



المندوبية السامية للتخطيط  
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN

ROYAUME DU MAROC  
\*.\*.\*.\*.\*  
HAUT COMMISSARIAT AU PLAN  
\*.\*.\*.\*.\*  
INSTITUT NATIONAL  
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE



**INSEA**

## Projet de Fin d'Etudes

\*\*\*\*\*

**Modélisation actuarielle de l'Assurance Maladie  
Obligatoire dans le cas du Statu Quo et de l'extension  
du panier de soins de la CNSS au dentaire**

Préparé par : *Melle Hind SOULI*  
*Melle Sanaa NBOUHAMMOU*

Sous la direction de : *M. Fouad MARRI (INSEA)*  
*M. Abdeljabbar BOUGHALEB (ANAM)*

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

**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**

Option : Actuariat-Finance

*Devant le jury composé de :*

- *M. Fouad MARRI (INSEA)*
- *M. Yassine EL QALLI (INSEA)*
- *M. Abdeljabbar BOUGHALEB (ANAM)*



## *Résumé*

L'Assurance Maladie Obligatoire marqué par les deux régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS est l'un des principaux piliers de la sécurité sociale. De ce fait, et pour une finalité d'équité et d'égalité, une harmonisation des différents paramètres de couverture entre ces deux régimes s'avère nécessaire. Plusieurs scénarios de convergence existent afin d'atteindre cet objectif. La modélisation et la simulation du résultat technique pour ces différents scénarios est un outil important pour les décideurs qui doivent avoir une idée sur l'impact de chaque scénario.

L'actuaire dispose de plusieurs mécanismes qui lui permettent d'élaborer des modèles actuarielles. Ces modèles doivent prendre en compte les différents évènements incertains. C'est dans ce cadre où s'articule ce projet, permettant d'étudier le Statu Quo<sup>1</sup> des deux caisses et le scénario de l'extension du panier de soins de la CNSS au dentaire.

Dans un premier temps, un diagnostic a été menée afin d'identifier les écarts entre les populations couvertes et les paramètres de couverture des régimes, suivi par une analyse descriptive des données selon plusieurs facteurs de sinistralité pour comparer les deux caisses.

Ensuite, une modélisation de la population couverte par les deux caisses est établie afin de prédire les effectifs futurs par des équations déterministes. De même pour les cotisations qui seront projetées sur un horizon de cinq ans. Quant à la partie suivante, elle s'est focalisée sur la modélisation des prestations par les modèles linéaires généralisés.

Finalement, après la modélisation et la projection des cotisations et des prestations qui servent à calculer les ressources et les dépenses, les résultats techniques des régimes peuvent être dressés en vue d'analyser les situations financières de ces derniers.

### Mots clés :

Assurance maladie obligatoire, convergence, projections, modèles linéaires généralisés.

---

<sup>1</sup> Le Statu quo d'un régime est défini comme étant l'état où il était auparavant.

## *Abstract*

Obligatory health insurance is one of the main pillars of social security. It is marked in Morocco by two organisms, CNOPS and CNSS. ANAM as a regulatory organism anticipates the harmonization of the different coverage parameters between these two regimes. To achieve this objective, many scenarios exist. Simulation of the technical result of each one is very important for decision makers.

The actuary has several mechanisms that allow him to develop actuarial models. These models take into consideration the different uncertain events. This is the context in which this project is articulated, to study the Statu Quo of both funds and the scenario of the extension of CNSS's health basket.

Initially, a diagnosis was conducted to identify differences between the populations covered and coverage parameters, followed by a descriptive analysis of data according to several factors to compare between the two funds.

Next, modeling of the population covered by both regimes is established by deterministic equations. Similarly for contributions that will be projected on a five-year horizon. As for the next step, it is focused on modeling expenses by generalized linear models.

Finally, after modeling and projection of contributions and expenses, technical results can be trained to analyze the financial situations of these plans.

### Key words:

Obligatory Health Insurance, harmonization, projections, generalized linear models.

## *Dédicaces*

*A la mémoire de mon père,  
Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.*

*A ma très chère mère Saida,  
Affable, aimable, tu représentes pour moi la source de tendresse et de bonté par excellence. Rien ne saurait être assez éloquent pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner. Veuillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour tous vos efforts...*

*A mes deux sœurs Imane et Yousra,  
En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous remercie d'être présentes dans tous mes moments d'examens par votre soutien moral et ses belles surprises sucrées.*

*A toute ma famille,  
A mes ami(e) s,  
Je dédie ce modeste travail qui sans eux n'aurait certainement pas vu le jour.*

*Hind*

## *Dédicaces*

*A mes parents, aucune dédicace ne saurait exprimer la profondeur de mon amour, mes Reconnaisances et mon attachement. Que Dieu vous prête longue vie et bonne santé.*

*A toute ma famille.*

*A Tous mes chér (e)s professeurs qui n'ont épargné aucun effort pour m'assurer Une solide formation.*

*A tout le corps professoral et administratif de l'INSEA.*

*A vous mes camarades de promotion.*

*A tou (te)s les étudiant (e)s de l'Institut National de Statistique et d'Economie Appliquée.*

*Je Dédie Ce Modeste Travail.*

*Sanaa*

## *Remerciements*

Nous souhaitons remercier en premier lieu notre encadrent de stage, M. Abdeljabbar BOUGHALEB, pour nous avoir accueilli au sein de son équipe. Nous lui sommes également reconnaissantes pour le temps conséquent qu'il nous a accordé, ses qualités pédagogiques et scientifiques, sa franchise et sa sympathie. Nous avons beaucoup appris à ses côtés et nous lui adressons notre gratitude pour tout cela.

Nous adressons de chaleureux remerciements à notre encadrant de stage interne, M. Fouad MARRI, pour son attention de tout instant sur nos travaux, pour ses conseils avisés et son écoute qui ont été prépondérants pour la bonne réussite de ce travail. Sa confiance a été l'élément moteur pour nous. Nous avons pris un grand plaisir à travailler avec lui.

Nous conservons un remerciement spécial à M. Yassine EL QUALLI pour avoir accepté de juger ce travail.

Nos gratitudee à notre corps professoral compétent.

# *Table des matières*

Résumé .....	- 3 -
Abstract .....	- 4 -
Dédicaces .....	- 5 -
Remerciements .....	- 7 -
Table des matières .....	- 8 -
Liste des tableaux .....	- 11 -
Liste des figures .....	- 12 -
Liste des abréviations .....	- 13 -
Introduction .....	- 14 -
Chapitre 1 : Introduction générale et contexte d'étude .....	- 15 -
I. Situation du système santé au Maroc .....	- 16 -
I.1. Indicateurs santé au Maroc .....	- 16 -
I.2. Offres de soins au Maroc .....	- 17 -
I.3. Assurance maladie au Maroc .....	- 18 -
II. Présentation de l'ANAM.....	- 20 -
III. Ecart entre AMO-CNOPS et AMO-CNSS .....	- 21 -
Chapitre 2 : Objectifs et description des données .....	- 27 -
I. Objectifs .....	- 28 -
II. Description et analyse des données utilisées .....	- 28 -
II.1 Description et traitement de la base de données.....	- 28 -
II.1.1. Structure des données relatives à la population.....	- 28 -
II.1.2. Structure des données relatives à la consommation médicale .....	- 29 -
II.1.3. Traitement de la base de données .....	- 30 -
II.2. Analyse descriptive .....	- 31 -
II .2.1. Analyse de la population CNOPS et CNSS.....	- 31 -
1) L'effectif de la population selon l'âge .....	- 31 -
2) Effectif de la population selon le sexe .....	- 32 -
3) Effectif de la population selon le type du bénéficiaire.....	- 32 -
4) Effectif de la population selon le type d'assuré .....	- 33 -
5) Effectif de la population selon l'ouverture\fermeture de droit.....	- 33 -
6) Effectif de la population selon l'état de la maladie (ALD ou non).....	- 34 -

II .2.2. Analyse de la consommation médicale de la population CNOPS et CNSS .	- 35 -
1) Consommation médicale par âge .....	- 35 -
2) Consommation médicale par sexe.....	- 37 -
3) Consommation médicale par type de bénéficiaire .....	- 38 -
4) Consommation médicale par type d'assuré.....	- 39 -
5) Consommation médicale selon l'état de la maladie (ALD ou non) .....	- 40 -
Chapitre 3 : Projection de la population et des cotisations .....	- 42 -
I. Projection de la population.....	- 43 -
I.1 Elaboration des équations démographiques .....	- 44 -
I.1.1 Les actifs assurés.....	- 44 -
I.1.2 Les retraités assurés .....	- 44 -
I.1.3 Les enfants des actifs assurés.....	- 45 -
I.1.4 Les enfants des retraités assurés .....	- 45 -
I.1.5 Les conjoints des actifs assurés.....	- 46 -
I.1.6 Les conjoints des retraités assurés .....	- 46 -
I.1.7 Les veufs, les orphelins et les enfants des veufs.....	- 46 -
I.2 Application et résultats de la projection démographiques.....	- 47 -
II. Projection des cotisations .....	- 48 -
II.1 Les paramètres de cotisation .....	- 48 -
II.2. Les équations de projection des cotisations .....	- 49 -
II.2.1 Les cotisations des actifs .....	- 49 -
II.2.2 Les cotisations des retraités .....	- 50 -
II.2.3 Les cotisations des veufs .....	- 51 -
II.2.4 Les cotisations des orphelins.....	- 51 -
II.2.5 Les contributions de solidarité de la population 114.....	- 52 -
II.2.6 Les contributions de la participation AMO de la population éligible(CNSS)-	- 52 -
II.2.7 Les cotisations CNSS dans le cadre de l'extension au dentaire .....	- 52 -
II.3. Application et résultats de la projection des cotisations.....	- 53 -
Chapitre 4 : Modélisation et projection des dépenses .....	- 55 -
I. Modélisation des dépenses de consommation.....	- 56 -
I.1 Analyse de la dépendance entre la consommation et les différentes variables .....	- 56 -
I.2 Segmentation et arbre de décision .....	- 58 -
I.3 Modélisation des dépenses par les modèles linéaires généralisés .....	- 60 -

I.3.1	Famille exponentielle.....	- 60 -
I.3.2	Fonction de lien g.....	- 61 -
I.3.3	Estimation et test de significativité des paramètres .....	- 61 -
I.3.4	Evaluation de la qualité d'ajustement du modèle .....	- 62 -
I.3.5	Le test du rapport de vraisemblance .....	- 64 -
I.4	Application et résultats .....	- 65 -
I.4.1	Dépenses de consommation de la CNOPS .....	- 65 -
1)	Etude de l'ajustement des montants moyens remboursés .....	- 65 -
2)	Analyse de type III .....	- 66 -
3)	Estimation des paramètres du modèle .....	- 66 -
I.4.2	Dépenses de la CNSS.....	- 70 -
I.4.3	Dépenses du poste DENTAIRE de la CNOPS .....	- 72 -
II.	Prédiction et projection de la consommation médicale.....	- 75 -
Chapitre 5 :	Projection du résultat technique .....	- 77 -
I.	Total cotisations .....	- 78 -
II.	Total charges .....	- 78 -
III.	Application et résultats .....	- 79 -
III.1	Statu Quo CNOPS.....	- 79 -
III.2	Statu Quo CNSS .....	- 80 -
III.3	Impact de l'extension au dentaire sur l'équilibre de la CNSS .....	- 81 -
Conclusion générale	.....	- 83 -
Bibliographie	.....	- 85 -
ANNEXES	.....	- 86 -

## *Liste des tableaux*

Tableau 1 : Indicateurs de santé au Maroc par milieu.....	- 16 -
Tableau 2 : Quelques indicateurs de santé au Maroc par rapport à d'autres pays.....	- 17 -
Tableau 3 : Paysage de la couverture médicale au Maroc.....	- 20 -
Tableau 4 : Prestations couvertes pour les deux régimes.....	- 22 -
Tableau 5 : Taux de couverture de la CNOPS pour chaque groupe de prestation.....	- 24 -
Tableau 6 : Les taux de cotisations des deux régimes.....	- 25 -
Tableau 7 : La structure des données relatives à la population.....	- 29 -
Tableau 8 : les valeurs manquantes en pourcentage.....	- 30 -
Tableau 9 : Exemple de segments présents dans notre base de données.....	- 43 -
Tableau 10 : Effectifs CNSS et CNOPS 2013.....	- 46 -
Tableau 11 : Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des actifs.....	- 50 -
Tableau 12: Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des retraités.....	- 50 -
Tableau 13: Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des veufs.....	- 51 -
Tableau 14: Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des orphelins.....	- 52 -
Tableau 15 : Test de normalité des montants remboursés moyens(CNSS).....	- 56 -
Tableau 16 : Test de normalité des montants remboursés moyens(CNOPS).....	- 56 -
Tableau 17 : Test de kruskal-wallis pour la variable 'type d'assuré'(CNSS).....	- 57 -
Tableau 18 : Test de kruskal-wallis pour la variable 'type d'assuré'(CNOPS).....	- 58 -
Tableau 19 : Tests de la qualité d'ajustement par la loi gamma.....	- 65 -
Tableau 20 : Tests de la qualité d'ajustement par la loi log-normal.....	- 66 -
Tableau 21: Analyse de type III du modèle choisie.....	- 66 -
Tableau 22 : Analyse des valeurs estimées des paramètres.....	- 67 -
Tableau 23: Analyse des valeurs estimées du modèle GLM avec variable d'interaction.....	- 68 -
Tableau 24: résultats des tests de normalité des résidus de Pearson.....	- 70 -
Tableau 25 : Analyse des valeurs estimées du modèle choisie.....	- 70 -
Tableau 26 : résultats des tests de normalité des résidus de Pearson.....	- 72 -
Tableau 27 : Estimation des paramètres du modèle.....	- 73 -
Tableau 28 : résultats des tests de normalité des résidus de Pearson.....	- 75 -
Tableau 29 : Projection du solde technique de la CNOPS (En MAD).....	- 79 -
Tableau 30 : Projection du solde technique de la CNSS (En MAD).....	- 80 -
Tableau 31 : Projection du solde technique de la CNSS extension au dentaire(En MAD).....	- 81 -

## *Liste des figures*

Figure1. Répartition par âge de la population couverte (CNSS-CNOPS).....	- 31 -
Figure 2. Répartition de la population par sexe (CNOPS et CNSS) .....	- 32 -
Figure 3. Répartition par type de bénéficiaires (CNOPS et CNSS) .....	- 32 -
Figure 4. Répartition par type d'assuré (CNOPS).....	- 33 -
Figure 5. Répartition par type d'assuré (CNSS).....	- 33 -
Figure 6. Répartition selon le statut de droit (CNOPS et CNSS) .....	- 34 -
Figure 7. Répartition selon l'état de la maladie (CNOPS et CNSS) .....	- 35 -
Figure 8. Consommation médicale par tranche d'âge (CNOPS).....	- 35 -
Figure 9. Consommation médicale par tranche d'âge (CNSS) .....	- 36 -
Figure 10. Taux de sinistralité par tranche d'âge (CNOPS et CNSS).....	- 36 -
Figure 11. Consommation selon le sexe (CNOPS) .....	- 37 -
Figure 12. Consommation selon le sexe (CNSS) .....	- 38 -
Figure 13. Consommation selon le type du bénéficiaire (CNOPS).....	- 38 -
Figure 14. Consommation selon le type du bénéficiaire(CNSS).....	- 39 -
Figure 15. Consommation selon le type d'assuré (CNOPS) .....	- 39 -
Figure 16. Consommation selon le type d'assuré (CNSS) .....	- 40 -
Figure 17. Consommation selon l'état de la maladie (CNOPS).....	- 40 -
Figure 18. Consommation selon l'état de la maladie (CNSS).....	- 41 -
Figure 19. Projection de la population couverte CNOPS .....	- 47 -
Figure 20. Projection de la population couverte CNSS.....	- 47 -
Figure 21. Projection des cotisations de la CNOPS .....	- 53 -
Figure22. Projection des cotisations de la CNSS (Statu Quo) .....	- 53 -
Figure 23. Projection des cotisations de la CNSS (Extension au dentaire).....	- 54 -
Figure 24. Arbre de segmentation de la variable 'tranche d'âge' pour la CNSS .....	- 59 -
Figure 25. Histogramme d'ajustement des résidus de Pearson par la loi normale centrée réduite ...	- 69 -
Figure 26. Histogramme d'ajustement des résidus de Pearson par la loi normale centrée réduite ...	- 72 -
Figure 27. : Histogramme d'ajustement des résidus de Pearson par la loi normale centrée réduite .	- 74 -
Figure 28. Projections des cotisations et des dépenses CNOPS .....	- 79 -
Figure 29. Projections des cotisations et des prestations CNSS Statu Quo.....	- 80 -
Figure 30. Solde technique de la CNSS de l'extension au dentaire en fonction du taux choisi .....	- 82 -

## *Liste des abréviations*

<b>ANAM</b>	: Agence Nationale d'Assurance Maladie
<b>AMO</b>	: Assurance Maladie Obligatoire
<b>ALD</b>	: Affection de Longue Durée
<b>RAMED</b>	: Régime d'Assistance Médicale aux personnes Economiquement Démunies
<b>CNOPS</b>	: Caisse Nationale des Organismes de Prévoyance Sociale
<b>CNSS</b>	: Caisse Nationale de Sécurité Sociale
<b>CHAID</b>	: Chi-squared Automatic Interaction Detector
<b>GLM</b>	: Generalized Linear Model
<b>AIC</b>	: Akaike Information Criterion
<b>BIC</b>	: Bayesian Information Criterion.

## *Introduction*

La politique de développement sociale repose fondamentalement sur la solidarité et la cohésion sociale. L'amélioration du niveau de santé constitue une des composantes essentielles de cette politique qui vise à garantir la pleine participation des citoyens au développement durable du pays. L'une des priorités de l'Etat en matière de santé est donc d'assurer à toute la population l'égalité et l'équité dans l'accès aux soins. A cette fin, un système obligatoire de couverture médicale de base est mis en place en vue d'atteindre l'accès universel aux soins, en parle de l'assurance maladie obligatoire (AMO).

Le paysage de la couverture médicale au Maroc est marqué par deux régimes AMO, AMO-CNSS pour les salariés du secteur privé et AMO-CNOPS pour les fonctionnaires du secteur public. En prélude à une extension de la couverture médicale à d'autres populations. L'Agence National d'Assurance Maladie qui est l'organe de régulation de l'AMO au Maroc prévoit l'harmonisation de ces deux régimes.

L'objectif principale de ce travail est de faire une étude actuarielle de la convergence des régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS. Etant donné la pluralité des scénarios permettant cette convergence, ce travail portera sur un seul scénario. C'est celui de l'extension du panier de soins de la CNSS au dentaire, en ne faisant aucun changement au niveau de la CNOPS.

Le premier chapitre présentera un aperçu global du système de santé au Maroc ainsi que les écarts existants entre les populations couvertes et les paramètres de couverture des deux régimes AMO. Le deuxième s'intéressera à une analyse descriptive des données disponibles par rapport à plusieurs facteurs. Le chapitre suivant va porter sur la projection de la population couverte par ces régimes qui serviront au calcul des cotisations et des prestations. Par la suite, une modélisation de la consommation médicale pour chacun des deux régimes ainsi qu'au cas de l'introduction du dentaire dans le panier de soins de la CNSS seront élaborée en explicitant les hypothèses choisies dans le quatrième chapitre. Pour enfin projeter les résultat techniques, après le calcul des totales cotisations et charges.

Ces projections réalisées permettront d'étudier la situation économique actuelle du secteur de l'assurance maladie obligatoire au Maroc et de dresser un aperçu sur sa situation future.

## **CHAPITRE I.**

### **Introduction générale et contexte d'étude**

*Ce premier chapitre présente un aperçu global sur notre projet. En premier lieu, nous exposons la situation du système santé au Maroc. Ensuite nous présentons de manière générale l'ANAM en tant qu'organisme d'accueil. Enfin nous déterminons les écarts entre l'AMO-CNOPS et l'AMO-CNSS.*

## I. Situation du système santé au Maroc

Dans cette partie nous allons examiner le système santé au Maroc à travers ses indicateurs santé, ses offres de soins et ses couvertures maladies.

### I.1. Indicateurs santé au Maroc

Les dernières années ont connu des projets et des initiatives qui ont contribué à des changements considérables dans le secteur de santé.

Tableau 1 : Indicateurs de santé au Maroc par milieu.

Indicateurs		Urbain	Rural	National
Espérance de vie à la naissance par sexe (en année) (2010)	Ensemble :	77,3	71,7	74,8
	Hommes	75,4	70,6	73,9
	Femmes	79,4	73,0	75,6
Indice synthétique de fécondité (ISF) (nombre d'enfants par femme) (2011)		2,15	3,20	2,59
Taux Brut de Natalité (pour mille habitants) (2012)		16,2	21,4	18,3
Taux Brut de Mortalité (pour mille habitants) (2012)		4,4	6,2	5,1
Taux d'accroissement démographique (pour cent)(2010)		1,9	-0,1	1,05
Taux de Mortalité Infantile (pour mille naissances) (2011)		23,6	33,5	28,8
Taux de Mortalité Juvénile (pour mille naissances) (2011)		1,9	1,6	1,7
Taux de Mortalité Infanto-Juvénile (pour mille naissances) (2011)		25,4	35,0	30,5
Taux de Mortalité Maternelle (pour 100 000 naissances vivantes) (2010)		73	148	112

Source : Enquête Nationale Démographique (END), 2009-2010, HCP, HCP, Enquête Nationale sur la Population et la Santé familiale, 2011 (ENPSF), SEIS, DPRF.

Le milieu rural est caractérisé, différemment du milieu urbain par une mortalité infanto-juvénile et maternelle très élevée.

En plus des inégalités qui existent au Maroc entre le milieu rural et le milieu urbain, le Maroc en comparaison avec les autres pays reste dans une situation retardée.

Tableau 2 : Quelques indicateurs de santé au Maroc par rapport à d'autres pays.

Pays	Espérance de vie à la naissance	Quotient de mortalité infanto juvénile	Evolution des dépenses publiques de santé en % des dépenses publiques totales	Indice synthétique de fécondité	Evolution du taux moyen d'accroissement démographique
Maroc	74,9	33,4	8,1	2,2	0,90
Bulgarie	73,2	11,9	7,7	2,2	-0,70
Algérie	73,2	34,6	8,8	2,2	1,17
Mexique	77,0	15,4	11,2	2,3 (en 2010)	0,98
Chili	79,2	8,7	17,8	1,8	0,75

Source : World Population Prospects (Nations Unies), HCP pour le Maroc, calcul DEPF, (2011)

Comme le montre le tableau 2, le Maroc n'est pas assez développé dans le secteur santé par rapport à d'autres pays comme le Mexique et le Chili. Ses indices de mortalités sont relativement très élevés et son espérance de vie est encore basse.

Pour améliorer sa situation, le Maroc est toujours en phase de développement de ses offres de santé pour qu'il puisse toucher toute la population en réduisant les inégalités.

## I.2. Offres de soins au Maroc

L'offre de soins au Maroc est caractérisée par une croissance et une diversification notable, mais également par une répartition déséquilibrée des infrastructures notamment en milieu rural. L'organisation du système de soins repose principalement sur trois secteurs : un secteur public, un secteur privé à but lucratif et un secteur privé à but non lucratif.

### ✓ Secteur public

Réunit les structures du Ministère de la Santé et le service santé des Forces Armées Royales.

- Le Ministère de la Santé est l'instrument principal d'intervention de l'Etat dans le domaine sanitaire. Il est le secteur le plus important et couvre tout le territoire. Ainsi, il représente l'unique recours de la population en milieu rural, pour pouvoir répondre aux besoins sanitaires. Il comprend des structures de santé de base (actions de prévention et de lutte contre les principaux facteurs de morbidité), un réseau hospitalier et un réseau de laboratoires nationaux et d'instituts d'appui à la mission de santé publique.
- Le service de santé des Forces Armées Royales prend en charge au plan médical et sanitaire, les militaires et leur famille. Il dispose d'hôpitaux et d'infirmiers de garnison sur tout l'étendu du royaume.

✓ **Secteur privé**

• **Secteur privé à but lucratif**

Il se compose de cliniques, cabinets médicaux de consultation, cabinets d'examen radiologiques, laboratoires d'analyses médicales, cabinets de chirurgie dentaire, cabinets de soins infirmiers, sages-femmes, officines de pharmacie.

Il constitue une part fondamentale de l'offre de soins au Maroc. Le secteur médical privé représente ainsi «approximativement la moitié des médecins, 90% des pharmaciens et chirurgiens-dentistes et 10% des paramédicaux du Maroc»<sup>2</sup>. Son développement résulte essentiellement de l'insatisfaction des citoyens vis-à-vis des prestations du secteur public surtout dans les grandes villes.

• **Secteur privé à but non lucratif**

C'est un secteur encore peu développé au Maroc, il comprend essentiellement les hôpitaux et les cliniques exerçant sous la tutelle de certains organismes mutualistes et d'assurance (CNOPS, CNSS, etc.) et de certains offices publics (OCP, ONE, etc.).

Au plan industriel, d'une part la production locale du médicament s'est développée de manière efficace. Elle couvre 70% de la demande intérieure et le pays exporte une partie de sa production en particulier aux pays africains voisins. D'autre part, presque la totalité du matériel médical que le pays consomme provient de fournisseurs étrangers.

### **I.3. Assurance maladie au Maroc**

Le régime de la protection sociale au Maroc couvre les salariés du secteur public et du secteur privé ainsi que d'autres populations comme les étudiants et les indépendants contre les risques de maladie, d'invalidité, de vieillesse et des accidents de travail....

L'assurance maladie qui est une composante du régime de la protection sociale, est un moyen qui sert à protéger l'individu contre les risques financiers de soins en cas de maladie.

Avant 2005 l'assurance maladie était facultative et n'était gérée que par les sociétés mutualistes et les entreprises d'assurances.

- Les sociétés mutualistes : qui se basent sur les principes de solidarité et de prévoyance. Elles ont comme statut les groupements de droit privé à but non lucratif, régies par le Dahir n°1.57.187 du 12 Novembre 1963. Elles assuraient avant 2005 la couverture médicale de base et complémentaire d'environ 1 000 000 adhérents.

Il existe trois types d'institutions mutualistes :

---

<sup>2</sup> Etude sur l'équité en santé au Maroc. Ministère de la santé / INISAN. 2012.

1. Les sociétés mutualistes des personnels du secteur public et leur union la CNOPS
  2. Les mutuelles d'entreprises du secteur privé (exemple : La Caisse Interprofessionnelle Marocaine (CMIM))
  3. Les mutuelles et les caisses internes.
- Les entreprises d'assurances et de réassurance: offrant des contrats individuels ou de groupe. Ces derniers sont à configuration variable.

### **La couverture médicale de base :**

Ce n'est qu'en 2005 que le Maroc a mis en place un régime d'Assurance Maladie Obligatoire(AMO) pour les salariés du secteur public et privé.

- La CNOPS : comme organisme gestionnaire des salariés du secteur public
- La CNSS : comme organisme gestionnaire des salariés du secteur privé

Ainsi qu'un régime d'assistance médicale(RAMED), pour les personnes démunies ou à faible revenu.

Dans une phase transitoire prévue par la loi 65-00 (article 114), de cinq années renouvelable, la couverture médicale de base pour les personnes bénéficiant avant le 18 août 2005, continue à être assurée par :

- a) Les sociétés mutualistes autres que celles qui composent la CNOPS et les caisses internes au sein des entreprises publiques. Les niveaux de couverture (taux de remboursement) et les niveaux des cotisations sont fixés par les statuts et les règlements intérieurs de ces sociétés. Ils sont au moins similaires à ceux prévus par le régime d'AMO géré par la CNOPS
- b) Les entreprises d'assurances dans le cadre des contrats de groupe qui couvre le risque maladie et souscrits par des employeurs avant l'entrée en vigueur de l'AMO : Les niveaux de couverture (taux de remboursement, plafond ....) et les niveaux de primes varient selon les besoins exprimés par les assurés.

### **La couverture complémentaire :**

La couverture de base garantit le remboursement des prestations afférentes à un panier de soins selon des taux de référence alors que l'assuré couvre le reste. D'où l'intérêt de la couverture complémentaire.

Cette couverture complémentaire est offerte par les sociétés mutualistes et les entreprises d'assurances.

Tableau 3 : Paysage de la couverture médicale au Maroc.

Régime de couverture médicale	Bénéficiaires	Organisme gestionnaire
AMO	Actifs et retraités de la fonction publique et leurs ayants droit	CNOPS
	Actifs et retraités du secteur privé et leurs ayants droit (2/3 de la population totale du privé)	CNSS
	Indépendants	Pas encore institué
	Etudiants de l'enseignement supérieur	
	Anciens résistants. Chioukhs. Imams	En vigueur
114-Privé	Actifs et retraités du secteur privé et leurs ayants droit (1/3 de la population totale du privé)	Assurances privées
114-Public	Actifs et retraités de quelques établissements publics et leurs ayants droit	Mutuelles, Caisses Internes et Assurances Privées
RAMED	Personnes démunies non couvertes par un régime d'Assurance Maladie Obligatoire.	M.S-ANAM
Mutuelle des FAR	Le personnel des FAR	Mutuelle des FAR

Source : ANAM.

## II. Présentation de l'ANAM

L'Agence nationale de l'assurance maladie, créée le 26 mai 2005, est un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Elle est soumise à la tutelle du Ministère de la Santé et a pour mission d'assurer l'encadrement technique de l'assurance maladie obligatoire de base et de veiller à la mise en place des outils de régulation du système.

A ce titre, l'article 59 de la loi 65-00 précise que l'ANAM est chargée de :

- s'assurer, de concert avec l'administration, de l'adéquation entre le fonctionnement de l'assurance maladie obligatoire de base et les objectifs de l'Etat en matière de santé
- conduire, dans les conditions fixées par voie réglementaire, les négociations relatives à l'établissement des conventions nationales entre les organismes gestionnaires d'une part, les prestataires de soins et les fournisseurs de bien et de services médicaux d'autre part
- proposer à l'administration les mesures nécessaires à la régulation du système d'assurance maladie obligatoire de base et, en particulier, les mécanismes appropriés de maîtrise des coûts de l'assurance maladie obligatoire de base et veiller à leur respect

- émettre son avis sur les projets de textes législatifs et réglementaires relatifs à l'assurance maladie obligatoire de base dont elle est saisie par l'administration, ainsi que sur toutes autres questions relatives au même objet
- veiller à l'équilibre global entre les ressources et les dépenses pour chaque régime d'assurance maladie obligatoire de base
- apporter l'appui technique aux organismes gestionnaires pour la mise en place d'un dispositif permanent d'évaluation des soins dispensés aux bénéficiaires de l'assurance maladie obligatoire de base dans les conditions et selon les formes édictées par l'administration
- assurer l'arbitrage en cas de litiges entre les différents intervenants dans l'assurance maladie
- assurer la normalisation des outils de gestion et documents relatifs à l'assurance maladie obligatoire de base
- tenir les informations statistiques consolidées de l'assurance maladie obligatoire de base sur la base des rapports annuels qui lui sont adressés par chacun des organismes gestionnaires
- élaborer et diffuser annuellement un rapport global relatant les ressources, les dépenses et les données relatives à la consommation médicale des différents régimes d'assurance maladie obligatoire de base.

Ainsi, la vision globale de l'agence pour la couverture médicale de base repose sur 3 principes :

- ✓ L'universalité de la couverture
- ✓ L'équité
- ✓ La solidarité et la mutualisation des risques.

Notre projet se situe dans ce contexte, en s'inscrivant dans le cadre de l'objectif stratégique de l'ANAM consistant en la réduction des écarts et l'harmonisation des modes de couverture des régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS.

### **III. Ecarts entre AMO-CNOPS et AMO-CNSS**

Le régime d'Assurance Maladie Obligatoire créé par la loi 65-00 de la couverture médicale de base, n'est pas uniforme et il est en pratique géré par deux organismes gestionnaires : La Caisse Nationale des Organismes de prévoyance Sociale (CNOPS) et la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS). Ces deux organismes gèrent des régimes qui diffèrent sur plusieurs plans en termes de population couverte et des paramètres techniques.

L'objectif de cette partie est la détermination des écarts existants entre les paramètres de couverture des deux régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS. Afin d'identifier ces divergences, on opte pour un diagnostic.

### **Un panier de soins plus complet à la CNOPS :**

Le panier de soins désigne l'ensemble des biens et services assurés, en d'autres termes l'ensemble des prestations fournies aux assurés et à leurs ayants-droits.

La loi n° 65-00 a fixé les prestations couvertes dans le cadre de l'AMO. La composition des paniers de soins couverts par chacune des caisses peut se présenter dans ce tableau comparatif, ou « × » indique que les prestations désignées font partie du panier de soins de la caisse :

Tableau 4 : Prestations couvertes pour les deux régimes

Prestations couvertes	CNOPS	CNSS
Soins préventifs et curatifs liés aux programmes prioritaires entrant dans le cadre de la politique sanitaire de l'Etat	×	×
Actes de médecine générale et de spécialités médicales et chirurgicales	×	×
Soins relatifs au suivi de la grossesse, à l'accouchement et ses suites	×	×
Soins liés à l'hospitalisation et aux interventions chirurgicales y compris les actes de chirurgie réparatrice	×	×
Analyses de biologie médicale	×	×
Radiologie et imagerie médicale	×	×
Explorations fonctionnelles	×	×
Médicaments admis au remboursement	×	×
Poches de sang humain et dérivés sanguins	×	×
Dispositifs médicaux et implants nécessaires aux différents actes médicaux et chirurgicaux	×	×
Appareils de prothèse et d'orthèse médicales admis au remboursement	×	×

Prestations couvertes	CNOPS	CNSS
Lunetterie médicale	×	×
Soins bucco-dentaires	×	Seulement pour les enfants de moins de 12 ans et ALD
Orthodontie pour les enfants	×	Seulement pour les enfants de moins de 12 ans
Actes de rééducation fonctionnelle et de kinésithérapie	×	×
Actes paramédicaux	×	×

Source ANAM

D'après le tableau, il y a des différences importantes entre le panier de soins de la CNSS et celui de la CNOPS : la première ne fournit de soins bucco-dentaires qu'aux enfants de moins de 12 ans et aux personnes ayant une ALD. Ce qui signifie que le panier de soins est plus complet à la CNOPS qu'à la CNSS.

### **Les différences entre les taux de couverture des deux régimes :**

Le deuxième paramètre de couverture qui diffère entre la CNOPS et la CNSS est le taux de couverture. Le taux de couverture est le taux qui permet le calcul du montant de remboursement, il s'applique sur le tarif conventionnel et varie en fonction de l'acte médical et du régime de l'assuré.

Les taux de couverture, conformément à l'article 10 de la loi n°65-00 sont fixés par les prestations ou groupes de prestations par voie réglementaire. Ils sont fixés par rapport à une tarification nationale de référence prévue à l'article 12 de la loi n°65-00 par acte.

Ces taux de couverture varient de façon relativement importante pour les mêmes pathologies entre la CNSS et la CNOPS.

En ce qui concerne la CNSS, le taux de couverture des différents groupes de prestation est fixé à 70% de la tarification nationale de référence. Et pour les ALD et ALC, le taux de couverture est de 90% lorsque les prestations afférentes à ces affections sont dispensées dans les hôpitaux publics, les établissements publics de santé et les services sanitaires relevant de l'Etat. Certaines exonérations pourraient être prévues au cas par cas pour les ALD/ALC selon l'article 9 de la loi n°65-00.

Pour la CNOPS, les taux de couverture sont fixés par groupes de prestations conformément au tableau ci-après :

Tableau 5 : Taux de couverture de la CNOPS pour chaque groupe de prestation

Groupe de prestations	Taux de couverture
Actes de médecine générale et de spécialités médicales et chirurgicales, actes paramédicaux, de rééducation fonctionnelle et de kinésithérapie délivrés à titre ambulatoire hors médicaments.	80% de la tarification nationale de référence.
Soins liés à l'hospitalisation et aux interventions chirurgicales y compris les actes de chirurgie réparatrice et le sang et ses dérivés labiles.	90% de la tarification nationale de référence. Ce taux est porté à 100% lorsque les prestations sont rendues dans les hôpitaux publics, les établissements publics de santé et les services sanitaires relevant de l'Etat.
Médicaments admis au remboursement.	70% du prix base de remboursement.
Lunetterie médicale, dispositifs médicaux et implants nécessaires aux actes médicaux et chirurgicaux.	Forfaits fixés dans la tarification nationale de référence.
Appareils de prothèse et d'orthèse médicales admis au remboursement.	Forfaits fixés dans la tarification nationale de référence.
Soins bucco-dentaires.	80% du tarif de responsabilité.
Orthodontie médicalement requise pour les enfants	Forfait fixé dans la tarification nationale de référence.

Source : Décret n°2-05-736 du 18 juillet 2005

La CNOPS prend en charge en hauteur de :

- 100% les hospitalisations dans les structures hospitalières publics
- 90% des hospitalisations dans les cliniques privées et à 100% pour les séances d'hémodialyse et la greffe

Pour toutes les ALD de la liste arrêtée par le Ministre de la santé, la CNOPS assure le remboursement total ou partiel des soins avec un taux à la charge de l'assuré inférieur à 10%.

D'après les données citées, il y a des grands écarts entre la CNOPS et la CNSS en matière de taux de couverture. Le taux de couverture par groupe de prestations diffère selon chaque régime sauf pour les médicaments admis au remboursement, ces taux paraissent plus avantageux à la CNOPS qu'à la CNSS.

#### **Les taux de cotisations des deux caisses :**

Le troisième paramètre de couverture à comparer entre les deux régimes est le taux de cotisation qui, avec l'assiette de cotisation appropriée, permet le calcul des cotisations des assurés.

Le taux de cotisation doit permettre aux termes de la loi d'assurer l'équilibre financier de chaque régime d'AMO de base, et il est fixé pour chaque régime et chaque catégorie d'assurés par décret sur proposition de l'ANAM.

Selon la loi 65-00, pour un assuré en activité, l'assiette est le salaire brut déduction faite des allocations familiales. Pour un titulaire de pension, l'assiette est déterminée sur la base du montant global des pensions de base.

Les taux de cotisation diffèrent d'un régime à l'autre. Les taux appliqués dans chaque régime peuvent se résumer dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Les taux de cotisations des deux régimes

AMO-CNOPS	AMO-CNSS
<p>- <b>Salariés</b> : 5% de l'ensemble des rémunérations visées à l'article 106 de la loi n° 65-00 (dont 50% à la charge de l'employeur) ;</p> <p>- <b>Pensionnés</b> : 2,5% du montant global des pensions de base.</p> <p><i>Min : 70 DHS - Max : 400 DHS</i></p> <p>- <b>Assurance volontaire</b> : 5% du dernier salaire ayant servi de base du calcul des dernières cotisations et contributions au RCAR.</p> <p>- <b>Population 114</b> : pas de cotisation.</p>	<p>- <b>Salariés</b> : 4% de l'ensemble des rémunérations visées à l'article 19 du dahir relatif au régime de la sécurité sociale (dont 50% à la charge de l'employeur) + 1,5% de la rémunération brute mensuelle à la charge exclusive de l'employeur ;</p> <p>- <b>Marins pêcheurs</b> :</p> <p>o 1,2% du produit brut de la vente du poisson pêché sur les chalutiers ;</p> <p>o 1,5% du produit brut de la vente du poisson pêché sur les sardiniers et les palangriers ;</p> <p>- <b>Pensionnés</b> : 4% du montant global des pensions de base ;</p> <p>- <b>Assurance volontaire</b> : 4% de la rémunération ayant servi de base au calcul de la dernière cotisation obligatoire au titre de ladite assurance.</p> <p>- <b>Population 114</b> : cotisation de solidarité de 1,5%.</p>

Source ANAM

Nous constatons une grande différence en matière de taux de cotisation entre les deux régimes. Ainsi que pour la CNOPS, chacune des parts des cotisations des salariés et des pensionnés est perçue dans la limite d'un montant mensuel minimum de 70 DH et d'un plafond mensuel de 400 DH.

Le diagnostic mené sur les paramètres de couverture entre les deux régimes AMO-CNOPS et AMO-CNSS a permis d'identifier de fortes divergences entre ces deux régimes. L'objectif idéal est de minimiser le plus possible ces écarts.

L'ANAM donc, comme un régulateur de l'AMO au Maroc, a comme un objectif à long terme, l'harmonisation des modes de couverture des régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS sous contrainte d'équilibre financier des deux régimes.

Dans ce cadre, après l'étude des écarts existants entre ces deux régimes, le travail de l'actuaire est de proposer et d'étudier les différents scénarios de convergence possible ainsi que de projeter des équilibres démographique, économique et financiers. La convergence doit être axée autour des trois paramètres notamment le panier de soins, le taux de couverture et le taux de cotisation. Il faut chercher un rapprochement équitable de ces paramètres, tenant compte des différences entre les populations.

Il est important de noter que le panier de soins vient d'être harmonisé dans les deux régimes par l'intégration des soins dentaires dans le panier de soins de la CNSS. L'impact financier de ce scénario de convergence va être abordé par la suite.

## *Chapitre II.*

### *Objectifs et description des données*

*Le deuxième chapitre présente les objectifs du stage, le traitement et la description des données.*

*Nous commençons par dresser les visées de notre projet. Ensuite nous décrivons et nous traitons les données de l'AMO-CNOPS et l'AMO- CNSS. Enfin nous analysons les effectifs et la consommation de l'AMO pour ces deux organismes gestionnaires.*

## **I. Objectifs**

Dans le présent travail, notre objectif est de développer un modèle actuariel permettant de simuler l'équilibre financier des deux caisses (CNOPS et CNSS). Nous allons nous intéresser à un scénario de convergence parmi l'ensemble des scénarios possibles. Il se comporte sur l'annulation de tous les écarts existant entre les paniers de soins des deux caisses en intégrant les soins dentaires au panier de soins de la CNSS au profil de toute sa population. Etant donné que la convergence des régimes doit se faire sous contrainte d'équilibre financier, ce dernier sera défini comme l'équilibre dans le statu quo, l'idée étant que le choc résultant de l'action menée pour ce scénario de convergence ne fragilise pas l'équilibre initial des caisses.

Dans ce sens, notre étude va s'orienter en premier temps à la simulation des projections financières du compte des produits et des charges que nous allons considérer comme un scénario de référence pour les deux caisses, puis à la simulation actuarielle de l'impact financier de l'extension au dentaire sur l'équilibre de la CNSS.

Une analyse qui porte sur la comparaison des caractéristiques de la population ainsi que celles de la consommation de cette population, à partir de l'analyse des données disponibles, serait importante afin de détecter les nombreux aspects sur lesquels les populations CNSS et CNOPS peuvent différer.

La modélisation de la population assurée dans les deux régimes CNOPS et CNSS, ainsi que la modélisation des remboursements dont bénéficient ces populations sont des étapes nécessaires à suivre dans ce travail afin de modéliser les ressources et les dépenses de ces régimes.

## **II. Description et analyse des données utilisées**

Les données que nous allons traiter et utiliser dans ce travail sont issues de la base de données mise à notre disposition par l'ANAM.

Ce paragraphe a pour but de décrire la structure de la base de données disponible, son traitement, ainsi qu'une partie d'analyse descriptive des deux caisses.

### **II.1 Description et traitement de la base de données**

Les données mises à notre disposition sont celles relatives à la population ainsi que celles relatives à la consommation médicale pour les deux caisses CNOPS et CNSS au titre de l'année 2013.

#### **II.1.1. Structure des données relatives à la population**

La base de données de la population AMO-CNSS et AMO-CNOPS comporte les champs décrits dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : La structure des données relatives à la population

Champs	Commentaire	Valeurs
OG	Organisme gestionnaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNOPS</li> <li>• CNSS</li> </ul>	1\2
Type_ASS	Type de l'assuré : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actif</li> <li>• Inactif</li> <li>• Retraité et invalide</li> <li>• Conjoint survivant</li> <li>• Orphelin survivant</li> </ul>	A \ I\ P1\ P2\ P3
Type_Ben	Type du bénéficiaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assuré</li> <li>• Conjoint de l'Assuré</li> <li>• Enfant de l'Assuré</li> </ul>	A \ CA \ EA
Tranche_Age	Tranche d'âge : <ul style="list-style-type: none"> <li>• [0,1[</li> <li>• [1,5[</li> <li>• [5,10[</li> <li>• ...</li> <li>• [65,70[</li> <li>• 70 et plus</li> </ul>	De 1 à 16
Sexe	Masculin ou Féminin	M \ F
Ouvert_droit	Droits du bénéficiaire Ouverts ou Fermés	O \ F
ALD	Si le bénéficiaire est déclaré ALD ou non	Oui \ Non
Tranche_Rv	Tranche de revenu de l'assuré (disponible seulement pour la CNSS)	D 1 à 13 (voir annexe)
Effectif	L'effectif des bénéficiaires selon les critères qui précèdent	

Le champ en bleu représente une colonne output contenant l'effectif des bénéficiaires groupés selon les sept variables inputs qui sont : type d'assuré, type de bénéficiaire, tranche d'âge, sexe, ouverture de droit, ALD, tranche de revenu.

### II.1.2. Structure des données relatives à la consommation médicale

En ce qui concerne la base de données de la consommation médicale des deux régimes, elle contient les mêmes champs que la précédente avec d'autres nouveaux inputs :

- Code\_acte : Un code représentant les actes médicaux assujettis à l'assurance maladie
- Secteur\_etabl : représente le secteur d'établissement étant public ou privé
- Type\_soins : montre si le type de soins est ambulatoire ou hospitalier.

Les outputs suivants sont aussi groupés selon les variables inputs déjà cités :

- Frais\_eng: Frais engagés du groupe de population
- Effect\_sinistr: L'effectif sinistré selon le groupe de population
- Mont\_rem: Le montant remboursé par le régime pour ce groupe de population.

L'ANAM a mis à notre disposition aussi les états annuels de la CNOPS et la CNSS de 2008 à 2012, qui vont nous permettre d'estimer les paramètres dont on aura besoin pendant ce travail.

### II.1.3. Traitement de la base de données

Les données fournies ont nécessité en premier lieu un traitement de manière à fiabiliser et ne conserver que les données nécessaires à l'étude. En premier lieu, nous avons filtré notre base de données de façon à n'avoir que les sinistres survenus en 2013 auxquels nous nous sommes intéressées, puis nous avons fait une brève analyse des données selon les différentes variables afin d'identifier les données absentes ou les données aberrantes.

Pour les données de la consommation médicale, nous avons constaté qu'il existe des données absentes dans certaines variables pour les deux caisses CNOPS et CNSS. Le tableau suivant donne les pourcentages de ces données par rapport aux données globales :

Tableau 8 : les valeurs manquantes en pourcentage

	Tranche d'âge	Sexe
CNOPS	0,1%	0,3%
CNSS	1%	

Source : réalisé par nos soins

Ce tableau montre bien que les pourcentages des données absentes sont assez faibles, donc nous les avons supprimées.

Pour les données concernant la population, d'une part, les effectifs sont groupés par classe d'âge quinquennale pour les deux caisses, la dernière classe d'âge étant [70 et plus]. Nous avons fermé cette classe d'âge à 75 ans selon l'amplitude des autres classes d'âges. Cette hypothèse peut être aussi soutenue par l'enquête du Haut-Commissariat du Plan durant la période 2009-2010 qui donne une espérance de vie à la naissance pour la population marocaine de 75 ans.

D'autre part, pour la modélisation de la population nous aurons besoins de l'effectif par âge et non pas par tranche d'âge. De ce fait, suivant une hypothèse de répartition uniforme de la population dans chaque tranche d'âge, nous avons créé la variable âge, avec une commande sous SAS, l'effectif associé à chaque âge étant l'effectif du groupe de la population correspondant à chaque tranche d'âge, distribué de façon uniforme par rapport à l'amplitude de chaque tranche tout en gardant les autres critères de chaque groupe de population.

## II.2. Analyse descriptive

Ce paragraphe fait l'objet d'une analyse descriptive des données disponibles de la population couverte pour les deux régimes CNOPS et CNSS, ainsi que celle de la consommation médicale de cette population au titre de l'année 2013. Cette analyse montrera l'ensemble des différences entre les deux caisses au niveau de la population ainsi qu'au niveau de la consommation de cette population.

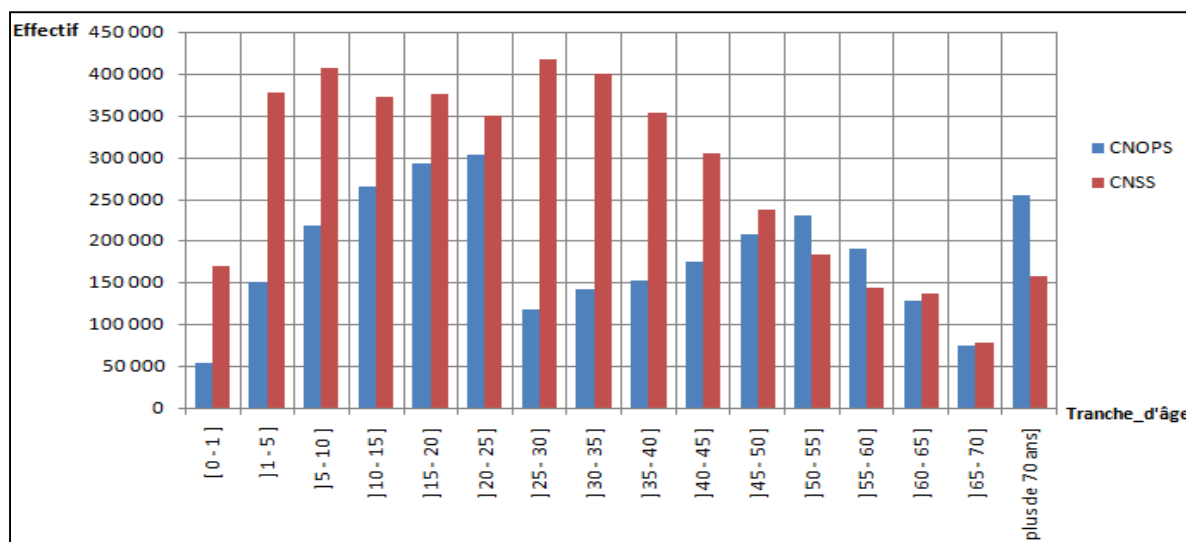
### II.2.1. Analyse de la population CNOPS et CNSS

Nous nous intéresserons à la description de l'effectif de la population CNOPS et CNSS selon quelques variables descriptives.

#### 1) L'effectif de la population selon l'âge

La répartition de la population couverte (assurés et ayant droit) des deux régimes par âge est différente, c'est ce qui le montre le graphique ci-dessous :

Figure1. Répartition par âge de la population couverte (CNSS-CNOPS)



Source : réalisé par nos soins

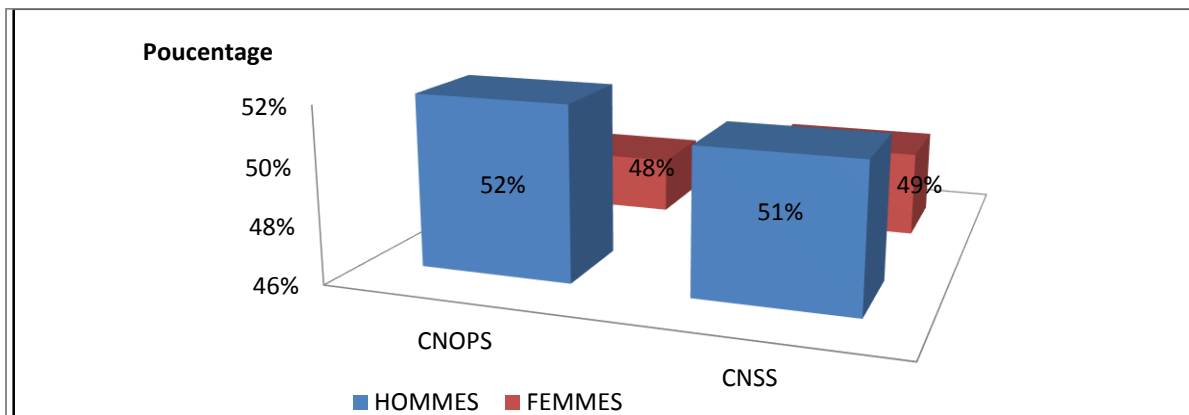
La répartition par âge de la population couverte de chaque régime nous conduit à souligner la jeunesse de la population de la CNSS par rapport à la population de la CNOPS ce qui est dû à deux dynamiques d'emploi différentes du secteur privé et public. Le caractère vieillissant de la population de la CNOPS peut être expliqué par la politique de la fonction publique (réduction des fonctionnaires par le départ volontaire et le non remplacement du personnel parti à la retraite).

D'après le graphique, nous pouvons aussi constater que la population couverte par la CNSS est bien plus importante que celle couverte par la CNOPS.

## 2) Effectif de la population selon le sexe

Les graphiques suivants montrent la répartition de la population des deux régimes selon le sexe du bénéficiaire :

Figure 2. Répartition de la population par sexe (CNOPS et CNSS)



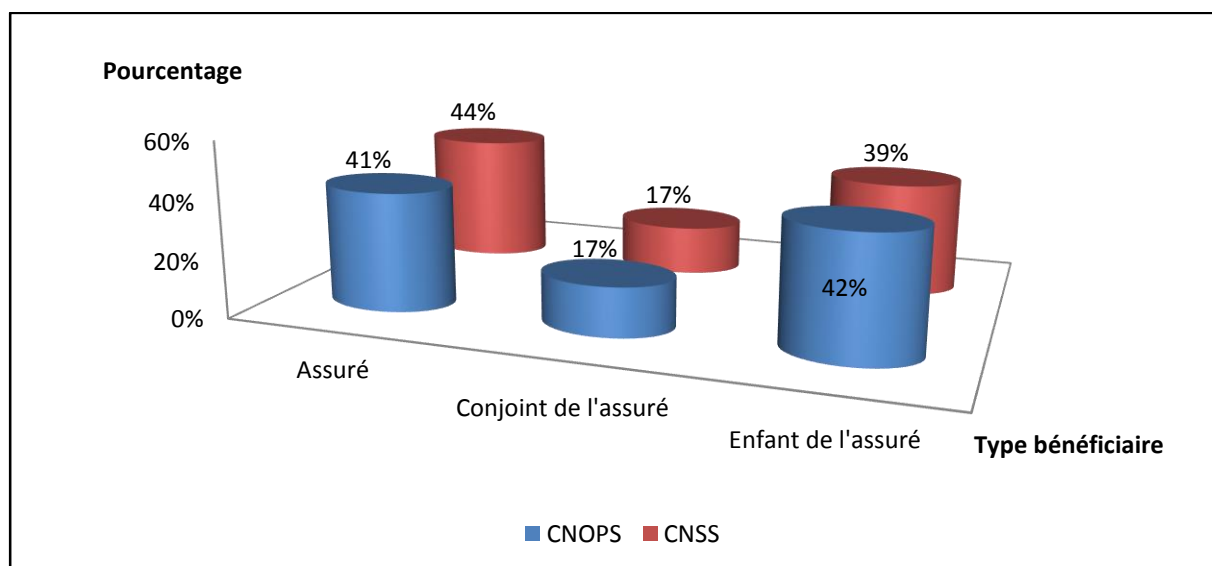
Source : réalisé par nos soins

La figure 2 montre que l'effectif des hommes est presque égal à celui des femmes pour les deux régimes. Nous ne pouvons rien conclure à partir de cette variable, puisque la différence d'effectif entre les femmes et les hommes n'est pas assez significative.

## 3) Effectif de la population selon le type du bénéficiaire

Les deux graphiques suivants représentent la répartition de la population par type de bénéficiaire.

Figure 3. Répartition par type de bénéficiaires (CNOPS et CNSS)



Source : réalisé par nos soins

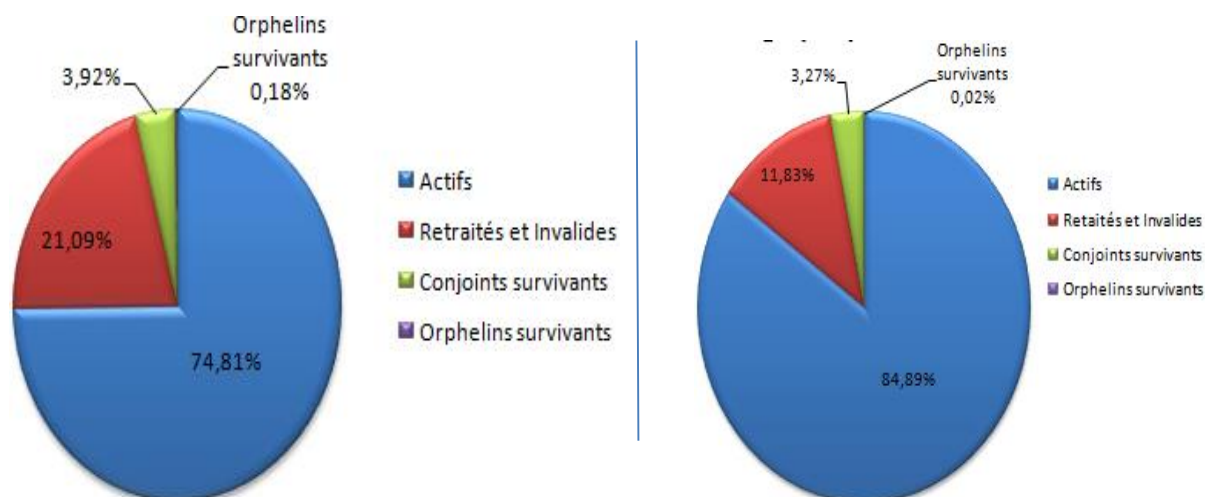
D'après la figure 3, nous pouvons remarquer que les bénéficiaires des deux régimes sont spécialement les assurés et leurs enfants qui sont répartis à part presque égale chez la CNOPS

(41%) alors que les assurés sont un peu plus dominants chez la CNSS (44%). Pour les deux caisses les conjoints des assurés représentent une minorité (17%) par rapport à la population globale.

#### 4) Effectif de la population selon le type d'assuré

La répartition de la population couverte selon le type d'assuré pour les deux régimes est donnée par les deux graphiques ci-dessous :

Figure 4. Répartition par type d'assuré (CNOPS) Figure 5. Répartition par type d'assuré (CNSS)



Source : réalisé par nos soins

Nous notons que la majorité des bénéficiaires des deux régimes sont les actifs (74,81% pour la CNOPS et 84,89% pour la CNSS). Les retraités représentent 21,09% chez la CNOPS contre seulement 11,83% chez la CNSS, donc nous pouvons confirmer la jeunesse de la population couverte par la CNSS par rapport à celle couverte par la CNOPS. Aussi nous pouvons constater que l'effectif des orphelins pour les deux caisses est négligeable.

#### 5) Effectif de la population selon l'ouverture\fermeture de droit

L'ouverture du droit aux prestations d'AMO de base est subordonnée à la réalisation d'une période de stage. « Pour la CNSS, elle est de 54 jours ouvrables (successifs ou non) déclaré et dont les cotisations exigibles ont été versées pendant une période maximum de six mois à compter de la date d'immatriculation de l'intéressé à l'AMO-CNSS. Alors que pour la CNOPS, la période de stage est de trois mois à compter de la date d'immatriculation à l'AMO-CNOPS »<sup>3</sup>.

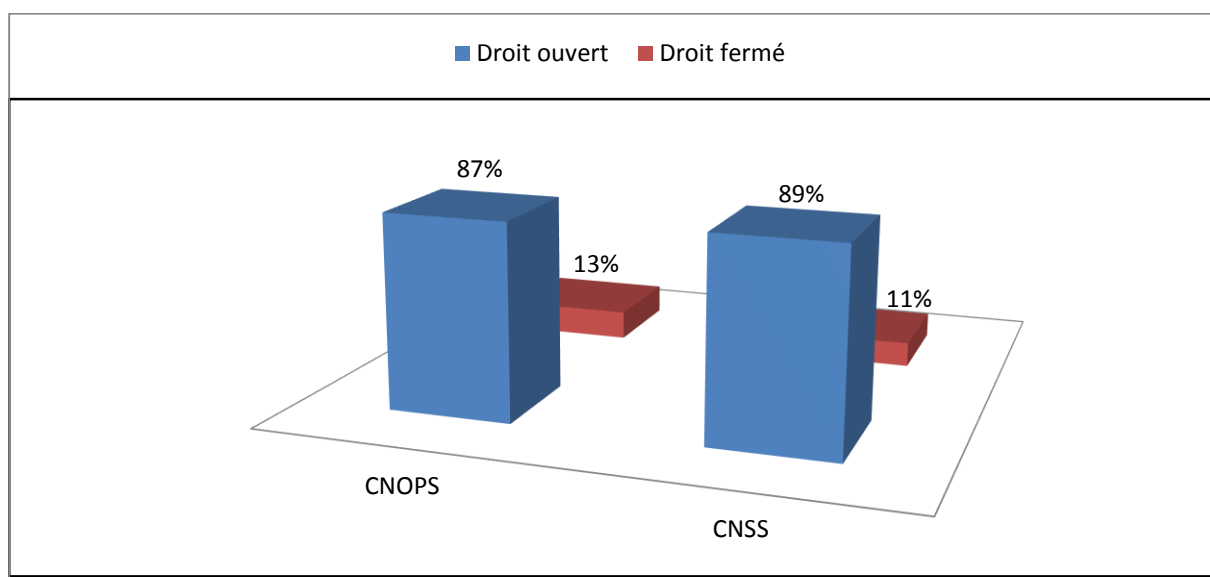
<sup>3</sup> Article 101 de la loi n°65-00 portant code de la couverture médicale de base.

Lorsque l'assuré ne remplit pas l'ensemble de ces conditions, ses droits sont dits « fermés » et il ne peut, faute de réalisation des conditions de stage, bénéficier des prestations au titre de l'AMO.

D'autres événements, tels que l'interruption du travail, la dissolution du mariage et le décès de l'assuré, peuvent causer aussi la fermeture des droits pour les assurés ou les ayants droit après avoir bénéficié d'une période déterminée de maintien de leur droit aux prestations.

La figure ci-dessous représente la répartition de la population selon l'ouverture ou la fermeture de leur droit :

Figure 6. Répartition selon le statut de droit (CNOPS et CNSS)



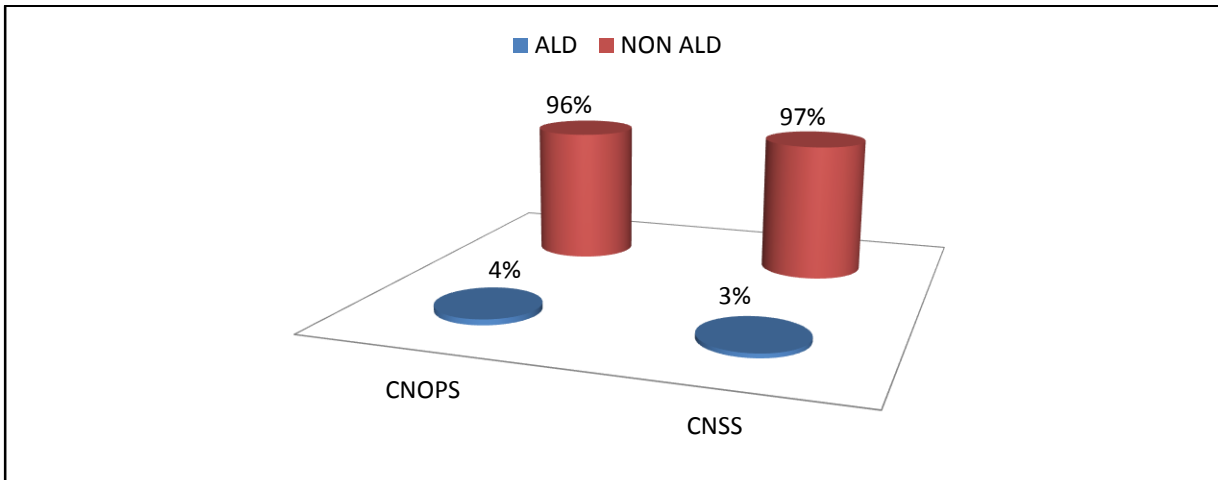
Source : réalisé par nos soins

Nous constatons que pour les deux caisses la proportion de la population ayant les droits ouverts est la dominante, alors que celle ayant les droits fermés n'est pas négligeable.

#### 6) Effectif de la population selon l'état de la maladie (ALD ou non)

Les affections de longue durée (ALD) sont des maladies chroniques, dont la thérapie est coûteuse et pour laquelle l'Assurance Maladie Obligatoire assure une prise en charge pour tous les traitements nécessaires. Cette variable est assez importante dans notre travail puisqu'elle est très significative au niveau de la consommation médicale. Le graphique suivant illustre la répartition de la population selon l'état de la maladie :

Figure 7. Répartition selon l'état de la maladie (CNOPS et CNSS)



Source : réalisé par nos soins

D'après cette figure, nous remarquons que la proportion de la population atteinte d'une affection de longue durée est très petite pour les deux régimes (4% chez la CNOPS et 3% chez la CNSS). Néanmoins, comme nous allons voir par la suite, cette proportion s'accapare de la majorité des montants remboursés.

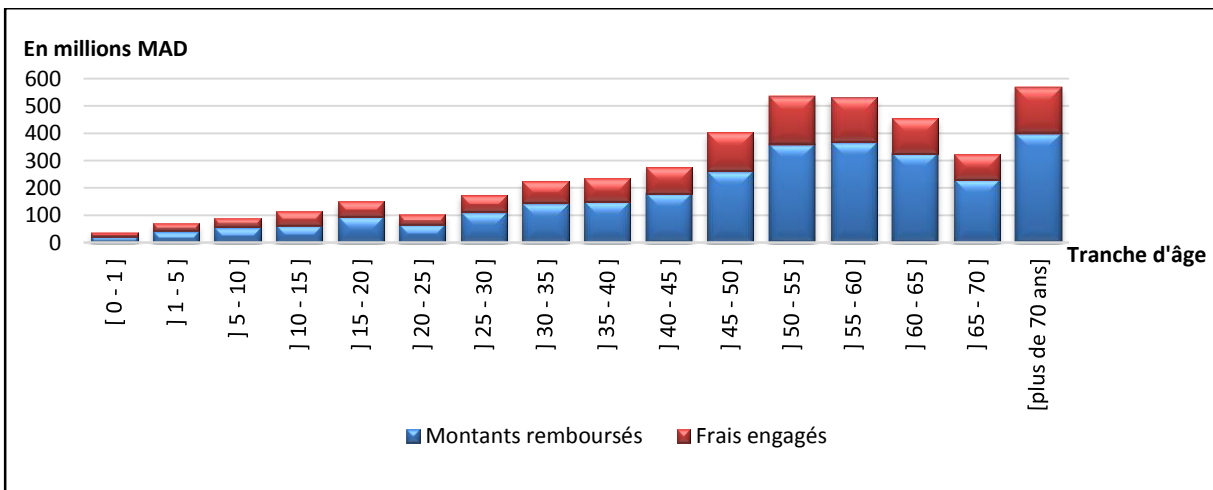
## II .2.2. Analyse de la consommation médicale de la population CNOPS et CNSS

Nous nous intéresserons à la consommation médicale de la population CNOPS et CNSS selon l'âge, le type du bénéficiaire et l'état de la maladie (ALD ou non).

### 1) Consommation médicale par âge

Les figures ci-dessous représentent les montants remboursés, ainsi que les frais engagés selon l'âge :

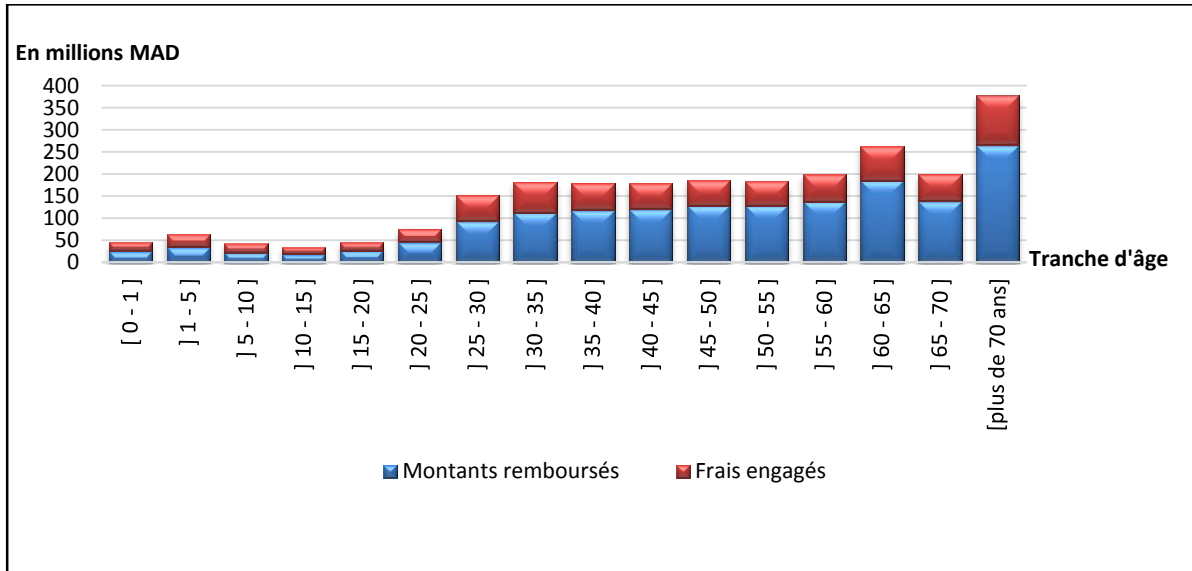
Figure 8. Consommation médicale par tranche d'âge (CNOPS)



Source : réalisé par nos soins

Le graphique précédent montre que pour la CNOPS, les tranches d'âge qui consomment le moins sont les trois premières ([0-1], ]1-5] et ]5-10]). Alors que la tranche ]70 et plus] est la tranche la plus sinistrée.

Figure 9. Consommation médicale par tranche d'âge (CNSS)

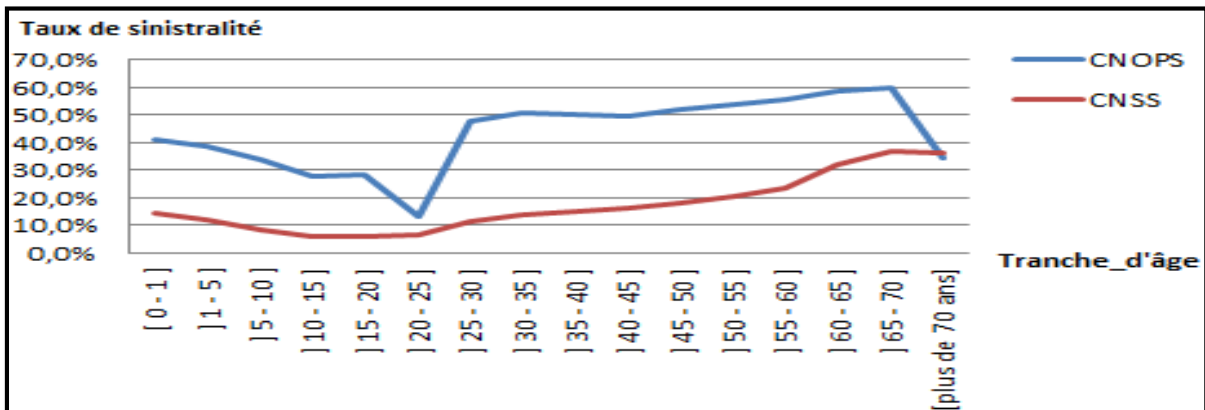


Source : réalisé par nos soins

Pour la CNSS, la tranche d'âge ]10-15] est celle qui consomme le moins. Et de même la dernière tranche est celle qui a des frais engagés les plus élevés.

Nous remarquons d'après les deux figures que la consommation des bénéficiaires de la CNOPS est généralement supérieure à celle des bénéficiaires de la CNSS. Le graphique suivant confirme cette remarque :

Figure 10. Taux de sinistralité par tranche d'âge (CNOPS et CNSS)



Source : réalisé par nos soins

Nous avons défini le taux de sinistralité comme étant le taux de recours aux soins de la population couverte pour les deux caisses. Ce taux est calculé comme suit :

$$\text{Taux de sinistralité} = \frac{\text{Effectif sinistré pour chaque tranche d'âge}}{\text{Population couverte pour chaque tranche d'âge}}$$

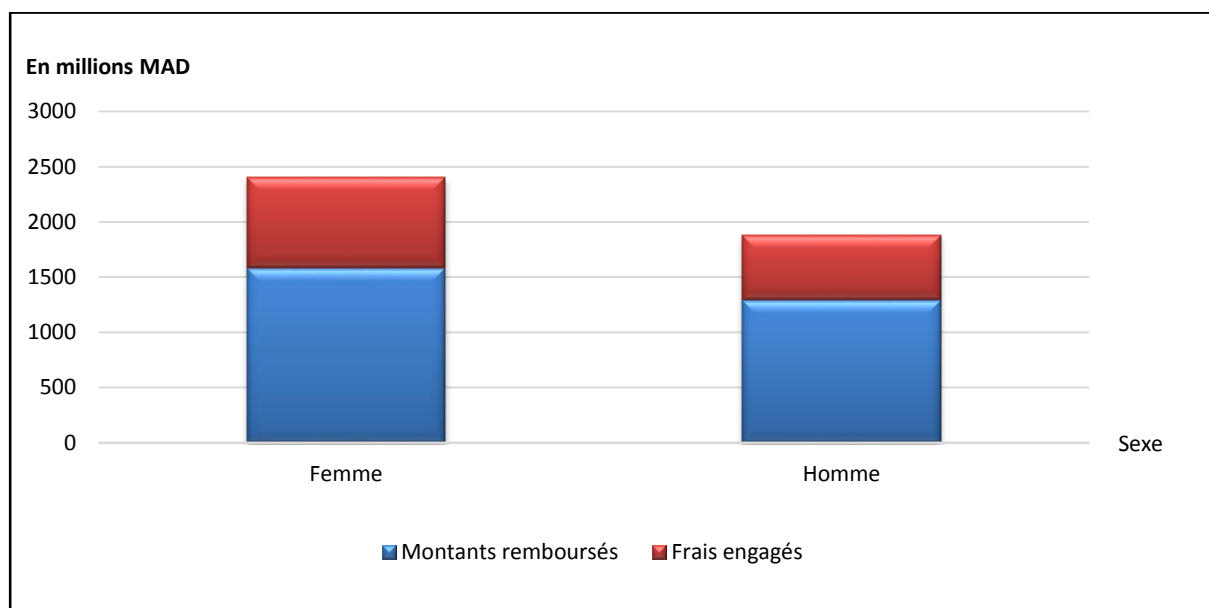
D'après le graphique de la figure 10, nous pouvons confirmer que le taux de sinistralité de la population de la CNOPS est bien plus élevé que celui de la population de la CNSS. Il existe plusieurs hypothèses permettant d'expliquer cette différence de comportements médicaux entre les deux populations, nous pouvons citer :

- ✓ Le panier de soins plus large et le taux de couverture plus important chez la CNOPS encourageant l'accès aux soins pour la population couverte par cette dernière
- ✓ La population CNOPS, plus âgés, tombe plus fréquemment malade. En outre elle connaît une « sinistralité ALD » un peu plus importante que la CNSS, or les personnes souffrant d'ALD sont plus enclins à développer d'autres affections.

## 2) Consommation médicale par sexe

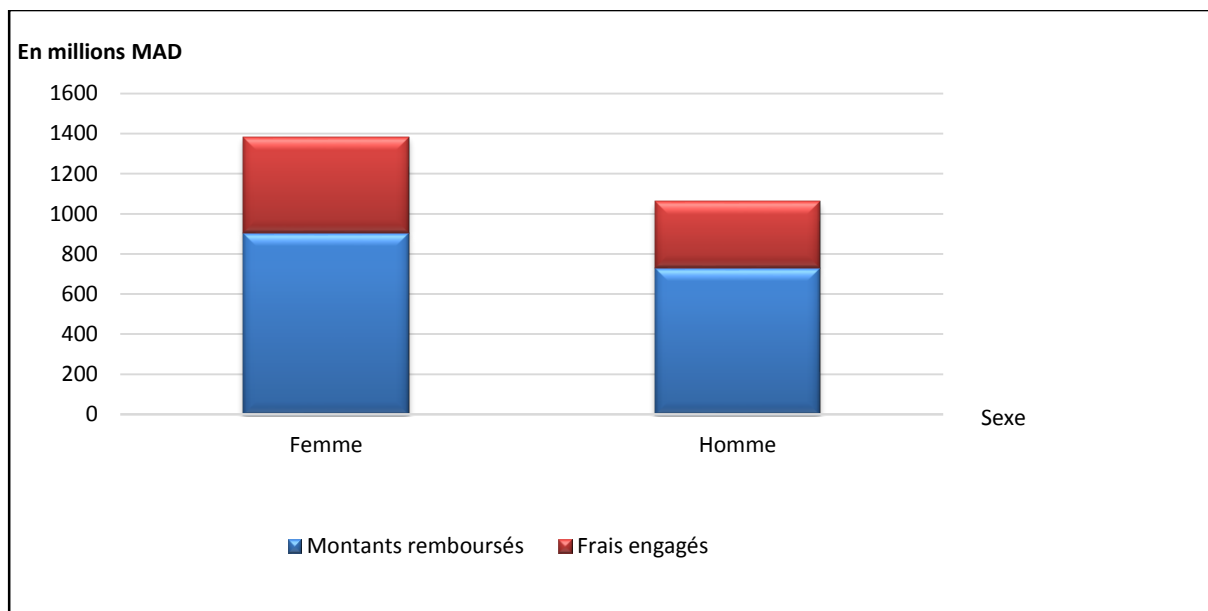
La consommation médicale par sexe pour les deux caisses est illustrée dans les figures suivantes :

Figure 11. Consommation selon le sexe (CNOPS)



Source : réalisé par nos soins

Figure 12. Consommation selon le sexe (CNSS)



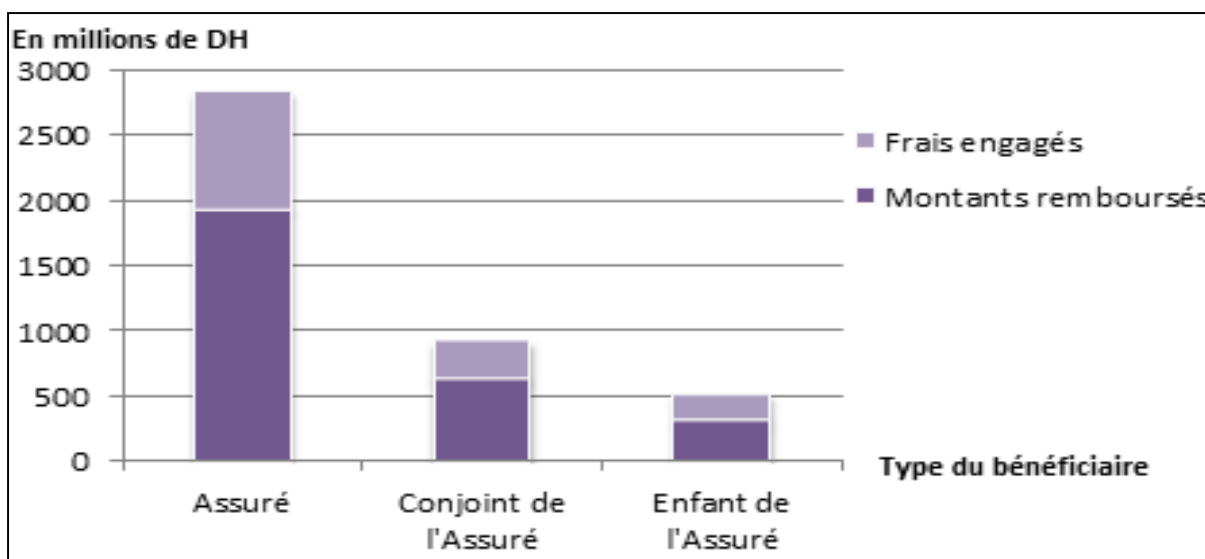
Source : réalisé par nos soins

Malgré la dominance des hommes dans les deux caisses comme nous l’avons déjà vu, ces figures montrent que les frais engagés par les femmes sont beaucoup plus élevés que ceux des hommes.

### 3) Consommation médicale par type de bénéficiaire

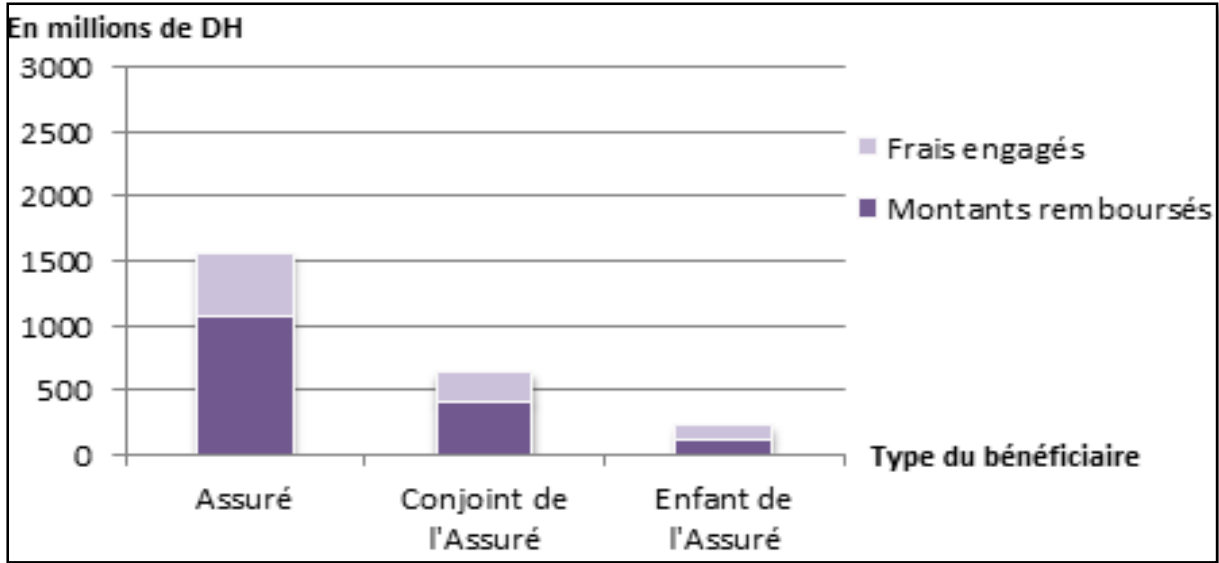
Les graphiques suivants montrent les frais engagés et les montants remboursés pour chaque type de bénéficiaire :

Figure 13. Consommation selon le type du bénéficiaire (CNOPS)



Source : réalisé par nos soins

Figure 14. Consommation selon le type du bénéficiaire(CNSS)



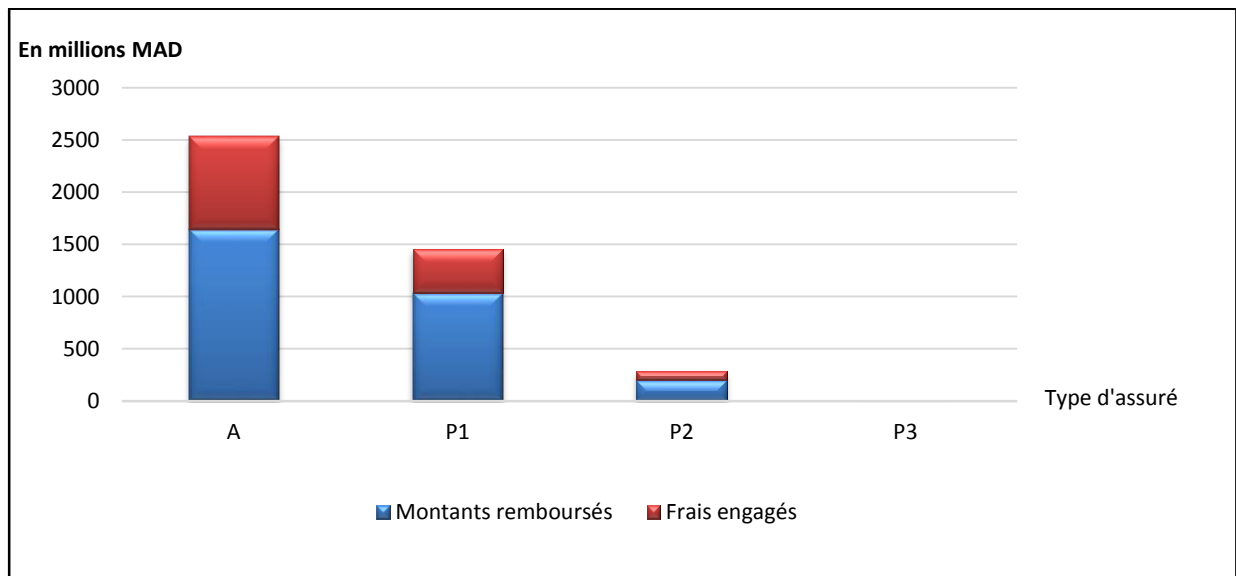
Source : réalisé par nos soins

Les assurés sont ceux qui consomment le plus par rapport aux autres types de bénéficiaires. Et évidemment, comme nous l’avons déjà constaté, les frais engagés pour chaque type de bénéficiaire sont beaucoup plus élevés pour la population de la CNOPS.

#### 4) Consommation médicale par type d’assuré

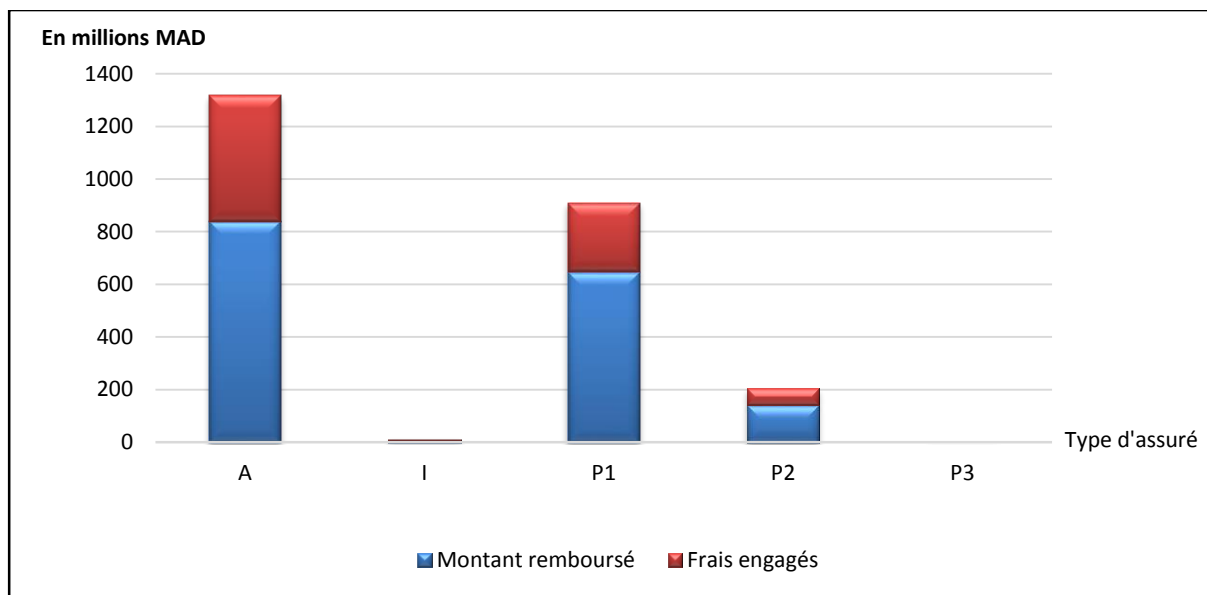
Les frais engagés ainsi que les montants remboursés pour chaque type d’assuré sont représentés dans les figures ci-dessous :

Figure 15. Consommation selon le type d’assuré (CNOPS)



Source : réalisé par nos soins

Figure 16. Consommation selon le type d'assuré (CNSS)



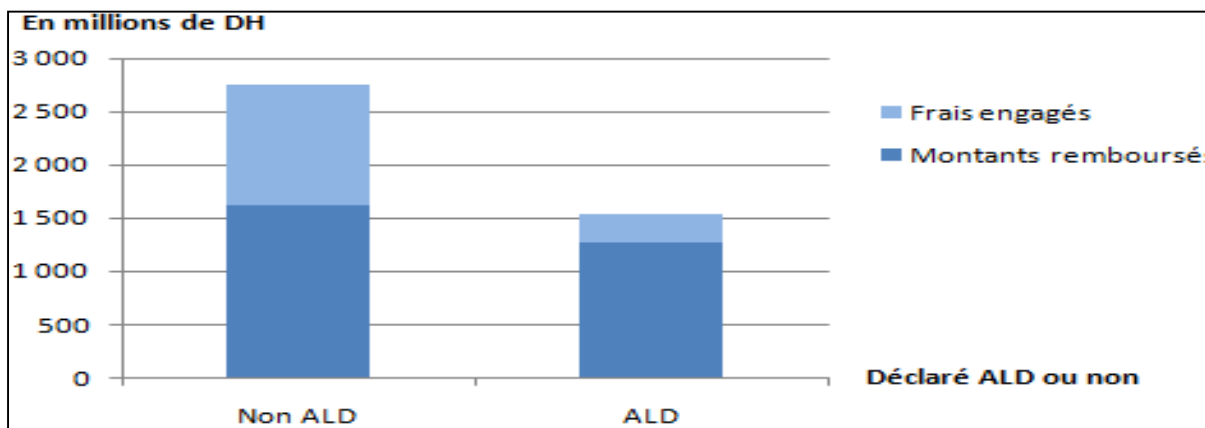
Source : réalisé par nos soins

Nous remarquons à travers ces deux figures que la consommation diffère d'un type d'assuré à un autre. Les actifs consomment beaucoup plus que les autres, alors que la consommation des inactifs et des orphelins, ayants des effectifs assez réduits, est presque nulle.

5) Consommation médicale selon l'état de la maladie (ALD ou non)

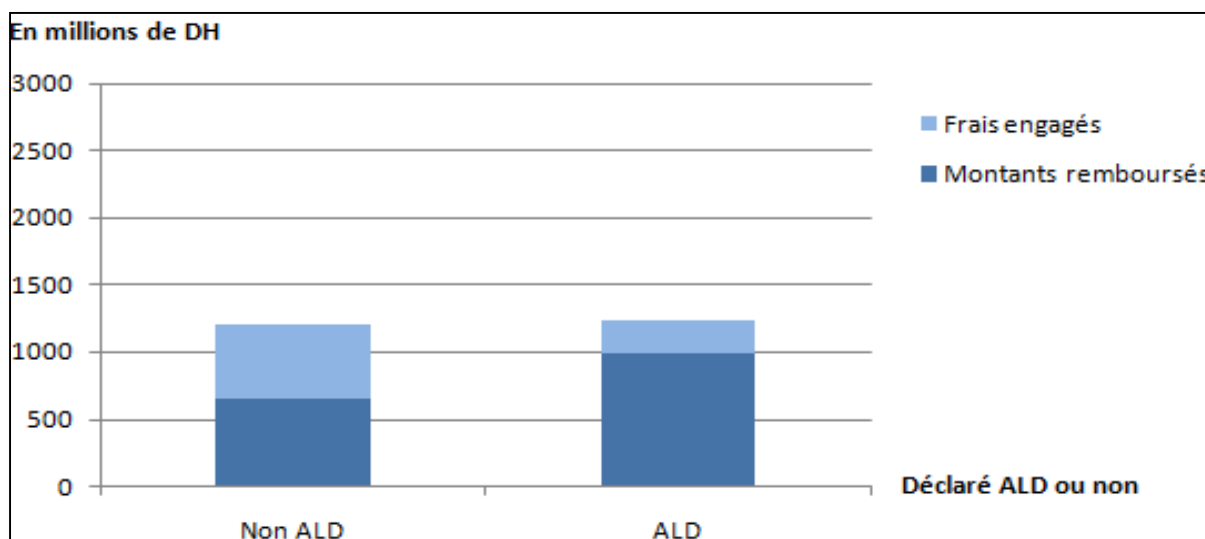
Nous avons déjà vu que l'effectif de la population atteinte d'une affection de longue durée est assez réduit, les figures suivantes nous montrent la consommation médicale de cette proportion de population couverte pour chaque caisse :

Figure 17. Consommation selon l'état de la maladie (CNOPS)



Source : réalisé par nos soins

Figure 18. Consommation selon l'état de la maladie (CNSS)



Source : réalisé par nos soins

Pour la population de la CNOPS, les frais engagés des non ALD sont beaucoup plus importants que ceux des ALD, alors que pour la CNSS ils sont relativement les mêmes. Vu que les ALD ne représentent que 4% du total de la population de la CNOPS et 3% pour la CNSS, les frais engagés moyens d'un bénéficiaire atteint d'une ALD sont donc supérieurs aux frais d'un bénéficiaire non atteint. Ce résultat est totalement naturel du fait que les soins médicaux relatifs aux maladies de longue durée sont plus onéreux. Et en plus, comme nous l'avons déjà mentionné, les personnes atteintes d'une ALD sont plus enclins à développer d'autres maladies.

## *Chapitre III.*

### *Projection de la population et des cotisations*

*Dans ce chapitre, nous traitons deux projections qui constituent les premières composantes pour calculer le résultat technique.*

*En premier lieu, nous dressons les équations de la projection démographique suivant des hypothèses pour fournir une estimation du nombre de bénéficiaires des deux régimes. Ensuite, nous projetons les cotisations finançant les régimes suivant des équations bien précises.*

## I. Projection de la population

L'objet de cette partie consiste à faire des projections démographiques des populations couvertes par les deux caisses (La CNOPS et la CNSS) à l'aide d'un ensemble d'équations modélisant les entrées et les sorties de chaque segment présent dans notre base de donnée.

Nous allons nous intéresser à projeter à part :

- Les actifs assurés
- Les retraités assurés
- Les enfants des actifs assurés
- Les enfants des retraités assurés
- Les conjoints des actifs assurés
- Les conjoints des retraités assurés
- Les veufs
- Les orphelins.

L'idée c'est d'imaginer chaque segment comme une cohorte qui dans le passage d'un an à un autre connaît des entrées et des sorties. Un segment correspond à une ligne dans notre base de données où chaque variable prend une modalité ou une valeur. Ci-dessous un exemple de segments :

Tableau 9 : Exemple de segments présents dans notre base de données

TYPE_ASS	TYPE_BEN	TRANCHE_AGE	SEXE	OUVERT_DROIT	ALD	Effectif2013	âge
A	A	04	F	F	N	44,6	11
A	A	04	F	F	N	44,6	12
A	A	04	F	F	N	44,6	13
A	A	04	F	F	N	44,6	14

En total, il existe tant de segments que de combinaisons possibles et le nombre de segments existants est de l'ordre de 9 000.

Comme il est bien précisé dans l'arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005) relatif aux entreprises d'assurances et de réassurance, les décès sont calculés à l'aide de la table de mortalité TV88-90.

## I.1 Elaboration des équations démographiques

Ces équations sont valables pour la CNSS et la CNOPS. Cependant, les valeurs des paramètres utilisés sont différentes pour chaque caisse et sont déduites à partir des états annuels. Elles ne seront pas présentées dans ce rapport vu leur caractère confidentiel.

### I.1.1 Les actifs assurés

Avant d'introduire l'équation de la projection des actifs assurés, nous allons tout d'abord présenter les paramètres dont nous aurons besoin.

- $E_n(A, A, *, x, *, .)$  : l'effectif des assurés actifs d'âge  $x$ , les étoiles prennent les valeurs des autres variables.
- Le taux moyen d'entrée :  $TEM(n) = \frac{\text{Nouveaux actifs (au cours de l'exercice)}}{\text{Nombre d'actifs (début de l'exercice)}}$ .
- $N_n$  : Présente l'effectif des nouveaux adhérents au régime  

$$N_n = TEM * \text{Nombre d'actifs (début de l'exercice)}$$
- $qx$  : probabilité de décès issue de la table de mortalité TV88-90
- $TS$  : Taux de sortie pour une raison autre que l'invalidité, le décès et la mise à la retraite
- $Tinv$  : présente la probabilité pour qu'un actif assuré devienne invalide
- $TR(A, H/F, x, *, *, *)$  : Taux de répartition des nouvelles recrues (Adhésion d'actifs) par sexe, âge, ALD, OUVERT\_DROIT et TRANCHE-REV
- Le taux moyen d'entrée des retraités :  $TEMR(n) = \frac{\text{Nouveaux retraités (au cours de l'exercice)}}{\text{Nombre de retraités (début de l'exercice)}}$ .
- $NR_n$  : est l'effectif des nouveaux retraités  

$$NR_n = TEMR * \text{Nombre de retraités (début de l'exercice)}$$
- $TR(R, H/F, x, *, *, *)$  : Taux de répartition des nouveaux retraités par sexe, âge, ALD, OUVERT\_DROIT et TRANCHE-REV
- $R=60$  ans est l'âge à la retraite.

L'équation de la projection des actifs assurés se présente alors comme suit :

$$E_n(A, A, *, x, *, .) = \max(E_{n-1}(A, A, *, x - 1, *, .) * (1 - qx - TS - TINV) - NR_n * TR(R, H/F, x, *, *, *, *) + N_n * TR(A, H/F, x, *, *, *) 0)$$

### I.1.2 Les retraités assurés

Pour les deux caisses, les invalides sont inclus avec les retraités. Nous définissons ainsi deux nouveaux paramètres servant à notre projection qui sont :

- $TR(I, H/F, x, *, *, *)$  : La répartition des nouveaux invalides

- $Ninv_n$  : l'effectif des nouveaux invalides issus de la projection des actifs assurés.

L'équation des retraités assurés est alors :

$$E_n(R, A, *, x, *, .) = \max(E_{n-1}(R, A, *, x - 1, *, .) * (1 - qx) + TR(R, H/F, x, *, *, *) * NR_n + Ninv_n * TR(I, *, x, *, *, *) ; 0)$$

### I.1.3 Les enfants des actifs assurés

Comme montré dans la partie des statistiques descriptives, cette catégorie représente un effectif très élevé avec un pourcentage assez important qui est de l'ordre de 40%. Les paramètres dont nous aurons besoin sont:

- $PSe(x)$ : Probabilité de scolarisation des enfants à l'âge  $x$
- $TSE$  : Taux de sortie des enfants pour une raison autre que le décès, l'arrêt de scolarisation et la mise à la retraite de leur assuré
- $NE_n$ : Les nouveaux enfants des assurés actifs adhérents au régime
- $TR(A, E, H/F, x, *, *, *)$  : La répartition des enfants des nouveaux adhérents
- $NER_n$  : Les enfants des assurés devenant retraités dans l'année en question
- $TR(R, E, H/F, x, *, *, *)$  : La répartition de  $NER_n$  selon les différentes modalités des variables de chaque segment.

Nous présentons ainsi leur équation de projection.

$$E_n(A, E, *, x, *, .) = \max((PSe(x) - qx - TSE) * E_{n-1}(A, E, *, x - 1, *, .) + NE_n * TR(A, E, H/F, x, *, *, *) - NER_n * TR(R, E, H/F, x, *, *, *) ; 0)$$

En effet, suite au manque d'informations sur les taux de répartitions des nouveaux enfants des actifs et des retraités, nous avons choisi une répartition similaire à celle des enfants des actifs et des retraités du quatrième trimestre de l'année 2013.

### I.1.4 Les enfants des retraités assurés

L'équation des enfants des retraités est proche de celle des enfants des actifs avec l'introduction d'un nouveau paramètre.

- $TSE'$  : Taux de sortie des enfants des retraités pour une raison autre que le décès et l'arrêt de scolarisation.

Leur équation de projection est la suivante :

$$E_n(R, E, *, x, *, .) = \max((PSe(x) - qx - TSE') * E_{n-1}(R, E, *, x - 1, *, .) + NER_n * TR(R, E, H/F, x, *, *, *) ; 0)$$

### I.1.5 Les conjoints des actifs assurés

Les taux de répartitions sont très importants pour cette catégorie car il existe beaucoup plus de femmes conjointes que d'hommes conjoints, de plus les ALD ne représentent qu'une proportion faible. Nous définissons ainsi les paramètres dont nous aurons besoin pour notre projection.

- TSC : le taux de sortie des conjoints des actifs pour une raison autre que le décès et la mise à la retraite
- $NC_{n-1}$ : L'effectif des nouveaux conjoints des actifs
- $TR\left(A, C, E, \frac{H}{F}, x, *, *, *\right)$ : La répartition des nouveaux conjoints des actifs
- $TR(R, C, H/F, x, *, *, *)$ : La répartition des nouveaux conjoints des retraités
- $NCR_{n-1}$ : L'effectif des nouveaux conjoints des retraités.

Nous exposons l'équation de projection des conjoints des actifs :

$$E_n(A, C, *, x, *, .) = \max(E_{n-1}(A, C, *, x - 1, *, .) * (1 - qx - TSC(x)) + NC_{n-1} * TR\left(A, C, E, \frac{H}{F}, x, *, *, *\right) - NCR_n * TR(R, C, H/F, x, *, *, *); 0)$$

### I.1.6 Les conjoints des retraités assurés

L'équation permettant la projection des conjoints des retraités assurés se présente comme suit :

$$E_n(R, C, *, x, *, .) = \max(E_{n-1}(R, C, *, x - 1, *, .) * (1 - qx - TSC(x)) + NCR_n * TR(R, C, H/F, x, *, *, *); 0)$$

### I.1.7 Les veufs, les orphelins et les enfants des veufs

Pour ces trois groupes, nous avons remarqué que leurs effectifs sont très faibles par rapport aux autres catégories. Le tableau ci-dessous présente leur pourcentage par rapport aux autres :

Tableau 10 : Effectifs CNSS et CNOPS 2013

	CNSS 2013		CNOPS 2013	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
<b>Orphelins survivants</b>	<b>890</b>	<b>0,00020</b>	<b>5378</b>	<b>0,00180</b>
<b>Conjoints survivants</b>	<b>133970</b>	<b>0,02961</b>	<b>86944</b>	<b>0,02915</b>
<b>Autres catégories</b>	<b>4390224</b>	<b>0,97020</b>	<b>2889982</b>	<b>0,96904</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4525084</b>		<b>2982304</b>	

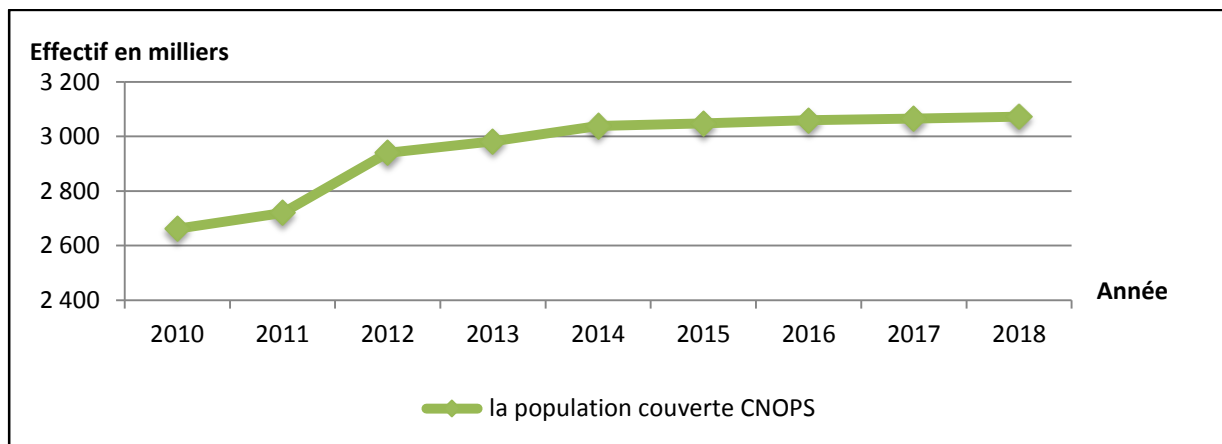
Alors pour leurs projections, nous avons décidé de déduire un taux moyen à partir de l'historique des états annuels de la CNOPS et de la CNSS.

Les taux que nous avons travaillés avec sont issus des états annuels des deux caisses en prenant leurs moyennes pendant les trois dernières années.

## I.2 Application et résultats de la projection démographiques

Sous les hypothèses démographiques que nous avons posés, à savoir les équations et les taux que nous avons travaillés avec. Nous avons abouti aux résultats de la projection démographique. Ces résultats seront présentés en détail dans l'annexe1.

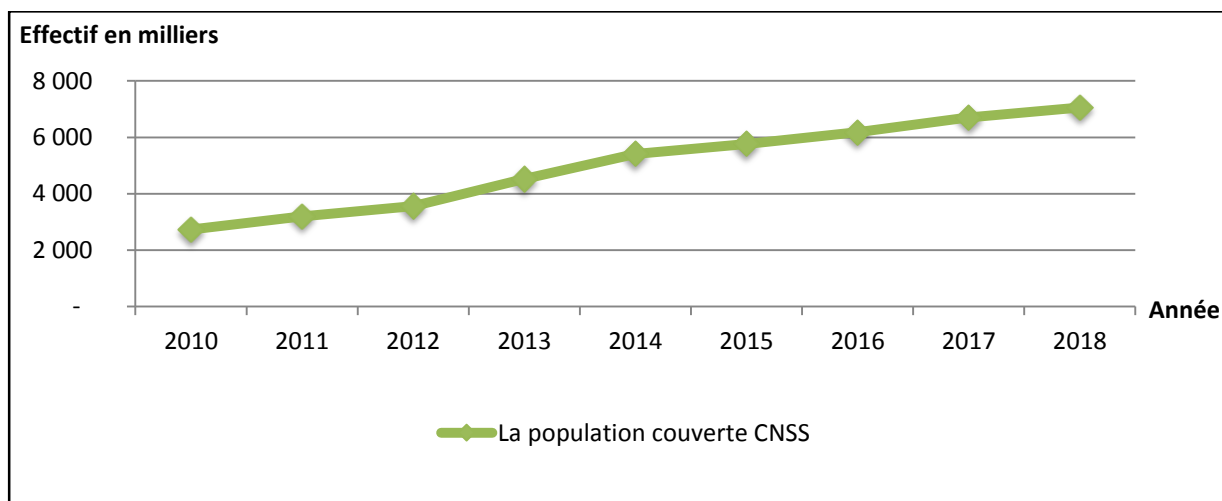
Figure 19. Projection de la population couverte CNOPS



Source : réalisé par nos soins

La population couverte par la CNOPS a connu de 2011 à 2012 une augmentation qui est due à l'assainissement par la CNOPS de sa base de données sur la population qu'elle couvre. De 2013 à 2018, l'évolution de la population de la CNOPS est asymptotiquement linéaire avec un taux d'évolution moyen de 1%.

Figure 20. Projection de la population couverte CNSS



Source : réalisé par nos soins

La population couverte par la CNSS augmentera aussi, mais d'une manière plus importante par rapport à la CNOPS. Avec un taux moyen d'évolution d'environ 9%. La différence entre la CNOPS et la CNSS en termes d'évolution démographique est remarquable même avant les années de projection. Ceci peut être expliqué par la limitation de recrutement dans le secteur public et par le basculement volontaire de la population du secteur privé bénéficiant des amendements de l'article 114 vers la CNSS.

## II. Projection des cotisations

Nous projetons les cotisations finançant les régimes qui se composent essentiellement des :

- Cotisations des actifs (part salariale et part patronale)
- Cotisations des retraités
- Cotisations des veufs
- Cotisations des orphelins
- Ainsi que les contributions de solidarité de la population 114 (Pour la CNSS).

### II.1 Les paramètres de cotisation

Nous aurons besoin au début de définir les paramètres que nous utiliserons par la suite :

Pour les taux de cotisations :

- TCA\_Ps : Taux de Cotisation des Actifs, part salariale
- TCA\_Pp : Taux de Cotisation des Actifs, part patronale
- TCP : Taux de Cotisation des pensionnés
- TCACSE : Taux de Contribution de solidarités des actifs Eligibles.

Pour les taux d'évolution des salaires et des pensions :

- TES : Taux d'évolution annuelle des salaires
- TRP : Taux de revalorisation annuelle des pensions (assiette de calcul des cotisations)
- TRDS : Taux de remplacement du salaire de fin de carrière
- TEPop114 : Taux d'évolution de l'effectif de la population des actifs 114
- TEAss114 : Taux d'évolution de l'assiette moyenne annuelle de la population actifs 114
- Pmin : pension annuelle minimale (retraite).

Réversibilité :

- TRévV(S) : Taux de réversion aux veufs(ves) issus des conjoints d'actifs et retraités (pension de conjoint survivant)
- TRévO(S) : Taux de réversion aux orphelins issus des enfants d'actifs et retraités (pension d'enfant survivant) .

Le régime AMO-CNSS, ne prévoit pas actuellement pour les cotisations, ni un minimum, ni un plafond, à l'encontre du régime AMO-CNOPS.

Seuils :

Min\_cot\_APS : Minimum de la cotisation annuelle des actifs, part salariale

Min\_cot\_APP : Minimum de la cotisation annuelle des actifs, part patronale

Min\_cot\_P : Minimum de la cotisation annuelle des pensionnés.

Plafonds :

Max\_cot\_APS : Maximum de la cotisation annuelle des actifs, part salariale

Max\_cot\_APP : Maximum de la cotisation annuelle des actifs, part patronale

Max\_cot\_P : Maximum de la cotisation annuelle des pensionnés.

Assiettes :

- Ass\_n(A/R/V/O) : Assiette annuelle d'un actif/retraité/veuf(ve)/orphelin au début de l'année n
- Ass\_NR\_n(A) : Assiette annuelle des nouvelles recrues du régime (nouvelles adhésions) au début de l'année n
- Ass\_NR\_n(R) : Assiette annuelle des nouveaux retraités au début de l'année n (actifs âgés de (r-1) années à l'année n-1)
- Ass\_Inv\_n : Assiette annuelle des nouveaux invalides, au début de l'année n
- Ass\_Def\_n-1(A/R) : Assiette annuelle du défunt (actif ou retraité décédé)
- Ass\_NV\_n (VA/ VR): Assiette annuelle des nouveaux veufs (ves) issus des conjoints d'actifs ou des conjoints de retraités, au début de l'année n
- Ass\_NO\_n (OA/ OR): Assiette annuelle des nouveaux orphelins issus des enfants d'actifs ou des enfants de retraités, au début de l'année n
- assiette\_moyenne\_114\_n : assiette moyenne annuelle de la population des actifs 114.

Suite au caractère confidentiel des données, les valeurs des paramètres utilisés ne seront pas présentées dans ce rapport.

## **II.2. Les équations de projection des cotisations**

Les équations qui seront présentées dans cette partie sont valables pour les deux régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS.

### **II.2.1 Les cotisations des actifs**

Pour projeter les cotisations des actifs, nous aurons besoin de projeter leur assiette de cotisation et puis multiplier cette assiette par les taux de cotisations salariale et patronale. Le tableau suivant résume les étapes que nous avons suivies :

Tableau 11 : Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des actifs

La fonction d'assiette de cotisation annuelle des actifs de l'année n :	$Ass\_n(A) = Ass\_n-1(A) * (1+TES)$
La fonction d'assiette de cotisation annuelle des nouvelles recrues du régime de l'année n :	$Ass\_NR\_n(A) = Ass\_NR\_n-1(A) * (1+TES)$
Les cotisations des actifs - Part salariale :	$P_s(A, assiette) = Assiette * TCA\_PS$
Total cotisation annuelle salariale par groupe de sexe, ALD, tranche d'âge, et assiette :	$Cot\_Sal\_n(A, sexe, ALD, age, , assiette) = P_s(A, assiette) * En(A, A, sexe, ALD, age, assiette)$
Les cotisations des actifs - Part patronale :	$P_p(A, assiette) = Assiette * TCA\_PP$
Total cotisation annuelle patronale par groupe de sexe, ALD, âge et assiette :	$Cot\_Pat\_n(A, sexe, ALD, age, assiette) = P_p(A, assiette) * En(A, A, sexe, ALD, age, assiette)$

Avec :

- ✓ Si  $P_s(A, assiette) < Min\_cot\_APS$  : Alors  $P_s(A, assiette) = Min\_cot\_APS$
- ✓ Si  $P_s(A, assiette) > Max\_cot\_APS$  : Alors  $P_s(A, assiette) = Max\_cot\_APS$
- ✓ Si  $P_p(A, assiette) < Min\_cot\_APP$  : Alors  $P_p(A, assiette) = Min\_cot\_APP$
- ✓ Si  $P_p(A, assiette) > Max\_cot\_APP$  : Alors  $P_p(A, assiette) = Max\_cot\_APP$  .

## II.2.2 Les cotisations des retraités

Pour projeter les cotisations des retraités nous allons procéder de la même manière :

Tableau 12: Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des retraités

La fonction d'assiette de cotisation annuelle des retraités de l'année n :	$Ass\_n(R) = Ass\_n-1(R) * (1+TRP)$
Assiette de cotisation annuelle des nouveaux retraités (à l'âge r), et des nouveaux invalides de l'année n :	$Ass\_NR\_n(R) = \max( TRDS * Ass\_n-1(A); Pmin)$

Les cotisations annuelles individuelles	$Cot(R, assiette) = assiette * TCR$
Les cotisations annuelles par groupe	$Cot_n(R, sexe, ALD, age, assiette) = Cot(R, assiette) * En(R, A, sexe, ALD, age, assiette)$

Avec :

- ✓ Si :  $Cot(R, assiette) < Min\_cot\_P$  : Alors  $Cot(R, assiette) = Min\_cot\_P$
- ✓ Si :  $Cot(R, assiette) > Max\_cot\_P$  : Alors  $Cot(R, assiette) = Max\_cot\_P$

### II.2.3 Les cotisations des veufs

Le tableau suivant résume les équations des cotisations des veufs :

Tableau 13: Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des veufs

La fonction d'assiette de cotisation annuelle des veufs(ves) de l'année n	$Ass_n(v) = Ass_{n-1}(v) * (1 + TRP)$
Assiette de cotisation annuelle des nouveaux veufs (ves) de l'année n issus des actifs et des retraités	$Ass_{NV\_n}(VA) = TRévV(S) * Ass\_Def_{n-1}(A)$ $Ass_{NV\_n}(VR) = TRévV(R) * Ass\_Def_{n-1}(R)$
La cotisation annuelle individuelle	$Cot(V, assiette) = assiette * TCP$
La cotisation annuelle par groupe	$Cot_n(V, sexe, ALD, age, assiette) = Cot(V, assiette) * En(V, A, sexe, ALD, age, assiette)$

Avec :

- ✓ Si  $Cot(V, assiette) < Min\_cot\_P$  : Alors  $Cot(V, assiette) = Min\_cot\_P$
- ✓ Si  $Cot(V, assiette) > Max\_cot\_P$  : Alors  $Cot(V, assiette) = Max\_cot\_P$

### III.2.4 Les cotisations des orphelins

Les équations de projection des cotisations des orphelins se présentent comme suit:

Tableau 14: Les formules permettant de calculer et projeter les cotisations des orphelins

La fonction d'assiette de cotisation annuelle des orphelins de l'année n	$Ass\_n(O) = Ass\_n-1(O) *(1+TRP)$
Assiette de cotisation annuelle des nouveaux orphelins de l'année n issus des actifs et des retraités	$Ass\_NO\_n (OA) =$ $TRévO(S)*Ass\_Def\_n-1(A)$ $Ass\_NO\_n (OR) =$ $TRévO(R)*Ass\_Def\_n-1(R)$
La cotisation annuelle individuelle	$Cot(O,assiette) = Assiette*TCPavec :$
La cotisation annuelle par groupe	$Cotn(O,sexe,ALD,age,assiette) =$ $Cot(O,assiette)*En(O,A,sexe,ALD,age,assiette)$

### II.2.5 Les contributions de solidarité de la population 114

En effet, Les actifs de la population de l'article 114 contribuent eux-mêmes en faveur de la population AMO-CNSS avec un taux de 1,5% multiplié par leur masse salariale.

La fonction de la masse salariale annuelle de la population 114 des actifs de l'année n :

- **Effectif\_114\_n = Effectif\_114\_n-1\*(1+TEPop114)**
- **assiette\_moyenne\_114\_n = assiette\_moyenne\_114\_n-1 \*(1+TEAss114)**
- **Masse\_salariale\_114\_n = Effectif\_114\_n \*assiette\_moyenne\_114\_n.**

**Total contribution annuelle : Cot\_n(114)= TCACS114\* Masse\_salariale\_114\_n.**

### II.2.6 Les contributions de la participation AMO de la population éligible(CNSS)

Il s'agit d'une contribution patronale supplémentaire, actuellement de 1,5%. Elle sera rajoutée à la part patronale

### II.2.7 Les cotisations CNSS dans le cadre de l'extension au dentaire

La CNSS qui a décidé l'extension, à partir de 2015, de la couverture dans le cadre de l'Assurance maladie obligatoire (AMO) aux soins dentaires non encore couverts pour les personnes âgées de plus de 12 ans, a défini les taux additionnels de cotisation pour les salariés actifs, les pensionnés et les bénéficiaires de l'assurance volontaire.

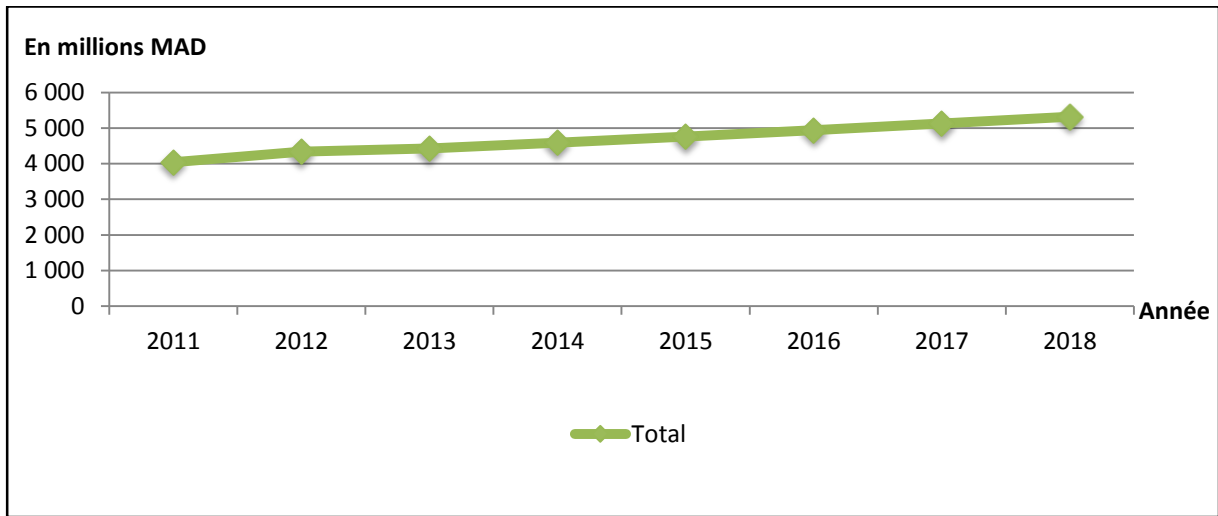
Ainsi, pour les salariés actifs, le taux de solidarité supporté par l'ensemble des employeurs passera de 1,5% à 1,85% (+0,35%), alors que le taux AMO supporté uniquement et à parts égales par les employeurs et salariés relevant du régime AMO passera de 4% à 4,52%

(+0,52%), selon une étude actuarielle de la CNSS. Concernant les pensionnés et les bénéficiaires de l'assurance volontaire, le taux actuel de 4% sera augmenté de 0,52 point pour passer à 4,52%.

### II.3. Application et résultats de la projection des cotisations

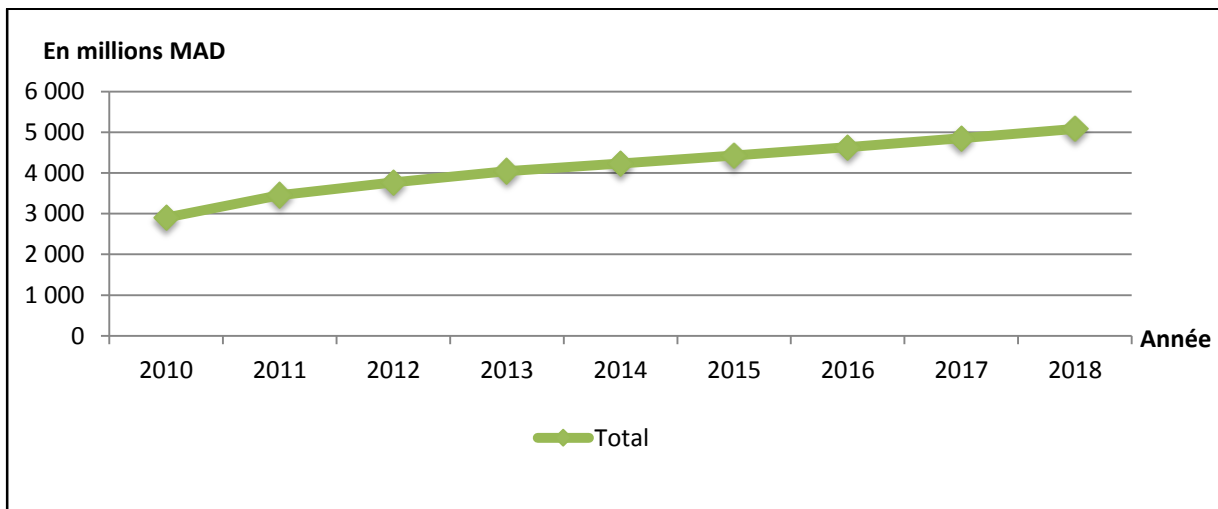
Les cotisations de la CNOPS en parallèle avec l'évolution démographique connaissent une augmentation à peu près linéaire avec un taux moyen d'évolution de 2012 à 2018 de l'ordre de 3,45%.

Figure 21. Projection des cotisations de la CNOPS



Pour le scénario du Statu Quo de la CNSS, l'évolution de la projection des cotisations sera présentée dans la figure suivante :

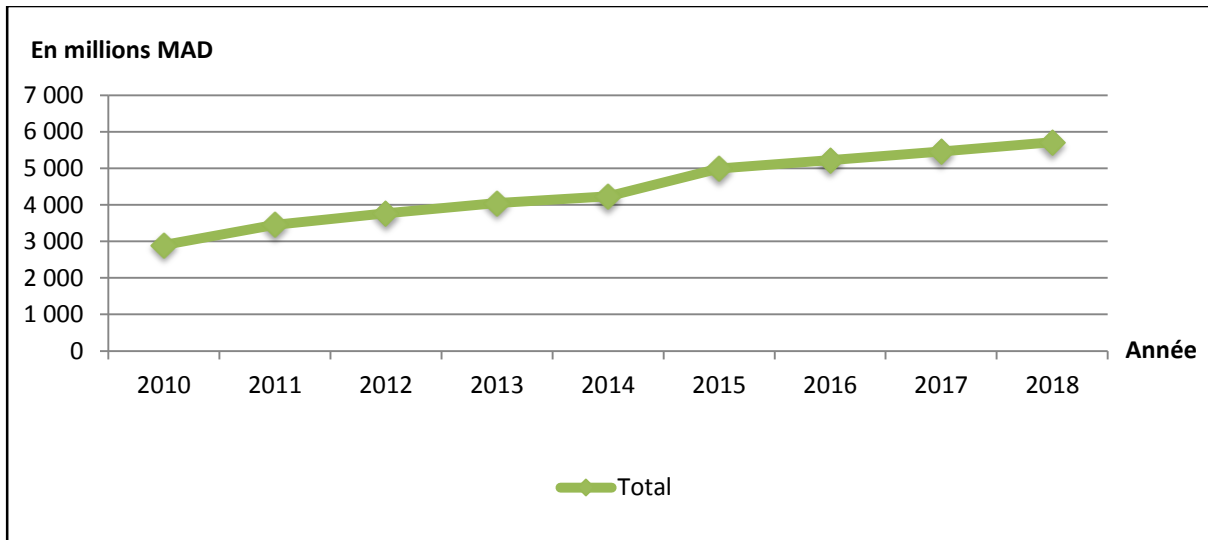
Figure22. Projection des cotisations de la CNSS (Statu Quo)



Même si l'évolution des cotisations de la CNSS (Statu Quo) est remarquable, cependant en comparaison avec la CNOPS et en pondérant avec la variable effectif, la CNSS reste toujours en dessous de la CNOPS en terme de cotisation par personne. Cela est dû essentiellement à la masse salariale du secteur privé qui est relativement faible par rapport à celle du secteur public.

Pour le scénario de l'extension au dentaire de la CNSS, l'évolution de la projection des cotisations sera présentée dans la figure suivante :

Figure 23. Projection des cotisations de la CNSS (Extension au dentaire)



Le 1<sup>er</sup> Janvier de l'année 2015 est la date où les taux de cotisation de la CNSS changeaient et ceci est bien montré dans la figure 23. Les résultats de la projection des cotisations détaillés se trouvent dans l'annexe2.

## *Chapitre IV.*

### *Modélisation et projection des dépenses*

*Ce chapitre s'intéresse à la modélisation et la prédiction des dépenses de consommation de l'AMO-CNOPS et l'AMO-CNSS pour le scénario du Statu Quo et le scénario de convergence du panier de soins de la CNSS.*

*La modélisation est faite par les modèles linéaires généralisés et à l'aide du logiciel SAS.*

## I. Modélisation des dépenses de consommation

Le but de cette partie est de trouver les modèles qui ajustent les mieux les montants remboursés.

Avant de passer à la modélisation des dépenses de consommation des deux caisses, nous avons proposé d'effectuer un test de dépendance entre les montants remboursés par les deux régimes et les différentes variables explicatives ainsi qu'une segmentation par l'algorithme CHAID de la variable tranche d'âge.

### I.1 Analyse de la dépendance entre la consommation et les différentes variables

Vu que toutes les variables présentes sont qualitatives, nous avons pensé à l'analyse de la variance (ANOVA). C'est un test statistique permettant de connaître la dépendance entre une variable quantitative et une ou plusieurs variable(s) qualitative(s) en testant la signification des différences entre des moyennes calculées pour les différentes modalités de la variable qualitative, autrement dit, tester une hypothèse nulle (H0) selon laquelle nous avons l'indépendance entre les variables étudiées. Ce test prend comme hypothèse la normalité de la variable dépendante, de ce fait nous avons testé la normalité des montants remboursés pour les deux régimes. Les résultats du test de normalité sous le logiciel SAS sont les suivants :

Tableau 15 : Test de normalité des montants remboursés moyens(CNSS)

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
Test	Statistique		p Value	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.385577	Pr > D	<0.010
Cramer-von Mises	W-Sq	35.576628	Pr > W-Sq	<0.005
Anderson-Darling	A-Sq	166.940472	Pr > A-Sq	<0.005

Tableau 16 : Test de normalité des montants remboursés moyens(CNOPS)

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
Test	Statistique		p Value	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.367136	Pr > D	<0.010
Cramer-von Mises	W-Sq	24.555295	Pr > W-Sq	<0.005
Anderson-Darling	A-Sq	117.413555	Pr > A-Sq	<0.005

L'hypothèse nulle pour les trois tests (Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises et Anderson-Darling) est la normalité de la variable étudiée. Les trois tests appliqués à nos données donnent une p-value <5% donc on rejette l'hypothèse nulle de normalité, ce qui indique que la distribution des montants remboursés ne suit pas une loi normale pour les deux régimes (CNOPS et CNSS).

Puisque l'hypothèse de la normalité de la variable n'est pas vérifiée, nous allons avoir recours à l'équivalent non paramétrique de l'ANOVA qui est le test de Kruskal-Wallis.

Le test de Kruskal-Wallis est souvent utilisé comme une alternative à l'ANOVA dans le cas où l'hypothèse de normalité n'est pas acceptable. Ce test est basé sur les rangs, avec l'hypothèse nulle d'absence de différence significative entre les échantillons.

Soit  $n_i$  la taille de l'échantillon  $i$ ,  $n$  la somme des  $n_i$ ,  $\bar{r}$  la moyenne globale des rangs et  $\bar{r}_k$  la moyenne des rangs pour les observations de l'échantillon  $n^{\circ}k$  (moyenne conditionnelle), la statistique de Kruskal-Wallis, qui suit la loi de probabilité du  $\text{Chi}^2$  à  $k-1$  degrés de liberté, est définie de la manière suivante :

$$W = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{k=1}^K n_k (\bar{r}_k - \bar{r})^2$$

C'est bien l'expression d'une variabilité inter-classes c'est-à-dire la dispersion des moyennes conditionnelles autour de la moyenne globale. La valeur de la statistique  $W$  est forcément supérieure ou égale à 0. Si l'hypothèse nulle est vérifiée, les moyennes conditionnelles des rangs sont proches de la moyenne globale,  $W$  prend une valeur proche de 0. La région critique correspond aux grandes valeurs de  $W$ . Plus  $W$  s'écarte de 0, plus l'hypothèse alternative sera crédible.

Dans notre cas, nous avons appliqué le test de kruskal-Wallis avec le montant remboursé moyen comme variable à expliquer et avec le type d'assuré, le type de bénéficiaire, le sexe, ALD et les tranches d'âge comme variables explicatives, une par une pour les deux régimes. Les résultats du test sous SAS pour la variable 'type d'assuré' sont les suivants:

Tableau 17 : Test de kruskal-wallis pour la variable 'type d'assuré'(CNSS)

Test de Kruskal-Wallis	
Khi-2	68.2413
DF	4
Pr > Khi-2	<.0001

Tableau 18 : Test de kruskal-wallis pour la variable 'type d'assuré'(CNOPS)

Test de Kruskal-Wallis	
Khi-2	82.4739
DF	3
Pr > Khi-2	<.0001

La différence entre les degrés de liberté est due à l'existence de la population inactive dans la base de données de la CNSS alors qu'elle n'existe pas dans celle de la CNOPS.

Les sorties montrent des statistiques de test assez éloignées du 0, avec des p-values largement inférieures à 0,05. De ce fait, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle, ce qui implique que la consommation diffère entre chaque type d'assuré pour les deux caisses.

De même pour les autres variables, nous avons trouvé qu'elles expliquent toutes la consommation médicale pour les deux caisses. Quelques sorties seront présentées dans l'annexe 3.

## I.2 Segmentation et arbre de décision

L'arbre de décision est un outil non paramétrique de segmentation. La popularité de la méthode repose en grande partie sur sa simplicité. Il s'agit de trouver un partitionnement des individus que l'on représente sous la forme d'un arbre de décision. L'objectif est de produire des groupes d'unités les plus homogènes possibles du point de vue de la variable d'intérêt.

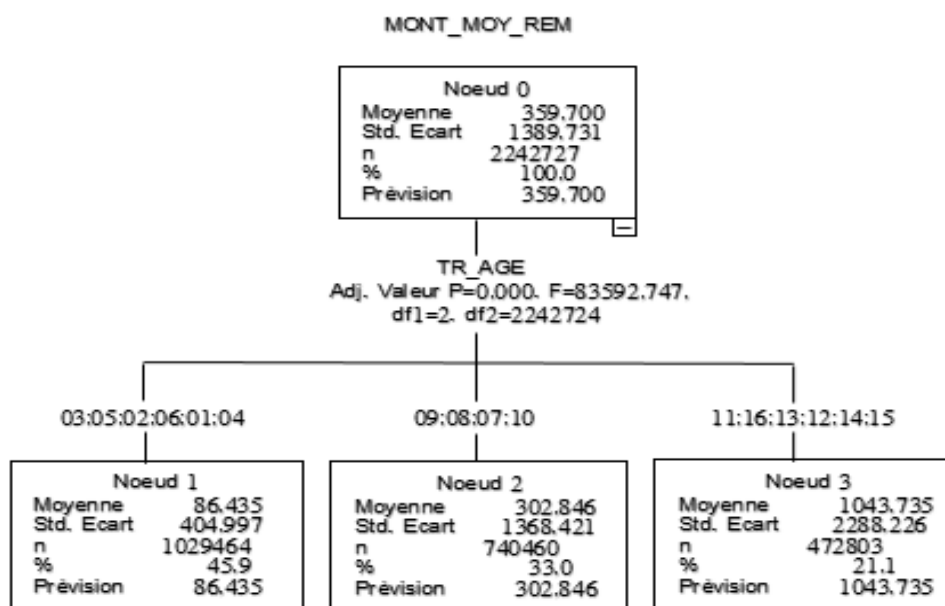
Elle procède par divisions successives des unités d'une population en segments, ou « nœuds », construisant un arbre, de sorte que chaque nœud soit homogène par rapport à la variable d'intérêt. L'ensemble des nœuds terminaux, constitue une partition de la population initiale en classes homogènes par rapport à la variable d'intérêt.

Parmi les diverses méthodes de segmentation par arbres, celle la plus utilisée en la matière est la méthode CHAID (Chi-square Automatic Interaction Detection). Elle a été proposée par Kass en 1980, elle se sert d'un test de Fisher (dans le cas où la variable dépendante est continue) pour lequel le risque de première espèce du test est fixé par l'utilisateur. La séparation en groupes homogènes nécessite la minimisation de la variance intragroupe et la maximisation de la variance intergroupe.

Dans notre cas, et vu que toutes les variables sont qualitatives, elles sont toutes segmentées à l'avance. Cependant, la variable tranche d'âge comporte seize modalités, et d'après l'analyse descriptive des montants remboursés par tranche d'âge, nous pouvons voir qu'il y a plusieurs tranches ayant les mêmes comportements que d'autres, ce qui nous fait penser à appliquer la méthode CHAID pour les tranches d'âge afin de regrouper les classes d'âge les plus

homogènes. Nous avons pris comme variable dépendante le montant moyen remboursé, avec pondération des données par l'effectif et avec un niveau de signification de 5% pour le test utilisé par la méthode CHAID. L'arbre obtenu en utilisant cette méthode pour la CNSS est le suivant :

Figure 24. Arbre de segmentation de la variable 'tranche d'âge' pour la CNSS



Les groupes d'âge obtenus correspondant au critère d'homogénéité exigé par la méthode sont les suivants :

Groupe1 : qui regroupe les six premières tranches d'âge, composée de 1029464 bénéficiaires CNSS (soit 45,9% des bénéficiaires).

Groupe 2 : qui regroupe les tranches d'âge 7, 8, 9 et 10. Il est composé de 740460 bénéficiaires CNSS (soit 33% des bénéficiaires).

Groupe 3 : qui regroupe les tranches d'âge 11, 12, 13, 14, 15 et 16. Il est composé de 472803 bénéficiaires CNSS (soit 21,1% des bénéficiaires).

De même pour la CNOPS, trois groupes d'âge ont été issus de l'application de la méthode CHAID ('Groupe1 :1, 2, 3'; 'Groupe2 :4, 5, 6, 7, 8, 9'; 'Groupe3 :10, 11, 12, 13, 14, 15, 16').

### I.3 Modélisation des dépenses par les modèles linéaires généralisés

Pendant longtemps, les actuaires se sont limités à utiliser le modèle linéaire gaussien pour quantifier l'impact des variables explicatives sur les phénomènes d'intérêt (fréquence, coût,..) en supposant la normalité de la variable dépendante. Cependant, la réalité n'est pas toujours normalement distribuée. Nos données ne vérifient pas non plus cette hypothèse comme vu précédemment. Les modèles linéaires généralisés sont donc une généralisation du modèle linéaire gaussien, obtenu en utilisant d'autres lois que la loi gaussienne.

La dénomination « Modèles Linéaires Généralisé » revient à Nelder and Wedderburn (1972) et à McCullagh and Nelder (1989) qui ont montré que les démarches de modélisation de la moyenne  $\mu$ , d'une variable aléatoire  $Y$ , à l'aide d'une combinaison linéaire de variables endogène  $X'\beta$ , sont similaires quand la distribution de  $Y$  appartient à la famille exponentielle. Ainsi, ils ont regroupé ces démarches sous le nom des Modèles Linéaires Généralisés.

Les Modèles Linéaires Généralisés sont donc formés de trois composantes :

1. Une composante aléatoire  $Y$  : à laquelle est associé une loi de probabilité appartenant à la famille exponentielle.  $\mu = E(Y)$
2. Une composante systématique : constituée par une fonction linéaire des variables explicatives nommé prédicteur linéaire,  $h = X'\beta$   
( $h = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \dots + \beta_k * X_k$ )
3. Une fonction de lien  $g$  : qui établit le lien entre la moyenne de  $Y$ , notée  $\mu$  et les variables explicatives :  $g(\mu) = h(X_1, \dots, X_p)$ .

Nous allons définir tout d'abord la famille exponentielle.

#### I.3.1 Famille exponentielle

Soit  $Y$  une variable aléatoire réelle, dont la loi de probabilité dépend d'un paramètre  $\theta \in \mathbb{R}^d$ . On dit que la loi de  $Y$  appartient à la famille exponentielle si et seulement si : elle admet une fonction de densité (cas continu) ou une fonction de probabilité (cas discret) sous la forme:

$$f_Y(y, \theta, \varphi) = \exp\left\{\frac{[\theta y - b(\theta)]}{\varphi} + c(y, \varphi)\right\}$$

Avec :

- $\theta$  : est le paramètre naturel de la distribution
- $\varphi$  : est un paramètre de dispersion, positif
- $b$  et  $c$  : sont des fonctions spécifiques de la distribution.

L'espérance de  $Y$  s'écrit alors :  $E(Y) = b'(\theta) = \mu$ .

Et la variance de  $Y$  est :  $\text{Var}(Y) = \varphi b''[\theta]$

Les lois usuelles de la famille exponentielle sont :

- Pour le cas discret : Loi de Bernoulli, loi de Poisson...
- Pour le cas continu : Loi Normale, loi Gamma, loi Inverse Gaussienne...

### I.3.2 Fonction de lien g

Cette fonction spécifie comment l'espérance mathématique de Y notée  $\mu$  est liée au prédicteur linéaire construit à partir des variables explicatives. Nous pouvons modéliser l'espérance  $\mu$  directement (régression linéaire usuelle) ou modéliser une fonction monotone  $g(\mu)$  de l'espérance:

$$g(\mu) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_K X_K$$

La fonction de lien  $g(\mu) = \log(\mu)$  permet par exemple de modéliser le logarithme de l'espérance. Les modèles utilisant cette fonction de lien sont des modèles log-linéaires.

Il est à noter que à toute loi de probabilité de la composante aléatoire Y est associée une fonction spécifique de l'espérance appelée paramètre canonique.

- Pour la distribution normale il s'agit de l'espérance elle-même.
- Pour la distribution de Poisson le paramètre canonique est le logarithme de l'espérance.
- Pour la distribution binomiale le paramètre canonique est le logit de la probabilité de succès ( $g(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$ ).

### I.3.3 Estimation et test de significativité des paramètres

L'appartenance de Y à la famille exponentielle, nous permet d'estimer les paramètres du GLM par la méthode du maximum de vraisemblance. Nous disposons de n observations  $(Y_i, X_i)$  avec  $X_i$  le vecteur des variables explicatives. Nous calculons alors les paramètres  $\beta$  qui maximisent la fonction de log vraisemblance suivante :

$$l(Y, \theta, \varphi) = \sum_{i=1}^n l(y_i, \theta_i, \varphi) = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{\theta_i y_i - b(\theta_i)}{\varphi} + c(y_i, \varphi) \right\}$$

Maximiser la fonction de log vraisemblance revient à résoudre les équations non linéaires suivantes :

$$\frac{\partial}{\partial \beta_j} [\ln(f(y_i/\theta_i, \varphi)] = 0, j = 1, \dots, p$$

La résolution de ce système se fait à l'aide des méthodes numériques, à savoir la méthode de Newton-Raphson et la méthode de Fisher.

Après avoir estimé les paramètres du modèle pour l'ajuster aux données observées, il convient d'évaluer la significativité des estimateurs obtenus pour ne garder que les variables les plus pertinentes.

Pour tester la significativité d'un coefficient  $\beta_i$  dans un modèle. Nous utilisons le test de Wald. L'hypothèse nulle de ce test étant l'inexistence d'une relation entre la variable explicative correspondante à ce coefficient et la variable réponse.

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \hat{\beta}_i = 0 \\ H_1 : \hat{\beta}_i \neq 0 \end{array} \right.$$

La statistique de Wald est définie comme suit :

$$W = \frac{\hat{\beta}_i}{s(\hat{\beta}_i)}$$

$s(\hat{\beta}_i)$  : est l'écart type estimé du facteur  $\hat{\beta}_i$ , sous l'hypothèse  $H_0$ .  $W$  suit approximativement la loi normale centrée réduite  $N(0,1)$ .

Le test de Wald peut être aussi défini par la statistique  $W^2 = \left(\frac{\hat{\beta}_i}{s(\hat{\beta}_i)}\right)^2$  qui suit approximativement la loi de khi-deux à un degré de liberté, sous l'hypothèse  $H_0$ . Au niveau de la signification  $\alpha$ , nous rejetons  $H_0$  si la p-value définie pour ce test par

$$P(\chi_1^2 > W^2) < \alpha.$$

La p-value est la probabilité, sous  $H_0$ , d'obtenir une statistique aussi extrême (Pour ne pas dire aussi grande) que la valeur observée sur l'échantillon. Aussi, pour un seuil de significativité  $\alpha$  donné, Nous comparons la p-value et  $\alpha$  afin d'accepter ou de rejeter  $H_0$ .

- Si la p-value  $\leq \alpha$ , nous rejetons l'hypothèse  $H_0$  (en faveur de  $H_1$ )
- Si la p-value  $> \alpha$ , nous rejetons  $H_1$  (en faveur de  $H_0$ ).

Nous pouvons alors interpréter la p-value comme le plus petit seuil de significativité pour lequel l'hypothèse nulle est acceptée

### I.3.4 Evaluation de la qualité d'ajustement du modèle

Après avoir estimé les paramètres et testé leurs significativité, une étude sur la qualité du modèle est primordiale, pour conclure si le modèle est adéquat ou pas.

Nous posons comme hypothèses :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \text{le modèle considéré à } K \text{ paramètres est adéquat} \\ H_1 : \text{le modèle considéré à } K \text{ paramètres n'est pas adéquat.} \end{array} \right.$$

Avec  $K$  est le nombre de paramètres de régression du modèle.

Cette étude se base sur les résidus (un résidu est défini comme étant la valeur observée moins la valeur prédite de la variable réponse Y). Si le modèle s'ajuste bien aux données, ces résidus suivent asymptotiquement une loi normale.

Deux statistiques peuvent être calculées : la statistique de Chi-deux de Pearson et la déviance :

1. La statistique de Chi-deux de Pearson :

Pour  $i+j \leq n$ , le résidu brut de la cellule (i, j) est défini par  $r_{ij} = y_{ij} - \widehat{\mu}_{ij}$ . Par normalisation, nous obtenons le résidu de Pearson :

$$r_{ij}^{(p)} = \frac{y_{ij} - \widehat{\mu}_{ij}}{\sqrt{V(\widehat{\mu}_{ij})}}$$

Par sommation sur les cellules, nous en déduisons la statistique de Pearson :

$$X^2 = \sum_{i+j \leq n} \frac{(y_{ij} - \widehat{\mu}_{ij})^2}{V(\widehat{\mu}_{ij})}$$

2. La déviance :

La qualité d'ajustement d'un modèle se mesure par comparaison au modèle saturé comprenant autant de paramètres que d'observations et permettant ainsi un ajustement parfait. Les valeurs prévues en (i, j) :  $y_{ij}$  et  $\widehat{\mu}_{ij}$  respectivement pour le modèle saturé et celui en cours. Cette comparaison s'effectue à l'aide du rapport du maximum de vraisemblance :

$$D = -2 \ln \frac{L(y; \widehat{\theta})}{L(x; \widehat{\theta})}$$

Avec D est la déviance.

D et  $X^2$  sont distribués selon une loi de chi-deux avec n-K degrés de liberté (n est le nombre d'observations), si le modèle étudié est exact. Elles sont aussi asymptotiquement équivalentes.

Cependant, nous travaillons avec la statistique  $D^*$  appelé la déviance standardisée et la statistique de  $X^2$  standardisée qui prennent en considération le paramètre de dispersion  $\varphi$ :

$$D^* = \frac{D}{\varphi}$$

$$X^{2*} = \frac{X^2}{\varphi}$$

Si  $D^*$  observé  $> X^2_{(n-K, 1-\alpha)}$  alors  $H_0$  est rejetée : le modèle considéré n'est pas adéquat.

Ces deux paramètres ( $D^*$  et  $X^{2*}$ ) nous permettent de valider les modèles. Si alors plusieurs modèles sont validés, il faut choisir celui qui s'ajuste le mieux aux données. Les critères qui nous permettent de comparer les modèles même s'ils ont un nombre de paramètres différent

est le critère d'Information d'Akaike(AIC) et Bayesian Informative Criterion(BIC). Le modèle qui représente le plus faible critère est sélectionné (smaller is better).

L'expression de la statistique AIC :

$$AIC = -2L + 2K$$

L'expression de la statistique BIC :

$$BIC = -2L + K \cdot \log(N)$$

Avec :

K : nombre de paramètres dans le modèle

L : le maximum de la fonction de log vraisemblance

N : nombre d'observations dans le modèle.

### I.3.5 Le test du rapport de vraisemblance

Le test du rapport de vraisemblance a pour objectif de comparer en terme de qualité d'ajustement aux données, deux modèles emboîtés  $M_0 \subseteq M_1$ . On s'interroge sur le rapport potentiel du modèle le plus complexe  $M_1$  aux informations fournies par le modèle le plus parcimonieux  $M_0$ . Comme son nom l'indique, le test s'appuie sur le rapport de vraisemblance en utilisant la statistique suivante pour un test sur la variable X :

$$RV = \frac{\text{vraisemblance du modèle sans la variable } X}{\text{vraisemblance du modèle avec la variable } X}$$

Avec les hypothèses suivantes :

- H0 : La variable X n'est pas influente dans le modèle
- H1 : La variable X est influente dans le modèle.

Sous H0, la statistique de  $-2\ln(RV)$  suit asymptotiquement une loi de Khi-deux à n degré de liberté, où :

n = le nombre de paramètres du modèle (avec la variable X) - nombre de paramètres du modèle (sans la variable X)

Sous Sas, les résultats de ce test se présentent dans un tableau intitulé type III.

## I.4 Application et résultats

Pour modéliser les dépenses de consommation, nous allons avoir besoin des montants remboursés moyens par assuré appartenant à un segment de population. Nous avons donc ajouté une colonne comportant ces montants afin de les modéliser, ils sont calculés de la manière suivante :

$$\text{Montant moyen remboursé} = \frac{\text{Montant remboursé par segment de population}}{\text{Effectif total du segment}}$$

La méthode de calcul des montants moyens estimés sera présentée par la suite.

Nous allons nous intéresser dans cette partie à la modélisation des:

- Dépenses de consommation de la CNOPS
- Dépenses de consommation la CNSS (Statu Quo)
- Dépenses de consommation du poste dentaire de la CNOPS.

Nous avons testé les deux lois qui ajustent le plus souvent les montants, qui sont la loi gamma et la loi log-normal à l'aide du logiciel SAS.

### I.4.1 Dépenses de consommation de la CNOPS

#### 1) Etude de l'ajustement des montants moyens remboursés

Le critère d'acceptation du meilleur ajustement est la p-value de la déviance standardisé. Nous présentons les résultats de la modélisation GLM ci-dessous:

Tableau 19 : Tests de la qualité d'ajustement par la loi gamma

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
1	Deviance	489	668.4877	1.3671	.000000112
2	Scaled Deviance	489	585.4372	1.1972	.001735987
3	Pearson Chi-Square	489	1098.5817	2.2466	0
4	Scaled Pearson X2	489	962.0979	1.9675	0
5	Log Likelihood	-	-4640.1645	-	.

Nous rejetons la modélisation par la loi gamma, car la p-value de la déviance standardisé est inférieur à 5%. Nous rappelons que l'hypothèse nulle est : « H0 : le modèle considéré à K paramètres est adéquat. »

Tableau 20 : Tests de la qualité d'ajustement par la loi log-normal

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	Pvalue
1	Deviance	489	714.0976	1.4603	0.00000
2	Scaled Deviance	489	499.0000	1.0204	0.36734
3	Pearson Chi-Square	489	714.0976	1.4603	0.00000
4	Scaled Pearson X2	489	499.0000	1.0204	0.36734
5	Log Likelihood	-	-797.4745	-	.

Nous acceptons la modélisation par la loi log-normal car la p-value de la déviance standardisée est de  $0.36734 > 5\%$ .

### 2) Analyse de type III

Afin d'étudier la significativité de l'impact de chaque variable introduite dans le modèle, nous avons fait une analyse de type III sous SAS. Les résultats de ce test sont les suivants :

Tableau 21: Analyse de type III du modèle choisie

Statistiques LR pour Analyse de Type 3			
Source	DDL	Khi-2	Pr > Khi-2
TYPE_ASS	3	25.10	<.0001
TYPE_BEN	2	34.40	<.0001
groupeage	2	7.19	0.0275
SEXE	1	5.04	0.0248
ALD	1	321.81	<.0001

D'après ce tableau, nous remarquons que les p-values du test du rapport de vraisemblance, effectué sur chacune des variables, sont toutes inférieures à 5%. Les variables ont donc toutes un impact significatif sur les montants moyens remboursés.

### 3) Estimation des paramètres du modèle

Nous présentons ainsi l'estimation des paramètres du modèle par la méthode du maximum de vraisemblance donnée par le logiciel SAS.

Tableau 22 : Analyse des valeurs estimées des paramètres

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum								
Paramètre		DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
Intercept		1	8.9276	0.1679	8.5985	9.2568	2826.17	<.0001
TYPE_ASS	A	1	-0.0962	0.0480	-0.1902	-0.0021	4.02	0.0461
TYPE_ASS	P1	1	-0.1479	0.0640	-0.2733	-0.0224	5.34	0.0221
TYPE_ASS	P2	1	-0.7451	0.1628	-1.0641	-0.4261	20.95	<.0001
TYPE_ASS	P3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
TYPE_BEN	A	1	0.7680	0.1315	0.5102	1.0259	34.10	<.0001
TYPE_BEN	CA	1	0.5953	0.1506	0.3002	0.8904	15.63	<.0001
TYPE_BEN	EA	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage	1	1	-0.4582	0.1945	-0.8394	-0.0771	5.55	0.0185
groupeage	2	1	-0.2422	0.1187	-0.4749	-0.0095	4.16	0.0413
groupeage	3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE	F	1	-0.0750	0.0366	-0.1468	-0.0031	4.18	0.0427
SEXE	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
ALD	N	1	-2.3291	0.1096	-2.5438	-2.1144	452.01	<.0001
ALD	O	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Scale		1	1.1963	0.0379	1.1243	1.2728		

Le tableau ci-dessus présente pour chaque modalité de variable, sa contribution pour le calcul des montants remboursés moyens, son erreur type, son intervalle de confiance, ainsi que le carré de sa statistique da Wald. Nous avons trouvé que tous les coefficients sont bien significatifs car toutes les p-values du tableau sont inférieure à 5%. Pour améliorer le modèle, nous avons testé des nouveaux modèles GLM de la loi log-normal qui prennent en compte les variables d'interaction. Le modèle le plus adéquat est celui qui a l'AIC la plus petite.

Nous avons trouvé que le modèle qui contient des variables d'interaction et dont l'AIC est minimale est le modèle qui prend une seule variable d'interaction qui est SEXE\*ALD, avec un AIC de 1614.2829 contre AIC de 1616.9490 pour le modèle sans interactions.

Nous passons alors aux résultats de l'analyse des valeurs estimées du modèle avec interactions :

Tableau 23: Analyse des valeurs estimées du modèle GLM avec variable d'interaction

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum									
Paramètre			DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
Intercept			1	9.0706	0.1797	8.7183	9.4228	2547.38	<.0001
TYPE_ASS	A		1	-0.0863	0.0431	-0.1707	-0.0018	4.01	0.0463
TYPE_ASS	P1		1	-0.1395	0.0611	-0.2592	-0.0197	5.21	0.0232
TYPE_ASS	P2		1	-0.7467	0.1620	-1.0642	-0.4291	21.24	<.0001
TYPE_ASS	P3		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
TYPE_BEN	A		1	0.7656	0.1309	0.5090	1.0222	34.19	<.0001
TYPE_BEN	CA		1	0.5883	0.1499	0.2946	0.8821	15.41	<.0001
TYPE_BEN	EA		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage	1		1	-0.4670	0.1936	-0.8465	-0.0876	5.82	0.0159
groupeage	2		1	-0.2442	0.1182	-0.4758	-0.0126	4.27	0.0388
groupeage	3		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE	F		1	-0.3360	0.1629	-0.6552	-0.0167	4.25	0.0391
SEXE	M		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
ALD	N		1	-2.5893	0.1623	-2.9073	-2.2713	254.65	<.0001
ALD	O		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE*ALD	F	N	1	0.4688	0.2165	0.0444	0.8931	4.69	0.0304
SEXE*ALD	F	O	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum									
Paramètre			DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
	M	N							
SEXE*ALD	M	N	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE*ALD	M	O	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Scale			1	1.1907	0.0377	1.1191	1.2669		

Avant de valider le choix du modèle, une dernière condition doit être vérifiée. Elle s'agit de tester si les résidus de Pearson et ceux de la déviance suivent la loi normale centrée réduite  $N(0,1)$ . Les résultats de ce test sont comme suit:

Figure 25. Histogramme d'ajustement des résidus de Pearson par la loi normale centrée réduite

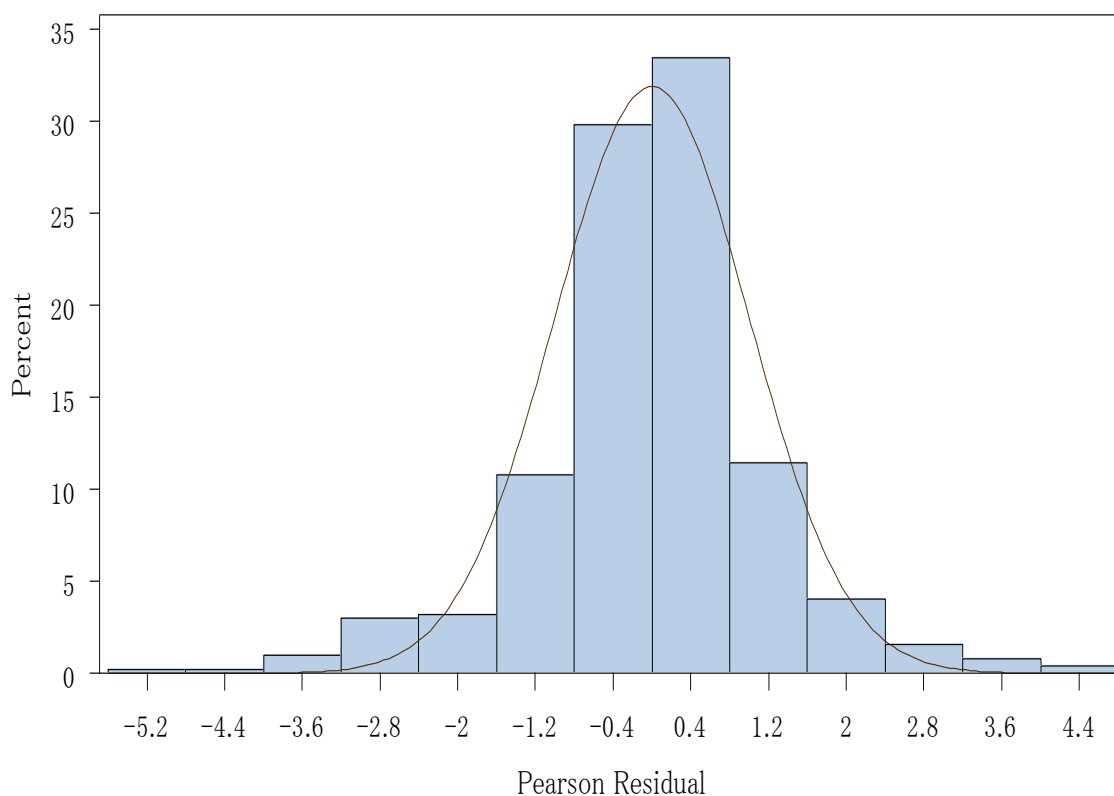


Tableau 24: résultats des tests de normalité des résidus de Pearson

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
Test	Statistic		p Value	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.03612144	Pr > D	>0.250
Cramer-von Mises	W-Sq	0.16604699	Pr > W-Sq	>0.250
Anderson-Darling	A-Sq	3.21907713	Pr > A-Sq	0.022

Comme montré dans le tableau ci-dessus les résidus de Pearson suivent la loi normale centrée réduite. Donc le modèle GLM de la loi log-normal et qui prend en compte l'interaction SEXE\*ALD est le modèle qui s'ajuste le mieux aux données de la CNOPS.

#### I.4.2 Dépenses de la CNSS

Pour le choix de notre modèle des dépenses de consommation de la CNSS, nous avons procédé de la même manière que la CNOPS et nous avons trouvé que la loi qui s'ajuste le mieux aux données est la loi log-normal. Le modèle choisie ayant un AIC de 1629.1844 et dont tous les coefficients sont significatifs est le modèle sans interaction qui s'écrit de la manière suivante :

$$\text{MONT\_MOY\_REM} = \text{TYPE\_ASS} + \text{TYPE\_BEN} + \text{GROUPEAGE} + \text{SEXE} + \text{ALD}$$

Nous présentons ainsi l'estimation des paramètres du modèle.

Tableau 25 : Analyse des valeurs estimées du modèle choisie

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum								
Paramètre		DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
Intercept		1	5.8391	0.3948	5.0654	6.6129	218.79	<.0001
TYPE_ASS	A	1	0.9046	0.2330	0.4479	1.3613	15.07	0.0001
TYPE_ASS	I	1	-0.7972	0.2431	-1.2736	-0.3208	10.76	0.0010

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum								
Paramètre		DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
TYPE_ASS	P1	1	1.0065	0.2348	0.5464	1.4667	18.38	<.0001
TYPE_ASS	P2	1	0.6827	0.2339	0.2244	1.1411	8.52	0.0035
TYPE_ASS	P3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
TYPE_BEN	A	1	2.2939	0.3218	1.6631	2.9246	50.81	<.0001
TYPE_BEN	CA	1	2.1069	0.3368	1.4468	2.7670	39.13	<.0001
TYPE_BEN	CM	1	1.6593	0.3881	0.8987	2.4199	18.28	<.0001
TYPE_BEN	EA	1	1.2956	0.3066	0.6946	1.8966	17.85	<.0001
TYPE_BEN	EM	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage	1	1	-0.3726	0.1520	-0.6706	-0.0747	6.01	0.0142
groupeage	2	1	-0.2778	0.1235	-0.5199	-0.0358	5.06	0.0245
groupeage	3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE	F	1	0.3761	0.1043	0.1716	0.5806	12.99	0.0003
SEXE	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
ALD	N	1	-3.9391	0.1034	-4.1417	-3.7365	1452.02	<.0001
ALD	O	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Scale		1	1.1487	0.0358	1.0806	1.2211		

L'inférence sur les paramètres du modèle nous assure qu'il est adéquat, toutes les variables sont significatives. Nous passons alors à la dernière étape, celle du test de la normalité des résidus de Pearson.

Figure 26. Histogramme d'ajustement des résidus de Pearson par la loi normale centrée réduite

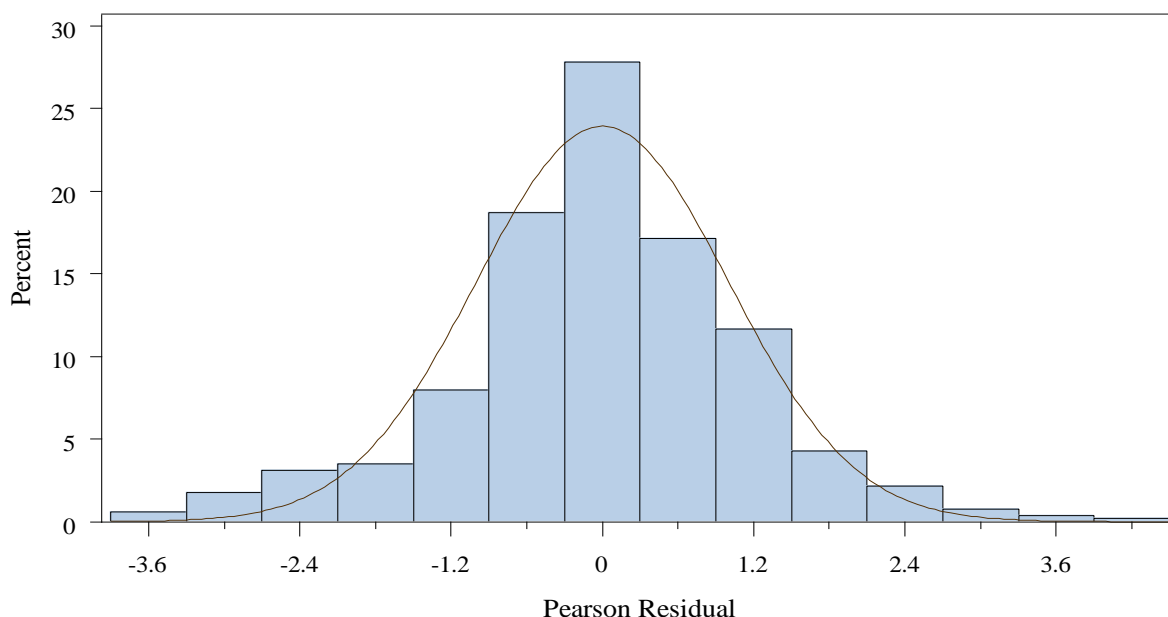


Tableau 26 : résultats des tests de normalité des résidus de Pearson

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
Test	Statistique		p Value	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.03741133	Pr > D	>0.250
Cramer-von Mises	W-Sq	0.12178580	Pr > W-Sq	>0.250
Anderson-Darling	A-Sq	2.44706683	Pr > A-Sq	0.054

Les résidus alors suivent effectivement la loi normale centrée réduite. Notre modèle ajuste bien les données de la CNSS.

#### I.4.3 Dépenses du poste DENTAIRE de la CNOPS

Etant donné que nous ne disposons pas d'un historique sur la consommation du poste dentaire de la CNSS, nous avons essayé d'établir une relation entre la consommation de la CNOPS et celle de la CNSS en se basant sur le rapport entre les montants remboursés par personne de ces derniers en 2013. De ce fait, nous avons modélisé les dépenses de consommation du poste dentaire de la CNOPS pour en déduire celles de la CNSS. Le calcul des montants de la CNSS sera présenté par la suite.

En reconduisant la même démarche de la modélisation des dépenses de la CNOPS et la CNSS, nous avons retenu le modèle suivant :

$$\text{MONT\_MOY\_REM} = \text{TYPE\_ASS} + \text{TYPE\_BEN} + \text{GROUPEAGE} + \text{SEXE} + \text{ALD} + \text{GROUPEAGE} * \text{SEXE}$$

L'estimation des paramètres associés à ce modèle et dont la distribution suit la loi log-normal est présentée dans le tableau qui suit.

Tableau 27 : Estimation des paramètres du modèle

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum								
Paramètre		DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
Intercept		1	4.8937	0.2236	4.4556	5.3319	479.18	<.0001
TYPE_ASS	A	1	-0.6106	0.1964	-0.9956	-0.2256	9.66	0.0019
TYPE_ASS	P1	1	-0.8420	0.1991	-1.2321	-0.4518	17.89	<.0001
TYPE_ASS	P2	1	-1.0180	0.2140	-1.4374	-0.5986	22.63	<.0001
TYPE_ASS	P3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
TYPE_BEN	A	1	0.9925	0.1446	0.7090	1.2760	47.09	<.0001
TYPE_BEN	CA	1	0.9717	0.1708	0.6369	1.3065	32.36	<.0001
TYPE_BEN	EA	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage	1	1	-5.9483	1.1627	-8.2272	-3.6694	26.17	<.0001
groupeage	2	1	-1.7595	0.4851	-2.7102	-0.8088	13.16	0.0003
groupeage	3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE	F	1	-0.0337	0.0123	-0.0578	0.0095	7.46	0.0066
SEXE	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
ALD	N	1	-0.3844	0.1264	-0.6322	-0.1367	9.25	0.0024
ALD	O	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage*SEXE	1 F	1	3.7126	1.4157	0.9378	6.4874	6.88	0.0087

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum									
Paramètre			DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
groupeage*SEXE	1	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage*SEXE	2	F	1	1.3565	0.6351	0.1118	2.6012	4.56	0.0327
groupeage*SEXE	2	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage*SEXE	3	F	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage*SEXE	3	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Scale			1	1.1502	0.0428	1.0692	1.2372		

Toutes les variables sont significatives, nous passons alors au test de normalité des résidus.

Figure 27. : Histogramme d'ajustement des résidus de Pearson du modèle par la loi normale centrée réduite

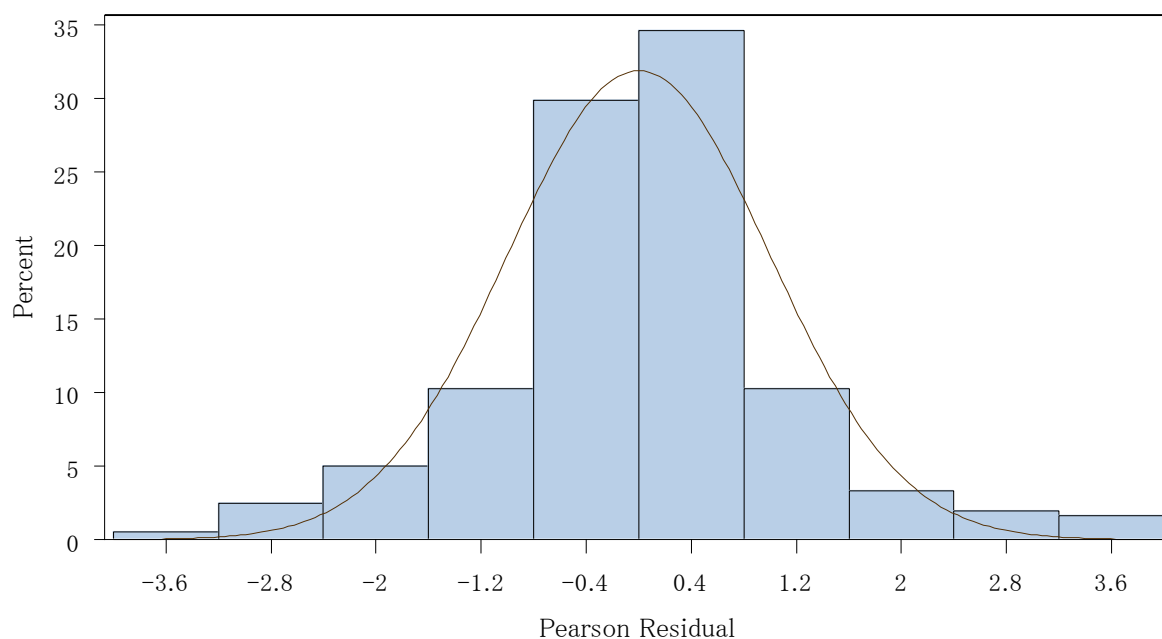


Tableau 28 : résultats des tests de normalité des résidus de Pearson

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
Test	Statistic		p Value	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.03902250	Pr > D	>0.250
Cramer-von Mises	W-Sq	0.15463230	Pr > W-Sq	>0.250
Anderson-Darling	A-Sq	2.56119125	Pr > A-Sq	0.047

Comme montré dans le tableau ci-dessus, les résidus suivent la loi normale centrée réduite. Nous pouvons donc confirmer l'adéquation de notre modèle.

## II. Prédiction et projection de la consommation médicale

Afin de projeter les dépenses, nous avons définis une méthodologie de projection de la consommation médicale en se basant sur les projections démographiques et les résultats de la modélisation de la consommation.

Nous avons tout d'abord regroupé nos données de projection par les groupes d'âges trouvés par la méthode de CHAID.

Prenons l'exemple d'un segment de population de l'année 2013 ayant comme caractéristiques «organisme gestionnaire='CNSS', type assuré='Assuré', type bénéficiaire='conjoint', sexe='femme', âge='25', groupe âge='1', ALD='non' ». Nous calculons le montant remboursé annuel d'un assuré appartenant à ce segment par la formule suivante :

$$\text{MONT\_MOY\_REM} = \exp \left( \text{Intercept} + \beta_{\text{assuré}}^{\text{type assuré}} + \beta_{\text{conjoint}}^{\text{type bénéficiaire}} + \beta_{\text{femme}}^{\text{sexe}} + \beta_1^{\text{groupeage}} + \beta_{\text{non}}^{\text{ALD}} + \frac{\sigma^2}{2} \right)$$

Avec  $\sigma^2$  est la variance du montant moyen remboursé, elle est égale au paramètre scale issu du tableau d'estimation des paramètres.

Les  $\beta_i^j$  sont les paramètres estimés par le modèle GLM de la CNSS que nous avons choisi, avec j la variable et i la modalité correspondante.

Les  $\exp(\beta_i^j)$  représentent la contribution de chaque modalité pour le calcul des montants moyens remboursés.

Le montant remboursé total de ce segment est alors le montant remboursé moyen multiplié par l'effectif de ce segment.

La formule de projection des montants remboursés de l'année 2013+ i, avec i allant de 0 à 4 ans, s'écrit comme suit :

$$\text{Montant remboursé}_i = \text{montant remboursé total} * (1 + t)^i$$

Avec t le taux d'aggravation de sinistralité calculé à partir des états annuels de chaque organisme (la CNSS et la CNOPS).

De même, dans le cas de l'extension du panier de la CNSS au dentaire, le montant remboursé total de chaque segment de population sera calculé de la même manière en rajoutant celui issu du poste dentaire.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'historique de la consommation du poste dentaire n'existe pas pour la CNSS puisque ce poste vient d'être ajouté à cette dernière. Afin de remédier à ce problème, et après avoir calculé les rapports entre les montants remboursés par personne des deux caisses pour toutes les modalités correspondantes aux cinq variables avec lesquelles nous avons travaillé, nous avons trouvé que ces rapports basculent entre 0.3 et 0.4. De ce fait, nous avons supposé que le rapport entre les montants remboursés par personne des deux caisses appliqué au poste dentaire de la CNOPS et de la CNSS sera compris entre ces deux valeurs.

Nous avons donc choisi d'étudier les deux cas extrêmes (taux=0,3 et taux=0,4). Afin de calculer les montants remboursés moyens du poste dentaire de la CNSS, nous allons nous baser sur ceux de la CNOPS puis appliquer la formule suivante :

$$\text{MONT\_MOY\_REM dentaire CNSS} = \text{MONT\_MOY\_REM dentaire CNOPS} * \text{taux}$$

Les résultats de la projection des prestations sont présentés dans le chapitre suivant.

## *Chapitre V.*

### *Projection du résultat technique*

*La finalité de ce chapitre consiste à dresser le bilan technique et le simuler pour un certain nombre d'années.*

*Dans un premier temps nous rappelons les composantes servant à calculer et à simuler le résultat technique.*

*Ensuite, nous présentons les résultats obtenus pour le scénario du Statu Quo et celui de l'extension du panier de soins pour la CNSS.*

## I. Total cotisations

Après avoir projeté les cotisations de chaque type de bénéficiaire ainsi que les contributions, nous allons maintenant présenter les formules de calcul des cotisations totales pour chacune des deux caisses.

Pour la CNOPS, les cotisations totales se calculent de la manière suivante :

***Total cotisations de l'année n = Cotisations actifs PS de l'année n + Cotisations actifs PP de l'année n + Cotisations des pensionnés de l'année n.***

Cependant, pour la CNSS, la formule est la suivante :

***Total cotisations de l'année n = Cotisations actifs PS de l'année n + Cotisations actifs PP de l'année n + Cotisations solidarité population éligible de l'année n + Cotisations de solidarité population 114 de l'année n + Cotisations des pensionnés de l'année n.***

Les formules de calcul de chaque composant de ces deux formules sont déjà exposées dans le chapitre de projection.

## II. Total charges

Pour le calcul des charges totales, nous aurons besoin des résultats des modèles GLM qui vont nous permettre de calculer les prestations (les montants remboursés) de chaque année. La formule de calcul des charges totales pour les deux caisses est celle qui suit :

***Total charges de l'année n = Prestations de l'année n + Dotation réserve de sécurité de l'année n + Charges d'exploitation de l'année n + contribution à l'ANAM de l'année n.***

Avec :

- ✓ Dotation réserve de sécurité de l'année n = 0,5% \* total cotisations de l'année n.
- ✓ Contribution à l'ANAM de l'année n = 0,6% \* total cotisations de l'année n.
- ✓ Charges d'exploitation de l'année n = Taux de charge d'exploitation \* total cotisations de l'année n.

Les deux taux servants aux calculs des dotations réserves et des contributions à l'ANAM sont issus de la réglementation<sup>4</sup>.

En ce qui concerne le taux de charge d'exploitation, nous l'avons calculé à partir des états annuels de chacune des deux caisses en retenant un taux moyen à partir des trois années qui précèdent.

---

<sup>4</sup> La loi n° 65-00 portant code de la couverture médicale de base.

### III. Application et résultats

#### III.1 Statu Quo CNOPS

Les résultats des projections effectuées dans le cadre du Statu Quo de la CNOPS se présentent comme suit :

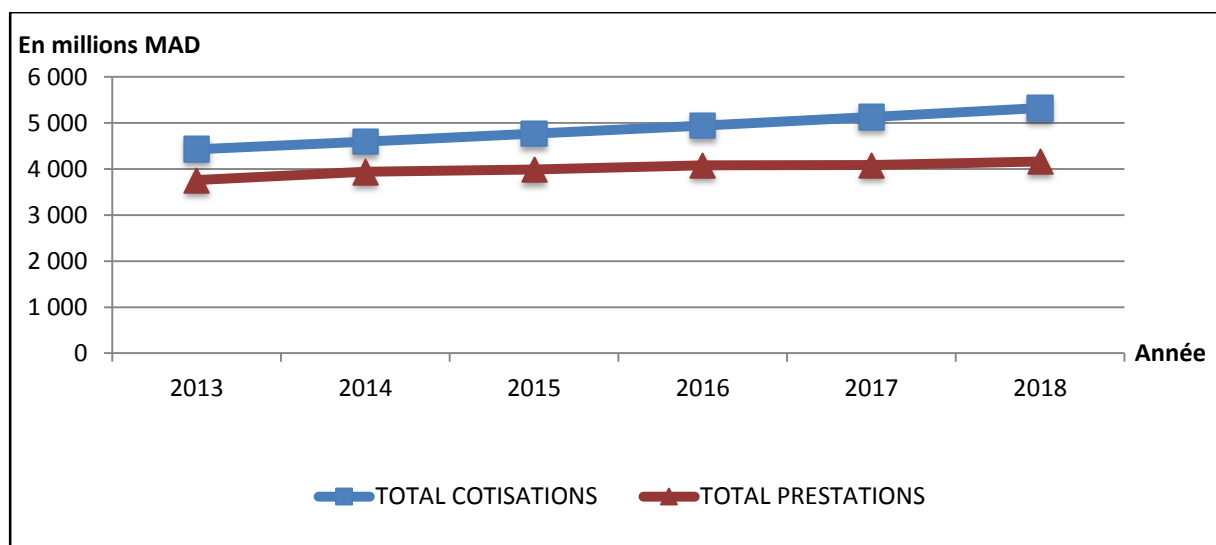
Tableau 29 : Projection du solde technique de la CNOPS (En MAD)

CNOPS	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TOTAL COTISATIONS</b>	4 428 204 244	4 592 327 774	4 763 127 871	4 940 880 539	5 125 872 523	5 318 402 826
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>	3 755 578 004	3 936 120 316	3 986 727 344	4 080 328 483	4 081 907 405	4 163 906 762
<b>TOTAL DEPENSES</b>	4 335 269 671	4 530 024 438	4 677 362 837	4 803 049 171	4 983 174 764	5 167 252 131
<b>SOLDE TECHNIQUE</b>	92 934 573	62 303 335	85 765 033	137 831 368	142 697 759	151 150 695

Source : réalisé par nos soins

Les résultats techniques de la CNOPS ne sont pas très élevés, ce qui montre que les cotisations couvrent à peine les dépenses. La figure ci-dessous présente la projection des cotisations et des prestations.

Figure 28. Projections des cotisations et des dépenses CNOPS



Source : réalisé par nos soins

La santé financière de la CNOPS paraît satisfaisante. Les soldes techniques même s'ils ne sont pas très élevés, ils demeurent positifs sur l'horizon de projection.

### III.2 Statu Quo CNSS

Les résultats des projections effectuées dans le Statu Quo pour la CNOPS se présentent comme suit :

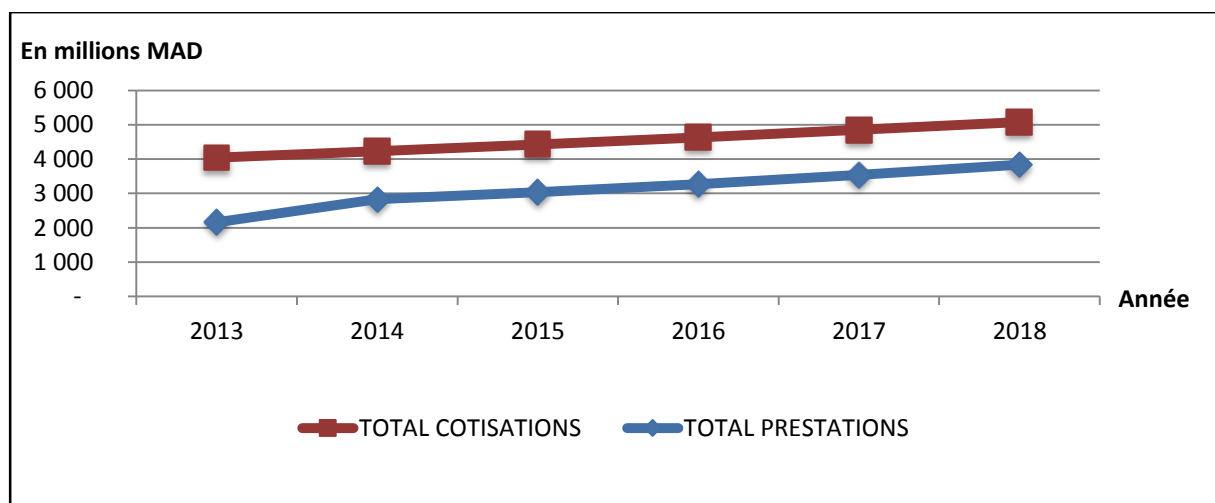
Tableau 30 : Projection du solde technique de la CNSS (En MAD)

CNSS	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TOTAL COTISATIONS</b>	4 045 443 000	4 230 783 000	4 426 373 001	4 632 867 000	4 850 961 001	5 081 406 000
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>	2 163 453 991	2 831 065 499	3 039 148 316	3 273 630 671	3 538 073 370	3 836 371 317
<b>TOTAL DEPENSES</b>	2 414 453 991	3 103 065 499	3 332 148 316	3 591 630 671	3 881 073 370	4 207 371 317
<b>SOLDE TECHNIQUE</b>	1 630 989 009	1 127 717 501	1 094 224 685	1 041 236 329	969 887 631	874 034 684

Source : réalisé par nos soins

Le solde technique de la CNSS pour le scénario Statu Quo est strictement décroissant alors nous pouvons prévoir qu'il va atteindre un déficit après 2018. Nous allons maintenant présenter un graphique des projections des cotisations et des prestations.

Figure 29. Projections des cotisations et des prestations CNSS Statu Quo



Source : réalisé par nos soins

Nous voyons bien que l'écart entre le total des cotisations et le total des prestations est décroissant. Ceci est dus au fait qu'avec le temps, les affiliés CNSS s'habitueront à l'AMO et feront de plus en plus recours à la couverture qu'elle offre ce qui augmentera les dépenses techniques.

### III.3 Impact de l'extension au dentaire sur l'équilibre de la CNSS

Les résultats des projections effectuées pour le scénario de convergence de l'extension du panier de soins au dentaire se présentent comme suit :

Tableau 31 : Projection du solde technique de la CNSS extension au dentaire(En MAD)

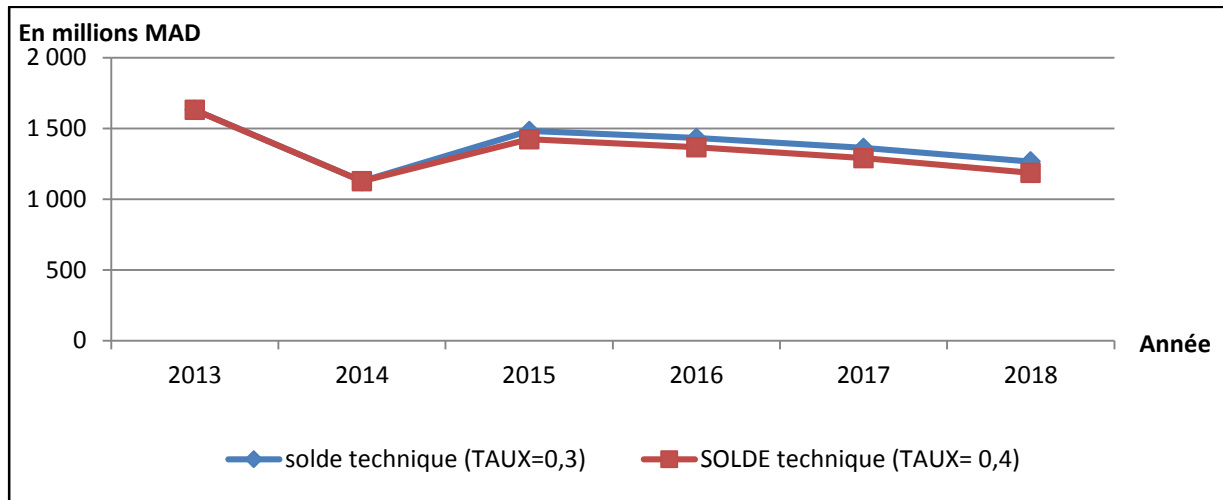
CNSS APRES DENTAIRE	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TOTAL COTISATIONS</b>	4 045 443 000	4 230 783 000	4 992 011 000	5 220 151 000	5 460 773 001	5 714 662 001
<b>PRESTATIONS SANS DENTAIRE</b>	2 163 453 991	2 831 065 499	3 039 148 316	3 273 630 671	3 538 073 370	3 836 371 317
<b>DENTAIRE SANS TAUX</b>	-	-	590 046 853	653 442 709	724 290 523	803 477 964
<b>CHARGES- PRESTATIONS</b>	251 000 000	272 000 000	293 000 000	318 000 000	343 000 000	371 000 000
<b>SOLDE TECHNIQUE (TAUX=0,3)</b>	1 630 989 009	1 127 717 501	1 482 848 628	1 432 487 516	1 362 412 474	1 266 247 295
<b>SOLDE TECHNIQUE (TAUX= 0,4)</b>	1 630 989 009	1 127 717 501	1 423 843 943	1 367 143 245	1 289 983 422	1 185 899 499

Comme expliqué dans la partie des dépenses du poste dentaire, nous avons choisi deux scénarios, le premier suppose que le montant remboursé moyen de la CNSS pour le poste dentaire est égal au montant remboursé moyen calculé par le modèle GLM multiplié par un taux de 0,3. De même pour le deuxième scénario mais en prenant un taux de 0,4.

Pour les deux scénarios, la fonction d'évolution du solde technique est décroissante et se maintient positif. En comparaison avec le scénario du Statu Quo, le solde technique du scénario de convergence du panier de soins est plus satisfaisant. Il est à noter que le poste dentaire est intégré en 2015.

Le graphique ci-dessous présente le solde technique pour des différentes valeurs du taux :

Figure 30. Solde technique de la CNSS de l'extension au dentaire en fonction du taux choisi



Source : réalisé par nos soins

Vu que notre horizon de projection est de 5 ans, nous avons supposé que ce taux (le rapport entre les montants moyens remboursés des deux caisses) restera relativement stable. En réalité, ce taux est toujours en augmentation, du fait que le taux de sinistralité de la CNSS augmente progressivement pour atteindre celui de la CNOPS qui a atteint sa phase de saturation.

## *Conclusion générale*

L'objet de ce rapport était de faire une modélisation actuarielle de l'assurance maladie obligatoire et en particulier d'étudier la convergence des paramètres de couverture des deux régimes AMO-CNSS et AMO-CNOPS qui marquent le paysage de la couverture médicale au Maroc.

Dans un premier temps, nous avons fait un diagnostic afin de distinguer les écarts existants entre les paramètres de couverture des deux régimes ce qui permet d'identifier les divergences entre ces deux. Ces divergences étant aussi liées aux caractéristiques de la population couverte ainsi qu'à la consommation de cette dernière, une analyse descriptive des données s'avère donc nécessaire afin de comparer le comportement des deux populations.

Étant donné la pluralité des scénarios de convergence possible, et par manque de temps, nous avons choisi d'étudier un seul scénario, c'est celui de l'extension du panier de soins de la CNSS au dentaire, ainsi que le Statu Quo des deux caisses. Notre objectif était donc de calculer et projeter les résultats techniques des deux régimes AMO-CNOPS et AMO-CNSS à travers la modélisation des ressources et des dépenses pour fournir un aperçu sur leur performance.

Après avoir situé le contexte d'étude, nous avons élaboré un modèle déterministe permettant la projection des populations couvertes. Cette modélisation est suivie par celle permettant la projection des assiettes de cotisations servant aux calculs des cotisations des régimes.

L'étape suivante est la modélisation de la consommation médicale, c'est-à-dire la modélisation des remboursements dont les populations couvertes par les deux régimes bénéficient. Nous avons présenté en premier lieu le cadre théorique des modèles linéaires généralisés qui se sont avérés adéquats à cette modélisation. Puis nous avons présenté les résultats de ces modélisations, pour enfin choisir le modèle le plus pertinent. Pour la modélisation du poste dentaire de la CNSS, et par manque d'historique concernant ce poste, nous avons modélisé celui de la CNOPS, puis nous l'avons appliqué à la CNSS moyennant l'hypothèse de stabilité relative du rapport entre les montants moyens remboursés des deux régimes.

Après le choix des modèles ajustant le mieux possible nos données, nous avons passé à la prédiction et à la projection des prestations en utilisant les résultats des projections démographiques.

Finalement, nous avons passé à la projection des résultats techniques dans le cas du Statu quo pour la CNSS et la CNOPS, suivi par celui de la CNSS dans le cas de l'extension de son panier de soins au dentaire. Cette projection a porté sur 5 ans à partir de l'année 2013, puisque

les données mises à notre disposition portant sur les assiettes de cotisation et sur la consommation sont celles relatives à cette année. Les résultats des projections montrent que la situation financière de la CNOPS est assez satisfaisante, avec des résultats techniques positifs tout au long de notre horizon de projection. En ce qui concerne la CNSS, le résultat technique montre une décroissance rapide dans les cinq années de projection ce qui nous permet de prévoir un déficit après l'année 2018. Pour le cas de l'extension du panier de soins de la CNSS au dentaire, nous avons choisi deux scénarios selon les deux valeurs extrêmes que peut prendre le rapport entre les montants moyens remboursés des deux régimes, 0,3 et 0,4. Pour les deux scénarios, le solde technique résultant est plus satisfaisant que celui issu du Statu Quo.

# *Bibliographie*

## *Mémoires et Ouvrages*

[1] Christian Partrat et Eric Lecoeur et Jean-Marie Nessi et Ecaterina Nisipas et Olivier Reiz, Provisionnement technique en Assurance non-vie, 2007

[2] Stéphanie Soedjede, Rapport de Fin d'Etude, Modélisation actuarielle de l'assurance maladie : Simulation de convergence des régimes AMO-CNOPS et AMO-CNSS, INSEA (2013)

[3] Karima Hadrya, Kenza Benladoul, Rapport de Fin d'Etude, Etude actuarielle de l'Assurance Maladie Obligatoire, INSEA (2007)

## *Notes de cours*

[1] Abderrahim Oulidi, Assurance non vie, INSEA (2011)

[2] Fouad Marri, cours GLM, INSEA (2014-2015)

[3] Mustapha Berrouyne, cours des Méthodes d'Evaluation des Données Démographiques, INSEA (2014-2015)

## *Rapports et autres*

[1] L'arrêté du ministre des finances et de la privatisation n° 1548-05 du 6 ramadan 1426 (10 octobre 2005)

[2] L'Arrêté du ministre des finances et de la privatisation n°2291-05 du 12 chaoual 1426 pris pour l'application des dispositions relatives à l'organisation financière de l'assurance maladie obligatoire

[3] Loi n°65-00 portant code de la couverture médicale de base

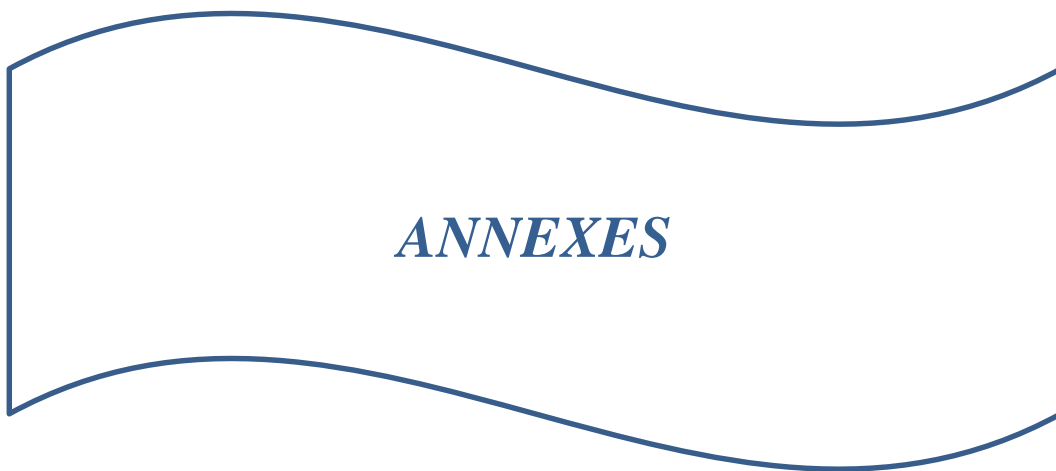
[4] Rapport Annuel Global de l'Assurance Maladie Obligatoire au titre de l'année 2013

# *Webographie*

[www.anam.ma](http://www.anam.ma)

[www.cnops.org.ma](http://www.cnops.org.ma)

[www.cnss.ma](http://www.cnss.ma)



*ANNEXES*

## **ANNEXE1 : Résultats de la projection démographique**

### **1.1 Résultats de la projection démographique de la CNSS**

TOTAL BENEFICIAIRES de la CNSS					
Type de bénéficiaires	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Actifs</b>	2 056 415,61	2 319 045,11	2 616 952,56	2 954 793,43	3 137 823,60
<b>Retraités</b>	281 267,67	291 863,26	303 136,46	315 234,63	328 189,67
<b>Veufs</b>	112 246,61	122 190,45	133 015,20	144 798,91	157 626,53
<b>Orphelins</b>	1 890,38	1 909,28	1 947,47	2 005,89	2 086,13
<b>Conjoints d'actifs</b>	683 167,52	696 830,87	710 070,66	766 876,31	779 146,33
<b>Conjoints de retraités</b>	161 785,80	177 964,38	195 760,82	215 336,90	236 870,59
<b>Enfants d'actifs</b>	1 961 235,35	2 000 460,05	2 060 473,85	2 142 892,81	2 250 037,45
<b>Enfants de retraités</b>	152 264,23	153 786,88	156 862,61	161 568,49	168 031,23
<b>La population couverte CNSS</b>	5 410 273,17	5 764 050,29	6 178 219,64	6 703 507,38	7 059 811,53

## 1.2 Résultats de la projection démographique de la CNOPS

TOTAL BENEFICIAIRES de la CNOPS					
Types de bénéficiaires	2014	2015	2016	2017	2018
Les actifs assurés	887 455,65	901 244,31	915 806,82	926 746,58	938 537,98
Les retraités	298 064,61	285 591,26	273 911,30	260 480,88	247 959,70
Les conjoints d'actifs	353 080,24	354 684,74	356 296,53	357 915,65	359 542,12
Les enfants d'actifs	1 009 748,84	1 014 337,43	1 018 946,88	1 023 577,27	1 028 228,71
Les conjoints des retraités	164 145,55	164 891,48	165 640,79	166 393,51	167 149,65
Les enfants des retraités	202 861,69	203 783,56	204 709,61	205 639,87	206 574,36
Les veufs	87 339,10	87 735,99	88 134,69	88 535,20	88 937,53
Les enfants des veufs	30 075,05	30 211,72	30 349,01	30 486,93	30 625,47
Orphelins et autres	5 402,44	5 426,99	5 451,65	5 476,43	5 501,31
<b>la population couverte CNOPS</b>	<b>3 038 173,18</b>	<b>3 047 907,49</b>	<b>3 059 247,29</b>	<b>3 065 252,32</b>	<b>3 073 056,84</b>

## ANNEXE2 : Résultats de la projection des cotisations

### *2.1 Résultats de la projection des cotisations de la CNOPS statu quo*

Projection des cotisations de la CNOPS								
En milliers de DH	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Cotisations</b>	2 234 866,78	2 403 037,29	2 461 347,54	2 545 573,37	2 633 160,00	2 724 245,65	2 818 973,94	2 917 494,60
<b>Assurés Actifs</b>	1 801 407,78	1 934 567,66	1 966 856,71	2 046 754,40	2 129 967,87	2 216 634,89	2 306 898,59	2 400 908,23
<b>Titulaires de pensions</b>	433 459,00	468 469,64	494 490,83	498 818,97	503 192,12	507 610,76	512 075,35	516 586,37
<b>Contributions</b>	1 804 726,28	1 937 230,38	1 966 856,71	2 046 754,40	2 129 967,87	2 216 634,89	2 306 898,59	2 400 908,23
<b>Contributions patronales</b>	1 800 926,49	1 934 490,14	1 966 856,71	2 046 754,40	2 129 967,87	2 216 634,89	2 306 898,59	2 400 908,23
<b>Autres cotisations et contributions</b>	3 799,78	2 740,23	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	4 039 593,06	4 340 267,67	4 428 204,24	4 592 327,77	4 763 127,87	4 940 880,54	5 125 872,52	5 318 402,83

## 2.2 Résultats de la projection des cotisations de la CNSS Statu Quo

Projection des cotisations de la CNSS (Statu Quo)								
En milliers de DH	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Cotisations</b>	1 387 532,00	1 338 393,00	1 388 708,95	1 434 655,63	1 482 472,35	1 532 235,21	1 584 023,42	1 637 919,41
Assurés Actifs	1 163 734,00	1 071 913,00	1 128 911,26	1 174 857,95	1 222 674,67	1 272 437,53	1 324 225,74	1 378 121,72
Titulaires de pensions	223 798,00	266 480,00	259 797,68	259 797,68	259 797,68	259 797,68	259 797,68	259 797,68
<b>Contributions</b>	2 068 861,00	2 428 962,00	2 656 734,06	2 796 127,43	2 943 901,60	3 100 632,13	3 266 938,33	3 443 486,76
Contributions patronales	2 068 861,00	2 428 962,00	2 656 734,06	2 796 127,43	2 943 901,60	3 100 632,13	3 266 938,33	3 443 486,76
Autres cotisations et contributions								
<b>Total</b>	3 456 393,00	3 767 355,00	4 045 443,00	4 230 783,06	4 426 373,95	4 632 867,34	4 850 961,75	5 081 406,16

## 2.3 Résultats de la projection des cotisations de la CNSS (extension au dentaire)

Projection des cotisations de la CNSS (Dentaire)								
En milliers de DH	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Cotisations</b>	1 387 532,00	1 338 393,00	1 388 708,95	1 621 160,87	1 675 193,76	1 731 425,79	1 789 946,46	1 850 848,93
<b>Assurés Actifs</b>	1 163 734,00	1 071 913,00	1 128 911,26	1 327 589,48	1 381 622,38	1 437 854,41	1 496 375,08	1 557 277,55
<b>Titulaires de pensions</b>	223 798,00	266 480,00	259 797,68	293 571,38	293 571,38	293 571,38	293 571,38	293 571,38
<b>Contributions</b>	2 068 861,00	2 428 962,00	2 656 734,06	3 154 459,10	3 316 817,37	3 488 725,58	3 670 827,18	3 863 813,88
<b>Contributions patronales</b>	2 068 861,00	2 428 962,00	2 656 734,06	3 154 459,10	3 316 817,37	3 488 725,58	3 670 827,18	3 863 813,88
<b>Autres cotisations et contributions</b>								
<b>Total</b>	3 456 393,00	3 767 355,00	4 045 443,00	4 775 619,97	4 992 011,13	5 220 151,37	5 460 773,64	5 714 662,81

### ANNEXE 3 : Quelques résultats du test de Kruskal-Wallis

#### 3.1 Pour la variable montant remboursé (CNOPS) classée par variable ALD :

Scores de Wilcoxon (Sommes du rang) pour la variable MONT_REM Classée par variable ALD					
ALD	N	Somme des scores	Attendue sous H0	Ecart-type sous H0	Score moyen
N	304	75145.0	80864.0	1748.90987	247.187500
O	227	66101.0	60382.0	1748.90987	291.193833
Les scores moyens ont été utilisés pour les liens.					

Test de Kruskal-Wallis	
Khi-2	10.6931
DF	1
Pr > Khi-2	0.0011

#### 3.2 Pour la variable montant remboursé (CNSS) classée par variable ALD

Scores de Wilcoxon (Sommes du rang) pour la variable MONT_REM Classée par variable ALD					
ALD	N	Somme des scores	Attendue sous H0	Ecart-type sous H0	Score moyen
N	418	125575.0	142747.0	2487.36538	300.418660
O	264	107328.0	90156.0	2487.36538	406.545455
Les scores moyens ont été utilisés pour les liens.					

Test de Kruskal-Wallis	
Khi-2	47.6609
DF	1
Pr > Khi-2	<.0001

## ANNEXE 4 : Résultats du GLM

### 4.1 Pour la CNSS

Tableau 1 : Tests de la qualité d'ajustement du GLM (loi de log-normal) des dépenses de la CNSS

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
1	Deviance	501	678.2330	1.3538	0.00000
2	Scaled Deviance	501	514.0000	1.0259	0.33425
3	Pearson Chi-Square	501	678.2330	1.3538	0.00000
4	Scaled Pearson X2	501	514.0000	1.0259	0.33425
5	Log Likelihood	-	-800.5922	-	.
6	Full Log Likelihood	-	-800.5922	-	.
7	AIC (smaller is better)	-	1629.1844	-	.
8	AICC (smaller is better)	-	1630.0261	-	.
9	BIC (smaller is better)	-	1688.5755	-	.

Tableau 2 : Tests de la qualité d'ajustement du GLM (loi de gamma) des dépenses de la CNSS

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
1	Deviance	501	42.9693	0.0858	1.00000
2	Scaled Deviance	501	521.0597	1.0400	0.25900
3	Pearson Chi-Square	501	30.8989	0.0617	1.00000
4	Scaled Pearson X2	501	374.6906	0.7479	0.99999

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
5	Log Likelihood	-	-961.2243	-	.
6	Full Log Likelihood	-	-961.2243	-	.
7	AIC (smaller is better)	-	1950.4486	-	.
8	AICC (smaller is better)	-	1951.2903	-	.
9	BIC (smaller is better)	-	2009.8397	-	.

Tableau 3 : Analyse de type III du modèle pour la régression de log-normal de la CNSS

Statistiques LR pour Analyse de Type 3			
Source	DDL	Khi-2	Pr > Khi-2
TYPE_ASS	4	142.47	<.0001
TYPE_BEN	4	73.01	<.0001
groupeage	2	7.67	0.0216
SEXE	1	12.83	0.0003
ALD	1	689.55	<.0001

#### 4.2 Pour la CNOPS

Tableau 4 : Tests de la qualité d'ajustement du GLM (loi de gamma) des dépenses de la CNOPS du poste DENTAIRE

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
1	Deviance	351	445.3656	1.2688	.000467580
2	Scaled Deviance	351	419.7087	1.1958	.006834630
3	Pearson Chi-Square	351	577.0401	1.6440	2.9277E-13

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
4	Scaled Pearson X2	351	543.7976	1.5493	1.6949E-10
5	Log Likelihood	-	-2227.7140	-	.
6	Full Log Likelihood	-	-2227.7140	-	.
7	AIC (smaller is better)	-	4477.4279	-	.
8	AICC (smaller is better)	-	4478.1843	-	.
9	BIC (smaller is better)	-	4520.2056	-	.

Tableau 5 : Tests de la qualité d'ajustement du GLM (loi de log-normal) des dépenses de la CNOPS du poste DENTAIRE

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
1	Deviance	351	492.4069	1.4029	0.00000
2	Scaled Deviance	351	361.0000	1.0285	0.34494
3	Pearson Chi-Square	351	492.4069	1.4029	0.00000
4	Scaled Pearson X2	351	361.0000	1.0285	0.34494
5	Log Likelihood	-	-568.2690	-	.
6	Full Log Likelihood	-	-568.2690	-	.
7	AIC (smaller is better)	-	1158.5379	-	.
8	AICC (smaller is better)	-	1159.2944	-	.
9	BIC (smaller is better)	-	1201.3156	-	.

Tableau 6 : Analyse des valeurs estimées du modèle GLM de la loi log-normal des dépenses du poste dentaire de la CNOPS

Analyse des valeurs estimées du paramètre de vraisemblance maximum								
Paramètre		DDL	Valeur estimée	Erreur type	Intervalle de confiance de Wald à 95 %		Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
Intercept		1	4.8179	0.2255	4.3760	5.2598	456.60	<.0001
TYPE_ASS	A	1	-0.5938	0.1993	-0.9845	0.2032	8.88	0.0029
TYPE_ASS	P1	1	-0.8198	0.2019	-1.2154	0.4241	16.49	<.0001
TYPE_ASS	P2	1	-0.9879	0.2170	-1.4131	0.5627	20.73	<.0001
TYPE_ASS	P3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
TYPE_BEN	A	1	1.0110	0.1468	0.7233	1.2986	47.45	<.0001
TYPE_BEN	CA	1	1.0048	0.1732	0.6654	1.3442	33.67	<.0001
TYPE_BEN	EA	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
groupeage	1	1	-3.4735	0.6885	-4.8230	2.1240	25.45	<.0001
groupeage	2	1	-0.9772	0.3256	-1.6154	0.3390	9.01	0.0027
groupeage	3	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
SEXE	F	1	0.0432	0.0153	0.0132	0.0731	7.88	0.0051
SEXE	M	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
ALD	N	1	-0.3873	0.1284	-0.6388	0.1357	9.10	0.0026
ALD	O	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	.	.
Scale		1	1.1679	0.0435	1.0858	1.2563		

Tableau 7 : Tests de la qualité d'ajustement du GLM (loi de log-normal) des dépenses de la CNOPS du poste DENTAIRE avec une seule variable d'interaction groupeage\*SEXE

Obs	Criterion	DF	Value	ValueDF	pvalue
1	Deviance	349	477.5541	1.3683	0.00001
2	Scaled Deviance	349	361.0000	1.0344	0.31765
3	Pearson Chi-Square	349	477.5541	1.3683	0.00001
4	Scaled Pearson X2	349	361.0000	1.0344	0.31765
5	Log Likelihood	-	-562.7406	-	.
6	Full Log Likelihood	-	-562.7406	-	.
7	AIC (smaller is better)	-	1151.4812	-	.
8	AICC (smaller is better)	-	1152.5302	-	.
9	BIC (smaller is better)	-	1202.0366	-	.

**ANNEXE 5: Autres****5.1 Tranches de salaire:**

<b>1</b>	<b>Moins de 1400 dhs</b>
<b>2</b>	<b>De [ 1400 à 2100 [ dhs</b>
<b>3</b>	<b>De [ 2 100 à 2 800 [ dhs</b>
<b>4</b>	<b>De [ 2 800 à 3 500 [ dhs</b>
<b>5</b>	<b>De [ 3 500 à 4 250 [ dhs</b>
<b>6</b>	<b>De [ 4 250 à 5 000 [ dhs</b>
<b>7</b>	<b>De [ 5 000 à 6 000 [ dhs</b>
<b>8</b>	<b>De [ 6 000 à 7 000 [ dhs</b>
<b>9</b>	<b>De [ 7 000 à 8 250 [ dhs</b>
<b>10</b>	<b>De [ 8 250 à 10 000 [ dhs</b>
<b>11</b>	<b>De [ 10 000 à 12 000 [ dhs</b>
<b>12</b>	<b>De [ 12 000 à 16 000 [ dhs</b>
<b>13</b>	<b>Plus de 16 000 dhs</b>

**5.2 Tranches d'âge:**

<b>Tranches d'âge</b>	
<b>01</b>	<b>[ 0 - 1 ]</b>
<b>02</b>	<b>] 1 - 5 ]</b>
<b>03</b>	<b>] 5 - 10 ]</b>
<b>04</b>	<b>] 10 - 15 ]</b>
<b>05</b>	<b>] 15 - 20 ]</b>
<b>06</b>	<b>] 20 - 25 ]</b>
<b>07</b>	<b>] 25 - 30 ]</b>
<b>08</b>	<b>] 30 - 35 ]</b>
<b>09</b>	<b>] 35 - 40 ]</b>
<b>10</b>	<b>] 40 - 45 ]</b>
<b>11</b>	<b>] 45 - 50 ]</b>
<b>12</b>	<b>] 50 - 55 ]</b>
<b>13</b>	<b>] 55 - 60 ]</b>
<b>14</b>	<b>] 60 - 65 ]</b>
<b>15</b>	<b>] 65 - 70 ]</b>
<b>16</b>	<b>[plus de 70 ans]</b>