

Mémoire de fin d'Etudes

Thème :

**Analyse de la sinistralité COVID-19 dans le
domaine de l'assurance santé collective**

Présenté et soutenu par :

YOUSSEF Yasmine

Encadré par :

Professeur KRIAA Farouk

Etudiant(e) parrainé(e) par :

ASSURANCES BIAT

REMERCIEMENT

Tout d'abord, je remercie DIEU de m'avoir donné la volonté et la santé d'entamer et de terminer ce mémoire.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Monsieur le professeur KRIAA Farouk, je le remercie infiniment pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire

Je tiens, également, à remercier ma compagnie de parrainage, Assurances BIAT, et toutes les équipes qui ont fourni des efforts de collaboration lors de la collecte de données. De plus, j'adresse mes remerciements à toute l'équipe de mon institut IFID pour l'orientation et le suivi tout le long de mon parcours post-master.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont soutenue et encouragée lors de la rédaction de ce mémoire.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE PREMIER : SINISTRALITE DUE AU RISQUE PANDEMIQUE EN ASSURANCE SANTE ET TARIFICATION : ETUDE THEORIQUE..... 5

Introduction 5

Section 1 : Economie et assurance de la santé..... 6

Section 2 : Concepts de base et objectifs de l'assurance maladie 12

Section 3 : Tarification en assurance santé collective 13

Section 4 : Impact de la pandémie coronavirus sur l'activité des assureurs en matière d'assurance santé : Analyse conceptuelle 22

Conclusion..... 29

CHAPITRE DEUX : SINISTRALITE DU A LA COVID-19 : ANALYSE EMPIRIQUE SUR LES DONNEES D'ASSURANCES BIAT 31

Introduction 31

Section 1 : Le marché de l'assurance santé..... 32

Section 2 : Présentation de la société ASSURANCES BIAT 40

Section 3 : Analyse empirique 48

Conclusion..... 68

CONCLUSION GENERALE..... 70

ANNEXE A : ANALYSE STATISTIQUE 73

ANNEXE B : ANALYSE ECONOMETRIQUE..... 77

BIBLIOGRAPHIE..... 79

TABLE DES MATIERES 81

LISTE DES ABREVIATIONS

- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **CNSS** : Caisse Nationale de la sécurité sociale
- **CNAM** : Caisse Nationale de l'Assurance Maladie
- **CNRPS** : Caisse Nationale de Retraire et de Prévoyance Social
- **OFSP** : Office Fédéral de la Santé Publique
- **APREF** : Association des Professionnels de la Réassurance En France
- **PCR test**: Polymerase Chain Reaction test
- **CGA** : Comité Général des Assurances
- **GLM** : Generalized Linear Model
- **SIDA** : Syndrome de l'Immunodéficience Acquis

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les GLM usuels	19
Tableau 2 : Informations générales sur la société Assurances BIAT	42
Tableau 3: Principaux indicateurs d'activité de la compagnie de 2019 2020 et 2021	46
Tableau 4 : Principaux indicateurs d'activité de la compagnie pour la catégorie assurance santé collective de 2019 et 2020	47
Tableau 5 : Les caractéristiques des variables prise en compte dans l'analyse	51
Tableau 6 : Les nomenclatures des rubriques	52
Tableau 7 : tests de normalité de la distribution de la variable dépense et celle de l'échantillonnage de la moyenne.....	58
Tableau 8 : Régression linéaire multiple du Modèle 1 (M1)	62
Tableau 9 : Régression linéaire multiple du Modèle 2 (M2)	63
Tableau 10 : Régression linéaire multiple du Modèle 3 (M3)	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Modalité de prise en charge des soins	37
Figure 2 : Le groupe financier BIAT	41
Figure 3 : Organigramme De la société Assurances BIAT	44
Figure 4 : Répartition du chiffre d'affaires d'Assurances BIAT par branche d'activité en 2020 en %	45
Figure 5 : Répartition de l'échantillon observé selon le genre	53
Figure 6 : Répartition de l'échantillon observé selon la tranche d'âge	53
Figure 7 : Répartition de l'échantillon observé selon les actes médicaux.....	54
Figure 8 : Distribution et caractéristiques statistiques de la variable "montant dépensé"	55
Figure 9 : Distribution et caractéristiques statistiques de la moyenne de la variable "montant dépensé"	56
Figure 10 : QQ-Plot de la variable montant dépensé et celle de la moyenne	57
Figure 11 : Distribution de l'échantillonnage de la variance de la variable "montant dépensé"	59
Figure 12 : Distribution et caractéristiques statistiques de la variable "montant remboursé" ...	59
Figure 13 : Dépenses liées au COVID-19 en fonction de l'âge et en fonction du genre.....	61
Figure 14 : Diagramme Actual-fitted-residuals de la variable DEP.....	65
Figure 15 : Diagramme de stabilité des coefficients	66

INTRODUCTION GENERALE

Depuis le Moyen-âge le terme « risque » est utilisé pour définir les aléas liés au transport des marchandises par les navires. Aujourd'hui l'évolution de la définition de « risque », dans son développement, est accompagné par la notion d'assurance. En fait, le risque est un élément étroitement corrélé avec les activités et les décisions humaines et il est, donc, primordial et nécessaire de couvrir les dommages qui peuvent en résulter.

Le risque est annonciateur d'un événement néfaste et préjudiciable. Il est souvent important, toutefois, on ne connaît pas d'avance ni son ampleur ni sa date de survenance. L'assurance, donc, vient pour chercher à mettre en place des processus permettant à évaluer préalablement le montant des dommages possibles afin de savoir le prix du risque vu l'inversion du cycle de production des compagnies d'assurance.

De ce fait, L'assurance est un moyen permettant à l'assuré de bénéficier du secours de l'assureur en cas de survenance d'un sinistre moyennant le versement d'une prime d'assurance ou cotisation selon les conditions et termes du contrat. En effet, en souscrivant un contrat d'assurance, l'assuré transfère le coût d'une perte potentielle à une compagnie d'assurance qui s'engage à lui verser une prestation (capital assuré) en cas d'une réalisation d'un risque garanti.

Plus concrètement, elle permet de protéger, aussi bien les particuliers que les professionnels, de la survenance d'un événement incertain, futur, aléatoire et qui ne dépend pas exclusivement de la volonté de l'assuré.

Une assurance de personnes peut être souscrite soit à titre individuel soit à titre collectif. Elle a pour but la couverture des risques relatifs aux individus comme la maladie, les accidents corporels, le décès ou encore l'invalidité.

L'assurance santé fait partie des assurances de personnes. Elle a comme objet de préserver l'assuré contre les événements qui peuvent entraîner une intervention médicale. De ce fait, dans le cas où il est nécessaire de recourir à une intervention médicale, les dépenses de soin de santé y liées sont partagées entre le patient et le système de sécurité sociale.

Cependant, la sécurité sociale, qui peut être définie comme forme d'assurance santé obligatoire, se trouve incapable de prendre en charge toutes les dépenses, et donc de rembourser à chaque individu la totalité des coûts liés à leur consommation en matière de soins de santé.

L'assurance santé a été mise en place afin de permettre aux personnes de souscrire un contrat qui leur remboursera la part des frais de soins que la sécurité sociale n'est pas en mesure de prendre en charge. L'assurance santé a donc pour vocation, d'assurer les personnes contre les conséquences économiques d'un état de santé qui nécessite des soins.

Compte tenu de tout ce qui précède, les agents économiques, entre autres ; les ménages et les entreprises sont confrontés au risque pandémique, en plus des risques ordinaires tels que : accidents, décès, maladies, incapacité et invalidité. De plus, vu le coût de plus en plus croissant des frais médicaux et le coût de vie de plus en plus élevé qui plombent le budget des ménages. Il est devenu difficile d'accéder aux soins. Par conséquent, le paiement direct des soins de santé oblige, parfois, les ménages à engager des dépenses qui peuvent les entraîner à tomber dans la pauvreté.

Le terme « pandémie » vient du grec ancien, il est composé de deux mots « tous » et « peuple » et désigne une épidémie qui se répand sur une large zone géographique et touche une partie importante de la population. C'est une définition relativement large, elle est d'ailleurs sans cesse revue et discutée par de nombreux acteurs, dont principalement l'OMS, qui est considérée l'un des principaux experts dans le domaine de santé. Aujourd'hui on s'accorde à dire qu'il s'agit d'une maladie à grande échelle et qui a des conséquences importantes.

En effet, plusieurs exemples historiques, dont certains extrêmement récents voire actuels, nous prouvent que la menace est bien réelle et importante. Nous pouvons, notamment, citer les trois exemples les plus connus : la grippe espagnole, qui a sévi essentiellement en 1918 et 1919, L'Ebola, qui a provoqué des dégâts importants entre 2013 et 2016 et la maladie à coronavirus 2019 ou COVID-19, entrainé par le coronavirus SARS-CoV-2. Elle apparaît le 16 novembre 2019 à Wuhan en Chine centrale, avant de se propager dans le monde. Ces cas de pandémie montrent que ces derniers peuvent engendrer des conséquences dramatiques sur les plans économique, social et sanitaire.

Au travers nos différentes lectures et recherches, il apparaît que ce risque pandémique, bien qu'il soit envisagé et mesuré, il n'est ni le plus surveillé et ni le plus mentionné et considéré par les assureurs, comparativement aux autres types de risques auxquels ils sont soumis.

Le caractère émergent des risques de pandémie vient du fait que ces risques soient aux mêmes temps nouveaux c'est à dire qu'ils n'existaient pas auparavant ou récemment découvert en raison de nouvelles connaissances scientifiques, et évolutifs, autrement dit, le nombre de causes du risque est croissant et la probabilité d'y être exposé est croissante.

De ce fait, aujourd'hui la notion du risque se complexifie de plus en plus et donc les assureurs ainsi que les réassureurs seront amenés à focaliser davantage sur les risques émergents vu que ces derniers sont nouveaux, très changeants et difficile à quantifier. Donc, ils pourraient avoir un impact majeur sur la société, d'une part, et le secteur d'assurance lui-même, d'une autre part.

Ainsi, le secteur d'assurance est confronté, de nos jours, à plusieurs difficultés, dont principalement dans ce contexte, les difficultés de tarification des risques émergents, entre autres, le risque pandémique. En effet, il s'agit d'un risque dont les dangers potentiels ne sont pas encore dévoilés de manière claire. De ce fait, de par sa nature, le risque pandémique semble difficile à modéliser et constitue une menace pour la rentabilité des sociétés d'assurance.

Le présent mémoire de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de cette problématique, ainsi, il se donne pour objectif d'apporter des pistes de réflexion sur le futur de l'assurance maladie dans une situation de risque pandémique. En effet, il s'agit dans ce mémoire de, non seulement, décortiquer le caractère spécifique et non semblable du risque pandémique, mais aussi, de détecter les principaux déterminants d'une telle sinistralité en termes de dépense de soin de santé en assurance maladie.

Pour y arriver, notre travail s'articule autour de deux chapitres :

- Dans le premier chapitre, qui est essentiellement de nature théorique, intitulé sinistralité due au risque pandémique en assurance santé et tarification, nous présentons les concepts de base de l'assurance santé en mettant l'accent sur l'impact de la sinistralité COVID-19 sur l'activité des assureurs en matière de santé

- Dans le second chapitre, qui est de nature empirique, intitulé sinistralité COVID-19, nous menons une analyse empirique sur les données recueillies de la société Assurances BIAT en vue de montrer le caractère grave de la sinistralité due au risque pandémique et de d'en détecter les principaux déterminants de point de vue économétrique.

CHAPITRE PREMIER

SINISTRALITE DUE AU RISQUE PANDEMIQUE EN ASSURANCE SANTE ET TARIFICATION :

ETUDE THEORIQUE

CHAPITRE PREMIER : SINISTRALITE DUE AU RISQUE PANDEMIQUE EN ASSURANCE SANTE ET TARIFICATION : ETUDE THEORIQUE

Introduction

La santé, comme composante du capital humain, est l'un des secteurs fondamentaux de développement et de croissance de toute économie et qui reste au centre des préoccupations des pouvoirs publics. Au cours des quatre dernières décennies, les dépenses en soins médicaux ont augmenté d'environ 4 % par an en termes réels, une explication importante de cette augmentation est la propagation de l'assurance santé, qui a généré à la fois une meilleure qualité et une quantité accrue de services médicaux selon Martin Feldstein, 1971, 1977.

L'accès à la santé est un droit fondamental. De ce fait, les pouvoirs publics instaurent un mécanisme de couverture médicale afin de garantir à tous l'égalité d'accès aux soins qui a pour objectif de couvrir les risques et les frais de soins de santé inhérents à une atteinte à la santé humaine.

Dans le cadre de l'assurance santé, compte tenu des développements des maladies graves et de l'augmentation des frais médicaux, le système de santé demeure un champ où les intérêts des différents agents sont en conflit, autrement dit, quand le patient profite d'une couverture médicale, il peut avoir une tendance à la surconsommation, et le médecin peut avoir tendance à favoriser cette surconsommation, puisque cette dernière et son revenu sont positivement corrélés.

Depuis plusieurs décennies, de nombreux virus ont été la source de pandémies qui ont sévi sur l'humanité. Ces périodes historiques ont marqué l'histoire de l'Homme et ont mis en exergue les difficultés financières que pouvaient rencontrer les pays et les organismes de santé.

La COVID-19 apparaît à la fin de l'année 2019 et touche rapidement l'ensemble de la population mondiale. Cette crise sans précédent et ses impacts doivent introduire de nouvelles réflexions pour l'assurance santé afin de donner l'opportunité de perfectionner l'appréciation des différents risques ainsi que de quantifier, au mieux, les frais et les charges additionnelles que présenteraient une nouvelle pandémie.

De plus la couverture d'un tel risque par le biais de l'assurance santé constitue, aujourd'hui, un des enjeux les plus importants pour le marché de l'assurance de personnes. D'ailleurs, il est, non

seulement important pour les individus de se protéger contre la survenance d'une pandémie, mais aussi, il est primordial pour les compagnies d'assurance de tarifer, au plus précis, une telle couverture.

L'objectif de ce chapitre consiste à exposer de manière analytique le risque pandémique en assurance santé ainsi que les caractéristiques de la tarification en présence d'une pandémie et la difficulté de tarification d'un tel risque pandémique.

Pour réaliser cet objectif, nous allons subdiviser ce chapitre en quatre sections ; la première section s'intéresse à l'économie et assurance de la santé, la deuxième section est centrée autour de la présentation des objectifs de l'assurance maladie, la troisième section concerne la tarification en assurance santé collective et enfin la quatrième section traite l'analyse théorique de l'impact de la pandémie ainsi que la tarification en présence de pandémie.

Section 1 : Economie et assurance de la santé

1.1 Contexte général : Dépenses et utilisation des soins de santé

Compte tenu de l'introduction relativement récente de l'assurance maladie dans la plupart des pays à faible revenu, les décideurs disposent de peu de preuves sur lesquelles s'appuyer, pour distinguer entre les succès et les échecs antérieurs. Dans de nombreux pays à faible revenu, la décision d'introduire une assurance maladie est principalement motivée par des arguments théoriques. La plupart des cadres théoriques, cependant, ont émergé dans le contexte des pays riches, dans lesquels les prestataires de soins de santé sont effectivement réglementés et tenus responsables de leurs actions (Ensor et Witter (2001)) Il est discutable de l'utilité des preuves empiriques des pays riches pour les pays à faible revenu, compte tenu de la structure très différente des systèmes de santé, et le cadre institutionnel et réglementaire environnement au sein duquel ceux-ci fonctionnent.

L'assurance maladie s'appuie sur la loi des grands nombres, selon laquelle le comportement moyen d'un groupe d'individus est plus prévisible que celui d'un seul individu. Autrement dit, la tendance à se comporter de façon plus systématique et prévisible augmente avec la taille du groupe.

Les premiers travaux traitant de la demande d'assurance ont considéré que la décision d'un consommateur de contracter une police d'assurance dépendait d'un unique risque financier assurable. Cette hypothèse a été rejeté par Doherty et Schlesinger (1983a, b) qui ont introduit un second risque financier non assurable dans un modèle usuel d'assurance. Elle se prend dans des situations

d'incertitude pour lesquelles il n'existe pas toujours un moyen de couverture. Toutefois, ces résultats n'ont pu s'appréhender qu'en utilisant la notion de prudence énoncée par Kimball (1990) et en supposant que la prudence était une fonction décroissante de la richesse des individus.

En économie de la santé, le risque n'est pas exclusivement monétaire. Nous utilisons une fonction d'utilité à deux variables : une variable monétaire (la richesse) et une variable sanitaire (le capital santé). Des travaux précédents ont considéré des risques multiples, ou des risques endogènes ou encore des risques multivariés. La littérature traitant du risque sanitaire est peu développée. Seul Courbage (1999) a appliqué l'analyse d'un risque financier exogène, unique et univarié à un risque sanitaire.

1.2 Cadre théorique de la demande de soins de santé

Plusieurs auteurs soulignent que la demande de services de santé découle de la demande de santé, la demande d'assurance maladie découle de la demande de services de santé. Dans ce cadre, la demande de santé, les services de santé et l'assurance maladie reposent tous sur la théorie économique conventionnelle de la demande. Selon cette approche, la santé est un bien échangé contre d'autres biens.

En termes de demande de services de santé, outre l'influence du revenu, de l'éducation et de l'état de santé, d'autres caractéristiques telles que l'âge, l'aversion à recevoir des soins de santé et la disponibilité d'informations relatives à la santé influenceront chacune la demande de services de santé. Cependant, bon nombre de ces facteurs ne sont pas faciles à observer.

Les modèles conventionnels de demande supposent que les individus maximisent l'utilité espérée, dans le cadre d'une contrainte budgétaire et selon leurs préférences. Cependant, dans le secteur de la santé, ces hypothèses ne tiennent pas, car l'information est sujette à l'asymétrie. Pour les individus, l'incertitude sur la quantité et le type de soins requis, et la nécessité de consulter un tiers détenant les informations nécessaires (un médecin), érodent significativement leur souveraineté sur la décision de consommation. Cette asymétrie est à la base de la relation principal-agent au sein des marchés de la santé. Non seulement, il est difficile pour les individus d'évaluer la qualité du bien ou du service de santé avant de le recevoir, ce qui est le cas de nombreux produits, mais il leur est également difficile d'évaluer sa qualité a posteriori.

1.3 Comportement de demande d'une couverture santé

Breuil-Genier et al. (1997) montrent qu'une couverture complémentaire de santé augmente la probabilité d'avoir recours à des soins sanitaires. Ils obtiennent également comme résultat que la densité des spécialistes influence positivement la probabilité de recours à un spécialiste. Breuil-Genier (1999) met en évidence que les phénomènes de demande induite sont limités. Chiappori-Durand et Geoffard (1997) établissent que la consommation accrue des traitements résulte d'une meilleure couverture de soins de santé. La vérification de la demande induite consiste à valider l'hypothèse de l'existence d'une corrélation positive entre densité médicale et consommation de soins (Rochaix et Jacobzone, 1997). Ce lien peut, tout simplement, refléter des effets de substitution entre différents inputs du système de santé. Si les comportements stratégiques des acteurs de la santé ne peuvent être éludés, leur importance potentielle est difficile à saisir (Breuil-Genier et Rupprecht, 2000).

1.4 Cadre théorique de l'offre de soins de santé

Plusieurs études ont été menées sur les différents aspects des services de santé et des domaines connexes. Les études antérieures sur l'utilisation des services de soins de santé ont montré que l'assurance maladie influence positivement l'utilisation des services de santé. En effet, la possession d'une assurance entraîne plus d'options de financement, ce qui a un impact sur le choix du prestataire de soins de santé effectué par les assurés. (Pourezza J, 2007). L'assurance maladie, comme les autres formes d'assurance, n'est pas à l'abri de problèmes. Les principaux problèmes liés à l'assurance maladie sont la sélection adverse, l'aléa moral et l'abus de l'assurance maladie.

✓ Principaux risques liés à l'assurance santé : Phénomène comportementaux

1.4.1 La sélection adverse

Afin de pouvoir répartir efficacement les risques, multiples conditions doivent être remplies. Premièrement, la probabilité que les personnes assurées tombent malades doit être connue, afin de permettre à l'assureur de faire des prévisions raisonnablement précises sur le nombre et l'ampleur des sinistres, au cours d'une période donnée. Deuxièmement, ces risques doivent être largement indépendants les uns des autres. Si un événement survient au cours duquel tous les assurés, ou une proportion importante d'entre eux, subissent simultanément une perte assurée, les possibilités de partage des risques sont fortement limitées et la fonction d'assurance peut s'effondrer. La troisième condition est que la probabilité qu'un individu ait besoin d'un traitement médical soit nettement inférieure à un autre.

Les assureurs ont du mal à évaluer avec précision ces conditions. Lorsque les informations détenues par l'assuré et l'assureur sont asymétriques, le marché de l'assurance maladie peut démêler même si c'est le client, plutôt que l'assureur, qui détient des informations plus précises, en l'occurrence sur la qualité de leur santé. Si les nouveaux clients fournissent des informations biaisées à l'assureur, en faveur d'une bonne santé, le nombre réel de sinistres et de remboursements sera plus élevé que prévu. Afin de protéger les bénéficiaires, l'assureur ajuste les primes à la hausse. En effet, là où l'assureur s'attend à ce que les nouveaux clients fournissent des informations biaisées, la prime peut déjà être chargée, ou ajustée à la hausse.

Dans les deux cas, des individus en bonne santé peuvent quitter le marché, ce qui augmente le risque de ceux qui restent dans le groupe assuré. Les primes augmenteront encore en conséquence, ce qui incitera davantage les personnes à faible risque à quitter le pool et les personnes à haut risque à fournir des informations biaisées sur leur santé afin de réduire la prime qui leur est offerte. Un cercle vicieux d'augmentation du risque moyen et d'augmentation des primes s'ensuit.

Il existe deux approches courantes pour fixer les primes d'assurance. Les assureurs qui maximisent leurs profits fixent les primes en fonction de l'état de santé d'un individu, en tenant compte de la probabilité qu'une réclamation soit faite. En revanche, les régimes à but non lucratif offrent généralement la même prime à tous les membres, basée sur le risque moyen du groupe. Dans cette approche, les personnes en mauvaise santé ne sont pas exclues ou discriminées par des primes plus élevées, conformément à l'objectif politique de protection de l'accès aux services parmi les pauvres.

La sélection adverse est plus susceptible de poser un problème lorsque tous les consommateurs sont confrontés à la même prime. Alors que pour les personnes à haut risque, une prime basée sur le risque moyen est faible par rapport à une prime en fonction du risque, pour les personnes en bonne santé, la prime moyenne est relativement élevée. Les personnes en mauvaise santé sont donc plus susceptibles de souscrire une assurance et, si possible, davantage. En résumé, l'antisélection est susceptible de poser un problème dans tous les régimes d'assurance maladie fondés sur le volontariat, qu'ils soient motivés par le profit ou des préoccupations sociales.

Dans un marché privé, l'assureur peut éventuellement cesser ses activités si la sélection adverse n'est pas traitée et, généralement, il exercera une discrimination supplémentaire par les prix en réponse. Dans les régimes à but non lucratif, une telle discrimination est rarement utilisée.

1.4.2 L'aléa moral

La théorie L'aléa moral désigne la tendance des assurés à augmenter leur consommation de soins. Des travaux pionniers sur cette question ont été menés par Pauly (1974) ; Cutler et Zeckhauser (2000) donnent un aperçu complet du sujet, dont un thème central est le conflit entre l'aléa moral et le partage efficace des risques. Du côté de la demande, deux types de changement de comportement peuvent résulter de l'assurance.

Ex-ante l'aléa moral fait référence à la consommation réduite de soins préventifs, ou aux changements de mode de vie, qui se produisent lorsqu'un individu est assuré, augmentant la probabilité qu'il aura besoin de services curatifs plus coûteux. Par exemple, si du fait d'être assuré, un individu se sent moins préoccupé par les conséquences financières d'une maladie, il peut décider de renoncer à certaines actions préventives d'amélioration de la santé. La réduction de la consommation de vaccins, par exemple, augmente considérablement le risque de maladie. En pratique, ex- ante l'aléa moral n'est cependant pas considéré comme un problème majeur dans la littérature, étant donné que le coût total de ne pas prendre soin de sa propre santé ne peut jamais être entièrement compensé par un régime d'assurance (c'est-à-dire en cas de décès ou d'invalidité).

Alors que l'aléa moral ex ante fait référence à la situation antérieure à une maladie survenant, ex-post l'aléa moral fait référence à la consommation accrue de services de santé une fois qu'un individu est déjà tombé malade. Dans certaines circonstances, les patients peuvent également être en mesure d'influer sur le coût des soins reçus, par exemple en exigeant la meilleure qualité de traitement disponible. Lorsque l'augmentation de la consommation est considérée comme un problème, les assureurs réagissent en transférant une partie du coût des soins sur le patient, par exemple par le biais de tickets modérateurs et de franchises. Dans les pays à revenu élevé, une réponse à ce problème a été de supprimer les tiers payeurs et d'intégrer les fonctions d'assurance et de provision.

1.4.3 Fraudes et Abus

Une compagnie d'assurance de santé est exposée aux risques de fraudes et d'abus de ses adhérents, surtout lorsqu'elle est de taille importante. Les fraudes et abus, entre autres ; factures fictives, substitution de personnes, résultent souvent de la pression qui peut s'exercer sur un adhérent de la part de sa famille, de son entourage d'amis ou de voisins. En effet, le bénéficiaire fait soigner sous le couvert de son nom, une connaissance. Il se fait ensuite délivrer une attestation de prise en charge par l'assureur comme s'il en était réellement le bénéficiaire.

1.5 Comportement d'offre d'une couverture santé

En matière d'offre, beaucoup d'auteurs considèrent que la consommation de soins est la résultante d'une décision du prescripteur (Ma, 1994). Dans une relation d'agence tripartite (assureur, médecin et patient), l'effort de diagnostic du médecin est inobservable par les autres agents et la quantité consommée n'est pas observable par les assureurs. Ces derniers se basent sur le report des traitements établis par les médecins en accord avec les patients. Il en résulte que celui-ci dépend de la rémunération des médecins. Un paiement par capitation avec une pénalité sur chaque unité de traitement n'incite pas les médecins à effectuer le vrai report. Ils sont incités à reporter une quantité inférieure pour éviter la pénalité.

Dans ce cadre, le paiement optimal est une rémunération mixte combinant paiement à l'acte et capitation, s'il existe une relation négative entre effort et quantité du traitement. Ils reçoivent une partie fixe pour reporter la quantité de traitement et ils versent une partie du coût du traitement pour les inciter à réaliser un effort.

Le système par capitation est propre au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. Le médecin reçoit des organismes payeurs une allocation par patient. Celui-ci s'abonne et choisit librement son médecin. Cette rémunération qui encourage la prévention et la sélection des patients permet le contrôle des dépenses de santé qui s'effectue au détriment de la qualité des soins.

A contrario, le paiement à l'acte, fixé par négociation entre les organismes tutélaires et les médecins, en vigueur en France et en Allemagne favorise la prescription de soins de qualité. Le patient est libre de choisir son médecin et de consulter. Une telle liberté s'accompagne d'une hausse des dépenses de santé et de visites multiples pour une même pathologie. De plus, le paiement à l'acte n'incite pas à la prévention puisque le revenu des médecins dépend du nombre d'actes réalisés.

Franc (2000) montre qu'il est impossible pour un gouvernement d'instaurer un système de rémunération qui permette à la fois de favoriser la qualité et de diminuer les dépenses de santé. Elle considère quatre agents : patients, gouvernement, médecins et fournisseurs de soins. Le patient peut souffrir de deux pathologies bénignes : une faible et une sévère. Le corps médical est composé de deux types de fournisseurs de soins. Le médecin établit le diagnostic avec une possibilité d'erreur et peut réaliser une partie des soins. Les soins restants sont produits par l'autre fournisseur de soins. L'activité de fourniture de soins du médecin dépend d'un arbitrage financier entre prescrire et produire des soins sanitaires. Pour augmenter son revenu, le médecin produira des soins que l'état de santé du patient ne

nécessite pas. Si la maladie est sévère, une consommation de soins inutiles ne réduit pas l'utilité du patient a contrario d'une faible maladie.

L'objectif du gouvernement est de réduire les dépenses inefficaces. Pour ce faire, il maximise le bien-être social. Il a instauré une assurance sociale qui prévoit la prise en charge d'une partie des dépenses sanitaires. Le gouvernement dispose de quatre instruments pour sa politique de réduction de dépenses : le forfait versé au médecin par le patient, la part de remboursement des coûts de production des médecins, la part de remboursement des autres coûts de production et le ticket modérateur.

Section 2 : Concepts de base et objectifs de l'assurance maladie

2.1 Concepts de base

L'assurance santé peut être définie encore comme un processus par lequel une personne appelée assuré se protège contre les pertes financières causées par un accident ou une invalidité afin d'améliorer l'utilisation des soins de santé et protéger les ménages contre l'appauvrissement des dépenses personnelles. En effet, quand l'homme vivait seul ou dans des groupes familiaux primitifs, l'assurance médicale, au sens formel du terme, n'était pas si nécessaire puisque chaque famille ou groupe de familles s'occupait de ces proches du mieux qu'elle pouvait. Quand la vie en communauté est devenue plus complexe, les hommes ont reconnu la nécessité d'un système de protection qui leur permet de s'entraider en temps de crise et de maladie. Ainsi, les premiers régimes d'assurance ont été initiés et développés à partir de ce besoin (Kelly, 1951).

2.2 Objectifs de la couverture par une assurance maladie

L'assurance maladie garantit, pour les assurés et leurs ayants de droit, la couverture des risques et frais de soins de santé inhérents à la maladie ou l'accident et à la maternité. Ainsi, elle donne droit à la prise en charge des frais de soins curatifs, préventifs et de réhabilitation médicalement requise par l'état de santé du bénéficiaire. La couverture par une assurance maladie est devenue une obligation en raison de la nature imprévisible des dépenses de soins de santé. En fait, puisque les personnes avancent dans l'âge, plus que la probabilité d'être atteinte par une maladie augmente. Ainsi, les individus ont une idée générale de leur besoin de services médicaux futurs. Toutefois, le montant exact qu'ils dépensent pour les soins de santé reste pour eux en grande partie incertain. (Asymétrie de l'information). Les dépenses de santé restent également beaucoup biaisées. Dans une telle situation, la possession d'une assurance maladie permet de protéger les individus contre l'éventuel dommage lié aux soins de santé. (Eichner, 1998).

2.3 Rôle d'une assurance complémentaire santé

La sécurité sociale ne couvre qu'une partie des frais médicaux engagés par les patients, cependant, les soins médicaux sont la plupart du temps très coûteux. De ce fait, les frais restants à charge peuvent s'avérer importants, notamment pour des actes peu remboursés par la sécurité sociale, comme l'optique et les soins dentaires, le rôle de la complémentaire santé est de combler le décalage entre ce qu'il est réellement payé et ce qu'il est remboursé par la sécurité sociale. Souscrire une assurance complémentaire santé permet ainsi d'être mieux remboursé. Alors le niveau de couverture qu'il faut opter pour dépend, bien évidemment, des besoins de chacun. Cette problématique apparaît beaucoup plus importante dans le contexte commercial des compagnies d'assurance puisque les assureurs doivent se démarquer de leurs concurrents pour, non seulement, conserver leurs adhérents mais aussi d'attirer des nouveaux.

2.4 Le lien entre la couverture par une assurance santé et l'état de santé

Il s'agit d'une relation de cause à effet. En effet, l'assurance santé réduit significativement le coût du soin de santé supporté par le patient. De ce fait, les dépenses de soins de santé seront plus élevées chez les personnes bénéficiant d'une assurance maladie que celles dont elles ne bénéficient pas. Beaucoup de recherches en microéconomie de santé approuvent que l'extension de la couverture médicale ait un effet positif sur l'accès aux soins de santé, l'utilisation des services, l'accessibilité économique des soins et la sécurité financière de la population, particulièrement, pour les ménages à faible revenu. Ainsi, Il existe généralement une relation positive entre l'accès à l'assurance santé et l'utilisation de soins de santé tant que l'assurance santé augmente la quantité de soins de santé consommée.

Section 3 : Tarification en assurance santé collective

3.1 Les primes d'assurance

En contrepartie d'une couverture médicale, en plus de celle légale, qui se traduira, éventuellement, en cas de nécessité de soins, par une somme pécuniaire, l'assuré devra verser une prime ou cotisation à la compagnie d'assurance selon les termes du contrat.

Contrairement à l'achat d'un bien meuble, cette prime, qui représente, en fait, le prix d'assurance, est fixée avant même qu'un sinistre survienne et donc, avant même de savoir si le coût du sinistre sera plus cher. C'est ce qu'on appelle l'inversion du cycle de production spécifiques pour

les compagnies d'assurance et qui les différencient des autres compagnies et des autres institutions financières. Par ailleurs, on peut distinguer plusieurs types de primes.

La prime pure, appelée aussi prime technique, correspond au coût du risque. C'est le montant que la compagnie d'assurance facture à son assuré afin, a priori, de payer seulement son sinistre. En d'autres termes, c'est le montant du sinistre moyen auquel l'assureur devra faire face l'assuré.

C'est donc une espérance des pertes. Il existe différents risques en assurance santé ; ces sont par exemple les catégories d'actes ainsi que les sous catégories d'actes et à chaque risque doit être associé un tarif qui correspond à ces primes pures.

La prime pure globale est la somme des primes pures de ces différents risques compte tenu de l'hypothèse d'indépendance de ces derniers. En réalité, les risques ne sont pas totalement indépendants. En effet, une consultation chez le médecin conduit souvent à des achats de médicament en pharmacie par exemple. En ce qui concerne la prime commerciale, c'est ce que l'assuré paiera réellement. C'est la prime pure qui est majorée par une marge de sécurité que se permet la compagnie d'assurance pour faire face à la volatilité des risques et par différents frais et taxes. Les frais sont, entre autres, les frais de gestion de sinistres ou encore des frais liés à la commission des apporteurs de contrat (courtiers, agents généraux).

3.2 Les outils de la tarification

3.2.1 Le modèle fréquence coût pour la détermination de la prime pure

Afin de calculer la prime pure d'un contrat d'assurance santé, plusieurs méthodes des statistiques classiques existent. Le calcul de cette prime s'exécute généralement selon le modèle fréquence coût. Le modèle fréquence * coût est un des modèles les plus répandus en tarification santé.

En effet, la mise en place de ce modèle consiste à étudier d'une part la fréquence des sinistres pour chacune des garanties et d'autre part la dépense engagée pour ce sinistre.

Plusieurs études, dont une partie est recensée dans l'article de Planchet (2014), ont proposé des modèles alternatifs de tarification technique des complémentaires santé dont le modèle fréquence coût est le modèle le plus répandu, comme par exemple l'utilisation d'un réseau de neurones, proposé dans Aouizerate (2010), afin de relier les facteurs influençant la consommation pour calculer le coût global d'un contrat pour un assuré. Cette alternative est concluante dans la tarification globale d'un contrat cependant le tarif de chaque poste de consommation n'est pas connu directement.

Le modèle fréquence coût se compose pour chaque sinistre, d'une fréquence de survenance et du coût moyen du sinistre. Selon le livre de Tosetti (2002), sous réserve de l'indépendance entre la fréquence et le coût moyen du sinistre, la prestation probable par bénéficiaire est le produit de la fréquence par bénéficiaire par le coût moyen du sinistre. En notant NS le nombre total de sinistres, et na l'exposition, c'est-à-dire le nombre de bénéficiaires exposés au risque, la prime pure exigée pour couvrir le risque par bénéficiaire est donnée par la formule suivante (Y étant le coût moyen du sinistre):

$$\begin{aligned} \text{Prime pure} &= \text{fréquence} \times \text{coût moyen} \\ &= E\left(\frac{NS}{na}\right) * E(Y) \end{aligned}$$

Où

$$\begin{aligned} \text{Fréquence} &= \text{Nombre total de sinistres} / \text{Exposition totale} \\ &= \text{Quantité d'actes totale} / \text{Nombre total de bénéficiaires exposés} \end{aligned}$$

Et

$$\text{Coût moyen} = \text{Coût total des actes de soin} / \text{Quantité d'actes totale}$$

Autrement dit

$$\text{Prime pure} = \text{Coût total des actes de soin} / \text{Nombre total de bénéficiaires exposés}$$

Déterminer la prime pure en multipliant une fréquence par un coût n'est pas une équation arbitrairement choisie et il existe un fondement mathématique qui justifie une telle formule : c'est le « modèle collectif » en assurance.

Pour un risque donné k , le coût total des soins du risque k noté X_k est :

$$X_k = \sum_{i=1}^N S_i$$

Où :

- $N \in \mathbb{N}$ est la variable aléatoire représentant le nombre total de soins sur la période considérée ;
- $S_i \in \mathbb{R}^{+*}$ est la variable aléatoire représentant le montant du i ème soin avec $i \in \{1, \dots, N\}$;
- Les S_1, S_2, \dots, S_N sont i.i.d. à une variable S et indépendants de N ;
- Avec la convention que $X_k = 0$ si $N = 0$.

À titre de précision, dans notre cas de données agrégées, la formule est toujours valable mais il faut imaginer que la variable N soit en fait la somme de variables n_p où p désigne le numéro d'un agrégat d'individus. De même, il faudrait définir une variable S_{np} pour le montant de soin total du p ème agrégat d'individus. De ce fait, S_{np} est en fait une somme de variables S_i (p fixé, i flottant).

Cela complexifie néanmoins les équations et leurs notations : la somme précédente présente un incrément de 1 ; dans notre cas, les incréments seraient les n_p et les valeurs des S_i ne sont pas connus, seulement celles des S_{n_p} .

$$\text{Ainsi : } X_k = \sum_{n_p \in \{n_1, \dots, n_{p_{total}}\}} S_{n_p}$$

Les S_{n_p} restent i.i.d. et indépendants de N (où $N = n_1 + \dots + n_{p_{total}}$).

Il sera cependant toujours possible de l'adapter en imaginant non pas des variables liées à un individu mais des variables liées à un groupe d'individus et donc, décomposer chaque variable en une somme de sous-variables.

En outre, la prime pure est l'espérance mathématique du coût annuel des soins déclarés d'un risque k à l'assureur (c'est ce que ce dernier s'attend à payer en moyenne pour ce risque sur l'année). Comme les S_i et N sont indépendants :

$$\text{Prime pure} = \mathbb{E}[X_k] = \mathbb{E}[S] \times \mathbb{E}[N]$$

Où :

- $\mathbb{E}[S]$ est l'estimation du coût moyen ;
- $\mathbb{E}[N]$ est l'estimation de la fréquence (au sens du nombre de soins moyens).

Ceci explique donc la forme multiplicative de la prime pure.

3.2.2 Le modèle linéaire

3.2.2.1 Le modèle linéaire classique

Le modèle linéaire classique a été élaboré par Gros P. [2000] et consiste à établir une relation du type linéaire entre une variable à expliquer (aléatoire) et des variables explicatives (déterministes). Au plan conceptuel, le modèle se compose d'une partie « fixe » et d'une partie « aléatoire » qui restitue la variabilité de l'objet étudié. La régression linéaire est définie par deux contraintes fortes :

- La partie « fixe » est un modèle déterministe,
- La loi de la composante aléatoire est normale.

L'équation du modèle est donc de la forme :

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \times X_i + \varepsilon$$

Où :

- Y est la variable à expliquer ;
- (X_1, X_2, \dots, X_n) sont les variables explicatives, déterministes;
- $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n)$ sont les paramètres du modèle à estimer ;

- $\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \times X_i$: composante déterministe ;
- ε est une variable aléatoire qui représente l'écart entre la valeur observée

et la valeur estimée.

Les hypothèses classiques « Gauss-Markov » sur les résidus :

- Espérance nulle : $E(\varepsilon_i) = 0$
- Homoscédasticité : $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$
- Résidus non corrélés : $Cov(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0, i \neq j$

La condition sur ε est difficile à satisfaire et demande des tests de normalité. Le Modèle Linéaire Généralisé permet de supprimer ces contraintes.

3.2.2.2 Le Modèle Linéaire Généralisé (GLM)

Longtemps, les actuaires se sont limités à utiliser le modèle linéaire gaussien lorsqu'il s'agissait de quantifier l'impact de variables explicatives sur un phénomène d'intérêt (fréquence ou coût des sinistres, ...). Vu que la complexité des problèmes statistiques qui se posent à l'actuaire s'est considérablement accrue, il est crucial de se tourner vers des modèles tenant mieux compte de la réalité de l'assurance que ne le fait pas le modèle linéaire. Les modèles linéaires généralisés, introduits en statistique par Nelder & Wedderburn (1972), ont été introduits la première fois en assurance par des actuaires à la fin du 20-ème siècle, permettent de s'affranchir de l'hypothèse de normalité, en traitant de manière unifiée des variables dont la distribution fait partie d'une famille de lois particulière : la famille exponentielle.

Actuellement en assurance santé, les modèles les plus répandus pour la tarification des produits sont les Modèles Linéaires Généralisés (GLM), ils sont basés sur une modélisation des comportements non linéaires et permettent de prendre en compte des distributions de résidus non gaussiens. Ces méthodes sont très utiles en assurance santé où la densité des coûts des sinistres est très asymétrique et clairement non gaussienne.

Les composantes d'un GLM

Le modèle linéaire généralisé selon Lagadec F. [2009] part du même principe que celui du modèle linéaire classique. La différence est qu'au lieu de modéliser la variable à expliquer directement, c'est une fonction de l'espérance de cette variable (appelée fonction lien) qui est modélisée.

Dans un GLM, certaines composantes doivent être présentes. En fait, les trois composantes suivantes sont nécessaires :

- Distribution de famille exponentielle
- Prédicteur linéaire
- Fonction lien qui décrit la relation entre l'espérance de la variable réponse et les variables explicatives

explicatives

Le modèle GLM s'écrit donc :

- ❖ $Y \sim \text{Loi exp}$
- ❖ $\mu = E(Y)$
- ❖ $\eta = g(\mu)$ avec $\eta = X\beta$

La distribution de la famille exponentielle :

Les variables à expliquer Y_i ($i = 1, \dots, n$), que l'on suppose indépendantes, ont l'espérance $E(Y_i) = \mu_i$ et leur fonction de densité (ou de probabilité) fait partie de la famille exponentielle, qui se met sous la forme :

$$f(y, \theta, \varphi) = \exp\left\{\frac{\theta y - b(\theta)}{a(\varphi)} + c(y; \varphi)\right\}$$

Où :

- a est une fonction non nulle définie sur \mathbb{R} ;
- b est une fonction définie sur \mathbb{R} , deux fois dérivable ;
- C 'est une fonction définie sur \mathbb{R}^2 ;
- θ paramètre naturel ou paramètre de la moyenne ;
- φ paramètre de dispersion.

Le prédicteur linéaire :

Le prédicteur linéaire est défini par :

$$\eta = X\beta$$

où β est un vecteur de paramètres inconnus de taille p et X la matrice des variables explicatives de dimension $n \times p$.

Lien canonique :

Chacune des lois de la famille exponentielle possède une fonction spécifique, dite fonction de lien canonique. La fonction de lien est la fonction qui permet de lier les variables explicatives à la prédiction.

Le lien canonique est telle que :

$$\eta = X\beta \text{ prédicteur linéaire, donc telle que } g(\mu) = \theta$$

$$g(\mu) = \theta, \text{ or } \mu = b'(\theta) \text{ donc } g(\cdot) = b'(\cdot)^{-1}$$

A noter qu'il existe d'autres fonctions de lien non canonique utilisées en pratique. Mais, si dans la modélisation aucune raison de choisir une fonction de lien spécifique ne s'impose, le choix par défaut consiste à choisir la fonction de lien naturel.

Le modèle linéaire généralisé part du même principe que le modèle linéaire gaussien, cependant il existe des différences. Dans un modèle GLM, on ne modélise pas directement la variable à expliquer, c'est une fonction de cette variable (appelée fonction de lien canonique) qui est modélisée. La variable à expliquer Y et son espérance ne se traduisent plus nécessairement par une transformation linéaire mais c'est $g(E(Y))$ qui est désormais exprimée par une relation linéaire ($\eta = X\beta$ *prédicteur linéaire*) en fonction des variables explicatives.

Le choix de la distribution pour le modèle généralisé est déterminé par la nature des données, le type de la variable réponse Y . Pour une variable réponse binaire, la distribution peut être une loi de Bernoulli ou une loi binomiale, une loi de Poisson pour des comptages. Ce tableau dresse les principales lois appartenant à la famille exponentielle et leurs liens canoniques associés :

Tableau 1: Les GLM usuels

Lois	Fonction de lien canonique	Nom du lien
Bernoulli/Binomiale	$g(\mu) = \text{logit}$ $= \log \left(\frac{\mu}{1-\mu} \right)$	Logit
Poisson	$g(\mu) = \log(\mu)$	Log
Gamma	$g(\mu) = -1/\mu$	Réciproque
Gaussienne	$g(\mu) = \mu$	Identité

Source : Cours de statistique de l'assurance

En assurance, la fonction de lien la plus souvent utilisée est la fonction log. Les coefficients obtenus lors de la modélisation sont alors multiplicatifs et permettent une meilleure lisibilité. En effet, ces coefficients peuvent alors être interprétés facilement comme des taux de majoration ou de minoration par rapport à un individu de référence.

Les modèles linéaires généralisés permettent donc d'étendre la méthode de régression linéaire à un ensemble de lois plus larges et correspondant plus à la sinistralité réelle couverte par l'assureur. De plus, contrairement aux régressions linéaires, il est désormais possible de traiter des variables catégorielles.

On peut résumer un modèle GLM comme suit :

- ✓ Etape 1 : Estimer les paramètres $\beta = (\beta_0 \dots \dots \beta_p)_t$.
- ✓ Etape 2 : Une fois cette estimation est réalisée, on disposera d'une estimation de $\eta(x)$
- ✓ Etape 3 : En choisissant la fonction lien approprié on obtient $E[Y] = g^{-1}(\eta(x))$

Ces composantes peuvent être schématisées de la manière suivante :

Y suit une loi exponentielle g : fonction inversible Combinaison linéaire des X_i

$$g(E(Y)) = g(\mu_i) = \eta(x) \quad \eta = \beta_0 + \sum_{j=1}^p x_j \beta_j$$

3.3 Résultats empiriques obtenus portant sur la tarification en assurance santé

3.3.1 Analyse de Matthieu Vautrin

Dans son mémoire, intitulé « Élaboration d'une méthode de tarification avec indicateurs de risque pour des contrats complémentaires santé collectifs » publié dans le site officiel des mémoires des actuaires, Mathieu Vautrin (2008), s'intéresse à la tarification du portefeuille assurance groupe maladie d'une compagnie d'assurance opérant en France avec des observations relatives à 25 contrats collectifs retenus pour l'étude, avec une moyenne d'environ 3 750 bénéficiaires par contrat.

Il a choisi comme approche de tarification, l'approche fréquence * Coût moyen. Il a introduit des nouvelles variables telle que l'occurrence de sinistre, la mesure de l'exposition au risque et le nombre de sinistre.

Le premier tri parmi des variables tarifaires est effectuée avec un test d'indépendance de khideux sur la base de tables de contingence. Une segmentation par région est appliquée au portefeuille étudié en plus de la segmentation induite par les variables tarifaires classiques telles que le sexe et l'âge des assurés. Dans ce mémoire Vautrin (2008) a exploité des informations sur le régime, le niveau de garantie et les modes d'adhésion au contrat. En effet, les contrats dont le mode d'adhésion est facultatif sont plus exposés au risque d'anti sélection que ceux à adhésion obligatoire. Ces deux dernières variables ont donc leur importance dans la modélisation des coûts lorsqu'elles sont disponibles et exploitables.

3.3.2 Analyse de Nguyen

L'étude réalisée par Nguyen (2013) dans son mémoire intitulé « Construction de bases de tarification pour des contrats complémentaires santé collectifs » publié dans le site officiel des mémoires des actuaires, a comme objet de construire des bases de tarification dans le but d'estimer la prime pure d'un contrat complémentaire santé collectif par le modèle linéaire généralisé. Avant d'entamer la modélisation, il a commencé son étude par une analyse descriptive du portefeuille et il à

insister sur la l'importance de constitution de la base de données. La phase d'extraction des données et leur nettoyage est très importante pour son étude.

Concernant l'application du GLM, les variables « Coût » et « Fréquence » doivent suivre une des lois de la famille exponentielle. Pour l'analyse des coûts des sinistres, et en négligeant les sinistres graves, il a choisi comme modèles les modèles de régression Gamma. Comme, le modèle de Poisson est relativement contraignant, car il impose l'équidispersion des données il a utilisé le modèle Binomiale-Négative. Ce sont les lois pour lesquelles il a obtenu les meilleurs résultats sur les tests par le graphique et par l'indice de Kolmogorov-Smirnov. Pour l'ajustement du modèle, il a choisi la méthode Backward de sélection des variables explicative.

Section 4 : Impact de la pandémie coronavirus sur l'activité des assureurs en matière d'assurance santé : Analyse conceptuelle

4.1 Endémie et épidémie versus pandémie

D'une part une endémie désigne la présence habituelle d'une maladie en général infectieuse dans une population donnée ou une région précise avec une incidence stable. D'autre part, afin d'avoir une meilleure idée de ce que représente une pandémie, nous devons définir la notion d'épidémie. Ainsi, le terme « épidémie » désigne l'augmentation soudaine de l'incidence d'une maladie dans une zone géographique donnée comme le cas par exemple de l'épidémie d'Ebola qui a eu lieu à l'Afrique de l'Ouest en 2014. On notera malgré tout que, bien qu'il y ait une notion de maladie répandue, la contagiosité n'est pas nécessaire à l'existence d'une épidémie. Une épidémie est certes un risque important, mais de par son aspect localisé géographiquement, cela reste un événement pouvant être non pas prévu, mais à fortiori maîtrisé, tant d'un point de vue sanitaire, que financier ou assurantiel. A contrario, une pandémie peut très vite devenir un risque qu'il n'est plus possible de maîtriser ou d'endiguer.

De ce fait, bien que cette définition soit assez vague, nous pouvons l'interpréter comme étant une épidémie s'étant propagée sur une zone géographique largement étendue. Une pandémie serait donc une maladie infectieuse développée au point de contaminer la quasi-totalité de la planète.

Nous allons, dans ce qui suit, plus avant pour pouvoir donner une idée des risques encourus par les assureurs ainsi que les réassureurs, en dégagant les points importants dans la définition de « pandémie ». Ainsi, nous mettons en évidence ces caractéristiques qui font des pandémies le risque le plus important porté aujourd'hui par le marché de l'assurance de personnes.

4.2 La pandémie, un phénomène géographiquement étendu et fulgurant

Comme vu précédemment, ce qui fait la différence entre épidémie et pandémie, c'est son aspect géographiquement étendu. Nous avons ainsi affaire à une maladie s'étant propagée sur plusieurs pays et régions, où elle n'existait pas auparavant. Cet aspect géographique est une

composante essentielle à la définition d'une pandémie. Mais il est également intéressant de se pencher sur sa contagiosité. En effet, celle-ci n'est pas forcée d'être d'une rapidité extrême. Des maladies comme le SIDA (Syndrome de l'Immunodéficience Acquise) ou bien l'obésité ont été considérées comme pandémique par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Seulement ces maladies restent assez contenues et prévisibles, leur propagation résultant principalement de facteurs comportementaux.

Pour qu'une pandémie puisse se propager de manière imprévisible et à une certaine vitesse, il faut qu'elle provienne d'une maladie déjà préexistante ayant mutée, ou bien d'une source inconnue. Ainsi, il n'existe aucune prédisposition à l'immunité face à cette maladie, et toute la population est donc susceptible d'être contaminée. C'est l'unique façon pour qu'un virus ou une bactérie puisse se développer à l'échelle planétaire ou du moins intercontinentale.

4.3 Le risque pandémie

4.3.1 Définition d'un risque

Si l'on se fie au Larousse, un risque est un "Préjudice, sinistre éventuel que les compagnies d'assurances garantissent moyennant le paiement d'une prime". Une deuxième description est celle d'un "Danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on est exposé". Nous retrouvons donc, à la fois, les caractéristiques de sinistre et de probabilité puisque le risque assurantiel est par nature incertain.

4.3.2 Le risque assurantiel

En assurance, on n'utilise plus la simple définition du risque. En effet, cette dernière est peu différente, ou incomplète par rapport à celle nécessaire en assurance. Ainsi le risque doit répondre aux trois conditions suivantes :

- Le risque doit être futur, c'est-à-dire que l'évènement ne s'est pas encore produit
- Le risque doit être incertain. Cette incertitude peut être de deux natures. On distinguera ainsi l'incertitude quant à la survenance de l'évènement de l'incertitude quant à sa date de survenance.
- Le risque doit être exclusivement indépendant de la volonté de l'assuré.

4.3.3 Le risque d'un point de vue mathématique

Nous pouvons donner la définition mathématique d'un risque. Ainsi, comme énoncé par Daniel Bernoulli, le risque est mesuré par l'espérance mathématique d'une fonction de probabilité d'évènements. Avant lui, Christian Huygens l'avait déjà avancé en 1657, en utilisant le terme « expectation » (espérance en français) pour qualifier la notion de risque. De manière plus simple, on peut dire que le risque représente la valeur moyenne des conséquences d'évènements affectés de leur probabilité.

4.3.4 Le risque pandémique

Ces définitions de la notion du risque pandémique nous amènent à considérer certains prérequis à l'étude d'un risque. En effet, l'obtention de données statistiques semble être indispensable à la bonne appréhension d'un risque.

Nous devons pouvoir montrer l'aspect incertain qu'il représente tout en démontrant qu'il ne s'est pas encore produit, et que sa survenance est indépendante de la volonté des personnes pouvant être impactées.

Ainsi, comme le stipule l'Organisation Mondiale de la Santé, "les pandémies de grippe sont imprévisibles mais constituent des évènements récurrents qui peuvent avoir de graves conséquences sur la santé et sur l'économie".

En considérant le caractère imprévisible d'une pandémie, nous sommes déjà capables de dire qu'à la fois sa date de survenance, mais également le simple fait de voir une pandémie de grippe apparaître est incertain. Il est ensuite simple de statuer en faveur des deux conditions restantes, à savoir que la contamination d'un assuré via une pandémie reste indépendante de sa volonté, et que la survenance d'un tel évènement est future. Il est donc bien justifié de parler de risque pandémique.

Comme tout risque, il est alors important de tenter de l'approcher au mieux. C'est alors qu'intervient la modélisation du risque pandémique, qui permet une approche mathématique de ce dernier.

4.3.5 Impact de la pandémie du COVID-19

La pandémie de grippe susceptible d'atteindre une forte proportion de la population mondiale à mettre à rude épreuve les systèmes de soins de santé. Une pandémie de gravité moyenne ou de gravité élevée exercera également des contraintes sur d'autres services essentiels et causera des dommages substantiels sur le plan économique et social

La pandémie du COVID-19 a fait son apparition fin 2019. Trois mois plus tard plus de 160 pays ou territoires dans le monde sont touchés et plus de 3 milliards de personnes sont confinés dans le monde. L'impact se fait ressentir partout dans une économie globalisée

4.4 L'assurance des risques pandémiques

Après cette crise sanitaire inédite et sans précédent, les assureurs auront à répondre à des demandes de couverture différentes. Il est important de noter que les couvertures standards actuelles offrent une protection limitée contre les effets des événements liés aux maladies infectieuses. Les professionnels du risque doivent revoir les formulations des polices de façon à répondre aux différents scénarios et aux différentes circonstances.

Le risque de pandémie est identifié comme un risque extrême pour les assureurs. Si les assureurs ne commercialisent pas ou peu de couverture contre le risque de pandémie c'est qu'il s'avère difficile à évaluer. Il s'agit en effet d'un risque complexe à modéliser pour les actuaires lesquels sont chargés de calculer la probabilité de survenance d'un sinistre et son coût pour l'assureur, en fonction de différents paramètres statistiques.

L'assureur se base ensuite sur les calculs des actuaires pour construire une offre d'assurance et une tarification. Or dans le cas de la pandémie les actuaires sèchent et les compagnies d'assurance ne parviennent donc pas à ficeler d'offre adéquate.

Mais la pandémie fait partie des exclusions de garanties dans le cadre des assurances annulation comprises dans les contrats d'assurance voyage. L'annulation d'un déplacement pour une destination qui s'avère être un foyer d'une épidémie ne sera donc pas prise en charge par l'assureur.

Cependant si une personne est infectée par le virus pendant son voyage à l'étranger, l'assistance de son assurance voyage pourra jouer.

D'un point de vue purement littéraire, une pandémie désigne une maladie ayant impacté toute la population. Que ce soit sur le plan humain, sanitaire, ou bien sur le plan assurantiel, ce risque ne peut donc être ignoré ou minimisé.

La couverture d'un tel risque est aujourd'hui un enjeu des plus importants pour le marché de l'assurance de personnes. L'une des conséquences les plus marquantes d'une pandémie étant une forte sinistralité sur le plan santé. Cependant, s'il est important pour l'assuré de se protéger contre le fait d'être affecté par un virus pandémique, il est également primordial pour le marché de l'assurance de tarifier au mieux une telle couverture.

La pandémie de COVID-19 qui elle, ne pouvait pas être anticipée. L'objectif est d'étudier l'impact de tels événements sur la sinistralité en matière d'assurance santé et de faire une proposition sur la manière d'en tenir compte pour les années futures. Pour cela les impacts d'une crise sanitaire telle que la pandémie de COVID-19 seront analysés.

4.5 La réassurance des risques pandémiques

Les assureurs eux-mêmes doivent se prémunir contre ces risques en recourant à la réassurance ou en augmentant leurs fonds propres. Dans les cas contraires, ils risqueraient de se retrouver en difficulté financière voire d'insolvabilité si jamais un trop grand nombre d'indemnisation leur étaient demandé en même temps au titre des contrats collectifs. Pour éviter cette situation la réforme de solvabilité 2 a imposé aux compagnies d'assurance de mieux identifier, quantifier et maîtriser l'ensemble de leurs risques.

La pandémie nécessite une couverture spécifique qui ne peut être prise en charge par un traité de réassurance catastrophe classique. Pour éviter de mobiliser trop de fonds propres, les compagnies d'assurance transfèrent généralement leurs risques aux assureurs, en leur achetant notamment des couvertures de stop loss qui offre une couverture efficace et facile à gérer permettant de faire face à des scénarii couteux en fonds propres. Cette technique permet de déclencher la prise en charge d'un choc ou d'une déviation de la sinistralité par la réassurance, au-delà d'un niveau de sinistres/primes déterminé à l'avance. En d'autres termes la cédante doit commencer à perdre de l'argent pour que la réassurance intervienne.

4.6 Tarification du risque pandémie : travaux empiriques

La majorité des travaux empiriques réalisés insistent sur les modèles de propagation d'une pandémie mais peu de travaux ont explicité les conséquences de cette propagation dangereuse en matière de tarification en notre connaissance.

Toutefois nous pouvons dire que les compagnies d'assurance ont pris beaucoup de réserve pour quantifier le risque pandémique et proposer une tarification permettant la couverture de ce risque.

Afin de mettre en place un modèle de tarification efficace et prenant en compte les diverses caractéristiques d'une pandémie, il nous faut prendre en compte des composantes à la fois biologiques, mais également historiques. Or, il semble qu'une seule maladie soit capable aujourd'hui de provoquer une pandémie ayant un impact non négligeable sur l'ensemble de la population. En effet, si nous nous intéressons un tant soit peu à l'histoire moderne, les seules pandémies ayant eu des impacts forts sur la population humaine ont toutes une origine respiratoires infectieuses comme la grippe et la maladie à COVID-19.

Il existe deux catégories de modèles permettant l'étude de l'impact d'une pandémie : les modèles épidémiologiques, permettant de simuler la maladie, et les modèles actuariels qui eux reposent sur une étude de données historiques. Ces deux types de modèles, donnent la possibilité de créer un modèle de tarification reposant certes sur des données historiques, mais également calibré par des données épidémiologiques, et permettant ainsi de simuler la propagation d'une pandémie répondant à certains critères de contagiosité et de virulence. Ce modèle nous permet enfin d'aboutir à une méthodologie de tarification permettant au réassureur d'aider au mieux le marché assurantiel, c'est-à-dire en couvrant le risque de manière intelligente, sans mettre en danger l'une ou l'autre des parties.

Il semble que le risque de survenance d'une pandémie représente aujourd'hui un challenge pour l'humanité, challenge que le monde de l'assurance et plus encore de la réassurance se doit d'accompagner au mieux. Les travaux déjà entamés par les réassureurs du marché français le montre, leur présence sur ce risque, et notamment au niveau de la prévention est plus que primordiale, elle est indispensable afin de pouvoir y faire face dans les meilleures conditions, et cela passera par un travail commun entre tous les acteurs du marché.

4.6.1 Modèles compartimentaux déterministes simples

4.6.1.1 Modèle Susceptible, Infecté (SI)

Ce modèle a été développé par Hamer en 1906, c'est le modèle épidémiologique le plus simple qui suppose que chaque personne de la population ne peut avoir que deux états à savoir ; l'individu est susceptible de contracter la maladie et l'individu a été infecté par la maladie. Ce modèle se prête particulièrement bien à la modélisation de maladies pour lesquelles aucune guérison n'est envisageable, comme par exemple la tuberculose.

4.6.1.2 Modèle Susceptible, Infecté, Susceptible (SIS)

Ce modèle est une variante du modèle SI. Il permet l'ajout d'un retour vers l'état Susceptible. Il sert par exemple à modéliser des maladies comme le rhume, dont on peut guérir, puis en être à nouveau infecté, car il n'existe pas d'immunité. Pour cela, un coefficient de guérison g doit être ajouté au modèle qui permet de décrire la probabilité de guérison pour une personne infectée.

4.6.1.3 Modèle Sain, Infecté, Retiré (SIR)

Ce modèle a été établi par Kermack et McKendrick en 1927. Il est considéré comme un modèle fondamental en épidémiologie, vu sa simplicité et sa robustesse. Il a été utilisé afin d'expliquer la dynamique des épidémies de peste, comme celle de Londres en 1665 ou encore de choléra en 1865.

4.6.1.4 Modèle Sain, Exposé, Infecté, Retiré (SEIR)

Ce modèle introduit l'état 'Exposé' au modèle SIR. Il permet de modéliser des maladies à phase d'incubation longues (plusieurs jours), et se prête ainsi parfaitement à la modélisation de maladies comme la grippe ou encore le paludisme.

Ainsi, la population saine passe par plusieurs états. Une personne 'Susceptible' ne peut pas entrer directement en 'Infecté', et doit passer par le stade 'Exposé' tout d'abord. Cela amène une certaine dynamique quelque peu différente par rapport aux modèles déjà rencontrés. L'état 'Exposé' permet d'apporter plus d'incertitude quant à la contamination. En effet, une personne susceptible n'a plus seulement le risque de rencontrer une personne infectée, mais également

celui de rencontrer une personne exposée, ce qui résultera de la même façon, à savoir son passage dans la phase 'Exposé'.

Ce modèle permet, le plus, de se rapprocher du fonctionnement du virus de la grippe de même que le coronavirus 2019.

Conclusion

L'accès aux soins de santé constitue un facteur crucial de progrès et un résultat du développement humain. Au niveau microéconomique, un meilleur état de santé peut aider les individus et les ménages à sortir de la pauvreté, et accroître leurs capacités productives.

Dans la vie quotidienne, les individus sont exposés à de différents risques comme la maladie, les accidents, le chômage, les décès qui impactent aussi bien leur patrimoine que leur santé.

Ainsi, la maladie est un risque imprévisible et lorsqu'elle survient, elle a des résultats néfastes sur les individus et sur leur ménage d'origine. Ce qui rend les familles plus vulnérables à la pauvreté.

En effet, le mauvais état de santé affecte le bien-être des familles à cause de la diminution de leur capacité productive, ce qui implique la perte de revenu et par la suite une forte probabilité d'exposition à la pauvreté et à la vulnérabilité surtout pour les indigents (Tabor, 2005).

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés de l'étude de la sinistralité suite au risque pandémique en matière d'assurance santé d'un point de vue théorique. Il s'est avéré d'après l'analyse qu'il existe une forte relation entre la tarification et les caractéristiques des individus.

Toutefois, l'analyse correspondant à la tarification en présence d'une pandémie n'as pas fait l'objet de travaux empiriques explicites. Dans le chapitre suivant, nous allons mener une analyse empirique centrée sur une base de données relatives à un ensemble d'individus touché par la COVID-19 pendant les trois dernières années à savoir 2020,2021 et le premier semestre de l'année 2022.

CHAPITRE DEUX

SINISTRALITE DUE A LA COVID-19 :

ANALYSE EMPIRIQUE SUR LES DONNEES D'ASSURANCES BIAT

CHAPITRE DEUX : SINISTRALITE DU A LA COVID-19 : ANALYSE EMPIRIQUE SUR LES DONNEES D'ASSURANCES BIAT

Introduction

Le mois de décembre 2019 a marqué la révélation officielle de l'existence du Sars-CoV2. En effet selon l'Organisation Mondiale de la Santé « La maladie à coronavirus (COVID-19) est une maladie infectieuse due au virus SARS-CoV-2. » Ce virus est la source d'une maladie non maîtrisée et a très rapidement donné suite à une propagation de cette maladie dans le monde entier. En plus de cela, ce virus ayant déjà évolué depuis son apparition a connu plusieurs mutations.

Dans le monde, au 18 juin 2020, plus de 8,3 millions de personnes sont atteintes de COVID-19 et 449 695 en sont décédées. Parmi les 8,3 millions de cas 2,2 millions sont en Europe et 184 806 en sont morts.

Corrélativement, on enregistre une économie arrêtée, des personnes en réanimation, des décès, aucun pays n'échapperait aux conséquences d'une crise pandémique.

L'OMS mentionne aussi dans son site officiel que « La plupart des personnes infectées par le virus présentent une maladie respiratoire d'intensité légère à modérée et se rétablissent sans avoir besoin d'un traitement particulier. Certaines, cependant, tombent gravement malades et ont besoin de soins médicaux. Les personnes âgées et celles qui ont un problème médical sous-jacent, tel qu'une maladie cardiovasculaire, un diabète, une maladie respiratoire chronique ou un cancer, ont plus de risques de présenter une forme grave. N'importe qui, à n'importe quel âge, peut contracter la COVID-19 et tomber gravement malade ou en mourir. »

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude de l'impact de la pandémie COVID-19 sur la sinistralité dans le domaine de l'assurance maladie collective. En effet, la difficulté réside dans le fait de trouver une tarification optimale, ce qui a incité les cadres à chercher des solutions alternatives à ce problème. De ce fait, le présent mémoire s'inscrit dans le cadre de la réflexion collective sur la tarification de la pandémie COVID-19.

Plus précisément, ce mémoire a pour objectif de présenter les spécificités de la sinistralité en termes des dépenses des soins de santé dues à cette crise introduite par le coronavirus dans l'assurance maladie collective. En effet cette crise inédite et ses impacts doivent insuffler de nouvelles réflexions pour les complémentaires santé collective et leur donner l'opportunité de perfectionner l'appréciation des différents risques ainsi que de quantifier au plus précis les frais et les frais additionnelles que présenteraient une nouvelle pandémie.

A l'issu du chapitre précédent dans lequel nous avons présenté non seulement le concept de l'économie de santé mais aussi l'assurance santé dans son sens général. De plus nous avons parlé de certains travaux qui ont traité la tarification dans le domaine de l'assurance maladie par la suite nous avons énoncé une analyse conceptuelle de l'impact de la pandémie coronavirus sur l'activité des assureurs en matière de santé tout en parlant de quelques travaux empiriques plus ou moins récents qui traitent le risque pandémique.

Dans le présent chapitre, nous exposons une analyse empirique centrée autour de la sinistralité COVID-19 sur des données de la société Assurances BIAT.

Ce chapitre est subdivisé en trois sections ; Nous verrons dans un premier temps un aperçu global sur le marché de l'assurance santé aussi bien dans le monde qu'en Tunisie. Suite à cela, nous tournons notre attention vers l'historique et les indicateurs clés de la société assurances BIAT en tant qu'entreprise de parrainage. Dans une troisième section, nous devons également tenter d'analyser la sinistralité COVID-19 dans l'assurance santé collective, avant de terminer par énoncer les différentes propriétés que les assureurs doivent prendre en compte en cas de proposition d'un tarif permettant la prise en charge de la pandémie COVID-19.

Section 1 : Le marché de l'assurance santé

1.1 Importance de l'assurance santé au niveau mondial

De nos jours, face aux mutations profondes vécues par les sociétés, à titre d'exemple le vieillissement, les maladies chroniques ainsi que les maladies pandémiques, l'assurance maladie agit pour continuer à protéger chaque assuré. Elle joue un rôle moteur, au cœur du système de santé, en assurant une synergie avec tous les acteurs.

Selon Joe Kutzin, expert de l'OMS pour le financement de la santé « les systèmes d'assurance maladie peuvent favoriser les progrès vers la couverture universelle des soins de santé ». Il a convenu aussi que « l'OMS collabore avec les États Membres pour les soutenir dans leurs efforts visant à atteindre la couverture universelle ».

Même si le système de santé est considéré comme l'un des plus performants et des plus inclusifs au monde, il faut aujourd'hui qu'il fasse l'objet de profondes évolutions : Vieillesse de la population, sédentarisation, développement des maladies chroniques et pandémie, financement des innovations thérapeutiques... Les défis sont nombreux. Dans l'entreprise aussi, les enjeux de santé se transforment, avec la révolution numérique, l'émergence de nouvelles formes de travail ou la recherche d'un meilleur équilibre entre vie personnelle et vie professionnelle.

Pour continuer à offrir un haut niveau de protection, il est nécessaire d'anticiper et d'accompagner ces mutations. Ceci implique une démarche collective, mobilisant l'ensemble des acteurs et conférant à l'assurance maladie une responsabilité centrale : celle d'impulser les changements nécessaires et d'animer ce collectif.

L'Assurance Maladie protège durablement la santé de chacun – dans sa vie personnelle ou professionnelle – en agissant auprès de tous. C'est sa raison d'être. Concrètement, elle accompagne l'ensemble des assurés tout au long de leur vie, en prenant en charge leurs soins quels que soient leurs ressources, leur situation ou leur état de santé. Elle garantit ainsi un accès universel aux droits et elle permet l'accès aux soins.

Elle fait également bien plus. En fait, elle agit en amont de la maladie et de ses complications, avec une offre de prévention sans cesse enrichie. Dans le milieu professionnel aussi, elle renforce ses dispositifs pour protéger les salariés les plus exposés ou les plus fragiles.

Elle joue par ailleurs un rôle de régulateur du système de santé, cherchant en permanence à concilier la meilleure qualité des soins et le meilleur coût, à travers ses analyses, ses propositions et son action sur le terrain. Pour améliorer l'efficacité du système, elle collabore avec les professionnels et les établissements de santé, les entreprises et tous les acteurs concernés. En d'autres termes, l'assurance maladie a pour finalité de promouvoir un environnement de travail plus sûr et plus sain.

1.2 Au niveau de la Tunisie : évolution du marché

1.2.1 Le système de sécurité sociale en Tunisie

Le système de sécurité sociale en Tunisie est destiné à protéger les travailleurs et leurs familles contre les risques inhérents à la nature humaine, susceptibles d'affecter les conditions matérielles et morales de leurs existences tel que la vieillissement, l'incapacité, l'accouchement et la maladie. On distingue trois caisses de sécurité sociale CNSS, CNRPS et l'ETAT

1.2.1.1 La Caisse Nationale de Retraite et de Prévoyance Sociale (CNRPS)

La CNRPS a été créée en 1975 par la fusion de la Caisse Nationale de Retraite et de la Caisse de Prévoyance Sociale qui se partageaient le domaine de la retraite, pour la première, et celui de la couverture- maladie pour la seconde, la CNRPS jouit depuis lors de la personnalité civile et de l'autonomie financière qui ont pour corollaire la capacité juridique et l'autonomie de gestion.

En 1998, les services de la CREGT (Caisse de Retraite de l'Électricité du Gaz et du Transport) ont été transférés à la CNRPS.

La CNRPS rassemble tous les actifs, les pensionnés et ses ayants droits du secteur public.

1.2.1.2 La Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS)

La CNSS a été créée par la loi du 14 décembre 1960, c'est un établissement public doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière et rattaché au Ministère des Affaires Sociales.

C'est l'organisme qui veille à assurer la couverture sociale des employés du secteur privé au profit des salariés non agricoles et la couverture s'est étendue aux affiliés des autres régimes.

La Caisse Nationale de Sécurité Sociale est chargée de la gestion :

- Du régime des prestations familiales, (les allocations familiales et la majoration pour salaire unique, les allocations pour congé de naissance, les allocations pour congé de jeunes travailleurs).
- Du régime des assurances sociales, (indemnité de décès, capital - décès).

- Des régimes de pensions de vieillesse, d'invalidité et de survivants pour les salariés et les non-salariés ainsi que du régime de retraite complémentaire pour les salariés du secteur non agricole dont la rémunération dépasse 6 fois le salaire minimum interprofessionnel garanti (SMIG).

1.2.2 Le système d'assurance maladie

On peut regrouper le système d'assurance maladie en Tunisie en deux systèmes :

1.2.2.1 Le système de santé public

Ce système est géré par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM) pour laquelle on va donner un aperçu dans la suite de cette partie. Ce système de protection sociale concerne toute la population du secteur privé et public. Par la suite, les employeurs du secteur privé sont tenus d'affilier leurs employés à la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS) dans un délai d'un mois à compter de leur établissement. Vérifier que cela a bien été fait car l'immatriculation auprès de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie est obligatoire pour bénéficier de la couverture maladie.

1.2.2.2 Le système de santé privé

Il s'agit d'un système bien développé, aussi bien au niveau des infrastructures sanitaires que de la capacité d'accueil et du personnel de santé. Le secteur privé propose entre autres des prestations de haute qualité de chirurgie esthétique, de thermalisme et de thalassothérapie. De même, les dentistes et opticiens ne se trouvent quasiment que dans le secteur privé. Certaines prestations, toutefois, dans le système privé sont prises en charge par l'assurance maladie. En effet, les employeurs du secteur privé ainsi que certaines entreprises publiques contractent au profit de leurs employés des contrats assurances groupe pour couvrir le risque maladie, dans le cadre d'un contrat groupant plusieurs autres risques (invalidité, incapacité, décès). Ce régime s'est développé pour combler certaines insuffisances des régimes publics.

Tableau 2 : Les différences entre le système de santé public et le système de santé privé

Le système de santé public	Le système de santé privé
À but lucratif	Conforme aux objectifs commerciaux
Conçu pour couvrir un service de base	Conçu pour favoriser le choix, la flexibilité et l'efficacité
Par souci d'équité, une grande partie de la population est couverte.	Il est souvent réglementé et limité à un petit nombre.
Tarification non basée sur l'accessibilité financière.	Tarification basée sur l'expérience ou la mutualisation

Source : Réalisé par l'auteur

1.2.3 Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM)

1.2.3.1 Fonctionnement de la CNAM

La Caisse Nationale d'Assurance-maladie (CNAM) est un régime d'assurance maladie tunisien. Il est mis en place en 2004 dans le cadre de la réforme visant à unifier les régimes d'assurance maladie et des prestations sanitaires auparavant assurées par la Caisse nationale de sécurité sociale (CNSS) et la Caisse Nationale de Retraite et de Prévoyance Sociale (CNRPS), mais aussi à élargir la couverture sanitaire aux prestataires privés de soins. Cette caisse a pour mission :

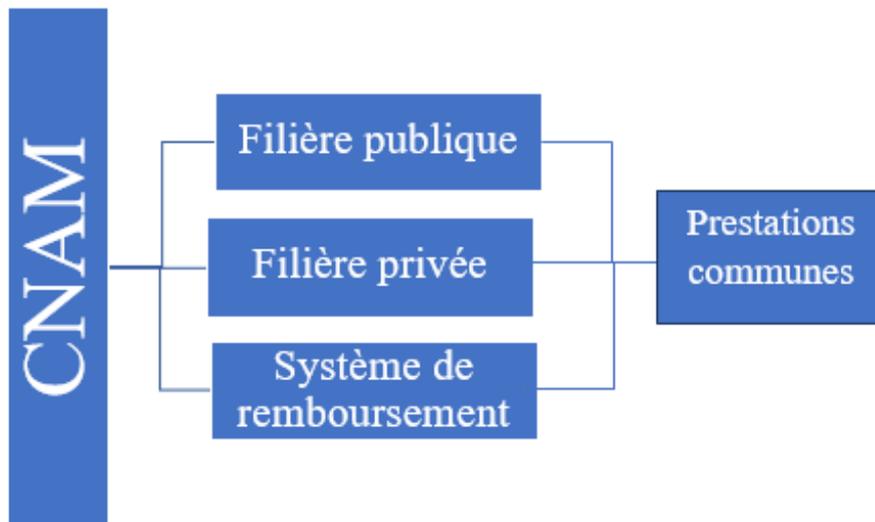
- La gestion des régimes d'assurance maladie,
- La gestion des régimes de réparation des dommages résultants des accidents du travail et des maladies professionnelles dans les secteurs public et privé,
- L'octroi des indemnités de maladie et de l'accouchement.

Une étude actuarielle et financière faite dans le cadre du projet de cette réforme a dégagée un taux de prime d'équilibre globale du nouveau système aux alentours de 6.75%¹ de la masse salariale répartie comme suit : 2,75% à la charge de l'employé et prélevés directement sur son salaire et 4% à la charge de l'employeur.

1.2.3.2 Les modes de couverture et de prise en charge

Dans le cadre du nouveau régime d'assurance maladie, tout assuré social dispose de la possibilité de choisir entre trois options de prise en charge.

Figure 1: Modalité de prise en charge des soins



Source : Réalisé par l'auteur

❖ **Filière publique :**

L'affilié bénéficie de soins nécessaires dans les structures sanitaire publiques et parapubliques ainsi que dans les polycliniques de la sécurité sociale avec paiement d'un ticket modérateur

❖ **Filière privée :**

L'affilié qui opte pour cette filière doit consulter d'abord un médecin de famille préalablement choisi qui prend en charge le patient et ce selon le mode de tiers payant. L'assuré dans ce cas n'a qu'à payer le ticket modérateur

❖ **Le système de remboursement :**

Ce système permet aux assurés et à leurs ayants droits de choisir librement le prestataire de soins conventionné aussi bien en ambulatoire qu'en hospitalisation en lui réglant directement les frais occasionnés à cet effet. Le taux de remboursement varie selon qu'il s'agit d'une maladie lourde ou maladies ordinaires.

1.3 La pandémie COVID-19 au niveau mondial et en Tunisie

1.3.1 La pandémie COVID-19 au niveau mondial

La pandémie de coronavirus a conduit multiples pays à travers le monde à prendre une série de mesures destinées à protéger la population et à faciliter l'accès aux soins.

En fonction de l'évolution de la situation épidémiologique en Suisse, à titre d'exemple, le Conseil fédéral renforce temporairement les mesures contre le coronavirus. Ceci se répercute également sur les règlements régissant l'assurance maladie et accidents obligatoire.

- Prise en charge des coûts des traitements stationnaires et ambulatoires

Durant la situation extraordinaire du 16 mars au 21 juin 2020, l'OFSP a publié des recommandations respectivement des directives temporaires sur la prise en charge des coûts de certaines prestations ambulatoires et stationnaires. Celles-ci ont été levées lorsque la situation extraordinaire a pris fin. Depuis l'automne 2020, l'OFSP réactive ou prolonge toutes ou une partie de ces recommandations ou directives en fonction de l'évolution de la situation épidémiologique et des mesures prises par le Conseil fédéral contre le coronavirus, par phases. Les fiches d'information relatives aux prestations ambulatoires à distance et stationnaires ont été valables pour la dernière fois du 20 décembre 2021 au 31 mars 2022 respectivement du 1^{er} janvier 2022 au 30 avril 2022.

- Prise en charge des analyses médicales

Depuis le 25 juin 2020, la Confédération prend en charge les coûts des analyses diagnostiques de biologie moléculaire (PCR) et des analyses immunologiques (sérologiques) des anticorps effectués en ambulatoire pour les personnes répondant aux critères de suspicion, de prélèvement d'échantillons et de déclaration de l'OFSP. Depuis le 2 novembre 2020, la Confédération prend également en charge en plus les coûts des analyses immunologiques des antigènes du SARS-CoV-2 et les tests rapides SARS-CoV-2.

Au cours des derniers mois, la stratégie de dépistage de la Confédération a été continuellement adaptée pour tenir compte de l'évolution de la pandémie de COVID-19. Le 16 février 2022, le Conseil fédéral a pris de nouvelles décisions.

1.3.2 La pandémie COVID-19 en Tunisie

Le premier trimestre de l'année 2020 a vu le déclenchement d'une crise sanitaire inédite liée à la propagation du coronavirus (COVID-19) dans le monde entier. La Tunisie est bien impliquée dans ce contexte, en effet le ralentissement de l'activité économique qui s'en est suivi, suite à des périodes de confinement et de couvre-feu, a eu un impact sur l'activité des compagnies d'assurance.

La Tunisie a mis en place à partir du deuxième trimestre de l'année 2020 un mécanisme de riposte à l'épidémie de COVID-19 dont plusieurs missions dans le contexte COVID-19 en première ligne qui concernent aussi bien le secteur de santé public que le secteur privé. Ces missions consistent en premier lieu à assurer la continuité des services de soins essentiels et courants à conduire localement la lutte contre COVID-19 et en faciliter la coordination technique. Parmi les missions aussi, le suivi et la prise en charge à domicile et la contribution à la prise en charge des personnes COVID+ présentant une forme paucisymptomatique ou mineure dans les hôpitaux de circonscription.

Pour les compagnies d'assurance, puisqu'il s'agit d'une pandémie et donc d'un risque quasiment certain, le COVID-19 était une exclusion de garantie en Tunisie mais au fur et à mesure de la propagation de ce virus, on observe des compagnies qui l'ont intégré dans le champ de couverture des contrats d'assurance.

D'ailleurs, plusieurs compagnies d'assurance se sont mobilisées pour rassurer la possibilité de voyager en étant protégé, elles ont proposé l'assistance en voyage COVID-19, il s'agit d'une prise en charge en plus des garanties de base, des frais médicaux si l'assuré attrape le coronavirus durant son séjour à l'étranger.

Il y a aussi des compagnies d'assurance qui ont opté pour des solutions alternatives afin de satisfaire les assurés comme par exemple la gestion à risque. En fait, si le solde est bénéficiaire l'assureur revient au client pour lui proposer une prise en charge.

Section 2 : Présentation de la société ASSURANCES BIAT

2.1 Historique et informations générales

2.1.1 Historique

Assurances BIAT est une société anonyme d'assurances multi branches créée en 2002. C'est le fruit d'un partenariat entre la BIAT (la plus importante banque du secteur privé en Tunisie), NATEXIS assurances et ARIG (BAHREIN).

Créée en 1997, Assurances BIAT était la filiale tunisienne d'une compagnie d'assurance Bahreïni. Depuis l'année 2002, la BIAT est entrée dans le capital de la compagnie et a marqué le démarrage de l'activité sous de nouvelles orientations après l'obtention de l'agrément par décision du Ministre des Finances en 25 décembre 2000 conformément à la loi n° 92_24 du 9 Mars 1992 portant promulgation du code des assurances.

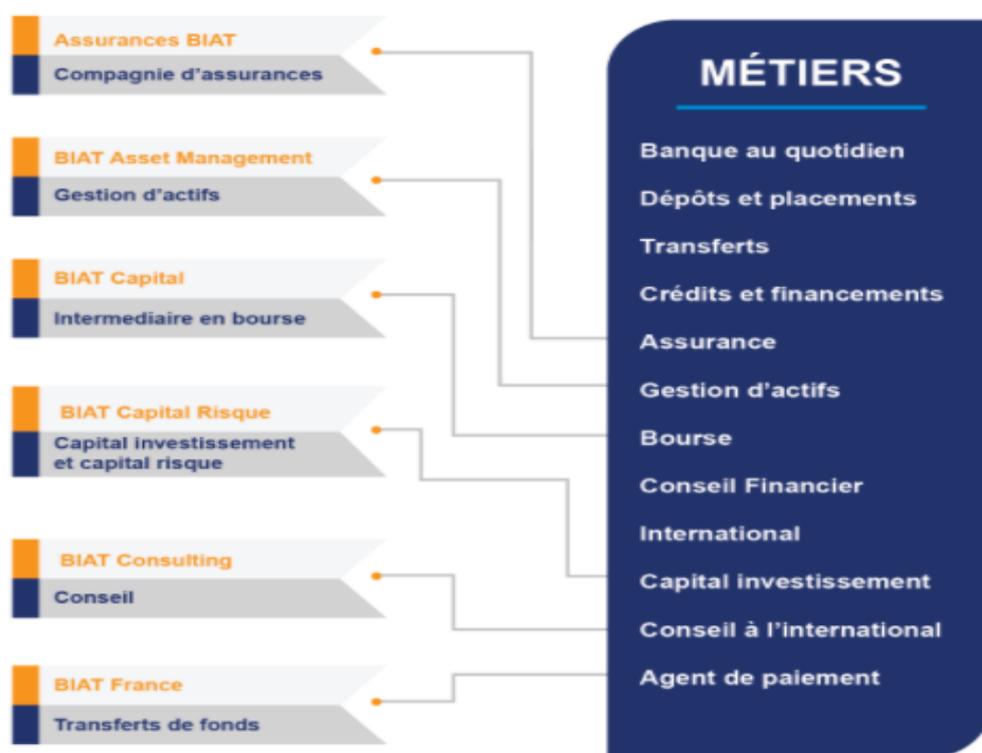
Assurances BIAT est donc, depuis 2002, filiale de la BIAT (Banque Internationale Arabe de Tunisie), première banque privée en Tunisie. La BIAT compose un groupe bancaire structuré avec ses filiales dans les domaines de l'assurance, de la gestion d'actifs, du capital-investissement, de l'intermédiation boursière ou du conseil.

L'organisation du Groupe BIAT reflète sa stratégie de diversification et offre une lecture claire de ses principaux métiers. Il bénéficie de la synergie avec sa maison mère et ses différentes filiales et développe une offre pertinente et complète pour l'ensemble de ses clientèles.

Le groupe BIAT a créé une société protectrice d'Assurances appelé : Protectrice Assurances, premier courtier indépendant en assurances sur le marché tunisien, est entré en activité en 1986. Son capital s'élève à 1,8 MD détenu directement à 46% par la BIAT.

Figure 2 : Le groupe financier BIAT

LE GROUPE FINANCIER BIAT



Source : Le site officiel de la BIAT

La société Assurances BIAT se positionne parmi les leaders de la bancassurance en Tunisie. Elle entend jouer un rôle de premier plan sur le marché de l'assurance malgré son jeune âge elle est classée au 8ème rang en 2020 dans un milieu concurrentiel avec une évolution du chiffre d'affaires de l'ordre de 5% entre 2019 et 2020 selon les rapports annuels relatifs aux années 2019 et 2020 du CGA. De plus, Assurances BIAT a remporté le label Meilleur service client de l'année 2020 du secteur des assurances.

Assurances BIAT accompagne ses clients : particuliers, professionnels et entreprises, en couvrant leurs besoins en assurances et en leur offrant des conseils tout au long de la durée du contrat.

La compagnie distribue ses produits via l'ensemble du réseau BIAT, ainsi qu'en direct grâce à son réseau de 12 agents généraux en 2021 (4 en 2019 et 7 en 2020) et par l'intermédiaire d'une vingtaine de courtiers partenaires.

Tableau 2 : Informations générales sur la société Assurances BIAT

Logo	
Dénomination	Assurances BIAT
Siège Social	Immeuble Assurances BIAT 1053 les berges du lac (lac II) – Tunis
Capital social	22 000 000 de dinars divisés en 220 000 actions de valeur nominale 100 dinars chacune entièrement libérées.
Tél.	(216) 31 300 100
Fax	(216) 71 197 810
E-Mail	general@assurancesbiat.com.tn
Site internet	www.assurancesbiat.com.tn
Forme juridique	Société anonyme faisant appel public à l'épargne
Date de constitution	11/06/1997
Durée	99 ans
Exercice social	Du 1er janvier au 31 décembre de chaque année
Régime fiscal	Droit commun
Législation applicable	Loi N° 92-24 du 9 mars 1992 portant promulgation du code des assurances
Branches exploitées	Toutes branches
Nombre d'employés	176 (en 2021)

Source : Site officiel d'Assurances BIAT

2.1.2 Mission

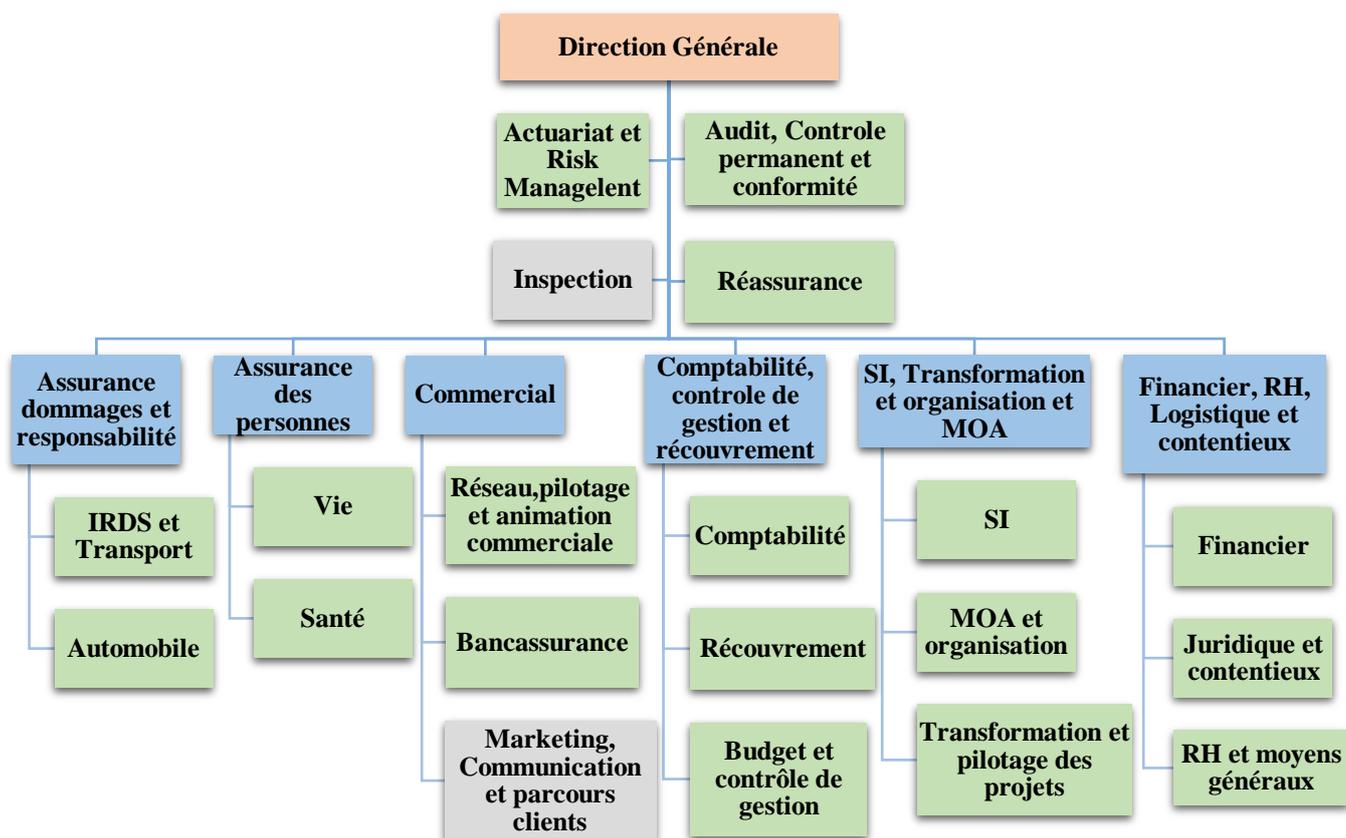
Selon son site officiel, Assurances BIAT est au service de ses clients pour les protéger contre les risques qui les menacent et leur donner confiance en l'avenir. En effet, sa mission essentielle est d'apporter à ses clients la sécurité dont ils ont besoin.

Avec ce même sentiment de sécurité et de confiance, Assurances BIAT mène toutes ces missions avec le souci d'assurer la meilleure qualité de service. Elle s'appuie pour cela sur un réseau de proximité qui couvre l'ensemble du territoire et l'engagement de multiples collaborateurs qui agissent jour après jour à l'échelle départementale, régionale et nationale.

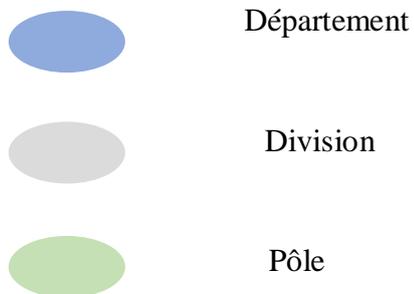
Le site officiel d'Assurances BIAT mentionne aussi qu'elle cherche à développer ses offres en matière de prévention des risques face à des maladies et des complications au niveau de la vie personnelle ou professionnelle. De plus, elle vise la délivrance constante d'une bonne qualité de service.

2.1.3 Organigramme

Figure 3 : Organigramme De la société Assurances BIAT



Source interne Assurances BIAT

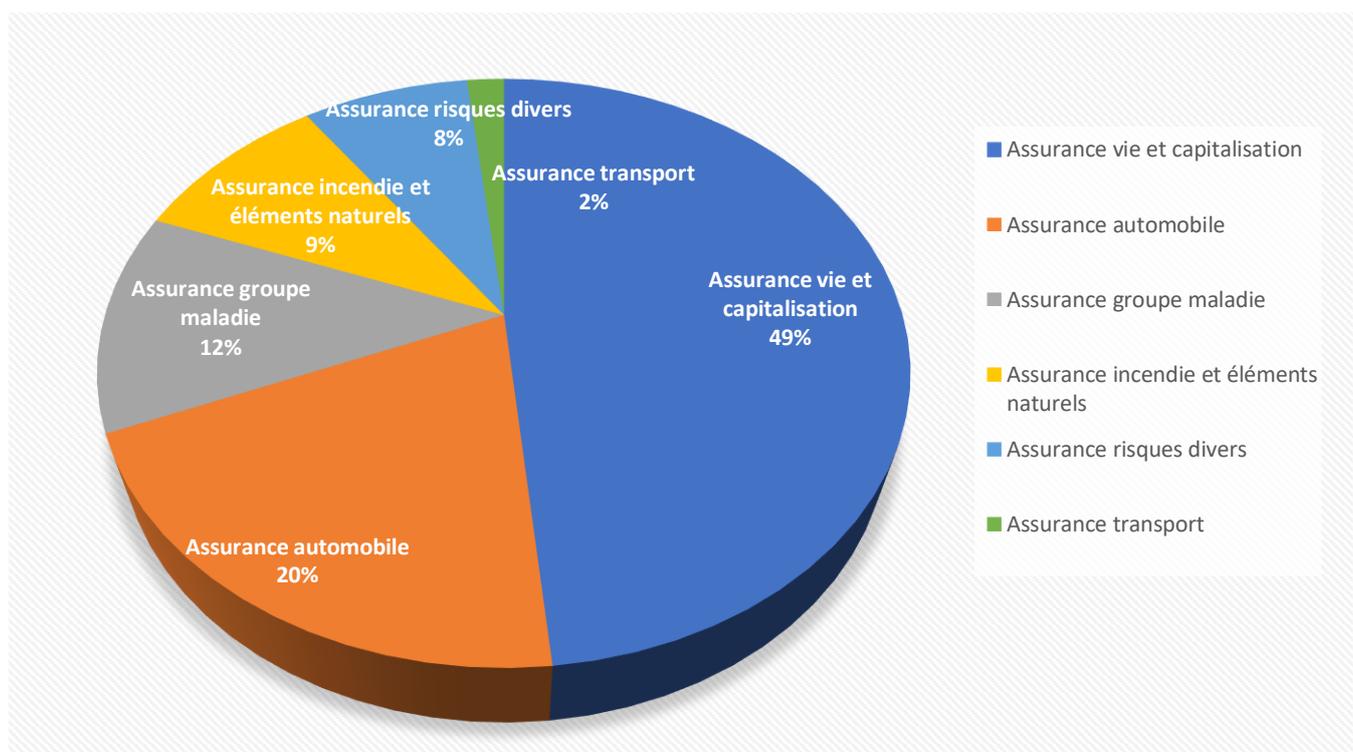


2.2 Données financières clés de la société Assurances BIAT

2.2.1 Chiffre d'affaires

Assurances BIAT a enregistré une croissance du niveau d'activité de 4.88% par rapport à 2019. En effet, le chiffre d'affaires global a atteint en 2020 127.747 millions de dinars contre 121.799 millions de dinars un an auparavant. Outre cette augmentation, assurances BIAT occupe désormais la sixième place par rapport l'ensemble des compagnies d'assurance qui composent le secteur des assurances tunisiens en 2021 et le premier rang en tant que bancassurance avec un chiffre d'affaires de 171.4 millions de dinars soit une évolution favorable de 34.2%.

Figure 4 : Répartition du chiffre d'affaires d'Assurances BIAT par branche d'activité en 2020 en %



Source : Réalisée par l'auteur à partir des données publiées par le CGA

La répartition par branche d'activité des primes émises et acceptées ressortie que la branche vie et capitalisation occupe la première position dans l'activité d'Assurances BIAT en 2020 aussi bien qu'en 2019. Cette branche représente 48.88% du portefeuille d'Assurances BIAT contre 53.42% un an auparavant. La branche automobile représente 20% du chiffre d'affaires et occupe le second rang. L'assurance groupe maladie représente 12% du chiffre d'affaires global. La branche IRDS représente 17% du portefeuille d'Assurances BIAT contre

16% un an auparavant. Alors que la branche transport ne représente que 2% du chiffre d'affaires d'Assurances BIAT aussi bien en 2020 qu'en 2019.

2.2.2 Indemnisation payées (sinistres réglés)

Les sinistres réglés par Assurances BIAT ont connu une baisse de 5.35% en 2020 passant de 69.777 millions de dinars en 2019 à 66.047 millions de dinars en 2020. En fait cette baisse au niveau des sinistres réglés provient de la baisse du montant des indemnisations réglées au niveau de la branche automobile, IRDS et transport, ce qui montre que Assurances BIAT a profité de la meilleure façon des restrictions prises par le gouvernement pour atténuer la propagation de la COVID-19 en Tunisie à savoir l'arrêt total ou partiel de plusieurs activités et le confinement générale. En revanche, les sinistres payés ont atteint 77.359 en 2021 et cela peut être expliqué par la hausse, principalement, de la sinistralité de la catégorie prévoyance et celle de la catégorie santé.

2.2.3 Autres indicateurs clés

Tableau 3: Principaux indicateurs d'activité de la compagnie de 2019 2020 et 2021

Année	2019	2020	2021
Chiffre d'affaires	121,8	127,7	171,4
Sinistres payés	69,777	66,047	77,359
Provisions techniques	336,378	365,628	239,197
Résultat technique	16,783	19,448	19,095

Source : CGA

2.2.4 Indicateurs clés par rapport à l'assurance groupe maladie

Tableau 4 : Principaux indicateurs d'activité de la compagnie pour la catégorie assurance santé collective de 2019 et 2020

Année	2019	2020
Chiffre d'affaires	13,964	15,531
Sinistres payés	11,087	13,859
Provisions technique	3,014	3,089
Charges techniques	4,098	4,02
Résultat technique	-1,428	-1,671
Primes cédées	1,145	0,742
Taux de cession	8,20%	4,80%

Source : CGA

2.3 Assurances BIAT et COVID-19

Le ralentissement de l'activité économique a impacté négativement l'activité commerciale non vie d'Assurances BIAT, surtout pendant la période de confinement pendant laquelle les agences d'assurance n'ont pas été autorisées à ouvrir au public, mais les conséquences de la crise économique ont été également ressenties après le confinement, surtout auprès de la clientèle opérant dans le secteur touristique (hôtels, agences de voyage ou de location de voiture, ...) ou ayant des activités fortement liées à des opérations d'importation et d'exportation.

Cependant, concernant la sinistralité, Assurances BIAT n'a pas connu de sinistres pics en 2020, et le ralentissement de l'activité économique a plutôt eu des impacts positifs sur la sinistralité observée, notamment au niveau de la fréquence des sinistres automobile.

Grâce à sa politique de souscription prudente, à la politique de surveillance de portefeuille mise en place depuis quelques années, et à l'évolution de son chiffre d'affaires non vie de près de 10%, le résultat technique non vie d'Assurances BIAT confirme sa nette amélioration en 2020.

Quant à l'activité Vie, basée essentiellement sur l'activité de bancassurance, l'année 2020 a vu une reprise de l'activité prévoyance qui avait connu une baisse en 2019 suite au ralentissement de l'activité d'octroi de crédits. L'impact de la crise a cependant été ressenti au niveau de la collecte d'épargne, qui a baissé par rapport à l'année 2019, mais le taux de sortie s'améliore et le niveau de l'épargne constituée continue à évoluer positivement.

Pendant l'exercice 2021, assurances BIAT a connu la poursuite de la crise sanitaire liée au COVID-19. En effet, cette pandémie a eu pour principales conséquences, outre les impacts économiques, une augmentation des cas de décès, d'où l'effet de cette pandémie a touché principalement la branche prévoyance avec une fréquence de sinistres élevée, de plus assurances BIAT a enregistré une augmentation de la charge sinistre pour la branche santé et un effet moins important sur la sinistralité des autres branches non vie et notamment l'automobile avec une baisse du ratio S/P. Il faut rappeler à ce niveau que la baisse de la sinistralité automobile est induite par les mesures prises par l'état Tunisien durant les différentes vagues de propagation du virus entre autres l'interdiction de la circulation des véhicules inter régions, le confinement et le couvre-feu...

Section 3 : Analyse empirique

3.1 Objectif de l'analyse et méthodologie

La crise sanitaire liée au COVID-19 a fait agiter les acteurs de l'assurance santé. En effet, la consommation d'actes de santé pendant les années 2020, 2021 ainsi que le premier semestre de 2022 dans beaucoup de pays (à savoir la France) s'est sensiblement écartée des tendances observées durant les années précédentes à cause de la pandémie COVID-19 au point de remettre en cause les modèles de tarification traditionnels. En fait, assurer c'est transférer des risques, mais qu'en est-il du transfert de risque de pandémie ? A ce propos, nous estimons qu'il existe un lien de cause à effet entre les dépenses des soins de santé et la situation en termes de pandémie. Cependant, les contrats d'assurance santé excluent l'événement pandémique, ce qui a enregistré plusieurs sinistres importants qui n'ont pas été remboursés même si d'autres ont été partiellement remboursés.

Il s'agit, en effet, des déclarations de sinistres se rapportant à l'assurance santé dont le fait générateur de ces sinistres déclarés est le COVID-19. Ces demandes de remboursement qui

ont été effectuée durant la période de COVID-19 n'ont pas été remboursée ou ont été partiellement remboursé.

De ce fait, à travers l'analyse de la sinistralité COVID-19, nous cherchons à dévoiler les caractéristiques statistiques d'un telle sinistralité dû à un risque émergent dans le domaine de l'assurance santé collective afin de donner les éléments de base pour une future réflexion dont le but est de concevoir une extension de garantie pour permettre la prise en charge du risque pandémique.

Dans le présent travail, nous visons les deux objectifs suivants :

- **Analyser la sinistralité COVID-19 dans le domaine de l'assurance santé collective en Tunisie sur des données récoltées auprès de la base de données de la société Assurances BIAT.**
- **Identifier les déterminants des montant dépensés dont la prise en considération est primordiale au niveau d'une future tarification éventuelle visant à intervenir pour indemniser les assurés en cas de pandémie.**

La difficulté réside dans le fait qu'actuellement le risque COVID-19 est une exclusion de garantie dans les contrats d'assurance santé. Pour cela, Nous allons exploiter des informations qui sont disponibles et qui concernent des individus (adhérents) qui ont déposé des demandes de remboursement sur des rubrique bien particulières (hospitalisation, visite et consultation chez un généraliste ou un spécialiste...) s'agissant des cas d'atteinte par COVID-19.

Notre travail est centré d'avantage sur l'analyse statistique des données de sinistralité à l'instar de ce qu'on trouve dans les études telles que celle de Denuit & Charpentier II (2009) pour mettre en évidence les propriétés spécifiques essentiellement de la distribution des dépenses.

Certaines de propriétés statistiques sont à l'origine de la difficulté pour les assureurs de calculer la prime pure. Cette dernière est considérée comme un élément indispensable et primordial pour le calcul de la prime commerciale car c'est le prix du risque auquel l'assuré est exposé.

Dans le présent mémoire nous adaptons l'approche de Denuit & Charpentier II (2009) où les auteurs considèrent que la prime pure, qui est généralement la moyenne empirique dans la classe considérée. Toutefois, il convient de préciser que cette méthode conventionnelle est très sensible aux cas des sinistres extrêmes. De ce fait, il ne s'agit plus d'un cadre classique de tarification comme nous allons essayer de le prouver.

3.2 Présentation de la base de données

3.2.1 Base de données brutes

L'analyse empirique est réalisée sur des données extraites de la base de données de la société Assurances BIAT. En effet, nous avons obtenu la base de données qui contient les cas de remboursement total, partiel ainsi que les cas de non remboursement relatifs aux demandes de remboursement des sinistres santé dont le fait générateur est le COVID-19.

En plus nous avons réussi à obtenir quelques documents scannés portant sur l'historique de remboursement des clients de la banque BIAT que nous avons procédé par la suite à saisir sur Excel.

Nous avons effectué plus tard des traitements dans le but d'extraire la base de données que nous allons analyser. En fait, notre but consiste à avoir une base des données qui soit la plus fiable possible.

Les données disponibles et leurs caractéristiques sont exposées dans le tableau 5. Le nombre d'observations s'élève à $n= 404$ observations relatives à des déclarations des individus suite à leurs atteintes par COVID-19 durant les années 2020, 2021 ainsi que durant le premier semestre de l'année 2022.

Le tableau 5 résume l'ensemble des variables que nous avons pris en considération dans notre analyse ainsi que leurs codes, caractéristiques et les raisons pour lesquelles ces variables ont été adoptés dans l'étude.

Tableau 5 : Les caractéristiques des variables prise en compte dans l'analyse

Variables	Code	Caractéristiques/modalités	Justificatif
Age	AGE	En nombre d'années révolus	Le COVID-19 semble affecter les personnes les plus âgées
Genre	G_H	Masculin ou féminin	Les hommes et les femmes sont à priori exposés au même niveau de risque
Acte médical	D_RUB	Il s'agit de 15 rubriques que nous avons réduites à 11 pour la raison que nous présenterons dans ce qui suit	Détecter la rubrique la plus touchée en cas d'atteinte par le COVID-19 et interpréter le lien entre dépense et rubrique
Montant dépensé	DEP	C'est le montant dépensé qui est supérieur strictement à 300 dinars (en TND)	L'assuré déclare ce montant de dépense qui est supposé être important en termes d'atteinte par la maladie à COVID-19
Montant remboursé	REMB	C'est le montant remboursé qui peut être soit nul soit positif (en TND)	L'assureur est supposé remboursé un montant permettant la prise en charge des soins de santé effectué par l'assuré

Source : Réalisé par l'auteur

Les actes médicaux sont représentés par les rubriques dont les nomenclatures sont présentées dans le tableau 6

Tableau 6 : Les nomenclatures des rubriques

Code des rubriques	Désignations de la nomenclature
r_1	Analyse
r_2	PCR COVID-19
r_3	Hospitalisation
r_4	Gaz médicaux
r_5	Radiographie Electro-Physio
r_6	Consultation généraliste
r_7	Pharmacie
r_8	Consultation spécialiste
r_9	Traitement spécial
r_10	Frais funéraires
r_11	Actes médicaux courants
r_12	Actes de kinésithérapie
r_13	Produits non remboursables
r_14	Réanimation
r_15	Visite généraliste

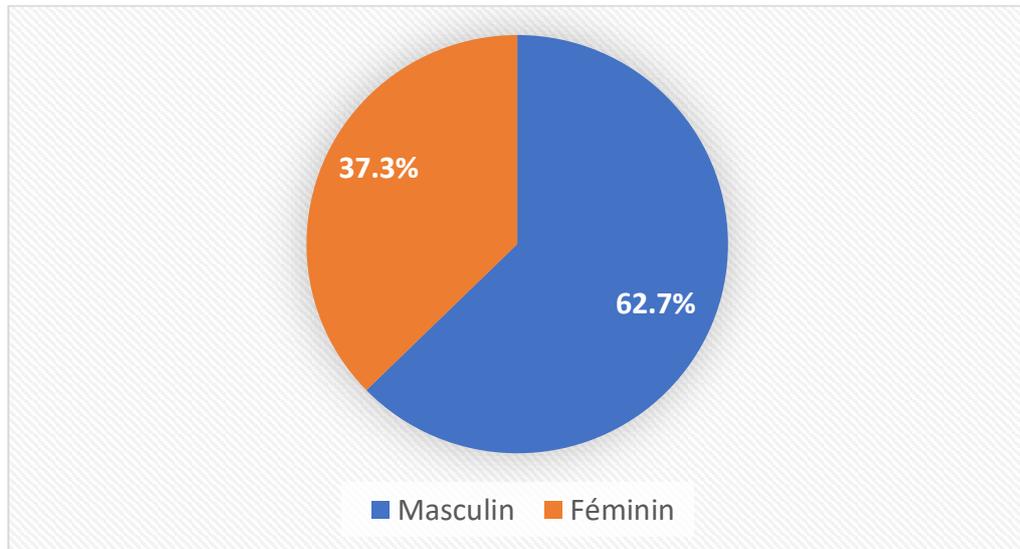
Source : Réalisé par l'auteur

3.2.2 Extraction de l'échantillon et répartition des observations selon les variables

A partir de la base de données que nous avons défini ci-dessus, nous avons constaté que la variable 'montant dépensé' englobe beaucoup de valeur inférieure à 300 dinars, ce qui correspond à des simples actes médicaux entre autres des tests PCR COVID-19 (r_2), des simples consultations ou visite de généraliste (r_6 et r_16), ou à des simples actes médicaux courants (r_11). Etant donnée que notre objectif concerne l'étude des grosses dépenses de santé dues à la pandémie COVID-19, nous avons écarté les observations dont le montant de dépense est inférieur à 300 dinars.

En écartant ces valeurs, nous nous sommes focalisés sur les observations dont le montant des dépenses est supérieur ou égale à 300 dinars. En fait ce dernier est jugé le montant minimal pour le traitement d'une base de données COVID-19. Nous avons obtenu n=126 observations. Ces observations sont réparties selon les variables comme le montre les figures 5,6 et 7

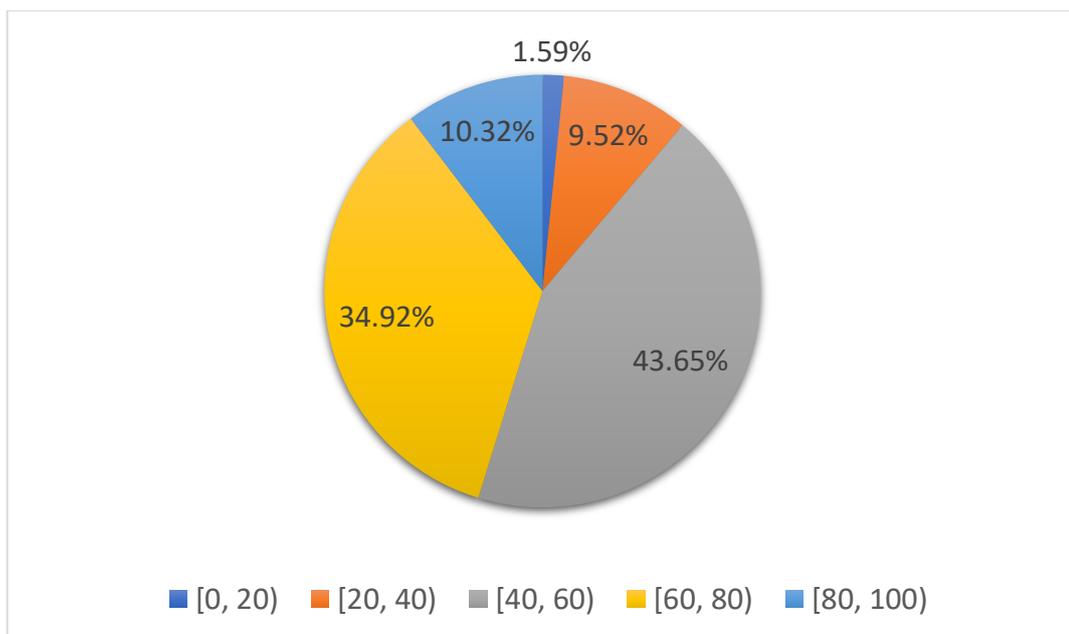
Figure 5 : Répartition de l'échantillon observé selon le genre



Source : Réalisé par l'auteur sous Excel

La figure 5 présente la répartition de l'échantillon observé selon le genre des assurés. En effet, l'échantillon est composé majoritairement des hommes qui représentent 62.7% du total de l'échantillon alors que les femmes ne présentent que 37.3% de l'échantillon sur lequel nous allons entamer notre analyse.

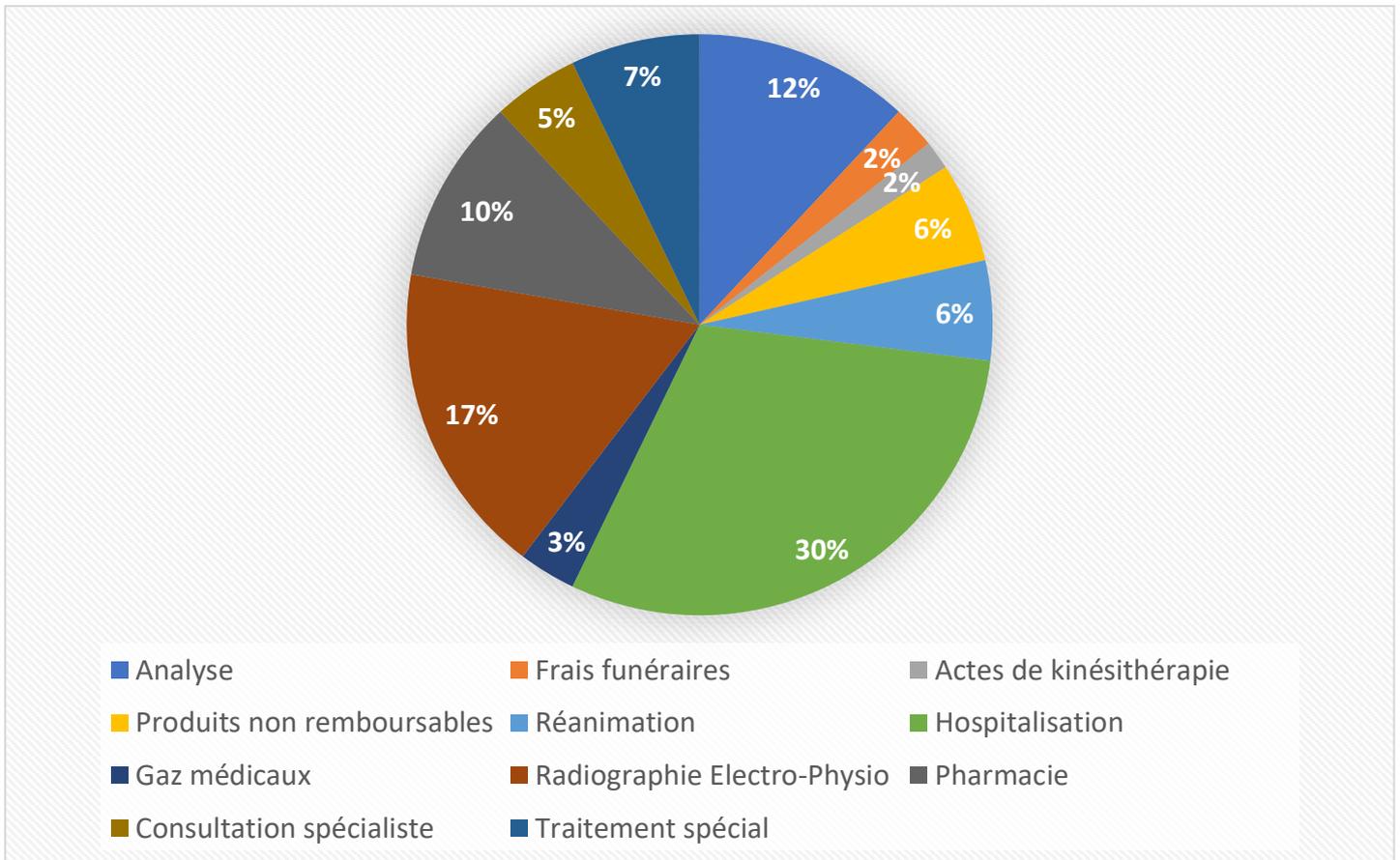
Figure 6 : Répartition de l'échantillon observé selon la tranche d'âge



Source : Réalisé par l'auteur sous Excel

La figure 6 illustre que notre échantillon se compose principalement d'adultes d'âge moyen entre 40 et 60 ans ainsi que des seniors qui occupent le deuxième rang dans la composition de l'échantillon observé. Aussi nous trouvons dans la troisième position les assurés âgés avec un pourcentage de 10.32% du total de l'échantillon observé.

Figure 7 : Répartition de l'échantillon observé selon les actes médicaux



Source : Réalisé par l'auteur sous Excel

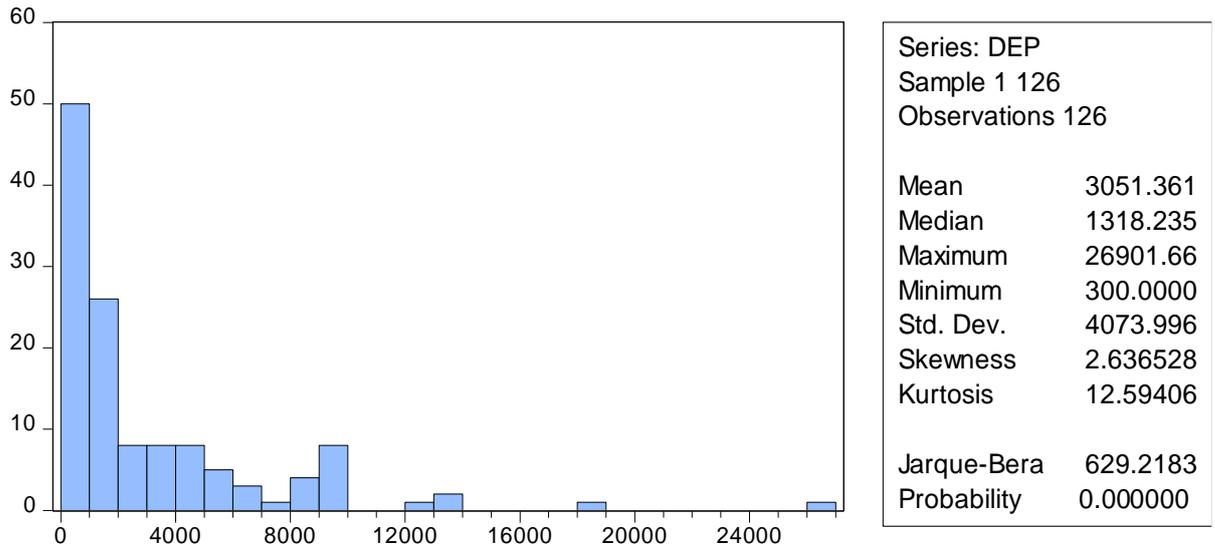
La figure 7 présente la répartition de l'échantillon observé selon les actes médicaux consommés par les assurés pris en considération. Selon ce graphique, nous remarquons que la catégorie hospitalisation occupe la première position c'est-à-dire c'est la plus utilisée pour le cas de notre échantillon d'observation. Après, nous trouvons l'acte médical radiographie Electro-Physio qui représente 17% de la consommation totale de l'échantillon observé.

3.3 Analyse statistique univariée

Analyse de la variable 'montant dépensé'

Pour 126 personnes atteints par le COVID-19 et qui ont déclaré auprès de la société Assurances BIAT et suite aux divers traitement nous avons obtenu les résultats suivants :

Figure 8 : Distribution et caractéristiques statistiques de la variable "montant dépensé"



Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

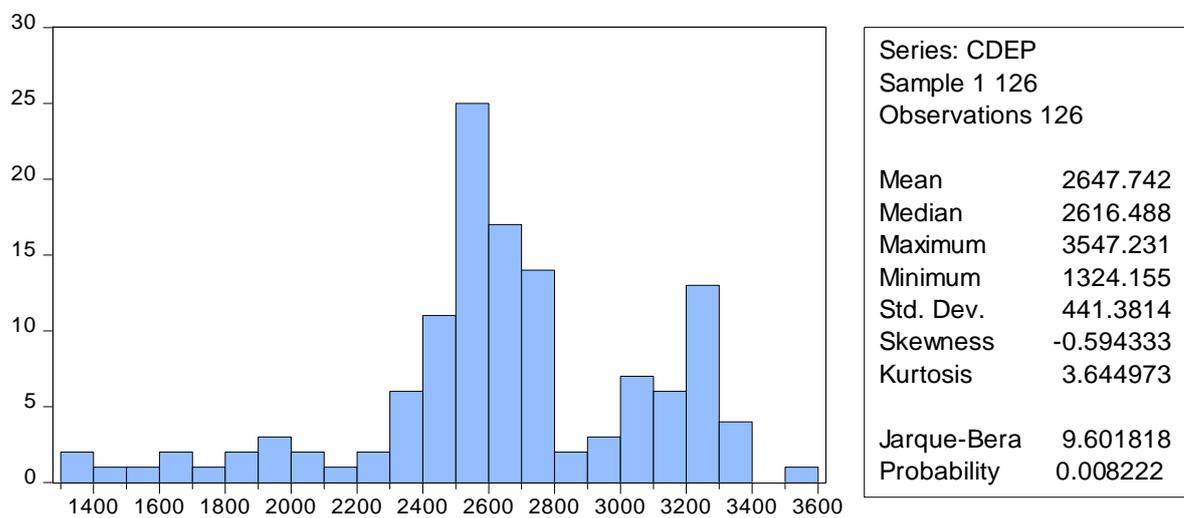
Nous commençons tout d'abord par une analyse de la distribution statistiques des montants des dépenses. En effet, selon l'histogramme et les statistiques descriptives obtenus par le logiciel eviews10, nous remarquons, d'une part, que les dépenses de santé dues au COVID-19 ont atteint en moyenne 3051,361 dinars, ce qui n'est pas à la portée du pouvoir d'achat de la majorité des tunisiens. De plus, 50% de dépenses des soins de santé dues au COVID-19 s'élevaient à plus de 1318,235 dinars, en outre le montant maximum des dépenses atteint 26901,66 dinars. D'où, nous pouvons attribuer, à priori, le caractère grave et coûteux d'un tel risque pandémique en matière d'assurance santé.

D'autre part, en interprétant les paramètres de forme à savoir le coefficient d'asymétrie (Skewness) et celui d'aplatissement (Kurtosis), nous remarquons que le Skewness est différent de 0 et est positif (2,637) ce qui indique une distribution décalée à gauche de la médiane avec une queue de distribution étalée vers la droite. Il s'agit d'une distribution positivement

asymétrique. Autrement dit les valeurs supérieures à la moyenne ont plus de chance d'apparaître que celles inférieures à la moyenne.

Passons à l'interprétation du Kurtosis qui est une mesure d'aplatissement, il est de l'ordre de 12.594. Il s'agit d'une valeur très élevée par référence à celle de la loi normale (Kurtosis=3) ce qui montre que la distribution est plutôt pointue à sa moyenne, avec des queues de distribution épaisses. De ce fait, nous pouvons affirmer que la distribution des montants des dépenses est plus aplatie qu'une distribution normale ce qui donne une idée sur la dispersion des valeurs extrême par rapport à la loi normale.

Figure 9 : Distribution et caractéristiques statistiques de la moyenne de la variable "montant dépensé"



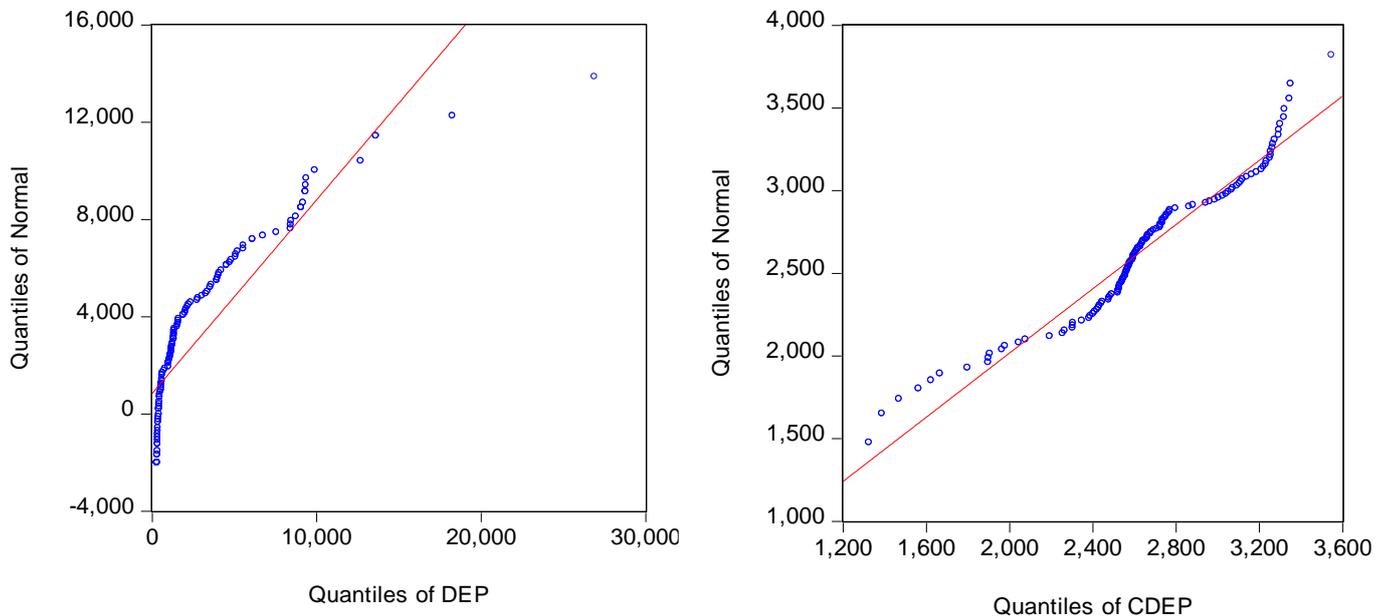
Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

Outre la distribution de la variable 'montant dépensé', nous avons réussi à avoir la distribution des moyennes des dépenses en matière de COVID-19 grâce au code `cdep = cumuldep@mean(dep)`. Nous avons déduit que non seulement la distribution des dépenses n'est pas gaussienne mais celle des moyennes des dépenses n'est pas normale non plus (figure 9). Ainsi, de même cette distribution ne vérifie pas les caractéristiques statistiques de la loi normale ce qui rend impossible d'appliquer le principe de mutualisation des risques dans ce cas pour les assureurs.

Selon le test de normalité de Jarque-Bera, pour les deux distributions celle des montants de dépense et celle de la moyenne des montants dépensés, nous rejetons l'hypothèse nulle de

normalité car la p-value de ce test est inférieur à 5% et nous concluons que ces deux distributions sont non gaussiennes.

Figure 10 : QQ-Plot de la variable montant dépensé et celle de la moyenne



Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

La figure 10 présente les diagrammes Quantile-Quantile ou diagrammes Q-Q ou *Q-Q plot* de la moyenne et des montants dépensés. Pour ces graphiques, les points projetés présentent la distribution empirique de la moyenne alors que la droite présente la distribution théorique qui est celle de la loi normale. Ce graphique prouve bien nos propos en ce qui concerne la non normalité de la distribution en question. D'une part, il est bien évident que la distribution est étalée à gauche car si nous examinons le diagramme de probabilité, il est clair que les points ne suivent pas la droite de distribution ajustée. En fait, les points projetés sont asymétriques, ils forment une ligne courbe et ne tendent pas à suivre étroitement la ligne droite.

Autres tests de normalité

L'utilité des tests de normalité ou plutôt, comme l'indique K. Pearson, des "tests de non normalité", c'est que ces derniers permettent éventuellement de juger que la population échantillonnée est une population normalement distribuée. De nombreux tests ont été proposés dont l'hypothèse nulle (H_0) est que la distribution est gaussienne alors que l'hypothèse

alternative (H1) est que La distribution est non gaussienne. Si la p-value des tests est inférieur à 5%, on rejette H0 et nous concluons que la distribution est non gaussienne.

Tableau 7 : tests de normalité de la distribution de la variable dépense et celle de l'échantillonnage de la moyenne

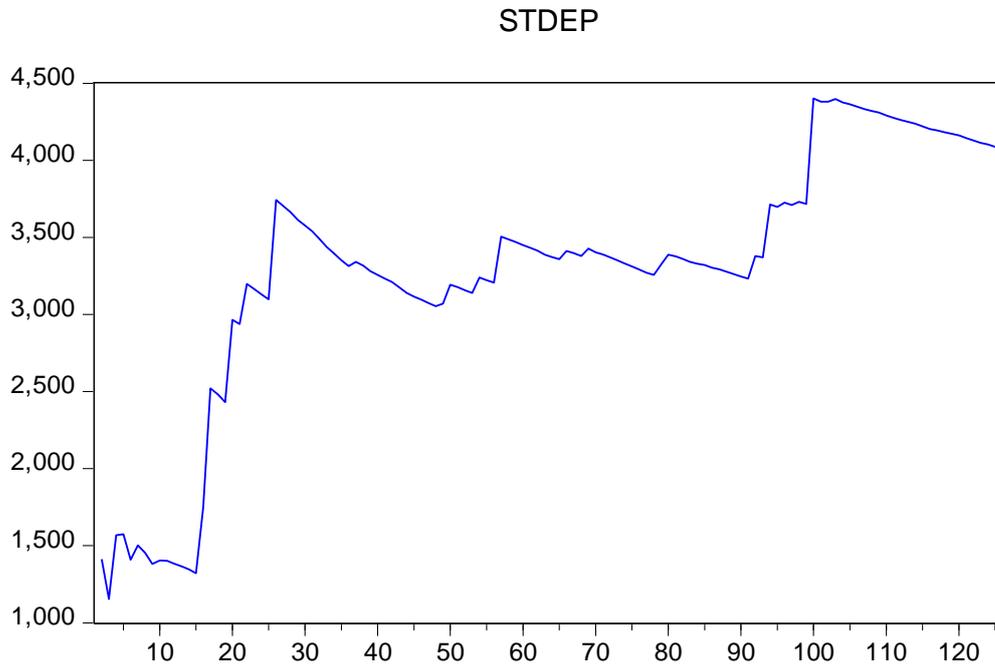
METHODE	P-VALUE (DEP)	P-VALUE (CDEP)
Lilliefors (D)	0.0000	0.0002
Cramer-von Mises (W2)	0.0000	0.0000
Watson (U2)	0.0000	0.0000
Anderson-Darling (A2)	0.0000	0.0000

Source : Réalisé par l'auteur à partir des résultats obtenus par Eviews10

Selon les quatre tests de normalité de Lilliefors, Cramer-von Mises, Watson et Anderson-Darling, nous rejetons l'hypothèse nulle H0 de normalité car les p-value pour les deux distributions sont inférieurs à 5% ce qui prouve d'avantage que les deux distributions ne sont pas gaussiennes et donc il y a une contradiction avec caractéristiques statistiques de la loi normale souvent exigés par les règles de la tarification.

D'après ce qui précède, nous pouvons conclure que la variable 'montant dépensé' ne s'aligne pas avec les caractéristiques statistiques de la loi normale ce qui signifie que le risque pandémique présente une situation anormale et contradictoire avec la situation classique et habituelle. De plus, il s'agit d'un risque non indépendant ce qui est contradictoire aussi avec le principe de la loi faible des grands nombres qui suppose que parmi l'échantillon de valeurs possibles, ceux dont la moyenne s'éloigne de la probabilité sont rares. Donc ce risque a tendance à provoquer des sinistres avec des montants de dépense énormes, donc il y a absence de jeux de compensation entre l'ensemble des assurés, en fait il n'y a pas de point de repère d'une telle distribution de dépense. Avec de telles grandeurs, il est bien envisageable de trouver des dépenses extrêmes, ce qui rend difficile le calcul de la prime.

Figure 11 : Distribution de l'échantillonnage de la variance de la variable "montant dépensé"

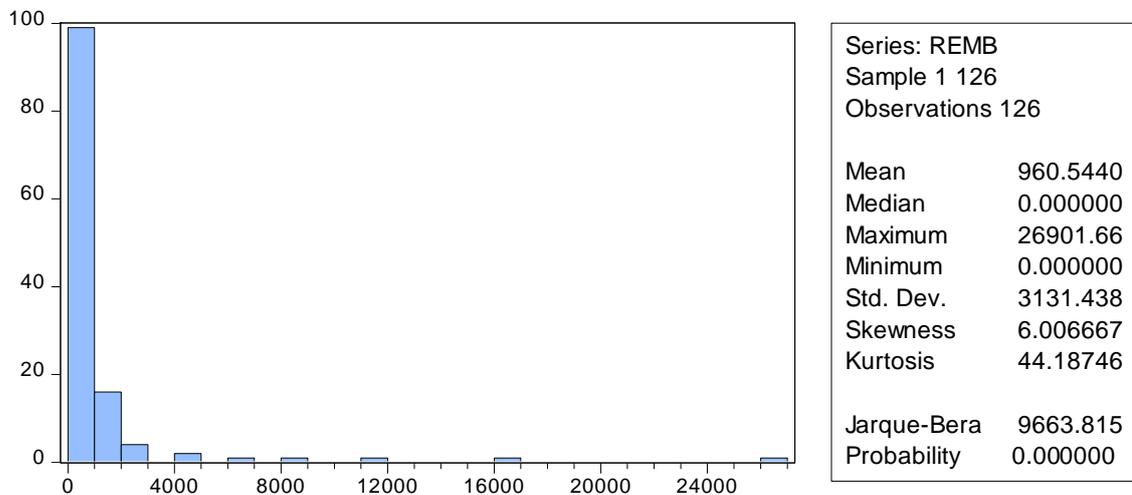


Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

Par ailleurs la distribution d'échantillonnage de l'écart type des montants dépensés (figure 11) montre que la variance de la distribution est instable et atteint des niveaux élevés ce qui donne une idée sur la dispersion des valeurs de cette distribution. En effet, plus l'écart-type est grand, plus la dispersion des valeurs est grande ce qui contribue à l'instabilité des grandeurs observées.

Analyse de la variable 'montant remboursé'

Figure 12 : Distribution et caractéristiques statistiques de la variable "montant remboursé"



Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

A l'issue de la variable 'montant dépensé', nous avons jeté la lumière sur la variable 'montant remboursé'.

La variable 'montant remboursé' présente, à travers son histogramme et les statistiques descriptives, un coefficient d'asymétrie (Skewness) ainsi qu'un coefficient d'aplatissement (Kurtosis) très élevés ce qui prouve que les montants remboursés sont très dispersés et peuvent atteindre des niveaux extrêmes.

3.4 Analyse économétrique

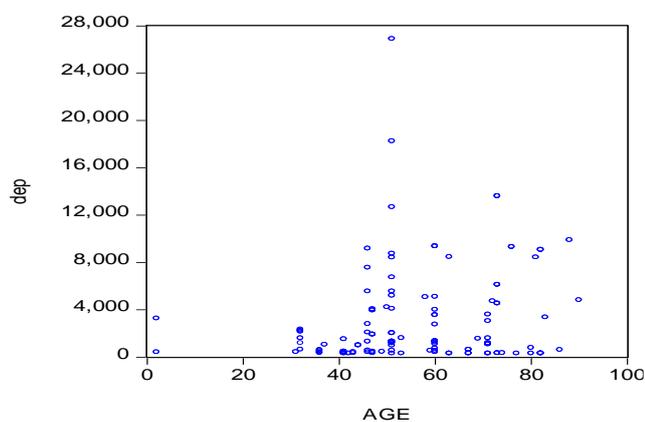
Après avoir détecté les propriétés statistiques spécifiques des dépenses de soin da santé dues au COVID-19, nous sommes passés à l'étude de la relation entre cette variable dépendante et les différents déterminants. Cette étude a pour finalité de détecter, au mieux possible, les facteurs déterminants permettant de traduire les montants dépensés en cas d'atteinte par le COVID-19.

3.4.1 Analyse bivariée

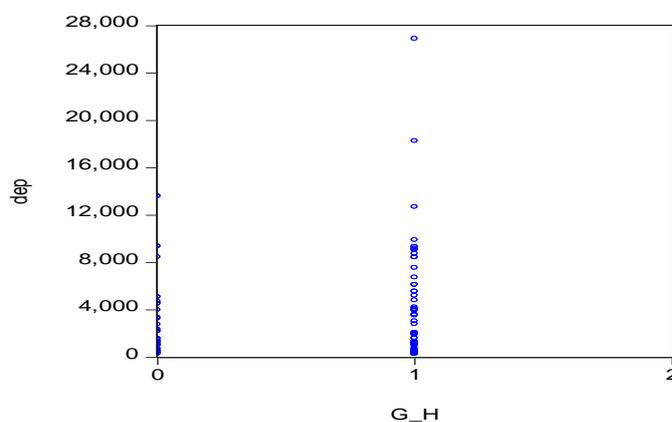
La figure 13 présente deux graphiques présentant les nuages des points d'une part de la variable dépense et l'âge des individus atteint par le COVID-19 et d'autre part de la variable dépense en fonction du genre des individus atteint par le COVID-19.

Figure 13 : Dépenses liées au COVID-19 en fonction de l'âge et en fonction du genre

Dépenses liées au COVID-19 en fonction de l'âge



Dépenses liées au COVID-19 en fonction du genre



Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

Nous remarquons que les relations entre la variable 'montant dépensé' et la variable 'âge' ainsi qu'entre la variable 'montant dépensé' et 'genre' (G_H) ne sont pas linéaires dans le sens où on ne l'a pas un nuage longitudinal. Ceci signifie que ces deux variables chacune, prise séparément, n'a aucun pouvoir explicatif des montants dépensés suite à une atteinte par le COVID-19. Cela est bien prouvé par les sorties de eviews10 que nous exposons en annexe (ANNEXE B, Modèles bivariés).

3.4.2 Analyse multivariée

Nous avons commencé notre analyse multivariée par mettre la variable 'montant dépensé' en fonction de toutes les variables prises en considération dans notre étude à savoir les rubriques médicales, l'âge et le genre. La régression linéaire multiple du modèle (M1) est donnée par l'équation suivante :

$$\text{DEP} = -4901.16 + 2858.16 R_1 + 5718.57 R_3 + 5718.57 R_4 + 1598.83 R_5 + 3505.13 R_7 + 3846.89 R_8 + 9582.62 R_9 + 1975.6 R_{12} + 5534.42 R_{13} + 7905.24 R_{14} + 52.4061 \text{ AGE} + 938.794 \text{ G_H} + \varepsilon$$

Tableau 8 : Régression linéaire multiple du Modèle 1 (M1)

Dependent Variable: DEP
 Method: Least Squares
 Date: 10/20/22 Time: 12:01
 Sample: 1 126
 Included observations: 126

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
R_1	2858.161	2269.542	1.259356	0.2105
R_3	5718.578	2092.620	2.732736	0.0073
R_4	2253.906	2608.101	0.864194	0.3893
R_5	1598.834	2148.685	0.744099	0.4584
R_7	3505.139	2278.815	1.538141	0.1268
R_8	3846.896	2495.797	1.541350	0.1260
R_9	9582.628	2355.234	4.068651	0.0001
R_12	1975.670	3176.638	0.621937	0.5352
R_13	5534.421	2425.953	2.281339	0.0244
R_14	7905.249	2444.642	3.233704	0.0016
AGE	52.40618	20.70902	2.530597	0.0128
G_H	938.7942	654.2412	1.434936	0.1541
C	-4901.163	2617.272	-1.872623	0.0637
R-squared	0.370673	Mean dependent var		3051.361
Adjusted R-squared	0.303842	S.D. dependent var		4073.996
S.E. of regression	3399.183	Akaike info criterion		19.19791
Sum squared resid	1.31E+09	Schwarz criterion		19.49055
Log likelihood	-1196.469	Hannan-Quinn criter.		19.31680
F-statistic	5.546412	Durbin-Watson stat		1.916392
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

Nous avons constaté que, le pouvoir explicatif du modèle est faible, puisqu'il est de l'ordre de 37%. De ce fait, nous pouvons retenir que ces variables ne permettent pas de bien expliquer le montant des dépenses.

En plus de cela, bien qu'il y ait des variables significatives (prob<5%) il y a d'autres qui ne le sont pas donc nous devons revoir le modèle car notre but est de détecter les vrais déterminants des dépenses de soin de santé du au COVID-19.

Nous avons passé par la suite à une autre modélisation multivariée de la variable montant dépensé. Nous avons ajouté comme variables explicatives le montant remboursé en plus des variables prises dans le premier modèle (tableau 7). La régression linéaire multiple du modèle (M2) est donnée par l'équation suivante :

$$\text{DEP} = -4901.16 + 1960.58 R_1 + 5450.36 R_3 + 1915.77 R_4 + 1341.34 R_5 + 1657.82 R_7 + 2623.42 R_8 + 1813.97 R_9 + 1784.32 R_{12} + 5264.20 R_{13} + 5557.06 R_{14} + 51.592 \text{AGE} + 125.64 \text{G}_H + 1.0131 \text{REMB} + \varepsilon'$$

Tableau 9 : Régression linéaire multiple du Modèle 2 (M2)

Dependent Variable: DEP
Method: Least Squares
Date: 10/20/22 Time: 12:10
Sample: 1 126
Included observations: 126

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AGE	51.59286	13.24497	3.895280	0.0002
G_H	125.6466	423.2144	0.296886	0.7671
R_1	1960.582	1453.214	1.349136	0.1800
R_3	5450.365	1338.535	4.071887	0.0001
R_4	1915.772	1668.265	1.148362	0.2533
R_5	1341.343	1374.376	0.975965	0.3312
R_7	1657.829	1464.566	1.131960	0.2601
R_8	2623.425	1599.083	1.640581	0.1037
R_9	1813.978	1623.721	1.117174	0.2663
R_12	1784.326	2031.729	0.878230	0.3817
R_13	5264.202	1551.704	3.392530	0.0010
R_14	5557.062	1574.212	3.530059	0.0006
REMB	1.013170	0.079055	12.81609	0.0000
C	-4123.183	1675.023	-2.461568	0.0154
R-squared	0.744854	Mean dependent var		3051.361
Adjusted R-squared	0.715239	S.D. dependent var		4073.996
S.E. of regression	2174.007	Akaike info criterion		18.31097
Sum squared resid	5.29E+08	Schwarz criterion		18.62611
Log likelihood	-1139.591	Hannan-Quinn criter.		18.43900
F-statistic	25.15112	Durbin-Watson stat		1.851973
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

Nous pouvons remarquer que le coefficient de détermination (R-squared) s'est doublé par rapport à celui du modèle précédent (tableau 7), c'est-à-dire que la qualité de cette régression linéaire est bonne et elle est adéquate avec le modèle. Cela est bien prouvé aussi par le test de significativité global du modèle (Test de Fisher) vu que la probabilité associée à la statistique de Fisher calculée est <5%.

En effet, le test de Fisher dans un modèle avec terme constant permet de tester si tous les coefficients sont nuls sauf le terme constant. Donc l'hypothèse nulle (H0) est la nullité de tous les coefficients sauf le terme constant par contre l'hypothèse alternative (H1) est l'existence au moins d'un coefficient non nul. Toutefois, nous avons découvert que plusieurs variables pris en considération ne sont pas significatives au seuil de 5% (prob<5%). C'est-à-dire elles ne sont pas en mesure d'expliquer la variable dépendante montant dépensé.

Après une pluralité de tentatives (voir détails en ANNEXE B) afin de trouver la régression linéaire multiple du modèle permettant d'expliquer, de la meilleure façon possible, la variable 'montant dépensé' via les variables explicatives disponibles pour notre analyse.

Nous avons opté pour le modèle M3 qui prend en compte un nombre plus ou moins réduit de variables explicatives mais toutes significatives au seuil de 95%. La régression linéaire multiple du modèle (M3) est donnée par l'équation suivante :

$$DEP = -2067.06 + 3828.55 R_3 + 3592.87 R_{13} + 3827.81 R_{14} + 45.68 AGE + 1.02 REMB + \varepsilon''$$

Tableau 10 : Régression linéaire multiple du Modèle 3 (M3)

Dependent Variable: DEP
Method: Least Squares
Date: 10/20/22 Time: 12:08
Sample: 1 126
Included observations: 126

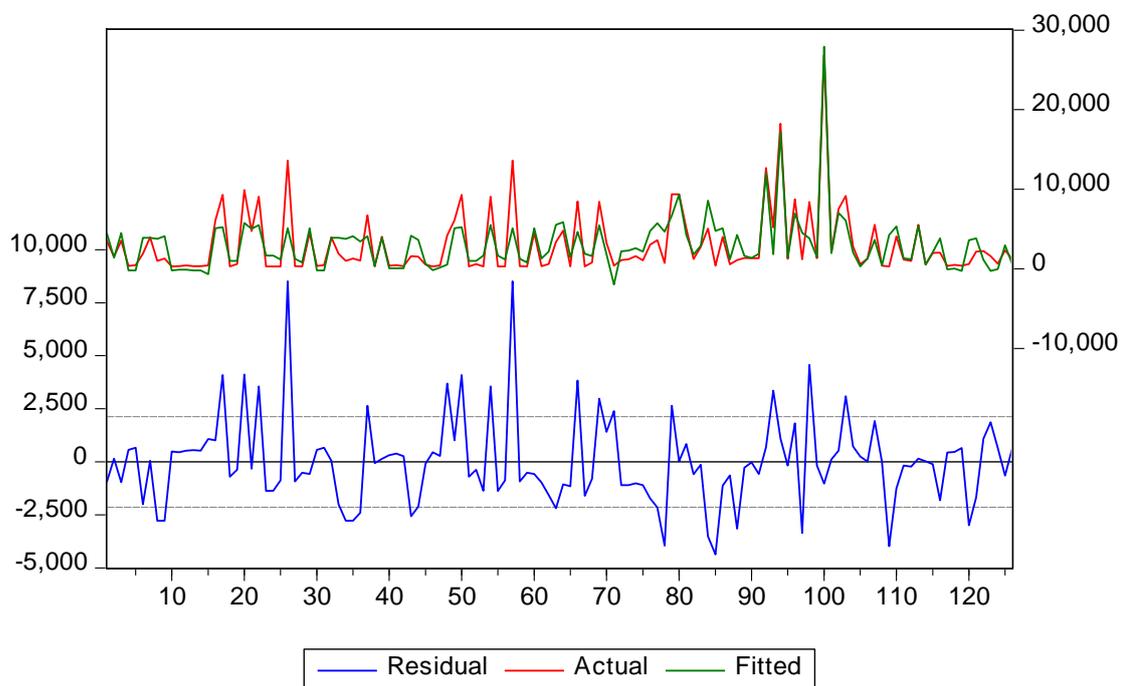
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
R_3	3828.554	438.4744	8.731533	0.0000
R_13	3592.877	848.3579	4.235097	0.0000
R_14	3827.814	844.9318	4.530323	0.0000
AGE	45.68736	11.90461	3.837786	0.0002
REMB	1.028161	0.062534	16.44175	0.0000
C	-2067.068	706.8611	-2.924292	0.0041
R-squared	0.736950	Mean dependent var	3051.361	
Adjusted R-squared	0.725990	S.D. dependent var	4073.996	
S.E. of regression	2132.572	Akaike info criterion	18.21449	
Sum squared resid	5.46E+08	Schwarz criterion	18.34955	
Log likelihood	-1141.513	Hannan-Quinn criter.	18.26936	
F-statistic	67.23757	Durbin-Watson stat	1.925146	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

Les facteurs déterminants de la variable ‘montant dépensé’ prise en considération dans le modèle 3 sont ; l’âge de l’assuré, le montant remboursé ; en effet pour un dinar de remboursement par la compagnie d’assurance, l’assuré dépense un dinar de plus (1.028161).

En plus, nous avons dépisté suite à cette régression que les catégories d’actes médicaux à savoir ; l’hospitalisation, les produits non remboursables et la réanimation sont les rubriques médicales qui sont en mesure de déchiffrer le montant dépensé suite au COVID-19.

Figure 14 : Diagramme Actual-fitted-residuals de la variable DEP

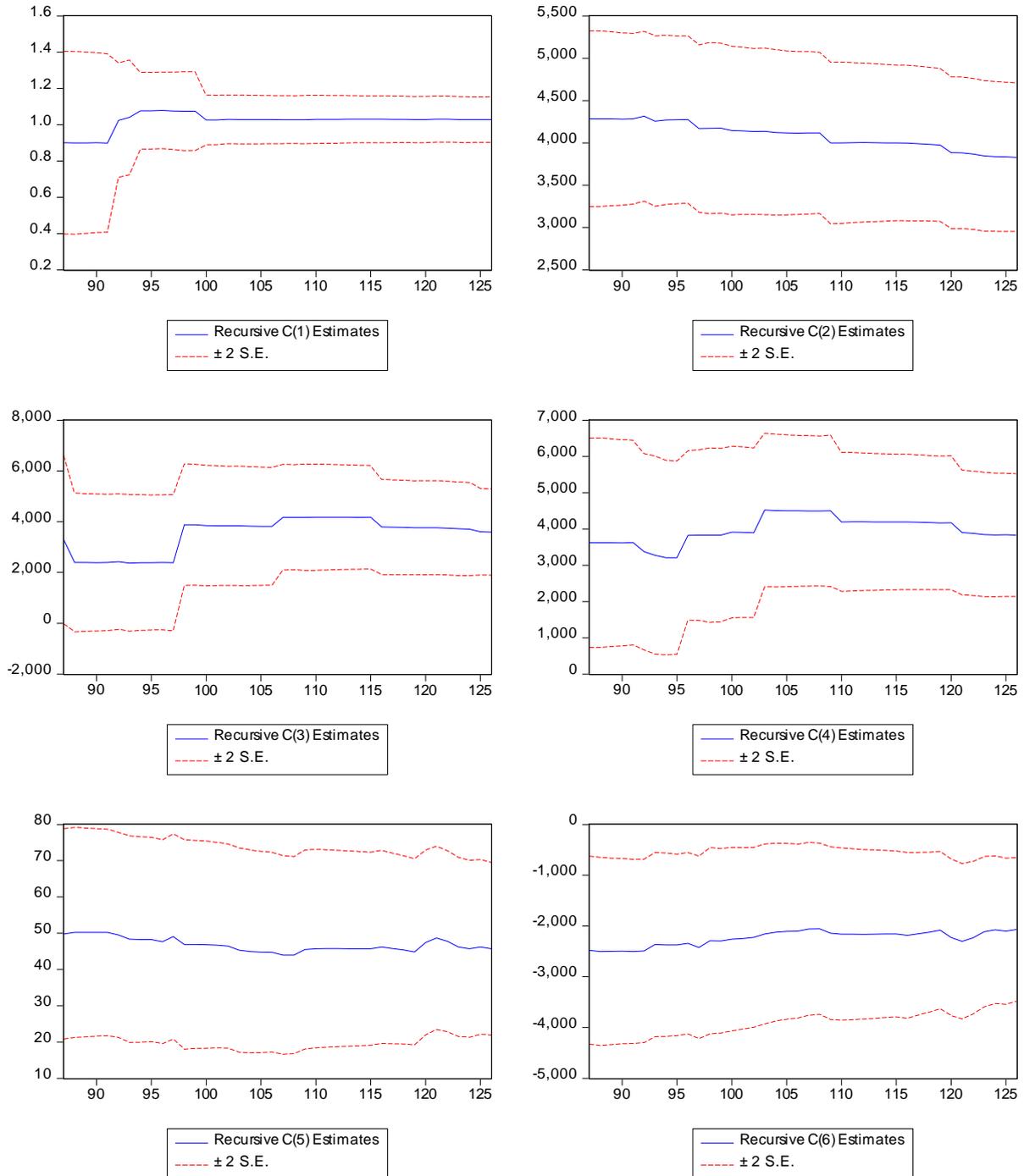


Source : Réalisé par l’auteur sous Eviews10

Ce graphique (figure 14) vient nous confirmer que le modèle M3 (tableau 9) permet d’expliquer au mieux la variable ‘montant dépensé. En effet, après avoir vu le tracé du diagramme de dispersion, il est assez clair que la ligne prédite fait un travail assez précis en donnant un résumé du ‘montant dépense’ suite à une atteinte par le COVID-19 pour 126 observations.

Étant donné que le résidu est la partie de l’équation qui reste inexplicée après avoir expliqué autant que possible avec les variables ‘déterminants’ prises en considération dans l’analyse économétrique.

Figure 15 : Diagramme de stabilité des coefficients



Source : Réalisé par l'auteur sous Eviews10

En vue de tester la robustesse des résultats précédant, nous avons entrepris une analyse de stabilité des coefficients à travers la taille de l'échantillon. Il s'agit de s'assurer que les pondérations des déterminants des dépenses estimé par le modèle M3 sont assez invariant

pour un échantillon de taille variable allant de $n=85$ à 126 observations (soit 40 tailles différents).

Statistiquement, il s'agit de tester un éventuel changement structurel, partant d'une estimation réursive sur les coefficients (test de la stabilité des coefficients : tests de CUSUM).

Nous remarquons que tous les coefficients sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance ($\pm 2 \cdot \text{écart-type}$), ce qui amène à conclure en faveur de la stabilité des paramètres. Ainsi, nous concluons en faveur de l'absence d'un changement structurel en termes de pondération des facteurs déterminants des montants des dépenses suite à une atteinte par COVID-19.

3.5 Interprétation des résultats

Nous pouvons conclure, dans un premier temps, que les dépenses des soins de santé dues au COVID-19 ne vérifient plus les propriétés statistiques classiques des risques en assurance, d'où il faut prendre en considération ces spécificités qui sont, d'une part, la non normalité des dépenses vu que leur distribution ne suit pas la loi gaussienne, et en plus de cela, la probabilité d'occurrence des valeurs extrêmes est plus élevée que celle des faibles valeurs ce qui a amené la compagnie à décaisser des montants qui sont eux-mêmes non normaux. Or, l'objet de la tarification est de déterminer ce que chaque assuré devrait en moyenne coûter à l'assureur.

D'autre part, de point de vue assureur, l'objectif pour les assureurs est d'identifier les critères pouvant avoir une incidence sur la sinistralité future et donc sur la prime d'assurance nécessaire pour financer les sinistres à venir (la prime pure) ainsi que la nature de cet impact.

Ainsi il est nécessaire et primordial de détecter les déterminants d'une telle sinistralité pandémique ayant un caractère grave. De ce fait, deux difficultés majeures résident dans le fait que la détermination du tarif constitue l'un des sujets centraux pour les assureurs qui sont l'inversion du cycle de vie de l'activité d'assurance qui impose la vente du produit avant de savoir ce qu'il va coûter et les risques d'antisélection découlant d'un tarif trop forfaitaire qui font venir les 'mauvais' risques et fuir les 'bons' risques.

Par ailleurs, nous avons essayé de mettre en œuvre des modèles prédictifs de la sinistralité due au COVID-19. Ils s'appuient généralement sur des méthodes statistiques relativement classiques, ainsi que sur des démarches standardisées, en vue de détecter les facteurs déterminants des montants des dépenses des soins de santé dus au COVID-19. Nous avons dépisté après plusieurs tentatives que ces dépenses spécifiques à l'atteinte par le COVID-19 peuvent être bien expliquées par l'âge, une des spécificités qui concernent l'assuré lui-même, le montant remboursé par la compagnie d'assurance, et l'utilisation des catégories d'actes médicaux à savoir ; l'hospitalisation, les produits non remboursables et la réanimation.

Conclusion

Le risque d'une pandémie mondiale, en 2020, est devenu une réalité. En effet plusieurs leçons ont été tirées de la pandémie COVID-19. Le monde entier est devenu de plus en plus attentif aux risques, et ont connu le sens de résilience. La pandémie a choqué les populations du monde entier avec une ampleur sans précédent dans l'histoire récente. Bien que les circonstances puissent être uniques, la réalité est qu'il y aura plus de catastrophes inattendues dans un proche avenir.

Tout au long de ce chapitre, nous avons traité la sinistralité COVID-19 dans l'assurance santé collective avec une réflexion statistique et économétrique. De ce fait nous avons révélé et montrer l'existence de propriétés statistiques spécifiques qui caractérisent la sinistralité COVID-19 des autres sinistres en assurance santé. C'est un risque dont la sinistralité sort du cadre standard et conventionnel de la tarification car d'une part c'est un risque qui ne vérifie pas les conditions de la loi faible des grands nombre et d'autre part c'est un risque non indépendant puisque il touche à la fois et systématiquement toute une population à l'instar du risques des catastrophes naturelles d'où il est difficile, voire impossible, de quantifier et de mesurer son impact, d'ailleurs, en plus de cela, on n'a pas un historique assez important pour y arriver.

De plus, nous avons tenté de mettre les dépenses de soin de santé, suite à l'atteinte par le COVID-19, en fonction des variables disponibles dans notre base de données et nous avons révélé que ces dépenses sont corrélées positivement et significativement avec non seulement les dépenses en matière d'hospitalisation, de réanimation et de consommation de produit non remboursables mais aussi de l'âge de l'assuré et le remboursement de la part de la compagnie

d'assurance qui peut être considéré, ainsi, comme un stimulateur des dépenses en termes d'atteinte par le COVID-19.

CONCLUSION GENERALE

Comme le précisait l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), on parle de pandémie en cas de propagation mondiale d'une maladie, cette notion de globalité en fait l'un des évènements les plus redoutés aussi bien par le marché de l'assurance que par le marché de réassurance, comme le démontre la note rédigée par l'Association des Professionnels de la Réassurance En France (APREF) en 2016.

En effet, les risques émergents, entre autres, le risque pandémique, bien qu'il soit connu dans une certaine mesure, il n'est pas susceptible de se matérialiser ou d'avoir un impact avant plusieurs années. En fait, le démarrage de ce risque, qui est généralement lent peut potentiellement avoir un impact très important sur le long terme. D'ailleurs, le cycle de vie inversé de l'activité d'assurance impose la vente du produit avant de savoir ce qu'il va coûter, les risques d'antisélection découlant d'un tarif trop forfaitaire, font de la détermination du tarif un des sujets centraux pour les assureurs. Donc, l'objet de la tarification est de déterminer ce que chaque souscripteur d'un contrat devrait en moyenne coûter à l'assureur.

Le risque pandémique est identifié comme un risque extrême pour les assureurs. Si les assureurs ne commercialisent pas de couverture contre le risque de pandémie, c'est parce qu'il s'avère difficile à évaluer. En effet, il s'agit d'un risque complexe à modéliser pour les actuaires qui sont chargés de calculer la probabilité de survenance d'un sinistre et son coût pour les assureurs en fonctions des différents paramètres statistiques. Par la suite, les assureurs se basent sur les calculs des actuaires dans le but de construire une tarification et donc une offre d'assurance.

L'objectif de ce mémoire est, dans un premier temps, de divulguer les spécificités des propriétés statistiques de la sinistralité liée à l'assurance santé collective suite à l'atteinte par le COVID-19. Il s'agit d'un risque émergent dont les conséquences peuvent être grave, aussi bien sur les individus que sur les compagnies d'assurance, et c'est un risque non encore tarifié. Ainsi, il serait important de comprendre ses spécificités et ses particularités afin de donner une piste de réflexion en cas d'une future tarification éventuelle.

Dans un deuxième temps, notre objectif est de chercher à expliquer les dépenses dues à cette pandémie, au mieux, en fonction des facteurs déterminants, disponibles dans notre base

de données car, pour les assureurs, il est indispensable d'identifier les critères pouvant avoir une incidence sur la sinistralité future et donc sur la prime d'assurance, en d'autres termes, la prime pure ou bien ce qu'on appelle le prix du risque, nécessaire pour financer les sinistres à venir ainsi que la nature de cet impact.

Pour ce faire, dans le premier chapitre nous avons traité la sinistralité et la tarification en assurance santé, d'un point de vue théorique. En effet, il s'agit, tout d'abord, de mettre l'accent sur l'économie et l'assurance de la santé, par la suite, nous avons jeté la lumière sur les concepts de bases ainsi que les objectifs de l'assurance santé. Avant de passer à une analyse conceptuelle portant sur l'impact de la pandémie COVID-19 sur l'activité des assureurs en termes d'assurance santé, nous avons jeté un coup d'œil sur les outils de tarification en assurance santé.

Le deuxième chapitre est purement empirique et analytique. En effet, après avoir donné un aperçu sur le marché de l'assurance santé en Tunisie et présenter la compagnie de parrainage « Assurances BIAT », nous avons entamé notre étude empirique, qui est à la fois, statistique et économétrique.

Nos principaux constats sont les suivants :

- ❖ Nous avons identifié et démontré l'existence de propriétés statistiques spécifiques qui caractérisent les coûts des soins de santé en rapport avec l'atteinte par le COVID-19 par rapport à d'autres dépenses en matière de soins de santé. Ce qui prouve d'avantage que le COVID-19 est un risque qui ne satisfait pas la loi faible des grands nombres. Ainsi il ne sera plus tarifié comme étant un risque classique puisqu'il affecte l'ensemble de la population et donc qualifié comme grave pour les assureurs.
- ❖ Nous avons relié les coûts des soins de santé après une atteinte par COVID-19 aux variables disponibles dans notre base de données, ces dépenses étaient positivement corrélées avec les coûts d'hospitalisation, les coûts de réanimation et la consommation des produits non remboursables. Nous avons trouvé, également, que l'âge de l'assuré et le montant de remboursement par les assureurs peuvent être considéré comme étant des facteurs déterminants des dépenses dues à la maladie à COVID-19.

Toutefois, notre recherche n'a porté que sur un nombre limité de variables pouvant influencer sur les dépenses de soins de santé en rapport avec le COVID-19, ces facteurs sont ceux disponibles dans la base de données. L'impact d'autres variables, à titre d'exemple, la zone

géographique et l'état de santé de l'assuré peuvent être déterminants en termes de dépenses en cas d'atteinte par le COVID-19. D'ailleurs, un risque émergent lié à la santé peut trouver sa cause dans plusieurs facteurs. Les débats récurrents sur la multi factorialité des risques pandémiques en sont une illustration.

En plus de cela, le risque pandémique qu'un assureur ne peut se permettre de l'ignorer, vu l'ampleur qu'il peut prendre, il reste particulièrement difficile à évaluer en raison du faible nombre de données disponibles et des nombreuses inconnues qui subsistent quant à la forme que pourrait prendre la prochaine pandémie. Dans ce contexte l'avènement du Big Data permet, d'ailleurs, d'accroître considérablement les variables potentiellement éligibles et prédictives du risque.

ANNEXE A : Analyse statistique

Tabulation of GENRE

Date: 10/20/22 Time: 11:37

Sample: 1 126

Included observations: 126

Number of categories: 2

Value	Count	Percent	Cumulative	
			Count	Percent
Féminin	47	37.30	47	37.30
Masculin	79	62.70	126	100.00
Total	126	100.00	126	100.00

Tabulation of AGE

Date: 10/06/22 Time: 03:03

Sample: 1 126

Included observations: 126

Number of categories: 5

Value	Count	Percent	Cumulative	
			Count	Percent
[0, 20)	2	1.59	2	1.59
[20, 40)	12	9.52	14	11.11
[40, 60)	55	43.65	69	54.76
[60, 80)	44	34.92	113	89.68
[80, 100)	13	10.32	126	100.00
Total	126	100.00	126	100.00

Tabulation of D_RUB

Date: 10/06/22 Time: 03:01

Sample: 1 126

Included observations: 126

Number of categories: 11

Value	Count	Percent	Cumulative	
			Count	Percent
r_1	15	11.90	15	11.90
r_10	3	2.38	18	14.29
r_12	2	1.59	20	15.87
r_13	7	5.56	27	21.43

r_14	7	5.56	34	26.98
r_3	38	30.16	72	57.14
r_4	4	3.17	76	60.32
r_5	22	17.46	98	77.78
r_7	13	10.32	111	88.10
r_8	6	4.76	117	92.86
r_9	9	7.14	126	100.00
Total	126	100.00	126	100.00

Empirical Distribution Test for DEP

Hypothesis: Normal

Date: 10/06/22 Time: 03:09

Sample: 1 126

Included observations: 126

Method	Value	Adj. Value	Probability
Lilliefors (D)	0.249728	NA	0.0000
Cramer-von Mises (W2)	2.215165	2.223955	0.0000
Watson (U2)	1.971957	1.979782	0.0000
Anderson-Darling (A2)	11.78393	11.85575	0.0000

Method: Maximum Likelihood - d.f. corrected (Exact Solution)

Parameter	Value	Std. Error	z-Statistic	Prob.
MU	3051.361	362.9404	8.407332	0.0000
SIGMA	4073.996	257.6622	15.81139	0.0000

Log likelihood -1225.646 Mean dependent var. 3051.361

No. of Coefficients

2

S.D. dependent var.

4073.996

Empirical Distribution Test for CDEP

Hypothesis: Normal

Date: 10/22/22 Time: 14:25

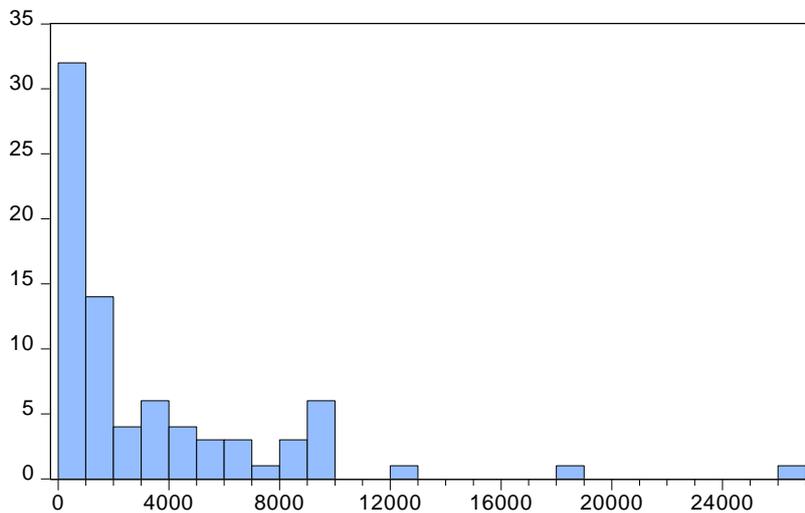
Sample: 1 126

Included observations: 126

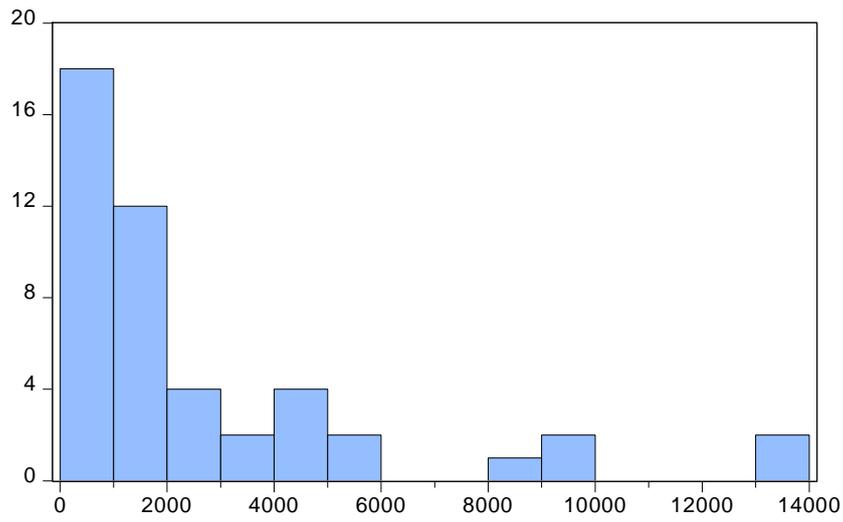
Method	Value	Adj. Value	Probability
Lilliefors (D)	0.117232	NA	0.0002
Cramer-von Mises (W2)	0.398594	0.400175	0.0000
Watson (U2)	0.381649	0.383163	0.0000
Anderson-Darling (A2)	2.314981	2.329088	0.0000

Method: Maximum Likelihood - d.f. corrected (Exact Solution)

Parameter	Value	Std. Error	z-Statistic	Prob.
MU	2647.742	39.32138	67.33595	0.0000
SIGMA	441.3814	27.91541	15.81139	0.0000
Log likelihood	-945.6148	Mean dependent var.		2647.742
No. of Coefficients	2	S.D. dependent var.		441.3814



Series: DEP_H	
Sample 1 79	
Observations 79	
Mean	3330.990
Median	1318.235
Maximum	26901.66
Minimum	300.0000
Std. Dev.	4463.848
Skewness	2.647035
Kurtosis	12.39957
Jarque-Bera	383.0813
Probability	0.000000



Series: DEP_F	
Sample 1 47	
Observations 47	
Mean	2581.346
Median	1238.104
Maximum	13606.64
Minimum	300.0000
Std. Dev.	3309.727
Skewness	2.035110
Kurtosis	6.586616
Jarque-Bera	57.63473
Probability	0.000000

ANNEXE B : Analyse économétrique

Dependent Variable: DEP
 Method: Least Squares
 Date: 10/16/22 Time: 02:44
 Sample: 1 126
 Included observations: 126

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AGE	42.76560	22.12719	1.932717	0.0556
C	651.3960	1292.619	0.503935	0.6152
R-squared	0.029243	Mean dependent var		3051.36
Adjusted R-squared	0.021415	S.D. dependent var		1
S.E. of regression	4030.139	Akaike info criterion		4073.99
Sum squared resid	2.01E+09	Schwarz criterion		6
Log likelihood	1223.774	Hannan-Quinn criter.		19.4567
F-statistic	3.735396	Durbin-Watson stat		3
Prob(F-statistic)	0.055551			19.5017
				6
				19.4750
				3
				2.08662
				7

Dependent Variable: DEP
 Method: Least Squares
 Date: 10/16/22 Time: 02:48
 Sample: 1 126
 Included observations: 125

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
G_H	447.4561	643.8549	0.694964	0.4884
C	2581.346	508.6046	5.075349	0.0000
R-squared	0.003911	Mean dependent var		2860.558
Adjusted R-squared	-0.004187	S.D. dependent var		3479.541
S.E. of regression	3486.818	Akaike info criterion		19.16724
Sum squared resid	1.50E+09	Schwarz criterion		19.21249
Log likelihood	-1195.952	Hannan-Quinn criter.		19.18562
F-statistic	0.482975	Durbin-Watson stat		2.028682
Prob(F-statistic)	0.488389			

Dependent Variable: DEP
Method: Least Squares
Date: 10/16/22 Time: 02:48
Sample: 1 126
Included observations: 125

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AGE	45.55299	19.04877	2.391388	0.0183
G_H	198.1324	640.3929	0.309392	0.7576
C	178.6680	1121.867	0.159259	0.8737
R-squared	0.048512	Mean dependent var		2860.558
Adjusted R-squared	0.032914	S.D. dependent var		3479.541
S.E. of regression	3421.799	Akaike info criterion		19.13743
Sum squared resid	1.43E+09	Schwarz criterion		19.20531
Log likelihood	-1193.089	Hannan-Quinn criter.		19.16500
F-statistic	3.110119	Durbin-Watson stat		2.073514
Prob(F-statistic)	0.048150			

Dependent Variable: DEP
Method: Least Squares
Date: 10/20/22 Time: 12:00
Sample: 1 126
Included observations: 126

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
R_1	683.3649	2218.640	0.308011	0.7586
R_3	4267.120	2103.761	2.028330	0.0448
R_4	1490.779	2679.262	0.556414	0.5790
R_5	131.8986	2159.011	0.061092	0.9514
R_7	1434.515	2246.904	0.638441	0.5245
R_8	1856.967	2480.515	0.748621	0.4556
R_9	7674.219	2338.652	3.281472	0.0014
R_12	255.0000	3202.331	0.079629	0.9367
R_13	3647.239	2420.735	1.506666	0.1346
R_14	5786.627	2420.735	2.390443	0.0185
C	300.0000	2025.332	0.148124	0.8825
R-squared	0.317881	Mean dependent var		3051.361
Adjusted R-squared	0.258566	S.D. dependent var		4073.996
S.E. of regression	3507.978	Akaike info criterion		19.24672
Sum squared resid	1.42E+09	Schwarz criterion		19.49433
Log likelihood	-1201.543	Hannan-Quinn criter.		19.34732
F-statistic	5.359226	Durbin-Watson stat		1.802455
Prob(F-statistic)	0.000002			

BIBLIOGRAPHIE

Articles et ouvrages :

- Breuil-Genier, P. (1999), "Episodes et filière de soins - une approche microéconométrique à partir de l'enquête santé 1991-1992", mimeo.
- Breuil-Genier, P. et al. (1997), "Analyse empirique de la consommation de soins de ville au niveau micro-économique", mimeo.
- Breuil-Genier, P. et Rupperecht, F. (2000), "Comportements opportunistes des patients et des médecins : l'apport d'analyses par épisodes de soins", *Economie et Prévision*, 2000, vol 142, n°1, pp. 163-182.
- Cutler, D.M. and Zeckhauser, R.J. (2000) 'The anatomy of health insurance', in A.J. Culyer and J.P. Newhouse (eds). *Handbook of Health Economics*, Volume 1A, Amsterdam: Elsevier, pp. 563-643
- Chiappori, P.A., Durand, F. et Geoffard, P.Y. (1998), "Moral hazard and the demand for physicians services", *European Economic Review*, vol 42, n°3-5, pp. 499-513.
- Courbage, C. (1999), "Primes de risque et soins de santé", *L'Actualité Economique*, vol 75, n°4, pp. 665-672.
- [Denuit & Charpentier I] Charpentier A. & Denuit M. : *Mathématiques de l'assurance non vie*, tome 1, Tarification et Provisionnement, décembre 2009
- [Denuit & Charpentier II] Charpentier A. & Denuit M. : *Mathématiques de l'assurance non vie*, tome 2, Tarification et Provisionnement, décembre 2009
- Doherty et Schlesinger (1983a) : « Optimal insurance in incomplete markets », *Journal of political Economy*, 91, 1045-1054.
- Doherty et Schlesinger (1983b) : « The optimal insurance in incomplete markets », *Journal of Political Economy*, 91,1045-1054.
- Eichner, M. J. (1998). *The Demand for Medical Care: What People Pay Does Matter*. *The American Economic Review*. Vol. 88, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Tenth Annual Meeting of the American Economic Association., 117-121.
- Eeckhoudt, L. et Kimball, M. (1991), "Background risk, prudence and the demand for insurance", in *Contributions to Insurance Economics*, G. Dionne (ed.), Kluwer, pp. 239-254.
- Ensor, T., & Witter, S. (2001). *Health economics in low income countries: adapting to the reality of the unofficial economy*. *Health Policy*, 57(1), 1-13.
- Franc, C. (2000), "Rémunération des médecins : qualité ou efficacité ?", mimeo.
- Kimball, M.S. (1990), "Precautionary saving in the small and in the large", *Econometrica*,

vol 58, pp. 53-78.

- Ma, C.A. (1994), “Health care payment systems: cost and quality incentives”, Journal of Economics and Management Strategy, vol 3, n°1, pp. 93-112.
- Vautrin. M.(2009), Élaboration d'une méthode de tarification avec indicateurs de risque pour des contrats complémentaires santé collectifs 2008/2009.
- NGUYEN Ngoc Trung Phuong (2013) Construction de bases de tarification pour des contrats complémentaires santé collectifs par le Modèle Linéaire Généralisé
- Poureza J, S. A. (2007): Effect of supplemental enzyme on nutrient digestibility and performance of broiler chicks fed on diets containing triticale. Int J Poul Sci 6, 115-117.
- Pauly M. (1974): Overinsurance and public provision of insurance : The role of moral hazard and adverse selection, Quaterly Journal of Economics, 88,44-62.
- Rochaix, L. et Jacobzone, S. (1997), L'hypothèse de demande induite : un bilan économique, Economie et Prévision, 129-130, pp. 25-36.

Webographie

- <https://www.who.int/fr>
- <https://www.tunisre.com.tn/fr/>
- <https://www.cnam.nat.tn/>
- <https://www.cnss.tn/fr>
- <https://www.cnrps.nat.tn/>
- <https://www.institutdesactuares.com/se-documenter/memoires-d-actuariat-38>

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE1

CHAPITRE PREMIER : SINISTRALITE DUE AU RISQUE PANDEMIQUE EN ASSURANCE SANTE ET TARIFICATION : ETUDE THEORIQUE.....5

Introduction 5

Section 1 : Economie et assurance de la santé 6

1.1 Contexte général : Dépenses et utilisation des soins de santé 6

1.2 Cadre théorique de la demande de soins de santé..... 7

1.3 Comportement de demande d'une couverture santé 8

1.4 Cadre théorique de l'offre de soins de santé..... 8

1.4.1 La sélection adverse 8

1.4.2 L'aléa moral 10

1.4.3 Fraudes et Abus 10

1.5 Comportement d'offre d'une couverture santé..... 11

Section 2 : Concepts de base et objectifs de l'assurance maladie 12

2.1 Concepts de base 12

2.2 Objectifs de la couverture par une assurance maladie 12

2.3 Rôle d'une assurance complémentaire santé..... 13

2.4 Le lien entre la couverture par une assurance santé et l'état de santé 13

Section 3 : Tarification en assurance santé collective 13

3.1 Les primes d'assurance 13

3.2 Les outils de la tarification..... 14

3.2.1 Le modèle fréquence coût pour la détermination de la prime pure 14

3.2.2 Le modèle linéaire..... 16

3.2.2.1 Le modèle linéaire classique 16

3.2.2.2 Le Modèle Linéaire Généralisé (GLM)..... 17

3.3 Résultats empiriques obtenus portant sur la tarification en assurance santé..... 20

3.3.1	Analyse de Matthieu Vautrin.....	20
3.3.2	Analyse de Nguyen.....	20
Section 4 : Impact de la pandémie coronavirus sur l'activité des assureurs en matière d'assurance		
santé : Analyse conceptuelle		22
4.1	Endémie et épidémie versus pandémie	22
4.2	La pandémie, un phénomène géographiquement étendu et fulgurant.....	22
4.3	Le risque pandémie.....	23
4.3.1	Définition d'un risque	23
4.3.2	Le risque assurantiel.....	23
4.3.3	Le risque d'un point de vue mathématique	24
4.3.4	Le risque pandémique	24
4.3.5	Impact de la pandémie du COVID-19.....	25
4.4	L'assurance des risques pandémiques.....	25
4.5	La réassurance des risques pandémiques	26
4.6	Tarifification du risque pandémie : travaux empiriques.....	27
4.6.1	Modèles compartimentaux déterministes simples.....	28
4.6.1.1	Modèle Susceptible, Infecté (SI)	28
4.6.1.2	Modèle Susceptible, Infecté, Susceptible (SIS)	28
4.6.1.3	Modèle Sain, Infecté, Retiré (SIR)	28
4.6.1.4	Modèle Sain, Exposé, Infecté, Retiré (SEIR)	28
Conclusion.....		29
CHAPITRE DEUX : SINISTRALITE DU A LA COVID-19 : ANALYSE		
EMPIRIQUE SUR LES DONNEES D'ASSURANCES BIAT.....		31
Introduction		31
Section 1 : Le marché de l'assurance santé.....		32
1.1	Importance de l'assurance santé au niveau mondial	32
1.2	Au niveau de la Tunisie : évolution du marché	34
1.2.1	Le système de sécurité sociale en Tunisie	34
1.2.1.1	La Caisse Nationale de Retraite et de Prévoyance Sociale (CNRPS)	34
1.2.1.2	La Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS)	34
1.2.2	Le système d'assurance maladie	35
1.2.2.1	Le système de santé public.....	35
1.2.2.2	Le système de santé privé.....	35
1.2.3	Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM)	36
1.2.3.1	Fonctionnement de la CNAM.....	36
1.2.3.2	Les modes de couverture et de prise en charge.....	36

1.3 La pandémie COVID-19 au niveau mondial et en Tunisie.....	38
1.3.1 La pandémie COVID-19 au niveau mondial.....	38
1.3.2 La pandémie COVID-19 en Tunisie.....	39
Section 2 : Présentation de la société ASSURANCES BIAT	40
2.1 Historique et informations générales	40
2.1.1 Historique.....	40
2.1.2 Mission	43
2.1.3 Organigramme.....	44
2.2 Données financières clés de la société Assurances BIAT	45
2.2.1 Chiffre d'affaires	45
2.2.2 Indemnisation payées (sinistres réglés).....	46
2.2.3 Autres indicateurs clés.....	46
2.2.4 Indicateurs clés par rapport à l'assurance groupe maladie	47
2.3 Assurances BIAT et COVID-19.....	47
Section 3 : Analyse empirique.....	48
3.1 Objectif de l'analyse et méthodologie	48
3.2 Présentation de la base de données	50
3.2.1 Base de données brutes	50
3.2.2 Extraction de l'échantillon et répartition des observations selon les variables	52
3.3 Analyse statistique univariée.....	55
3.4 Analyse économétrique.....	60
3.4.1 Analyse bivariée	60
3.4.2 Analyse multivariée	61
3.5 Interprétation des résultats	67
Conclusion.....	68
CONCLUSION GENERALE	70
ANNEXE A : ANALYSE STATISTIQUE	73
ANNEXE B : ANALYSE ECONOMETRIQUE	77
BIBLIOGRAPHIE	79
TABLE DES MATIERES.....	81