masculin et « F » si féminin).
- Salaire : le salaire brut ou pension de retraite du chef de ménage (adhérent ou veuf).

Après l'application du processus de sélection *stepwise* par le logiciel SPSS, nous avons obtenu les résultats suivants :

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
1	,169 ^a	,029	,029	289,32300	4178,733	1	142165	,000
2	,187 ^b	,035	,035	288,38478	927,537	1	142164	,000
3	,188 ^c	,035	,035	288,33107	53,967	1	142163	,000
4	,188 ^d	,035	,035	288,30397	27,723	1	142162	,000

a. Valeurs prédites : (constantes), age

b. Valeurs prédites : (constantes), age, ald

c. Valeurs prédites : (constantes), age, ald, type_ben

d. Valeurs prédites : (constantes), age, ald, type_ben, salaire

Variables exclues^e

Modèle		Bêta dans	t	Sig.	Corrélation partielle	Statistiques de colinéarité
						Tolérance
1	type_ben	-,027 ^a	-6,699	,000	-,018	,411
	salaire	,016 ^a	6,131	,000	,016	,961
	ald	,082 ^a	30,455	,000	,081	,935
	sexe	,009 ^a	3,325	,001	,009	,999
2	type_ben	-,030 ^b	-7,346	,000	-,019	,410
	salaire	,016 ^b	5,889	,000	,016	,961
	sexe	,006 ^b	2,190	,029	,006	,998
3	salaire	,014 ^c	5,265	,000	,014	,954
	sexe	,002 ^c	,571	,568	,002	,949
4	sexe	,001 ^d	,432	,666	,001	,948

a. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), age

b. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), age, ald

c. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), age, ald, type_ben

d. Valeurs prédites dans le modèle : (constantes), age, ald, type_ben, salaire

e. Variable dépendante : rc

Les deux tableaux montrent que toutes les variables explicatives de la consommation sont tous significatives au seuil de 5% sauf la variable « sexe ». Les variables à retenir pour notre modélisation de la consommation médicale en pharmacie sont :

- age ;
- ald ;
- type_ben ;
- salaire.

IV.3.2 Segmentation

Après avoir sélectionné les variables explicatives dans la partie précédente, il est à préciser que deux variables sont qualitatives (ALD et type de bénéficiaire) les deux autres (âge et salaire) sont quantitative.

L'algorithme de CHAID qui est disponible sous SPSS a été utilisé, pour segmenter les variables sélectionnés en prenant en considération le remboursement complémentaire comme variable réponse dans le but d'obtenir des classes homogènes pour chaque variable.

Le résultat de cette segmentation est résumé par les tableaux suivants.

Tableau 11 : Variation du remboursement complémentaire suivant les classes d'âges

Classe d'âge	Si	Poids	Moyenne RC
1	age ≤ 15	16,5	46,864
2	15 < age ≤ 37	17,1	84,403
3	37 < age ≤ 48	16,5	105,074
4	48 < age ≤ 56	16,9	127,261
5	56 < age ≤ 65	16,7	157,556
6	age > 65	16,4	208,099

Tableau 12 : Variation du remboursement complémentaire suivant l'ALD

Classe d'ald	Si	Poids	Moyenne RC
1	ald = '0'	89,3	109,945
2	ald = '1'	10,7	216,145

Tableau 13 : Variation du remboursement complémentaire suivant le type de bénéficiaire

Classe de type_ben	Si	Poids	Moyenne RC
1	type_ben = 'A'	52,0	155,903
2	type_ben = 'C'	25,2	110,755
3	Type_ben = 'E'	22,9	54,363

Tableau 14 : Variation du remboursement complémentaire suivant le salaire brut

Classe de salaire	Si	Poids	Moyenne RC
1	salaire ≤ 2800	25,3	151,349
2	2800 < salaire ≤ 6829,68	25,0	109,754
3	salaire > 6829,68	49,7	114,037

Enfin, cette segmentation nous a donné 6 classes pour la variable « age », 2 classes pour la variable « ald », 3 classes pour la variable « type_ben » et 3 classes pour la variable salaire.

IV.3.3 Modélisation

Choix de la distribution (graphique Q-Q-plot)

IV.3.3.1 Principe

Il ne s'agit pas d'un teste au sens statistique du terme. Le graphique Q-Q plot (quantile-quantile plot) est un graphique nuage de point qui vise à confronter les quantiles de la distribution empirique et les quantiles d'une distribution théorique normale, de moyenne et d'écart type estimés sur les valeurs observées. Si la distribution est compatible avec la loi normale les points forment une droite. Dans la revue de littérature, ce dispositif est appelé « Droite d'Henry ».

IV.3.3.2 Application sur les données

Pour notre cas, la consommation médicale de la pharmacie (remboursement complémentaire) est une variable continue, pour cela les choix élus pour la représentation de cette variable sont :

- 1- Exponentiel
- 2- Log normal
- 3- Gamma

Pour accepter ou rejeter une telle loi en terme de distribution par rapport à la variable remboursement complémentaire, un graphique Q-Q plot a été construit pour les différentes lois grâce au logiciel SPSS.

Les trois diagrammes ci-dessous illustrent la distribution du remboursement complémentaire pour la pharmacie.

Figure 14 : Diagramme Q-Q Exponentielle de rc

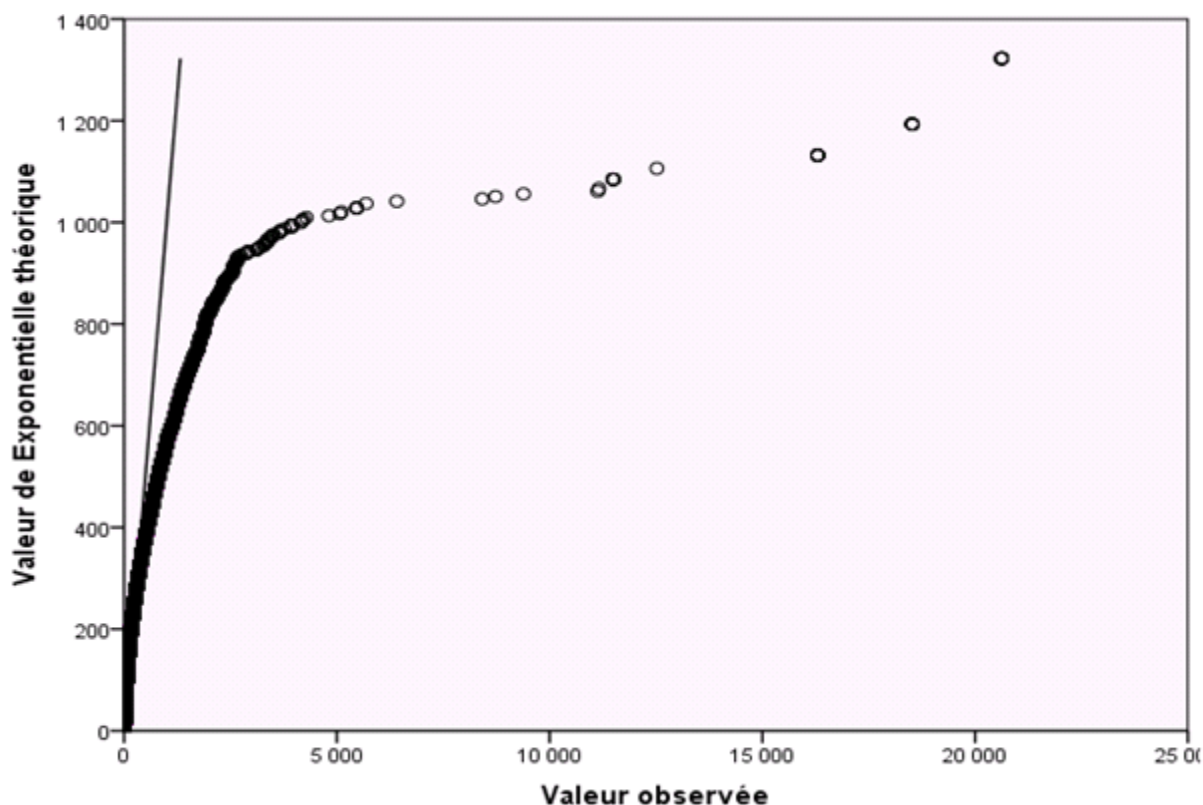


Figure 15 : Diagramme Q-Q Gamma de rc

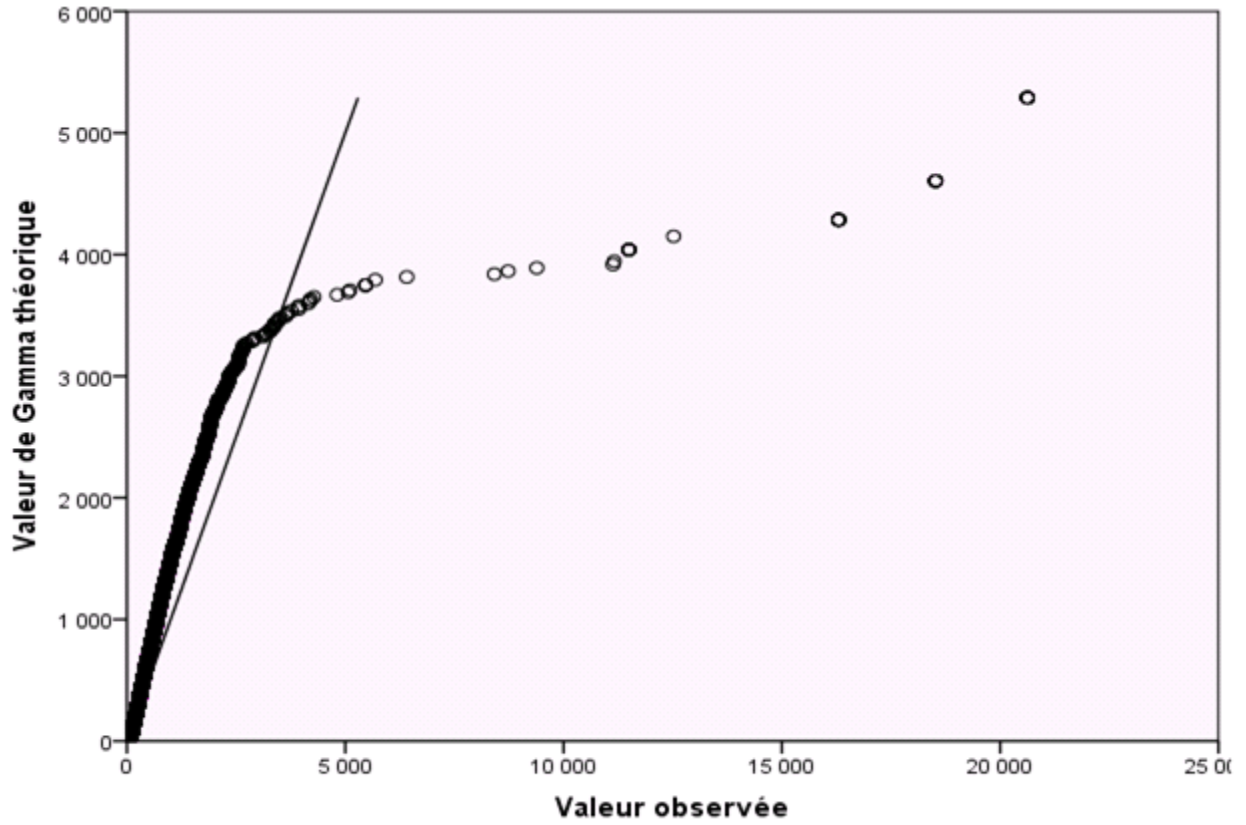
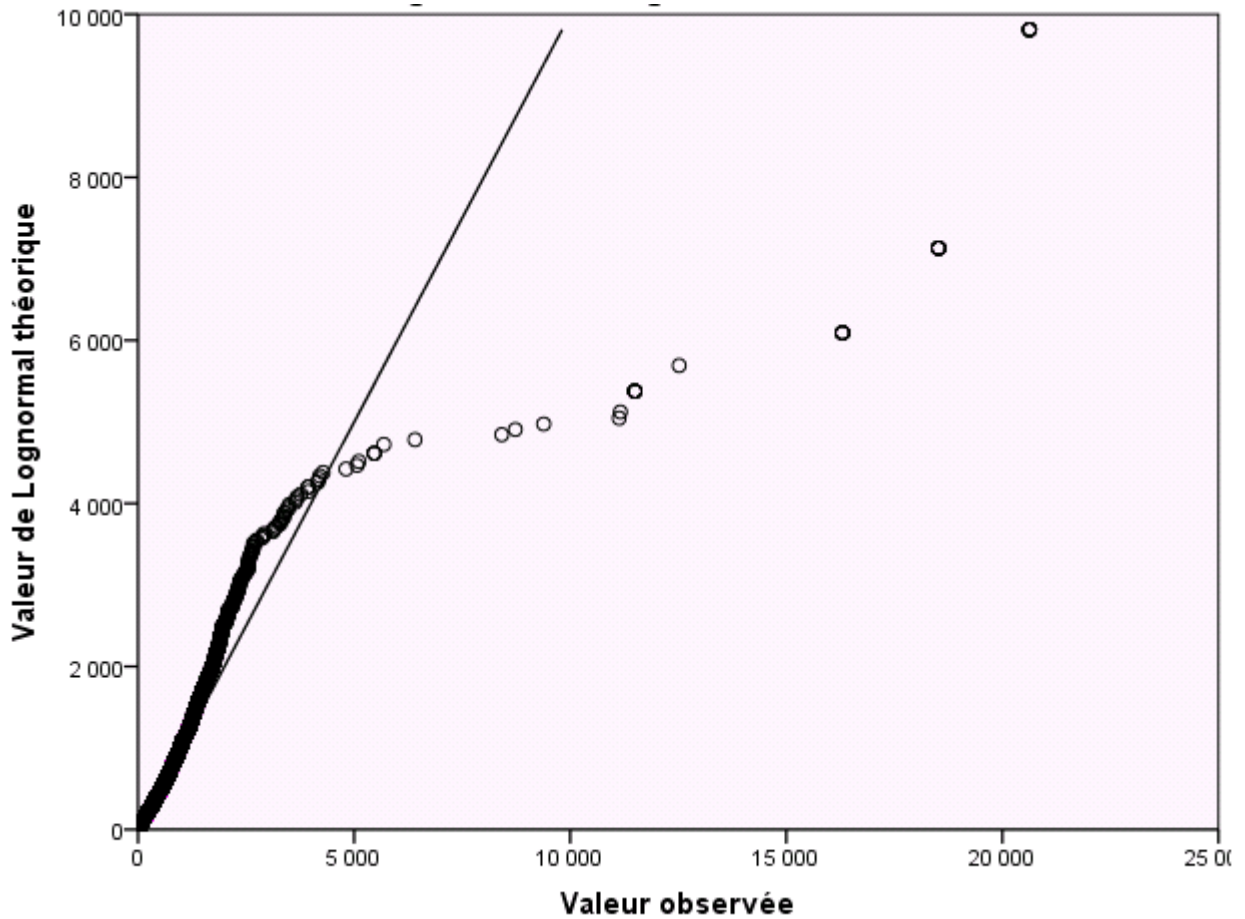


Figure 16 : Diagramme Q-Q Log-normale de rc



Le Q-Q-plot de la loi exponentielle ne s'ajuste pas aux données observées. Par contre les Q-Q-plots de gamma et log normal montrent qu'il s'agit d'un ajustement relativement bon de la distribution empirique des remboursements complémentaires pour la pharmacie.

Pour faire le meilleur choix entre ces deux lois, il faut se baser sur les critères AIC et BIC que nous allons voir dans la partie suivante.

IV.3.3.3 Ajustement et choix du modèle

Pour accepter ou rejeter une telle loi candidate à l'ajustement des données, nous allons se baser sur les critères AIC et BIC. En effet, la distribution ayant un AIC ou BIC le plus faible sera considérée la meilleure distribution possible pour modéliser le remboursement complémentaire.

Tableau 15 : Qualité d'ajustement pour la loi gamma

	Valeur	ddl	Valeur/ddl
Déviance	180125,962	142156	1,267
Déviance mise à l'échelle	165767,342	142156	
Khi-deux de Pearson	373032,293	142156	2,624
Khi-deux de Pearson mis à l'échelle	343296,275	142156	
Log-vraisemblance ^a	-807393,842		
Critère d'information d'Akaike (AIC)	1614811,684		
AIC corrigé d'échantillon fini (AICC)	1614811,686		
Critère d'information Bayésien (BIC)	1614930,061		
AIC cohérent (CAIC)	1614942,061		

Tableau 16 : Qualité d'ajustement pour la loi log-normale

	Valeur	ddl	Valeur/ddl
Déviance	173991,499	142156	1,224
Déviance mise à l'échelle	142167,000	142156	
Khi-deux de Pearson	173991,499	142156	1,224
Khi-deux de Pearson mis à l'échelle	142167,000	142156	
Log-vraisemblance ^a	-216085,387		
Critère d'information d'Akaike (AIC)	432194,774		
AIC corrigé d'échantillon fini (AICC)	432194,777		
Critère d'information Bayésien (BIC)	432313,152		
AIC cohérent (CAIC)	432325,152		

La loi Gamma possède les critères AIC et BIC les plus faibles, Par conséquent, la distribution Gamma est la meilleure loi qui doit être utilisé pour modéliser le remboursement complémentaire de la pharmacie.

IV.3.3.4 Ecrêtement des données

A partir des Q-Q plots précédents, il a été remarqué l'existence des points isolés ou aberrants, qui se présentent par des points isolées et éloignées de la droite de Henry. Il s'agit des remboursements extrêmes qui sortent du lot.

La survenance de ces remboursements complémentaire « grave » peut perturber notre hypothèse de l'homogénéité des classes et la stabilité des indicateurs.

Le but de l'écèlement et de corriger cette hétérogénéité des risques dans une classe donnée. Il s'agit d'étudier la loi des extrêmes ou des maximums d'une suite de variables aléatoires réelles même si la loi du phénomène n'est pas connue.

Dans cette partie du rapport on va écrêter les données des charges qui proviennent des actes de la pharmacie, en déterminant un seuil à partir duquel les remboursements sont considérés graves ou aberrants.

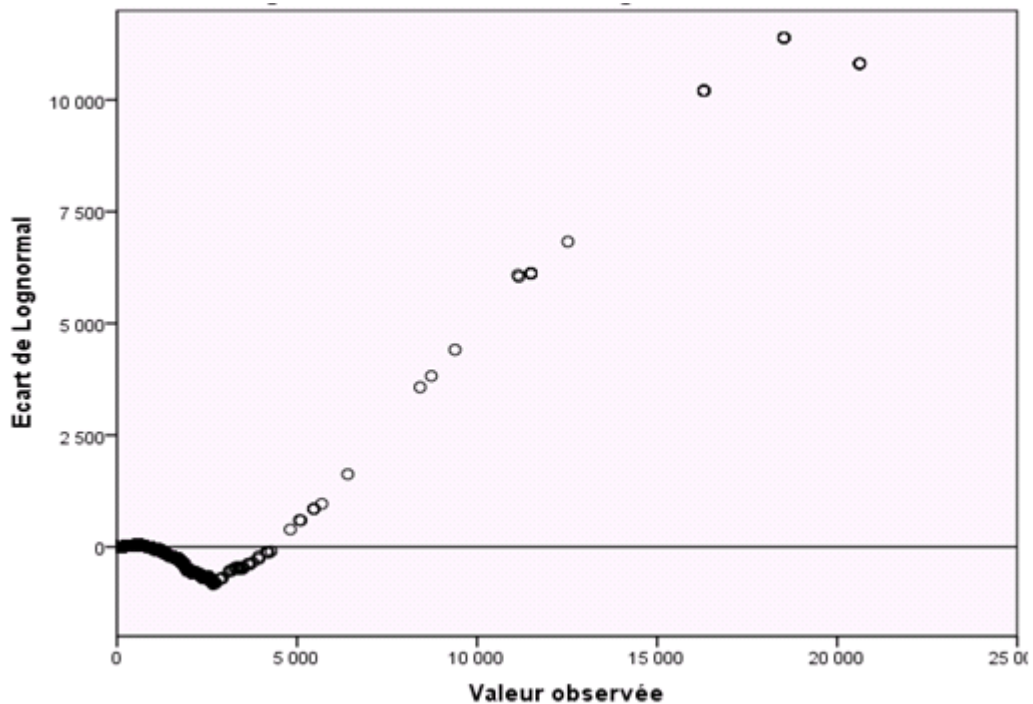
Un des outils qui permettent de prouver l'existence de remboursements graves est le Q-Q plot, et même de visualiser approximativement les données aberrantes qui ne sont pas homogènes avec une masse importante d'observations.

IV.3.3.4.1 Sélection de seuil

A partir des Q-Q plots, Il a été approximativement jugé que ce seuil est compris entre 5000 et 7500 Dh.

Dans le but de réduire l'amplitude de l'intervalle [5000 ; 7500], le Diagramme Q-Q des résidus Log-normal a été construit.

Figure 17 : Diagramme Q-Q des résidus Lognormal de rc



Effectivement, ce graphique nous donne une vision plus claire, le seuil recherché appartient à l'intervalle [5000,6000].

Pour déterminer ce seuil avec plus de précision, les observations ont été ordonnées. Les écarts entre chaque deux observation successive comprise entre 5000 et 6000 ont été calculés. L'observation qui correspond au plus grand écart a été retenue.

Finalement le seuil d'écrêtement retenu est de 5686,20 Dh pour les prestations de la pharmacie.

IV.3.3.4.2 Ecrêtement de valeurs aberrantes

Pour écrêter les valeurs aberrantes, la valeur de 5686,20 Dh a été affectée à toutes les prestations supérieures au seuil d'écrêtement. Ensuite, l'excès de la charge des sinistres qui dépasse le seuil retenu (masse écrêtées) a été réparti sur l'ensemble des bénéficiaires sinistrés ayant une charge inférieure à 5686,20 Dh tout en faisant attention qu'aucune charge ne dépasse 5686,20 après l'ajout du surplus (surtout pour les observations qui étaient proche du seuil avant l'écrêtement).

Dans toute la suite, la variable remboursement complémentaire après l'écrêtement sera notée rc1.

IV.3.3.5 Le modèle

Concernant la modélisation du remboursement complémentaire pharmacie, 4 facteurs ont été retenus qui se présentent comme suit :

- age
- type_ben
- ald
- salaire_brut

Pour justifier un tel choix, une analyse de type III s'impose, elle nous permet de visualiser l'influence du retrait d'une variable explicative sur l'ajustement du modèle, toutes les autres variables étant conservées.

Tableau 17 : Analyse de type III, Test des effets de modèle

Source	Type III		
	Khi-deux de Wald	ddl	Sig.
(Ordonnée à l'origine)	1329057,842	1	,000
ald	2100,553	1	,000
classe_age	3610,734	5	,000
classe_salaire	106,736	2	,000
type_ben	725,738	2	,000

Variable dépendante : log_rc1

Modèle : (Ordonnée à l'origine), ald, classe_age, classe_salaire, type_ben

Il est clair que toutes les variables introduites pour modéliser le remboursement complémentaire sont significatives au seuil de 5% (les p-value sont toutes inférieures à 5%).

Il est à préciser que le facteur Age, est le facteur le plus significatif en termes d'explication du remboursement complémentaire. Par contre, le salaire est le descripteur le moins significatif.

IV.3.3.6 Estimation des paramètres du modèle

Après la construction du modèle nous allons estimer ses paramètres par la méthode du maximum de vraisemblance.

Les résultats se présentent comme suit :

Tableau 18 : Estimations de paramètre par la méthode du maximum de vraisemblance pour la pharmacie

Paramètre	B	Erreur standard	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Test d'hypothèse		
			Inférieur	Supérieur	Khi-deux de Wald	ddl	Sig.
(Ordonnée à l'origine)	1,538	,0049	1,529	1,548	98540,511	1	,000
[ald=0]	-,098	,0021	-,103	-,094	2100,553	1	,000
[ald=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[classe_age=classe1]	-,215	,0050	-,225	-,205	1859,408	1	,000
[classe_age=classe2]	-,149	,0031	-,155	-,142	2301,362	1	,000
[classe_age=classe3]	-,131	,0027	-,136	-,126	2418,197	1	,000
[classe_age=classe4]	-,099	,0025	-,104	-,094	1574,703	1	,000
[classe_age=classe5]	-,057	,0023	-,061	-,052	590,195	1	,000
[classe_age=classe6]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[classe_salaire=classe1]	-,022	,0022	-,026	-,017	96,139	1	,000
[classe_salaire=classe2]	-,015	,0018	-,018	-,011	68,011	1	,000
[classe_salaire=classe3]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[type_ben=A]	,093	,0041	,085	,101	530,325	1	,000
[type_ben=C]	,060	,0040	,052	,068	219,249	1	,000
[type_ben=E]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
(Échelle)	1,224 ^b	,0046	1,215	1,233			

Variable dépendante : log_rc1

Modèle : (Ordonnée à l'origine), ald, classe_age, classe_salaire, type_ben

a. Défini sur zéro car ce paramètre est redondant.

b. Estimation du maximum de vraisemblance.

Le tableau montre que tous les paramètres du modèle sont significatifs au seuil de 5%. En effet, il paraît que les p-value sont largement inférieur à 0,005 (test de Wald)

IV.3.3.7 Analyse des résidus

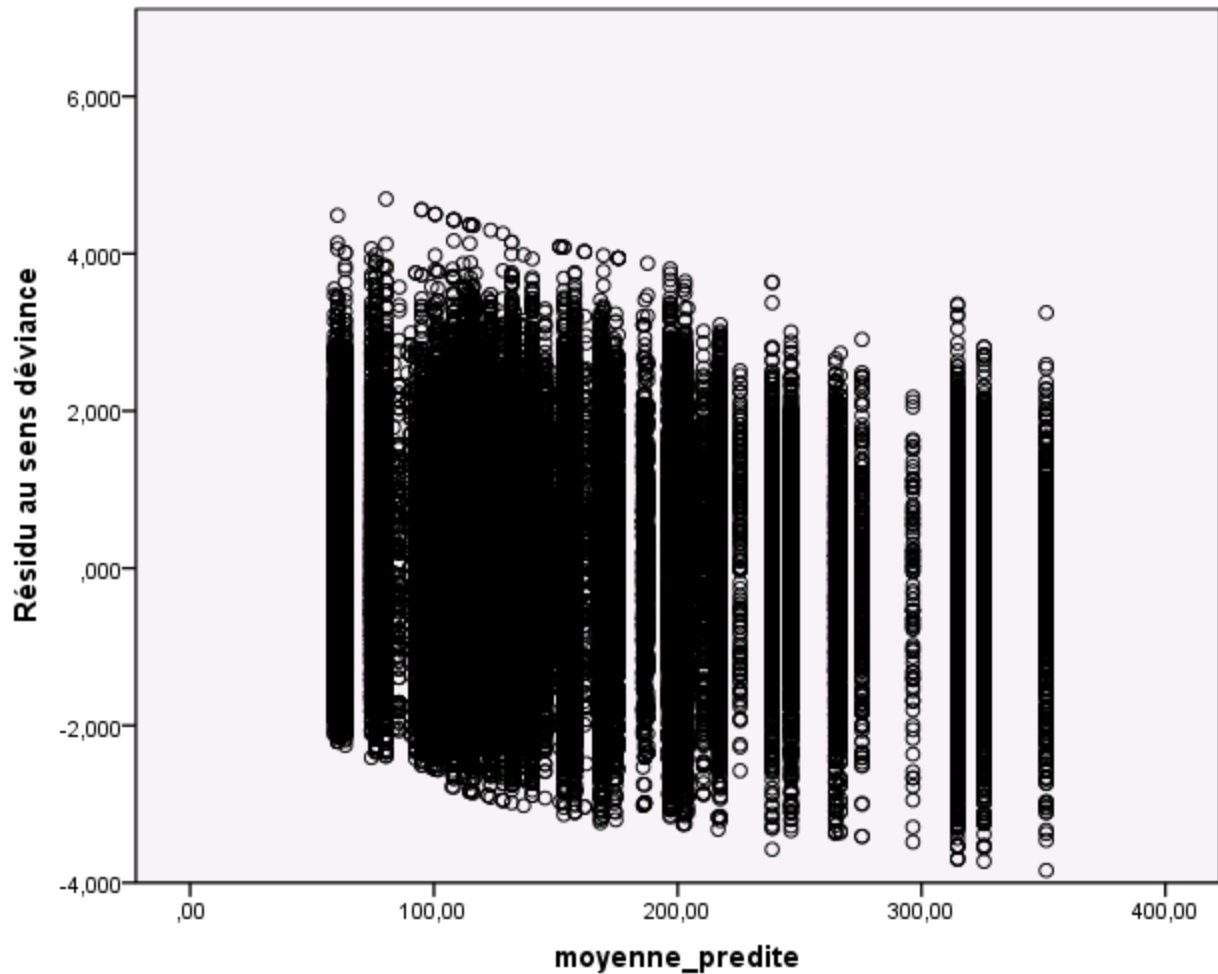
L'analyse des résidus permet une analyse plus poussée que les statistiques vues dans le paragraphe précédent. Elle permet en effet de comprendre d'où proviennent les éventuels écarts entre les valeurs prédites et les données en détectant les observations particulières.

En effet l'existence de certaines valeurs aux caractéristiques très atypiques peut biaiser fortement les coefficients calculés dans le modèle. Il conviendra donc éventuellement d'ôter ces valeurs atypiques et de relancer le modèle afin d'obtenir des résultats plus stables.

Deux types de résidus sont classiquement utilisés pour les modèles linéaires généralisés : les résidus de Pearson et les résidus de la déviance (voir le chapitre cadre conceptuel et théorique). C'est cette dernière approche que nous utilisons dans les calculs.

Pour que nous obtenions un modèle valide, il faut que les résidus soient assez proches de 0 et soient répartis de manière assez uniforme autour de l'axe des abscisses.

Figure 18 : Représentation de la déviance pour la pharmacie



Les résidus sont correctement répartis sur l'axe des abscisses et sont d'une manière générale relativement proche de 0. Nous n'observons pas de valeurs éloignées de 0 pour les résidus de la déviance. Nous concluons alors que le modèle adopté pour modéliser la charge des sinistres est adéquat.

Le modèle final s'écrit alors sous la forme :

$$\mu_{logrc1} = \exp[1,538 - 0,098 \mathbb{I}\{\text{ald} = 0\} - 0,215 \mathbb{I}\{\text{classe}_{age} = \text{classe1}\} - 0,149 \mathbb{I}\{\text{classe}_{age} = \text{classe2}\} - 0,131 \mathbb{I}\{\text{classe}_{age} = \text{classe3}\} - 0,099 \mathbb{I}\{\text{classe}_{age} = \text{classe4}\} - 0,057 \mathbb{I}\{\text{classe}_{age} = \text{classe5}\} - 0,022 \mathbb{I}\{\text{classe}_{salaire} = \text{classe1}\} - 0,015 \mathbb{I}\{\text{classe}_{salaire} = \text{classe2}\} + 0,093 \mathbb{I}\{\text{type}_{ben} = A\} + ,060 \mathbb{I}\{\text{type}_{ben} = C\}]$$

N.B : les moyennes prédites ont été déduites à partir de la formule

$\mu_{rc1} = E(rc1) = \exp\left(\mu_{logrc1} + \frac{\sigma_{logrc1}^2}{2}\right)$ avec $\sigma_{logrc1} = 1,224$ ou ce qui est connu appelle de scale.

Finalement, la projection des charges ne peut pas être faite par le modèle, à cause de non disponibilité d'une base de données de consommation médicale sur plusieurs exercices (données de Panel). Pour ceci les projections seront faites empiriquement.

IV.4 Etude prospective du secteur Mutualiste

Le but de cette partie est de voir l'évolution dans le futur du secteur mutualiste afin d'apprécier la viabilité et la pérennité du système actuel de couverture médicale et de son pouvoir à couvrir ses engagements futur liés au risques de la maladie. Pour ce faire les étapes suivantes ont été suivies :

Etape 1 : Définition des hypothèses actuarielles et paramètres techniques à retenir

Sur la base de certaines hypothèses vues dans la première phase, des simulations sur l'évolution dans le futur de la situation démographique et financière du secteur mutualiste ont été effectuées.

Etape 2 : projection de la population couverte par type de bénéficiaire

Etape 3 : projection des recettes et des prestations du secteur mutualiste : CPC prévisionnels du secteur mutualiste.

IV.4.1 Paramètres et hypothèses démographiques, financiers et économiques

Hypothèses et paramètres démographiques retenus :

- **Tables de mortalité** : TV 88-90 ;

- **Poids des personnes atteintes d'ALD** : l'analyse des bénéficiaires atteints d'ALD identifiés dans la base des données population entre 2010 et 2014 ne permet pas de dégager une tendance fiable de leur évolution. Pour la projection démographique de la population assurée, le poids moyen des ALD dans l'ensemble des bénéficiaires du secteur mutualiste a été retenu, soit **3,79%**.

- **Effectif des nouvelles recrues** : le ratio moyen des nouvelles recrues par rapport aux adhérents actifs a été retenu sur la base des données historiques, soit **1,20%**.

Tableau 19 : effectif des nouvelles recrues par tranche d'âge

Tranche d'âge	%
[21;30[	14,39%
[30;35[	4,27%
[35;40[	1,50%
[40;45[	0,52%
[45;50[	0,19%
[50;55[	0,15%
[55;60[	0,18%

- **Taux d'adhésion des nouveaux conjoints** : Ce taux est défini par le rapport du nombre de nouveaux conjoints de sexe féminin à celui des adhérents de sexe masculin. L'historique de la mutuelle montre que ce taux est égal à **3,64%**.

- **Taux de nuptialité** : A partir du taux de célibat par tranche d'âge et par sexe retenu par le Haut-Commissariat au Plan (HCP), le taux moyen de nuptialité par tranche d'âge retenu est de **58% pour le sexe masculin et 71,1% pour le sexe féminin**.

- **Différence d'âge moyenne entre adhérent et conjoint** : Ce paramètre est égale à 5 ans. Il est issu des bases historiques d'affiliation de la mutuelle.

- **Probabilité de départ en retraite anticipée** : Le ratio moyen des départs en retraite anticipée par rapport aux adhérents a été retenu, soit **11,26%**.

Tableau 20 : probabilité de départ en retraite anticipée par tranche d'âge

Tranche d'âge	Ratio retraite anticipé /actif
[40 ; 45[	2,53%
[45 ; 50[	4,79%
[50 ; 55[	13,47%
[55 ; 60[	32,25%

- **Probabilité de fécondité d'une adhérente ou conjointe** : La probabilité de fécondité d'une adhérente ou une conjointe est estimée par la moyenne du ratio annuel entre le nombre de naissance d'une année donnée au nombre de conjoints de sexe féminin en âge de procréation (moins de 45 ans).

Tableau 21 : probabilité de fécondité pour une femme par année

	Effectif des naissances	Effectif des femmes	Probabilité de fécondité
2010	2672	156309	0,0171
2011	2607	157110	0,0166
2012	3051	164862	0,0185
2013	3132	167409	0,0187
2014	3246	171028	0,0190

Pour l'étude, le ratio est évalué à **18 enfants pour 1000 femmes**.

- **Probabilité de scolarisation** : La probabilité de suivre ses études d'un âge à un autre est estimée par la moyenne du rapport entre l'effectif des enfants qui poursuivent leurs études à un âge x et l'effectif total des enfants qui ont un âge x-1.

Tableau 22 : Probabilité du maintien de la scolarité par âge

Age	Probabilité de scolarisation
22	52,96%
23	59,73%
24	44,18%
25	29,57%
26	0,00%

A l'âge de 24 ans, uniquement 44,18% des effectifs d'âge 22 ans poursuivent leur études.

La moyenne retenue de ce taux est de **46,52%**.

-**Le nombre moyen d'enfant par actif** : est le rapport entre l'effectif des enfants et celui des actifs qui appartient à une tranche d'âge.

Tableau 23 : nombre moyen d'enfant par actif par tranche d'âge

Tranche d'âge	Nombre moyen d'enfant par actif
[18,30[	0,07
[30,35[	0,35
[35,40[	0,85
[40,45[	1,30
[45,50[	1,56
[50,55[	1,65
[55,60[	1,50

Le nombre moyen d'enfant par actif est de **1,21**.

- Cotisation moyenne des actifs et des pensionnés

Tableau 24 : cotisation moyenne des actifs et pensionnés

	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Actifs	46 027 476	48 199 260	45 921 320	49 504 571	49 061 606	238 714 233
Pensionnés	14 247 725	15 450 636	17 137 906	18 795 366	20 608 283	86 239 916
Evolution des cotisations :	60 275 202	63 649 896	63 059 226	68 299 937	69 669 889	324 954 150
Effectif des actifs	138 891	139 957	142 268	142 887	141 821	705 824
Effectif des pensionnés et veufs	55 419	59 398	63 275	67 428	71 822	317 342
Effectif total	194 310	199 355	205 543	210 315	213 643	1 023 166
Cotisation moyenne actif	331	344	323	346	346	338
Cotisation moyenne pensionnée	257	260	271	279	287	272

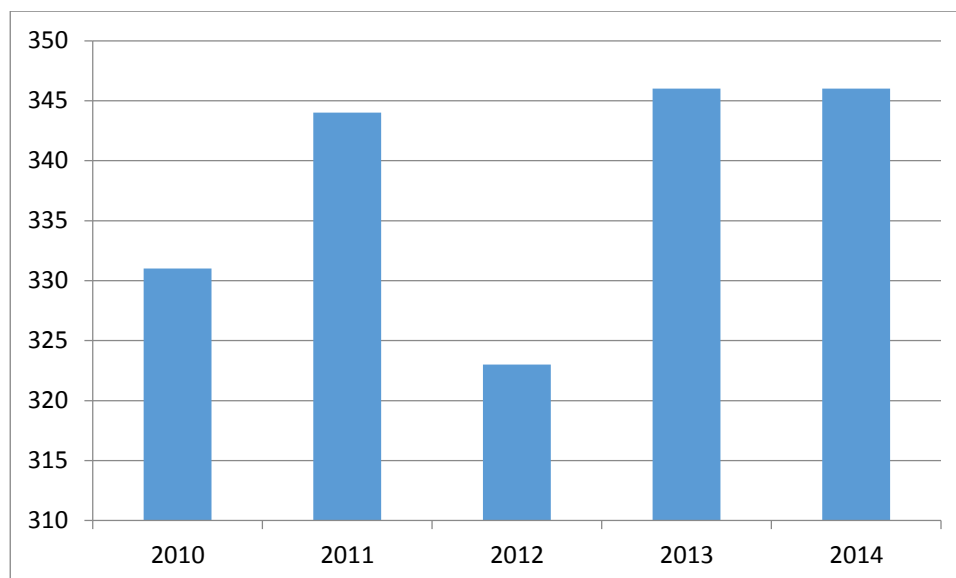
Nous retenons de cette analyse la cotisation moyenne :

* Pour les actifs : 338 Dh / ans

* Pour les pensionnés : 272 Dh/an

Taux d'évolution de la cotisation moyenne des actifs

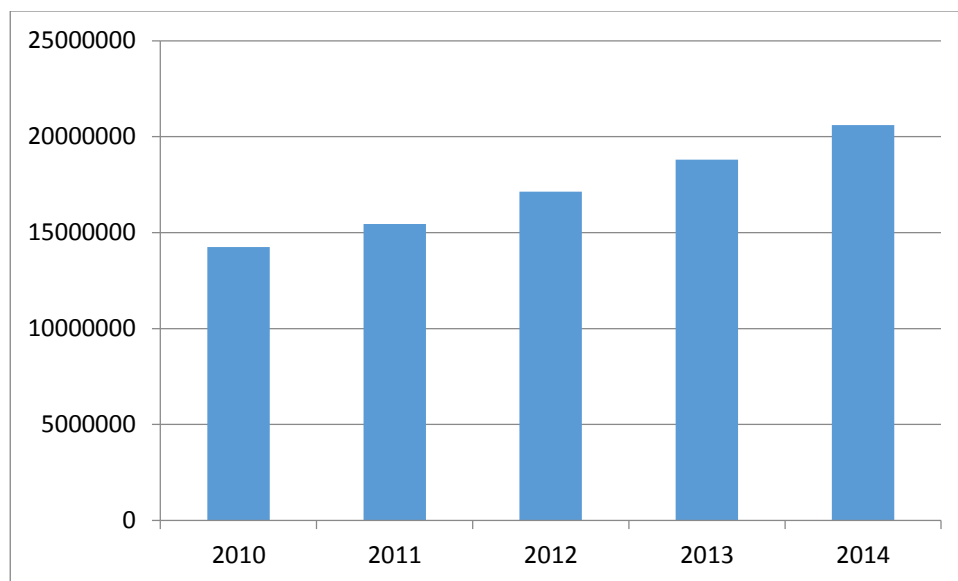
Figure 19 : Evolution annuelle de la cotisation moyenne des actifs



Le taux moyen d'évolution de la cotisation moyenne des actifs est **1,08%**.

Taux d'évolution des cotisations des pensionnés

Figure 20 : Evolution annuelle de la cotisation moyenne des pensionnés



Le taux d'évolution annuel de la cotisation moyenne des pensionnés est **2,78%**.

Le ratio frais de fonctionnement

Tableau 25 : Evolution annuelle des frais de fonctionnement par rapport aux cotisations

	2010	2011	2012	2013	2014
Evolution des cotisations	60 275 202	63 649 896	63 059 226	68 299 937	69 669 890
Frais de fonctionnement	19 954 238	22 572 969	30 469 964	23 269 612	23 303 411
%	33,11%	35,46%	48,32%	34,07%	33,45%

Ce ratio est estimé par la moyenne des rapports des frais de fonctionnement aux cotisations à **36,80%**.

IV.4.2 Résultat des projections de la population couverte par type de bénéficiaire

En utilisant les équations définies dans la partie modélisation de la population démographique, et sous les hypothèses actuarielles retenues on obtient les résultats suivants.

Tableau 26 : Projection de la population des bénéficiaires (évolution des effectifs)

Bénéficiaire	Sexe	2014	2015	2016	2017	2018	2030
	M	97304	99480	101704	103978	106303	138611
Actifs	F	44517	45512	46530	47571	48634	63415
	totale	141821	144992	148234	151549	154938	202026
Pensionnés	M	40185	42830	45649	48654	51856	111433
	F	31637	33399	35259	37223	39296	75300
	totale	71822	76229	80908	85876	91152	186732
Conjoints	M	5392	5121	4863	4619	4386	2362
	F	94874	95509	96148	96792	97439	105559
	totale	100266	100630	101011	101410	101826	107921
Veuves	M	845	861	878	895	912	1147
	F	22537	23583	24678	25824	27023	46583
	totale	23382	24445	25556	26719	27935	47730
Enfants	M	123850	123866	123883	123899	123915	124112
	F	107359	109235	111143	113085	115061	141642
	totale	231209	233101	235026	236984	238976	265753
Totale :	M	267576	272158	276977	282045	287374	377664
	F	300924	307238	313759	320494	327453	432499
	Total	568500	579397	590736	602538	614826	810163

La projection démographique de la population assurée du secteur mutualiste confirme la tendance haussière des effectifs observés pendant la période étudiée auparavant.

L'analyse en détails de ces chiffres fera l'objet de la prochaine phase.

IV.4.3 Projection des recettes et des prestations du secteur mutualiste : CPC prévisionnels du secteur mutualiste

IV.4.3.1 Projection des prestations

Face à l'absence d'une base de données des prestations pour les années antérieures à 2010 (données de panel), nous ne pouvons pas effectuer des prévisions pour les années futures en utilisant le modèle élaborée dans la partie précédente.

Pour la projection des prestations, la fréquence de consommation d'un acte médicale et le coût moyen remboursé pour cet acte sont calculés. Le résultat de la projection des prestations est donné dans le tableau suivant :

Tableau 27 : Projection des prestations

	2014	2015	2016	2017	2018 ...	2030
Prestation des adhérents actifs	15 186 311	15 813 529	16 886 357	17 952 658	18 909 455	22 115 916
Prestation des adhérents pensionnés	8 257 240	8 598 277	9 527 321	10 486 607	11 512 717	28 021 395
Prestation des conjoints et veufs	11 837 939	12 326 864	13 280 745	14 331 695	15 438 776	29 970 238
Prestation des enfants et des orphelins	18 362 091	19 120 474	20 477 632	21 864 490	23 318 499	48 657 257
Total	53 643 580	55 859 144	60 172 055	64 635 450	69 179 447	128 764 806

IV.4.3.2 Projection des recettes du secteur mutualiste

Sous les hypothèses actuarielles retenues, on fait évoluer la cotisation moyenne des actifs et des pensionnés par un taux annuel, et on obtient le résultat suivant.

Tableau 28 : projection des recettes du secteur mutualiste

	2014	2015	2016	2017	2018	2030
Total actifs	141 821	144 992	148 234	151 549	154 938	202 026
Total pensionnés	71 822	76 229	80 908	85 876	91 152	186 732
Cotisation moyenne des actifs	346	348	351	354	357	394
Cotisation moyenne des pensionnés	287	294	302	310	318	412
Cotisation totale des actifs	49 061 606	50 390 940	51 979 737	53 614 391	55 296 159	79 657 697
Cotisation totale des pensionnés	20 608 283	22 429 850	24 440 307	26 613 662	28 962 425	76 880 890
Cotisation totale	69 669 889	72 820 791	76 420 043	80 228 053	84 258 584	156 538 587

IV.4.3.3 Projection du compte technique : CPC prévisionnel du secteur mutualiste

Avant de faire la projection du CPC prévisionnel du secteur mutualiste il est important de noter que la situation de ce dernier est déficitaire depuis 2012.

Le résultat d'exploitation est négatif durant la période 2012-2014, Ce qui veut dire que le secteur mutualiste trouve des difficultés à couvrir ses engagements vis-à-vis des adhérents depuis 2012.

Tableau 29 : Projection du CPC prévisionnel

	2014	2015	2016	2017	2018	2030
Ressources						
Cotisation	69 669 889	72 820 791	76 420 043	80 228 053	84 258 584	156 538 587
Produit financiers	699 921	916 609	910 770	961 659	996 345	1 620 954
Totale des ressources	70 369 810	73 737 400	77 330 813	81 189 712	85 254 929	158 159 541

Charges						
Frais de fonctionnement	23 303 411	26 795 153	28 119 535	29 520 731	31 003 806	57 599 971
Prestation	53 643 580	55 859 144	60 172 055	64 635 450	69 179 447	128 764 806
Totales des charges	76 946 991	82 654 297	88 291 590	94 156 181	100 183 253	186 364 777
Résultat d'exploitation	-6 577 180	-8 916 897	-10 960 775	-12 966 467	-14 928 323	-28 205 232

Le secteur mutualiste continuera « selon les hypothèses actuarielles retenues » à générer un déficit technique important grandissant depuis 2012.

IV.5 Diagnostic

IV.5 .1 Analyse de l'évolution démographique

Tableau 30 : Projection démographique des assurés du secteur mutualiste

Bénéficiaire	2014	2018	variation 2018/2014	2030	variation 2030/2014	croissance annuelle moyenne
Actifs :	141821	154938	9,25%	202026	42%	2,24%
Pensionnés	71822	91152	26,91%	186732	160%	6,14%
Conjoints	100266	101826	1,56%	107921	8%	0,39%
Veuves	23382	27935	19,47%	47730	104%	4,55%
Enfants	231209	238976	3,36%	265753	15%	0,83%
Total	568500	614826	8,15%	810163	43%	1,98%

Aux horizons des années 2018 et 2030, et sur la base des hypothèses actuarielles retenues, les effectifs assurés par le secteur mutualiste augmenteront respectivement de près de 8,15% et de 43% par rapport à 2014.

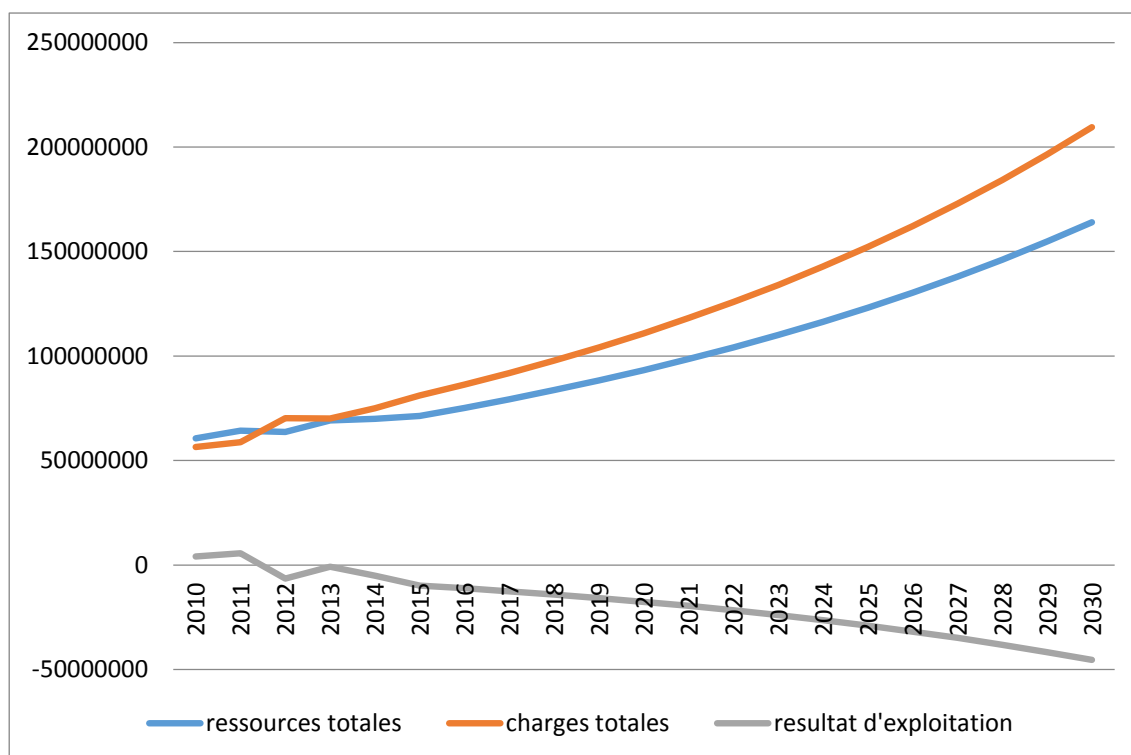
Dans les années 2018 et 2030, les actifs auront augmenté respectivement de 9,25% et de 42% et les pensionnés de 26,91% et 160%.

L'effectif des adhérents pensionnés augmentera plus fortement que celui des adhérents actifs. Ce qui entrainera une dégradation du rapport démographique (actifs/retraités) de 1,98 à 1,69 en 2018 et à 1,08 en 2030.

La baisse du rapport démographique actifs/pensionnées confirme le phénomène du vieillissement de la population assurée par le secteur mutualiste.

IV.5.2 Analyse des résultats du CPC prévisionnel

Figure 21 : Evolution des ressources, des charges et le résultat technique du secteur mutualiste



En ce qui concerne les cotisations :

Les cotisations passeront de 69,669 millions Dh en 2014 à 84,258 millions de Dh en 2018 et à 156,538 millions de Dh à l'horizon 2030. Ce qui correspond respectivement à une augmentation de 20,94% est de 124,68% par rapport à 2014.

En ce qui concerne les prestations :

Les prestations passeront de 53,643 Millions de Dh en 2014 à 69,179 millions de Dh en 2018 et à 128,764 millions de Dh à l'horizon 2030. Ce qui correspond respectivement à une augmentation de 28,96% et de 140,04% par rapport à 2014.

En ce qui concerne les frais de fonctionnement :

Les frais de fonctionnement s'élèveront à près de 57,600 millions de Dh en 2030 dans l'hypothèse de maintenir le ratio moyen actuel au même niveau de 36,80%.

Enfin, à moyen et à long terme, le taux de croissance des prestations est plus élevé que celui des cotisations. Ceci aura pour conséquence d'aggraver l'insuffisance des cotisations pour faire face aux prestations. Ce qui milite d'envisager un changement dans la politique au niveau de la gestion pour contourner ce problème.

Chapitre V : Analyse de l'incidence des différents paramètres du secteur mutualiste

L'objet de cette partie est de quantifier l'incidence des changements des paramètres du secteur mutualiste ayant un impact sur son équilibre financier.

V.1 Variation des différents paramètres interne du Secteur Mutualiste

V.1.1 Variation des frais de fonctionnement

Le tableau ci-après donne les résultats de la variation des frais de fonctionnement selon les 3 hypothèses suivantes :

H1 : Statu quo 36,80% ;

H2 : 30% ;

H3 : 25%

Tableau 31 : simulation concernant la variation des frais de gestions

Résultat d'exploitation	2014	2015	2016	2017	2018...	2030
Hypothèse 1 : 36,80%	-6 577 180	-8 916 897	-10 960 775	-12 966 467	-14 928 323	-28 205 232
Hypothèse 2 : 30%	-6 577 180	-3 967 982	-5 767 254	-7 514 153	-9 202 093	-17 566 838
Hypothèse 3 : 25%	-6 577 180	-326 942	-1 946 252	-3 502 750	-4 989 163	-9 739 909

L'analyse de l'évolution des résultats techniques selon les 3 hypothèses de projections démontre que le déficit persistera même si les frais de fonctionnement sont ramenés à 25% des cotisations.

V.1.2 Variation de l'assiette des cotisations

L'assiette retenue actuellement pour le calcul des cotisations est constituée par le salaire de base (1,8% du salaire de base pour les actifs et 1% de la pension de retraite pour les pensionnés, avec un plafond de 600 DH par an pour les deux).

Dans les deux hypothèses suivantes la base du calcul de la cotisation pour les pensionnés ne changera pas.

H1 : cotisation = salaire de base X 1,8% pour les actifs

H2 : cotisation = salaire brut X 1,8% pour les actifs

Tableau 32: simulation concernant la variation de la source de l'assiette de cotisation

	2014	2015	2016	2017	2018	2030
	Résultat d'exploitation					
H1 : salaire de base	-6 577 180	-8 916 897	-10 960 775	-12 966 467	-14 928 323	-28 205 232
H2 : salaire brut	29 363 820	28 451 961	27 147 835	25 907 445	24 737 973	23 828 347
	Taux de couverture					
H1 : salaire de base	91,45%	99,56%	97,55%	95,86%	94,47%	94,20%
H2 : salaire brut	138,35%	134,74%	131,15%	127,98%	125,20%	113,55%

On remarque que la situation financière du secteur mutualiste s'améliore à moyen et à long terme si le salaire brut est retenu comme assiette pour le calcul des cotisations.

Si le plafond est maintenu à son niveau à son niveau, l'excédent technique tend à la baisse au lieu de consolider puisque le plafond est atteint dès 2015.

V.1.3 Augmentation du plafond

A ce niveau, l'on suppose que les cotisations proviennent du salaire brut. Le plafond des cotisations se fait varier selon les hypothèses suivantes :

- H1 : 50 Dh par mois. (600 Dh par an)
- H2 : 60 Dh par mois. (720 Dh par an)
- H3 : 70 Dh par mois. (840 Dh par an)

Tableau 33 : simulation concernant l'augmentation du plafond

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Résultat d'exploitation							
H1 : 600 Dh	28451961	27147835	25907445	24737973	23679417	22831007	22068096	20043782
H2 : 720 Dh	46670745	45936717	45292955	44748272	44344364	44182505	44140069	42872357
H3 : 840 Dh	63978621	64009031	63910779	63935784	64127145	64587847	65196929	64611517
	Taux de couverture							
H1 : 600 Dh	134,74%	131,15%	127,98%	125,20%	122,78%	120,82%	119,08%	116,28%
H2 : 720 Dh	156,64%	152,41%	148,65%	145,35%	142,46%	140,11%	138,02%	134,69%
H3 : 840 Dh	176,86%	172,28%	167,98%	164,19%	160,86%	158,14%	155,70%	151,88%

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Résultat d'exploitation							
H1 : 600 Dh	19628853	19445262	19478525	19802052	20394565	21259409	22403572	23828347
H2 : 720 Dh	43252521	43905047	44818166	46068197	47636983	49531211	51761458	54332890
H3 : 840 Dh	65706716	67109106	68809161	70885603	73322848	76130343	79321619	82905048
	Taux de couverture							
H1 : 600 Dh	115,18%	114,34%	113,72%	113,34%	113,15%	113,14%	113,27%	113,55%
H2 : 720 Dh	133,33%	132,28%	131,47%	130,95%	130,65%	130,54%	130,61%	130,84%
H3 : 840 Dh	150,27%	149,00%	148,00%	147,31%	146,88%	146,66%	146,65%	146,80%

Si on relève le plafond à 60 Dh ou 70 Dh par mois, la situation financière du secteur mutualiste restera excédentaire tout au long de la période de projection.

V.1.4 Amélioration des prestations

Dans cette simulation, on suppose que les cotisations proviennent du salaire brut, que le plafond est de 50 Dh par mois et les améliorations concernent le remboursement des classes d'actes suivantes :

- Pharmacie au taux de 20% au lieu de 16% ;
- Consultations et visites 20% aux lieux de forfait de 3 à 8 Dh ;
- Radiologie, exploration médicale, et optique.

La liste complète des actes concernés par l'amélioration figurent dans l'annexe.

Tableau 34 : Amélioration des prestations (proposition 1)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Résultat d'exploitation							
H1 : pas d'amélioration	28451961	27147835	25907445	24737973	23679417	22831007	22068096	20043782
H2 : améliorations	8445772	6822440	5257750	3758805	2365519	1177037	68629	-2306694
	Taux de couverture							
H1 : pas d'amélioration	134,74%	131,15%	127,98%	125,20%	122,78%	120,82%	119,08%	116,28%
H2 : améliorations	108,29%	106,35%	104,64%	103,15%	101,89%	100,90%	100,05%	98,41%

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Résultat d'exploitation							
H1 : pas d'amélioration	19628853	19445262	19478525	19802052	20394565	21259409	22403572	23828347
H2 : améliorations	-3078233	-3624124	-3958941	-4009368	-3796775	-3317913	-2565891	-1539513
	Taux de couverture							
H1 : pas d'amélioration	115,18%	114,34%	113,72%	113,34%	113,15%	113,14%	113,27%	113,55%
H2 : améliorations	97,98%	97,72%	97,61%	97,67%	97,88%	98,22%	98,68%	99,24%

Dans l'hypothèse des améliorations précitées des prestations, le déficit apparaîtra dès l'année 2022.

On commence à puiser sur la marge de sécurité à partir de 2015.

N.B : La marge de sécurité est estimée de 10% des charges totales, ce qui correspond à un taux de couverture qui est égale à 110%.

V.1.5 Amélioration des prestations combinée à une augmentation de plafond

On suppose que le plafond est de 60 Dh par mois (720 Dh par an), que l'assiette de cotisation est le salaire brut, avec les hypothèses suivantes :

H1 : Pharmacie remboursée à 20% (proposition 1)

H2 : Pharmacie remboursée à 30% (proposition 2)

Tableau 35 : Amélioration des prestations et plafond à 60 Dh par mois

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Résultat d'exploitation							
H1 : 20%	26664556	25611322	24643261	23769105	23030466	22528536	22140602	20521881
H2 : 30%	14729704	13486045	12324521	11253814	10315489	9610687	9016645	7188526
	Taux de couverture							
H1 : 20%	126,04%	123,72%	121,66%	119,86%	118,31%	117,09%	116,03%	114,06%
H2 : 30%	112,88%	111,23%	109,78%	108,51%	107,45%	106,64%	105,96%	104,51%

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Résultat d'exploitation							
H1 : 20%	20545435	20835661	21380699	22256777	23445643	24953889	26791995	28965031
H2 : 30%	6999341	7073434	7398891	8051884	9014105	10292092	11896263	13831632
	Taux de couverture							
H1 : 20%	113,48%	113,10%	112,89%	112,89%	113,05%	113,36%	113,81%	114,37%
H2 : 30%	104,22%	104,09%	104,11%	104,31%	104,64%	105,11%	105,69%	106,38%

L'on constate que si la pharmacie est remboursée à 20%, la situation financière du secteur mutualiste restera excédentaire tout au long de la période de l'étude. Si cette amélioration est de 30%, la marge de sécurité commencera à s'épuiser à partir de 2017.

V.1.6 Amélioration des prestations combinée à une augmentation de plafond et une cotisation minimale (S1)

On suppose que le plafond est de 70 Dh par mois (840 Dh par an), que l'assiette de cotisation provient du salaire brut avec un minimum de 20 Dh et que les actes sont remboursés selon la deuxième proposition (Pharmacie 30%)

Tableau 36 : Pharmacie 30%, plafond à 70 Dh et cotisation minimal de 20 Dh

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Résultat d'exploitation							
H1 : (70 ; 20)	29918710	32080793	33638920	33125631	32757795	32636767	32639789	31422036
	Taux de couverture							
H1 : (70 ; 20)	125,90%	126,30%	126,18%	124,60%	123,24%	122,16%	121,22%	119,41%

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Résultat d'exploitation							
H1 : (70 ; 20)	31856493	32567439	33542850	34858736	36496573	38462617	40766942	43414166
	Taux de couverture							
H1 : (70 ; 20)	118,89%	118,56%	118,38%	118,39%	118,55%	118,85%	119,27%	119,80%

D'après les hypothèses retenues, la situation financière de secteur mutualiste restera excédentaire durant toute la période de l'étude avec un taux de couverture avoisinant 120%.

V.1.7 Exemples pratiques

Le tableau suivant donne l'écart entre la cotisation actuelle et la cotisation calculée pour des adhérents aux échèles 6, 8, 9,10 et 11, avec les hypothèses suivantes :

Cotisation basée sur le salaire brut avec un minimum de 20 Dh et un plafond de 70 Dh par mois.

Tableau 37 : exemple pratique de la simulation (S1)

Echelle /Echelon	Salaire de base	Salaire brute	Cotisation actuelle	Cotisation sous H1	Ecart 1
6/1	878,00	2630,00	15,80	47,34	31,54
8/1	1397,37	4434,71	25,15	70,00	44,85
9/1	1516,18	4552,80	27,29	70,00	42,71
10/1	1685,92	6067,40	30,35	70,00	39,65
11/1	1944,76	11449,24	35,00	70,00	34,99

Au vu de ce tableau l'on constate que les adhérents aux échelles 6 et 11 auront pratiquement la même augmentation de la cotisation sachant qu'une grande différence sépare leurs salaires.

Cet écart est encore plus grand pour les adhérents qui ont l'échelle 8 et 9.

Pour remédier à cette injustice, la simulation suivante est effectuée.

V.1.8 Amélioration des prestations combinée à une augmentation du plafond et baisse du taux de la cotisation avec cotisation minimale (S2)

On suppose que le plafond est de 80 Dh par mois (960 Dh par an), que la cotisation est de 1,5% (au lieu de 1,8%) du salaire brut, pour les adhérents actifs , avec un minimum de 20Dh et que les actes sont remboursées selon la deuxième proposition.

Tableau 38 : simulation concernant dans le but de montrer l'impact d'augmentation du plafond

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Résultat d'exploitation	38734367	41782188	45224102	49088166	51624621	52068210	52660339	52057661
Taux de couverture	133,60%	134,29%	135,15%	136,18%	136,22%	134,98%	133,88%	131,83%

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Résultat d'exploitation	53134737	54517534	56195835	58247582	60656320	63430522	66582628	70119836
Taux de couverture	131,19%	130,76%	130,50%	130,44%	130,54%	130,79%	131,18%	131,69%

Dans cette simulation, la situation financière du secteur mutualiste restera excédentaire avec un taux de couverture supérieur à 130%.

V.1.9 Exemples pratiques

On reprend les mêmes salariés pour recalculer les écarts entre les cotisations actuelles et les cotisations calculées sur la base des deux dernières simulations S1 et S2.

Tableau 39 : exemples pratiques

Echelle/Echelon	Salaire de base	Salaire brute	Cotisation actuelle	Cotisation S1	Ecart S1	Cotisation S2	Ecart S2
6/1	878,00	2630,00	15,80	47,34	23,65	39,45	23,65
8/1	1397,37	4434,71	25,15	70,00	41,37	66,52	41,36
9/1	1516,18	4552,80	27,29	70,00	41,00	68,29	41,00
10/1	1685,92	6067,40	30,35	70,00	39,65	80,00	49,65
11/1	1944,76	11449,24	35,00	70,00	34,99	80,00	44,99

Il est clair que la simulation S2 est plus acceptable en termes d'équité entre les adhérents, d'autant plus que la majorité des adhérents sont à l'échelle 6.

V.2 Introduction des paramètres externes sur le résultat des projections

Dans cette partie, nous allons prendre en considérations d'autres facteurs exogènes qui influencent la situation financière du régime mutualiste.

V.2.1 Définition et hypothèses des différents facteurs exogènes

La consommation induite : La consommation supplémentaire des bénéficiaires due à l'effet de l'amélioration de la qualité des prestations, en générale la consommation induite est une fonction décroissante et convexe.

Taux d'inflation médicale : correspond à l'augmentation des frais médicaux et des prix tels que les frais de consultation, les factures d'hospitalisation, médicaux coûts des médicaments. Cette augmentation aura automatiquement un impact et augmentera le montant du total des créances remboursées par le régime mutualiste.

L'effet d'inflation médicale peut être décortiqué en deux sous effets tout dépend de la façon du remboursement de l'acte médicale.

- Effet d'augmentation du tarif national de référence, cet effet impacte principalement les actes remboursés sur la base du TNR (Consultation et visite par exemple), ce dernier augmente d'environ 10% toutes les 5 années.
- Effet d'augmentation des prix des médicaments remboursés sur la base des frais engagés, qui est de 3% chaque année.

Effet d'élargissement des médicaments : c'est la consommation supplémentaire des bénéficiaires sur des actes médicaux qui n'étaient pas remboursables à une date ultérieure et qui entraîne par la suite des charges supplémentaires pour le régime mutualiste.

Effet de baisse des prix des génériques : Les actes de la pharmacie sont remboursés sur la base du générique le moins cher, ce dernier connaît une baisse de prix durant les derniers exercices.

V.2.2 Simulation S3 : impact des facteurs exogènes sur la simulation S2

Dans cette simulation on retient toutes les hypothèses de la simulation S2 (plafond 80 Dh par mois, taux de cotisation 1,5% pour les adhérents actifs, avec une cotisation minimale de 20 Dh par mois et que les actes sont remboursés selon la proposition 2)

On suppose également que :

- L'effet élargissement des médicaments est de 3% tous les trois ans ;
- Le taux d'inflation médicale est de 3% annuel sur les actes remboursés sur la base des frais engagés et 10% tous les cinq ans pour les actes remboursés sur la base de TNR à compter à partir de 2019 ;
- Le taux d'application du générique est de -1% annuel ;
- Le taux de la consommation induite retenu est de 20% en 3 ans, 15% en 2 ans, 10% en 1 an et 5% pour les années suivantes.

Tableau 40 : Impact des facteurs exogènes sur la simulation S2

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Résultat d'exploitation	23233947	25913434	21997578	24890654	24157181	28118073	32545373
Taux de couverture	115,42%	116,31%	112,78%	114,14%	113,13%	115,00%	117,05%

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Résultat d'exploitation	25758952	26204230	24610858	25672922	27078300	16477615	18155204
Taux de couverture	112,51%	112,23%	110,94%	110,99%	111,17%	106,25%	106,64%

On remarque que malgré l'introduction de ces facteurs la situation financière du secteur mutualiste restera excédentaire tout au long de la période d'étude.

Le taux de couverture avoisine les 110% durant toute la durée d'étude.

Il est à noter également qu'à partir de 2029 on commence à absorber la marge de sécurité.

Conclusion

Cette étude a permis de mieux visualiser les différents flux et acteurs qui agissent sur la situation financière du secteur mutualiste.

Après avoir présenté le secteur de l'AMO et le secteur mutualiste au Maroc et traité, les données ont été traitées et fiabilisées pour mener deux d'études.

Une étude rétroactive, contenant la description et l'évolution des données (population et consommation), suivi d'une phase de modélisation.

Une étude prospective, comportant plusieurs projections (population, charges, ressources) et mesurant l'incidence des différents paramètres (paramètres internes ou externes) sur les résultats des projections, et ce pour voir l'impact de chaque paramètre et son influence sur la pérennité du secteur mutualiste.

Cependant, le secteur mutualiste est actuellement dans une situation déficitaire, un changement de politique au niveau de la gestion s'impose. Voici l'ensemble des recommandations qui paraissent nécessaires de prendre en considération pour améliorer cette gestion..

Au niveau des frais de fonctionnement, il est souhaitable qu'une politique d'économie et de rationalisation de ces charges soit envisagée.

Sur le plan des cotisations, cette étude a permis de constater que l'assiette des cotisations n'est pas disponible pour un nombre important d'adhérents. Cependant, il est d'abord, fortement recommandé d'envisager des actions en vue de maîtriser les ressources du secteur.

En ce qui concerne la trésorerie, le secteur mutualiste étudié va dégager des excédents, si le salaire brut est retenu comme assiette de cotisation. Il est souhaitable d'envisager un placement judicieux de ces excédents pour générer des produits financiers.

Pour contourner tout imprévu dans l'estimation des cotisations ou des prestations, ou tout autre aléa ou facteur qui peut influencer les résultats des projections effectuées, il est souhaitable d'augmenter le plafond de 80 Dh.

Afin de viabiliser la mutuelle étudiée, il est souhaitable de travailler avec les hypothèses de la simulation S3, car elle prend en considération le plus de facteurs (interne et externe).

Il est à noter également que cette étude doit être actualisée avant 2029 pour introduire toute actualité qui peut influencer la tendance des résultats et contourner tout problème qui menace la survie du secteur mutualiste et sa pérennité.

Bibliographie

- Dahir n° 1-02-296 du 25 regeb 1423 (3 octobre 2002) portant promulgation de la loi n° 65-00 portant code de la couverture médicale de base. Bulletin officiel n° 5058 du 16 ramadan 1423 (21 novembre 2002)
- CENTRE DES LIAISONS EUROPEENNES ET INTERNATIONALES DE SECURITE SOCIALE. *Le régime marocain de sécurité sociale* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.cleiss.fr/docs/regimes/regime_maroc.html>
- CAISSE NATIONALE DES ORGANISMES DE PREVOYANCE SOCIALE. Relation CNOPS et mutuelle. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.cnops.org.ma/cnops/relation_cnops>
- Dahir n° 1-57-187 du 24 jomada II 1383 (12 novembre 1963) portant statut de la mutualité. Bulletin Officiel n° : 2666 du 29/11/1963 - Page : 1842
- Fouad Marri. *Les Modèles linéaires généralisés GLM*. INSEA Rabat, 2014.
- SPSS tutoriels. [en ligne]. Disponible à l'adresse : < <http://www.spss-tutorials.com/> >

Annexes

Liste des actes médicaux proposés pour la simulation de l'amélioration des prestations

ACTES	TARIFS (DH)	PART RO (DH)	PART RC (DH)	Propositions 1		Proposition 2		
				PART RO (DH)	RO+RC (DH)	pourcentage	PART RO (DH)	RO+RC (DH)
PHARMCIE	-	70%	16%	20%	90%	30%	30%	100%
Cs CARDIO+ECG	250	200	5	50	250	20%	50	250
VISITE MG	120	96	2,5	24	120	20%	24	120
VISITE SPECIALISTE	190	152	4	38	190	20%	38	190
CONSULTATION SPECIALISTE	150	120	5	30	150	20%	30	150
CONSULTATION PSY	190	152	7	38	190	20%	38	190
CONSULTATION MG	80	64	3	16	80	20%	16	80
VISITE PSY	190	152	8,5	38	190	20%	38	190
AMM	50	40	5	10	50	20%	10	50
AMO	50	40	5	10	50	20%	10	50
AMY	50	40	5	10	50	20%	10	50
COMPL ECHO:1FOETU AU 2EME	200	160	20	40	200	20%	40	200
COMPL ECHO:=2FOETUSAU2	200	160	20	40	200	20%	40	200
COMPLEM ECHO:1FOETU AU3	200	160	20	40	200	20%	40	200
COMPLEM ECHO=2FOETU AU3	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHOCRDIORAMME DOPPLER	650	520	65	130	650	20%	130	650
ECHO TRANSOESOPHAGIQ	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO MAMAIRE(UNI/BILAT)	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO ORGANE SUPERF/THORAC	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO ORGANE INTRA-ABDO	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO ORGANE INTRA-PELVI	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO MONITORAGE OVULAT	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO SYST URIN:REIN,	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO INTRA(ABDOM&PELVI)	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO ABDOM&PELVI + UN	200	160	20	40	200	20%	40	200
CONTROLE OU SURV ECHO	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO OBSTETR:1R TRIMESTR	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO 2ME TRIMESTR:1FOETUS	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO 2ME TRIMEST=2FOETUS	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO 3ME TRIMEST:1FOETUS	200	160	20	40	200	20%	40	200
ECHO 3ME TRIMEST:=2FOETUS	200	160	20	40	200	20%	40	200
SURV ECHOGRAPHIQ:1FOETUS	200	160	20	40	200	20%	40	200
SURV ECHOGRAPHIQ:2FOETUS	200	160	20	40	200	20%	40	200
ANGIO OPHT (MONOCHROMAT)	500	400	50	100	500	20%	100	500
ANGIO OPHT:VERT D'INDOCY	500	400	50	100	500	20%	100	500
LASER PANRETINIENNENE	800	640	80	160	800	20%	160	800
ECG D'AU MOINS12 DERIVAT	100	80	10	20	100	20%	20	100
HOLTER - ECG	600	480	60	120	600	20%	120	600
ANGIO IRM AORTE THORACIQU	2 200,00	1 760,00	220	440	2200	20%	440	2200

SCANNER DU CRANE	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
SCANNER DE L'OREILLE	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
SCANNER DENTAIRE	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
SCANNER RECHERCHE BRECHE	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
SCANNER ABDOMINO-PELVIEN	2 000,00	1 600,00	200	400	2000	20%	400	2000
SCANNER ABDOMEN + THORAX	2 000,00	1 600,00	200	400	2000	20%	400	2000
MYELOSCANNER	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
ARTHROSCANNER	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
SCANNER DE ATM	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
SCANNER RECONSTRUCT EN 3D	1 000,00	800	100	200	1000	20%	200	1000
RECTOSIGCOLOFIBSCOP G/D	1 200,00	960	120	240	1200	20%	240	1200
RECTOSIGCOLOFIBSCOP JUSQ	1 200,00	960	120	240	1200	20%	240	1200
RECTOSIGCOLOFIBSCOP TOT	1 200,00	960	120	240	1200	20%	240	1200
RECTOSIGCOLOFIBSCOP TOT	1 200,00	960	120	240	1200	20%	240	1200
RECTOSIGCOLOFIBSCOP TOT	1 200,00	960	120	240	1200	20%	240	1200
IRM	2 200,00	1 760,00	220	300	2060	forfait	300	2060
TDM	1 000,00	800	100	125	925	forfait	125	925
Dp20 : Monture	500	400	0	100	500	forfait	100	500
Dp21 : Verre de loin	500	400	0	100	500	forfait	100	500
Dp22 : Verre de près	500	400	0	100	500	forfait	100	500

Estimation des paramètres du modèle du remboursement complémentaire des consultations et visites par la méthode du maximum de vraisemblance :

Estimations de paramètre

Paramètre	B	Erreur standard	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Test d'hypothèse		
			Inférieur	Supérieur	Khi-deux de Wald	ddl	Sig.
(Ordonnée à l'origine)	,932	,0058	,921	,944	25747,999	1	,000
[type_ben=A]	,142	,0053	,132	,153	720,690	1	,000
[type_ben=C]	,077	,0054	,066	,087	202,926	1	,000
[type_ben=E]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[ald=0]	-,255	,0024	-,259	-,250	11372,459	1	,000
[ald=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[sexe=F]	,053	,0020	,049	,057	692,161	1	,000
[sexe=M]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[classe_age=classe1]	-,080	,0060	-,092	-,068	176,626	1	,000
[classe_age=classe2]	-,118	,0032	-,124	-,112	1395,300	1	,000
[classe_age=classe3]	-,114	,0027	-,119	-,108	1726,721	1	,000
[classe_age=classe4]	-,076	,0025	-,081	-,071	900,143	1	,000
[classe_age=classe5]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
(Échelle)	,515 ^b	,0019	,511	,519			

Variable dépendante : log_rc1

Modèle : (Ordonnée à l'origine), type_ben, ald, sexe, classe_age

a. Défini sur zéro car ce paramètre est redondant.

b. Estimation du maximum de vraisemblance.

Estimation des paramètres du modèle du remboursement complémentaire de tous les autres types actes par la méthode du maximum de vraisemblance :

Estimations de paramètre

Paramètre	B	Erreur standard	Intervalle de confiance de		Test d'hypothèse		
			Wald à 95 %		Khi-deux de Wald	ddl	Sig.
			Inférieur	Supérieur			
(Ordonnée à l'origine)	1,430	,0030	1,424	1,436	231518,183	1	,000
[classe_salaire=classe1]	-,050	,0020	-,053	-,046	602,683	1	,000
[classe_salaire=classe2]	-,020	,0017	-,023	-,017	139,552	1	,000
[classe_salaire=classe3]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[type_ben=A]	,080	,0022	,076	,084	1325,898	1	,000
[type_ben=C]	,036	,0025	,031	,041	205,733	1	,000
[type_ben=E]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[ald=0]	-,071	,0019	-,075	-,068	1468,896	1	,000
[ald=1]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[sexe=F]	,018	,0016	,015	,021	122,180	1	,000
[sexe=M]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
(Échelle)	1,378 ^b	,0048	1,368	1,387			

Variable dépendante : log_rc1

Modèle : (Ordonnée à l'origine), classe_salaire, type_ben, ald, sexe

a. Défini sur zéro car ce paramètre est redondant.

b. Estimation du maximum de vraisemblance.