

Duc Hien Vu

ENSAE deuxième année  
Stage d'application  
Année scolaire 2013-2014



---

## Outil de mesure d'impact tarifaire de la mise en place du plafond dentaire

---

*(Rapport confidentiel)*



**réinventons** / notre métier

*AXA France  
AXA Solutions Collectives  
Nanterre*

*Maître de stage : Anne Briens  
Période de stage : 16/06/2014-30/09/2014*

## **Remerciements**

J'adresse mes sincères remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce stage.

En premier lieu, je tiens à remercier mon maître de stage, Mme. Anne Briens, de m'avoir guidé dans mon travail et m'avoir aidé à trouver des solutions pour avancer. Sa disponibilité, son soutien, son encouragement et sa patience m'ont été précieux afin de bien mener mon travail.

Je remercie Mme. Caroline Blancher qui m'a aidé dans la réalisation de mon rapport de stage. Je remercie aussi M. Gabriel Portier qui m'a donné des conseils de programmation pour bien développer l'outil final, Mme. Iris Wencel, M. Afid Abdeljalil et M. Mikael Matignon qui par leurs paroles, leurs écrits et leurs conseils ont guidé mes réflexions et ont répondu à mes questions durant mes recherches.

A tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

## Note de synthèse

Face à un grand besoin de dépenses de soins en santé, étant donné un désengagement progressif de la Sécurité Sociale, les contrats de complémentaire santé proposés par les organismes complémentaires (les mutuelles, les compagnies d'assurances et les institutions de prévoyance) sont de plus en plus populaires. En 2010, la part des ménages français qui bénéficiaient d'une couverture complémentaire santé était 96%. La complémentaire santé est définie comme l'indemnisation qui couvre la différence entre les frais engagés et le remboursement de la Sécurité Sociale. Il existe deux types de contrats en complémentaire santé : Les contrats collectifs (souscrits par un employeur pour ses employés) et les contrats individuels (souscrits par une personne, soit parce qu'il ne bénéficie pas de protection complémentaire d'entreprise, soit parce qu'il en bénéficie mais souhaite avoir davantage de protection). AXA Solutions Collectives est, avec AXA Entreprises, un acteur principal du marché des assurances collectives en santé. Mon stage, effectué au sein de l'équipe Santé, Service Normes et Etudes de la Direction Technique et Marketing Collectives, consiste à étudier les distributions de sinistres dentaires et à créer un outil qui mesure l'impact tarifaire de la mise en place de plafond dentaire.

La grande catégorie dentaire est décomposée en plusieurs postes : prothèses dentaires, inlay/onlay, inlay-core, implants dentaires, orthodontie (prise en charge ou non prise en charge par la Sécurité Sociale), parodontologie, piliers de bridge et soins dentaires. Chaque poste comprend plusieurs actes différents. Les consommations sur les actes dentaires dépassent très souvent le montant de remboursement par la Sécurité Sociale. Les contrats d'assurance collective en santé proposés par AXA définissent les différents niveaux de garanties indemnitaires par poste. Pour un poste donné, la garantie est comprise comme le montant maximum remboursé par acte consommé, après le remboursement de la Sécurité Sociale, à condition que le montant total remboursé ne dépasse pas le frais réels. Les garanties dentaires sont exprimées en euros ou à travers une base de calcul (par exemple, 100%BR, 15%PMSS, 200%BA). BR est la base de remboursement fixée par la Sécurité Sociale, elle varie selon les actes, PMSS est le plafond mensuel de la Sécurité Sociale (fixé à 3129 euros en 2014) et BA est une base de calcul d'AXA qui est exprimée en pourcentage du PMSS et qui sert à calculer les garanties en implants dentaires et en orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale. En appliquant les garanties, les assureurs limitent le montant total à verser aux consommateurs. Le rapport entre le remboursement complémentaire et le montant total est défini comme la qualité du régime. Il mesure l'impact propre des garanties sur le coût total. A noter que les analyses présentées par la suite portent systématiquement sur des montants sous déduction des remboursements de la Sécurité Sociale.

Nous voulons introduire, en plus des garanties dentaires, un plafond dentaire qui détermine le montant maximum remboursé en dentaire par AXA à un consommant, pendant un an. Plusieurs contrats avec différents niveaux de garanties et plafonds ont été proposés. Le but est que le souscripteur peut bénéficier d'une réduction en souscrivant un contrat avec plafond. Le montant de réduction est strictement lié au montant de coût total économisé par AXA sur l'ensemble des bénéficiaires d'un contrat en appliquant le plafond. Nous souhaitons donc créer un outil qui mesure l'impact tarifaire du plafond dentaire. En introduisant un plafond dentaire, nous distinguons deux indices différents : la qualité du régime dentaire sans plafond et la qualité du régime dentaire avec plafond. La première étant expliquée ci-dessus, la deuxième est le rapport entre le remboursement complémentaire total après application du plafond et le remboursement complémentaire total non plafonné. Nous en déduisons aussi la réduction (en %) applicable aux postes dentaires, qui est le rapport entre le montant de coût économisé en appliquant le plafond et le coût total avec garanties mais sans plafond. Nous avons la relation suivante :

$$\begin{aligned} \text{Qualité du régime dentaire avec plafond} &= \\ \text{Qualité du régime dentaire sans plafond} \times (100\% - \text{réduction applicable aux postes dentaires}) \end{aligned}$$

Comment mesurons-nous l'impact tarifaire du plafond dentaire ? Nous disposons des données sur les bénéficiaires et leurs consommations en 2012. Les bénéficiaires peuvent être, selon le contrat, les salariés, leurs conjoints, leurs ascendants et leurs enfants. Au lieu de regarder tous les bénéficiaires, nous nous concentrons sur l'ensemble des consommateurs en dentaire. Un consommant en dentaire est défini comme un bénéficiaire ayant consommé, au cours de l'année, au moins une fois du dentaire. L'avantage du traitement direct de l'ensemble

des consommateurs dentaires vient du fait que sa part dans l'ensemble des bénéficiaires n'est que 27,11%. Dans notre modélisation, il y aurait un excès de « 0 sinistre » si nous simulions l'ensemble des bénéficiaires.

Le travail est décomposé en deux grandes parties :

- l'étude et le nettoyage des distributions de sinistres dentaires (coûts moyens et nombres d'actes remboursés)
- la modélisation/création d'un outil de mesure d'impact tarifaire de la mise en place du plafond dentaire par la méthode de Monte Carlo.

## 1. Etude et nettoyage des distributions de sinistres dentaires

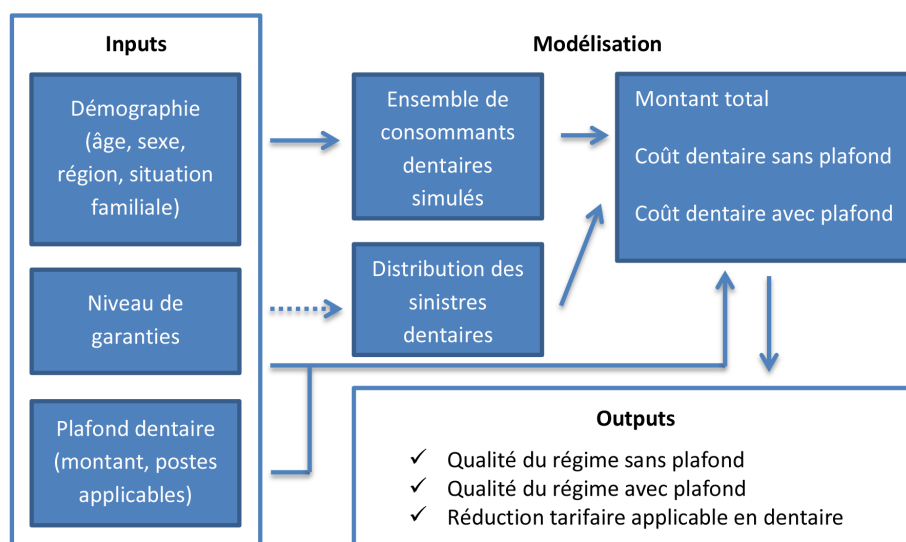
Après les analyses par tranche d'âge, par sexe et par région des consommateurs dentaires, nous constatons que le niveau de consommation en dentaire dépend de ces facteurs, et notamment fortement de la tranche d'âge. Nous proposons de construire 20 segments de consommateurs selon les caractéristiques individuelles ci-dessus. Nous construisons 5 tranches d'âge (0-20/ 20-40/ 40-50/ 50-60/ à partir de 60 ans) et distinguons deux régions (IDF/PACA et Province). Pour chaque segment de consommateurs nous étudions la distribution des sinistres dentaires. Plus précisément, nous regardons la répartition des nombres d'actes remboursés et le coût moyen par consommant et par poste. Le nombre d'actes remboursés par poste et par personne est simplement la somme des nombres d'actes remboursés sur tous les actes de ce poste, tandis que le coût moyen par poste et par personne est défini comme le total du montant de frais réel du consommant concernant le poste, moins le remboursement par la Sécurité Sociale, le tout divisé par le nombre d'actes remboursés.

Pour un consommant, la somme, sur tous les postes, des produits coût moyen  $\times$  nombre d'actes remboursés donne le coût dentaire. L'intérêt d'une analyse coût moyen-nombre d'actes remboursés est double. Premièrement, cela nous aide à mesurer le coût dentaire à garantie près. Comme expliqué précédemment, la garantie s'applique sur le montant consommé par acte, indépendamment du nombre d'actes. Deuxièmement, la décomposition coût moyen-nombre d'actes remboursés est cohérente avec l'approche coût moyen-fréquence très utilisée en assurance. Cette approche considère le coût total de sinistre comme le produit de la fréquence et le coût moyen des sinistres. Elle repose sur l'hypothèse d'indépendance entre ces deux derniers. Cependant, l'indépendance entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen pour certains postes dentaires est discutable. Nous avons détecté une corrélation négative entre le coût moyen et le nombre d'actes remboursés sur quelques postes en analysant nos bases de données. Néanmoins, pour raison de simplification et d'optimisation du temps de calcul de l'outil final, nous proposons de simuler indépendamment le nombre d'actes remboursés et le coût moyen. Afin de pouvoir prendre en compte une partie de leur corrélation, nous imposons les contraintes telles que sur le poste parodontologie, si le coût moyen est supérieur ou égale à 500, le nombre d'actes remboursés sera 1 par défaut. Ainsi, nous pouvons éviter les valeurs trop extrêmes (quand le nombre d'actes et le coût moyen d'un poste sont tous les deux très grands) qui pourraient entraîner une surestimation du coût total dentaire dans notre modélisation.

Les données dont nous disposons viennent de contrats de natures très différentes, donc de niveaux de garanties différents, alors que nous voulons appliquer un seul niveau de garantie par poste dans notre modélisation. En réalité, les bénéficiaires rationnels ajustent en partie leur consommation selon le niveau de couverture. A titre d'exemple, un bénéficiaire très bien couvert en dentaire aurait tendance à consulter plus régulièrement son dentiste que s'il n'était pas aussi bien couvert. En effet, le nombre d'actes remboursés a tendance à augmenter avec le niveau de garantie, ce phénomène est nettement observé en prothèses dentaires. Nous appliquons donc un correctif, suivant le niveau de garantie appliqué dans la modélisation, sur le nombre d'actes remboursés en prothèses dentaires dans nos bases de données. Nous déformons ainsi la distribution du nombre d'actes en prothèses dentaires en fonction du paramètre garantie prothèses dentaires.

## 2. Modélisation

Schéma de modélisation :



Nous procédons comme suit : Nous simulons un ensemble de consommateurs en dentaire, selon la démographie de l'entreprise prédéfinie par l'utilisateur de l'outil. Chaque consommant dentaire correspond à une ligne de simulation avec le nombre d'actes remboursés et le coût moyen pour 9 postes. Suivant la classe à laquelle appartient le consommant, nous avons des probabilités de consommation pour chacun des postes dentaires, calculées à partir de nos bases de données. Pour un consommant simulé et pour chaque poste dentaire, nous simulons une loi Bernoulli dont le paramètre est la probabilité que le consommant consomme le poste. Si la réalisation de la variable est 1, nous tirons uniformément un des centiles de la distribution du nombre d'actes remboursés et du coût moyen du poste correspondant. Sinon, le nombre d'actes et le coût moyen du poste sera 0. Nous calculons ainsi le montant consommé en dentaire par le consommant, sans tenir compte des garanties puis en tenant compte des garanties, enfin le  $\Delta$  soit l'économie réalisée en appliquant le plafond).

Pour l'individu  $i$  :

- Coût dentaire sans garanties $_i = \sum_{j \in 9 \text{ postes}} \text{coût moyen}_i^j \times \text{nombre d'actes}_i^j$
- Coût dentaire avec garanties $_i = \sum_{j \in 9 \text{ postes}} \text{Min}(\text{coût moyen}_i^j, \text{garantie}^j) \times \text{nombre d'actes}_i^j$
- $\Delta_i = \text{Max}(0, \text{plafond dentaire} - \text{Coût dentaire avec garanties}_i)$

Nous constatons que les coûts moyens extrêmes et les nombres d'actes extrêmes ont une très faible probabilité d'occurrence mais ont une part importante dans le coût total dentaire. Ils affectent donc fortement l'indice  $\Delta$ . Par conséquent, nous ne pouvons pas éliminer les valeurs extrêmes de notre modélisation mais devons les traiter avec soin pour ne pas trop surestimer le coût total dentaire. Par exemple quand nous simulons le nombre d'actes d'un poste, le 99<sup>e</sup> centile et le 100<sup>e</sup> centile sont respectivement 4 et 10. Si nous tirons uniformément un des centiles, nous obtenons un nombre d'actes égal à 10 dans 1% des cas. En réalité les centiles ne se rapprochent pas bien la vraie distribution ; la vraie probabilité que le nombre d'actes vaut 10 est très inférieure à 1%. Pour corriger ce biais de simulation, nous allons tirer uniformément un nombre entre 4 et 10 pour le nombre d'actes remboursés.

La simulation d'un grand nombre de consommateurs ne s'avère pas suffisante. Les résultats varient suivant les différentes simulations. Afin d'améliorer l'outil, nous répétons un grand nombre de fois les simulations sur un grand nombre de consommateurs fixé et prenons la moyenne des outputs sur toutes les simulations. Cette méthode de simulation par Monte Carlo naïve nous permet de stabiliser les résultats. Le nombre de consom-

mants simulé dans chaque simulation et le nombre de simulations ont été choisis après différentes tentatives afin d'optimiser l'efficacité de l'outil, à la fois en terme de précision et en terme de temps de calcul.

Une difficulté dans notre modélisation est le passage de la démographie des assurés à celle des consommateurs dentaires. Dans notre modélisation, nous travaillons directement avec l'ensemble des consommateurs dentaires, tandis que l'utilisateur de l'outil ne dispose pas de cette précision d'information. Ce qu'il peut saisir comme inputs de l'outil est la démographie des assurés. Pour pouvoir reconstituer la démographie des consommateurs dentaires qui sert à la modélisation, nous avons besoin d'un processus d'estimation à deux étapes : Démographie des salariés  $\Rightarrow$  Démographie des bénéficiaires  $\Rightarrow$  Démographie des consommateurs dentaires. Ce processus concerne la répartition par tranche d'âge, la répartition homme/femme et la répartition par région (IDF/PACA et Province). Il nécessite des informations sur le contrat : types de cotisations (famille au sens de la sécurité sociale, tous conjoints et tous enfants, salarié seul), part des mariés, nombre d'enfant, ... et certaines hypothèses dont la validité est contestable telles que la relation entre l'âge moyen des salariés et l'âge moyen des bénéficiaires, la répartition par tranche d'âge en fonction de l'âge moyen, la stabilité de la part des consommateurs dentaires sur l'ensemble des bénéficiaires sur chaque tranche d'âge et chaque sexe.

L'outil final a deux niveaux d'utilisateurs : les utilisateurs du niveau 1 (les souscripteurs, les tarificateurs, ...) et les utilisateurs du niveau 2 (les membres de la Direction Technique Santé). Le niveau d'utilisateurs sera automatiquement détecté lors de l'ouverture de l'outil à travers le matricule d'utilisateur (username). Les feuilles sont affichées/masquées, verrouillées suivant le niveau d'utilisateurs. Au total, l'outil possède une feuille Interface qui est l'interface client où l'utilisateur peut saisir les inputs, lancer la simulation et obtenir les outputs, la feuille Résultat qui stocke les données simulées, la feuille Admin qui permet aux utilisateurs du niveau 2 de modifier les paramètres fondamentaux de l'outil, la feuille Source qui stocke les données importées si l'utilisateur choisit d'importer les inputs à partir d'un fichier de tarification externe et enfin les 20 feuilles pour les distributions du coût moyen et du nombre d'actes consommés par poste, pour les 20 segments de consommateurs. Les inputs de l'outil sont le montant du PMSS, les garanties des postes dentaires, la démographie : l'effectif salariés, l'âge moyen des salariés, le %femmes, le %IDF/PACA, le %mariés, le nombre d'enfants, le type de bénéficiaires, le montant du plafond (en euros ou en % du PMSS) ainsi que les postes auxquels il s'applique. Au niveau des outputs, nous aurons la qualité du régime sans plafond, la qualité du régime avec plafond et la réduction (en %) sur postes dentaires.

Notre travail présente certaines limites : les données ont été parfois mal enregistrées ou manquantes ; le modèle utilisé est par conséquent assez simple, les distributions de sinistres par classe sont peu précises lorsque nous ne disposons pas de beaucoup d'observations. Nous avons admis beaucoup d'hypothèses dont la validité est discutable pour pouvoir effectuer la modélisation. Une autre limite concerne l'arbitrage entre le temps de simulation et la précision des résultats simulés. De plus, nous n'avons pas tenu compte de l'impact du plafond sur le comportement des bénéficiaires. Malgré toutes ces limites, l'outil que nous avons développé est assez rapide, facile à utiliser et à modifier et renvoie des résultats de simulations suffisamment stables et cohérents.

## Executive summary

As a result of a great need for health care expenditures, given a gradual withdrawal of Social Security, complementary health contracts offered by complementary organizations (mutual societies, insurance companies and pension funds companies) have become more and more popular. In 2010, the share of French households who received a complementary health cover was 96%. Complementary health is defined as compensation to cover the difference between costs incurred and reimbursement of Social Security. There are two types of complementary health contracts, namely Group contracts (signed by an employer for its employees) and individual contracts (signed by a person, either because they do not benefit from additional protection business, either because they do but would like to have more protection). AXA Corporate Solutions, with AXA Enterprises, is a leader in the group health insurance market. My internship within the health service team of the Technical and Marketing Corporate Direction aims to study the distributions of dental claims and to create a tool that measures the rate impact of the introduction of dental cap.

There are a number of dental problems such as dental prosthesis, inlay/onlay, inlay-core, dental implants, orthodontics (reimbursed or not by Social Security), periodontics, bridge abutments and tooth pathologies. Each pathology includes several different acts. Expenditures in dental acts exceed frequently the amount of reimbursement by Social Security. Group insurance Health contracts offered by AXA define the different levels of cover for different dental pathologies. For a given dental pathology, the cover is the maximum amount reimbursed by act consumed, after deduction of the reimbursement of Social Security, as long as the total amount reimbursed does not exceed the actual cost. Dental covers are expressed in euros or through a calculation basis (for example, 100% BR, 15% PMSS, 200%BA). BR is the basis of reimbursement and varies according to the act. PMSS is the monthly maximum amount of Social Security (which is 3129 euros in 2014). BA is a specific AXA calculation basis which is expressed as a percentage of PMSS and serves calculating the covers of collateral dental implants and orthodontic not reimbursed by Social Security. By applying dental covers, insurers will limit the total amount paid to beneficiaries. The ratio between the dental total cost with covers and the dental total cost without covers is defined as the dental system quality. It measures the specific impact of the covers on the total cost.

In addition to dental covers, a dental cap, which determines the maximum dental amount reimbursed by AXA in one year to a beneficiary, is an important aspect of an insurance contract. Several contracts with different levels of cover and dental cap have been proposed. The purpose is that the subscriber can receive a discount by signing a contract with dental cap. The amount of reduction is closely related to the amount of the total cost saved by AXA on all beneficiaries of a contract by applying the dental cap. Thus, it is necessary to create a tool that measures the rate impact of dental cap. . By introducing a dental cap, the study represents two different indexes : the dental system quality without cap and the dental system quality with cap. The first one is explained above ; the second one is the ratio between the dental total cost with covers and cap, and the dental total cost with covers but no cap. The reduction (%) is also deducted for dental pathologies, which is the ratio between the amount of dental cost saved by applying the cap and the dental total cost with covers but no cap. We have the following relation :

$$\text{Dental system quality with cap} = \text{dental system quality without cap} \times (100\% - \text{reduction for dental pathologies})$$

Method to measure the rate impact of the dental cap ? Data on beneficiaries and their consumption was collected in 2012. Beneficiaries may be, under the contract, employees, their spouses, their ancestors and their children. Instead of studying all beneficiaries,, the study focuses on all dental consumers. A dental consumer is defined as a beneficiary who has consumed at least one dental position during the year. The main advantage of the direct treatment of all beneficiaries is only 27.11%. In this model, there would be an excess of “0 loss” if all beneficiaries were simulated.

The work is divided into two main parts :

- Study and clean of dental claims distributions (average costs and numbers of acts reimbursed).
- create a tool for measuring the rate impact of dental cap by the Monte Carlo simulation.

## 1. Study and clean of dental claims distributions

According to analysis by age, sex and region of dental consumers, we found out that the level of consumption depends on these dental factors, especially the age. In this model, 20 consumer segments according to individual characteristics above are built. We build five age groups (0-20, 20-40, 40-50, 50-60, 60 and over) and distinguish two regions (IDF/PACA and province). For each consumer segment, we study the dental claims distribution. Specifically, we look at the distribution of numbers of acts reimbursed and the average cost per consumer and per pathology. The number of acts reimbursed per consumer and post is simply the sum of the numbers of acts reimbursed for all acts of this post, while the average cost per consumer and post is defined as the total amount of actual expenses for the post, after withdrawing the repayment by Social Security, divided to the number of acts reimbursed.

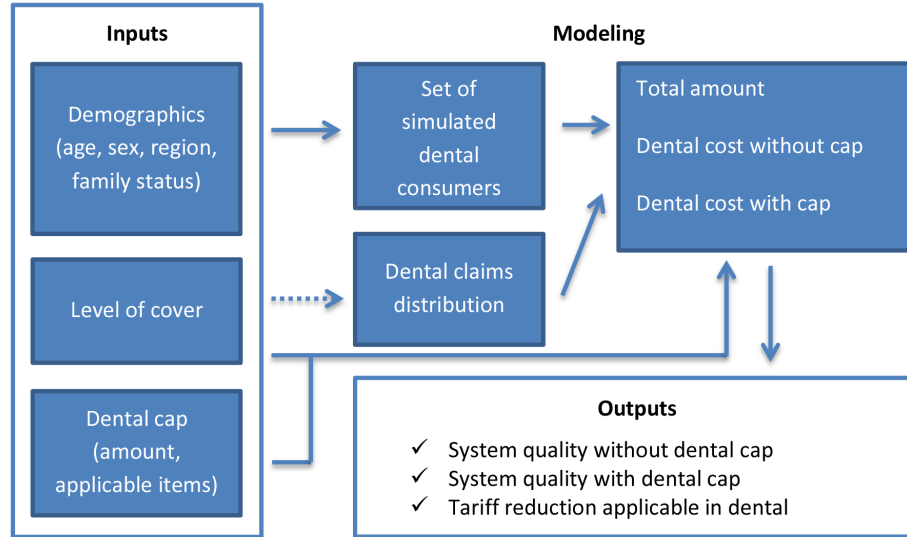
For each consumer, the amount, on all dental pathologies, of average cost  $\times$  number of acts reimbursed gives the dental cost. We have a double interest of average cost - number of acts analysis. Firstly, it helps us to measure the dental cost with covers. As explained above, the covers apply to the amount consumed by act, regardless of the number of acts. Secondly, the average cost-number of acts reimbursed decomposition is coherent with the average cost-frequency approach widely used in insurance. This approach considers the total cost of a claim as the product of the frequency and average cost of claims. It is based on the assumption of independence between these two. However, the independence of the number of acts reimbursed and the average cost for some dental pathologies is questionable. We have detected a negative correlation between average cost and number of acts reimbursed on a few pathologies by analyzing our databases. However, for reasons of simplification and optimization of the computation time of the final tool, we propose to simulate independently the number of acts reimbursed and the average cost. In order to take into account some of their correlation, we impose constraints such as in the pathology periodontics, if the average cost is greater than or equal to 500, the number of acts will be 1 by default. So we can avoid too extreme values (when the number of acts and the average cost for an pathology are both very big) that could cause an overestimation of the total dental costs in our modeling.

At the beginning, the data used in this study are derived from very different types of contracts, so different levels of cover. After that, one level of cover by pathology is applied in the model. In fact, rational beneficiaries adjust partly their consumption by the level of cover. For example, a dental beneficiary very well covered seems to consult his dentist more regularly than if he was not as well covered. Indeed, the number of acts reimbursed tends to increase with the coverage level, the phenomenon is clearly observed in dental prosthesis. We therefore apply a correction, depending on the coverage level applied in the modeling, on the number of acts reimbursed for dental prosthesis in our databases. So we distort the distribution of the number of acts for dental prosthesis according to the dental prosthesis cover.



## 2. Modeling

Modeling scheme :



The process of modeling is illustrated as follows : we simulate a set of dental consumers, according to the demographics of the company predefined by the tool user. Each dental consumer is represented by a line of simulation with the number of acts reimbursed and the average cost for 9 pathologies. According to the segment to which the consumer belongs, we have a probability of consumption for each dental pathology, calculated from our databases. For each consumer simulated and each dental pathology, we simulate a Bernoulli variable whose parameter is the probability that the consumer consumes the pathology. If the realization of the variable is 1, we draw uniformly a percentile of the distribution of the number of acts reimbursed and the average cost of the corresponding pathology. Otherwise, the number of acts and the average cost of the pathology will be 0. We therefore calculate the total dental cost consumed by the consumer, regardless of the covers and then the last one taking account of covers, thus the delta (i.e. the amount saved by applying the dental cap).

For individual  $i$  :

- Dental cost without covers $_i = \sum_{j \in 9 \text{ postes}} \text{average cost}_i^j \times \text{number of acts}_i^j$
- Dental cost with covers $_i = \sum_{j \in 9 \text{ postes}} \text{Min}(\text{average cost}_i^j, \text{cover}^j) \times \text{number of acts}_i^j$
- $\Delta_i = \text{Max}(0, \text{dental cap} - \text{Dental cost with covers}_i)$

The study indicates that the extreme average costs and extreme numbers of acts have a very low probability of occurrence but a significant share of total dental cost. They strongly affect the delta index. Therefore, the extreme values of the model could not be eliminated but they must be processed carefully in order not to overestimate the total dental cost. For example, when we simulate the number of acts for an pathology, the 99th percentile and the 100th percentile are respectively 4 and 10. If we draw uniformly a percentile, we get a number of acts equal to 1 in 10% of cases. Actually, percentile approach does not approximate well the real distribution, the true probability that the number of acts reimbursed equal to 1 is far lower than 1%. To correct this through simulation, we will draw uniformly a number between 4 and 10 instead of 10 for the number of acts reimbursed.

Simulating a huge number of consumers is proved to be insufficient . The outputs vary according to the different simulations. In order to improve the tool, we repeat many simulations on a fix number of consumers and then take the average of the outputs of all the simulations. This Monte Carlo simulation technique allows us to stabilize the results. The number of simulated consumers in each simulation and the number of simulations

were selected after different tries in order to optimize the effectiveness of the tool, both in terms of accuracy and of computation time.

A difficulty in this modeling is the passage of the insured's demographics to the dental consumers' demographics. In our modeling, we work directly with all dental consumers while the tool user does not have all of this precision necessary information. The demographics of the insured are an input of the tool. To reconstruct the demographics of dental consumers used to modeling, we need a two-step estimation process : Demographics of employees  $\Rightarrow$  Demographics of beneficiaries  $\Rightarrow$  demographics of dental consumers. This process concerns the distribution by group of age, the male/female distribution and regional distribution (IDF/PACA and Province). It requires information on the contract (type of beneficiaries : Social Security family, all spouses and all children, employees only) and certain assumptions which validity is questionable, such as the relationship between the average age of employees and the average age of beneficiaries, the distribution by group of age based on the average age, the stability of dental consumers' part for each group of age and for each gender.

The final tool has two levels of users : users level 1 (underwriters, clients) and users level 2 (member of Technique & Health Direction). The level of users will be automatically detected while opening the tool through the user registration number identification (username). The sheets are shown/hidden, locked/unlocked according to the users' level. In total, the tool has an interface that is "customer sheet" where the user can enter the inputs, run the simulation and obtain the outputs ; the "result sheet" that stores the simulated data, the "Admin sheet" that allows user level 2 to change the basic parameters of the tool, the "source sheet" that stores the imported data if the user chooses to import inputs from an external file and finally 20 sheets that stock distributions of average cost and number of acts consumed by pathology, for 20 segment of consumers. The inputs of the tool are the amount of PMSS, dental pathology covers, demographics : the number of employees, the average age of employees, %female, %IDF/PACA, %married, the number of children, the type of beneficiaries, the dental cap (in euros or % of PMSS) and the pathologies to which it applies. In terms of outputs, we have the system quality without dental cap, the system quality with dental cap and the dental reduction (in %).

There are some limitations in this work : the data were sometimes recorded incorrectly or missing ; the model used is therefore quite simple, distributions of claims by class might be not accurate when we do not have a lot of observations. To perform modeling, we have admitted a lot of assumptions whose validity is questionable. Another limitation concerns the trade-off between simulation time and accuracy of the simulated results. In addition, we have not considered the impact of the dental cap on behavior of beneficiaries. Despite these limitations, the tool that we have developed is quite fast, easy to use and to be modified and gives stable and coherent results.

## Résumé (technique)

Ce stage, effectué au service Normes et Etudes (équipe Santé) de la Direction Technique et Marketing Collectives, au sein d'AXA Solutions Collectives, a pour but de mettre en place un catalogue de mesure de gestion du risque en Santé. La mission est décomposée en deux grandes parties :

- Traitement des données sous SAS : étude et nettoyage des distributions de sinistres dentaires (coûts moyens et fréquences).
- Modélisation sous Excel/VBA : création d'un outil de mesure d'impact tarifaire de la mise en place du plafond dentaire (sur certains ou tous les postes) par la méthode de Monte Carlo.

L'étude des distributions de sinistres sert à la partie modélisation dans la deuxième partie. La distribution des sinistres est caractérisée par la fonction de répartition (les centiles) du coût moyen et celle du nombre d'actes consommés pour chaque poste. Un mélange entre l'approche d'une distribution par la méthode des fractiles et la distribution uniforme a été utilisé pour éviter une surestimation du coût total (nous évitons une sur-représentation des valeurs extrêmes pour le coût moyen et le nombre de sinistres de chaque poste). Nous avons également étudié l'effet du montant de garantie sur le comportement des consommateurs pour en déduire un correctif dans notre simulation.

La partie modélisation est basée sur la méthode de simulation par Monte Carlo où nous simulons un grand nombre de fois des échantillons de consommateurs dentaires, respectant certains critères de démographie (âge moyen, % femmes, % IDF/PACA, % mariés, ...) avec leurs consommations dans chaque poste (coût moyen et nombre d'actes consommés). Nous appliquons les garanties pour chaque poste et enfin le plafond dentaire sur l'ensemble des postes ou sur certains postes pour évaluer l'impact du plafond sur la tarification. La réduction applicable aux postes dentaires est caractérisée par le rapport  $\Delta$ /coût total sans plafond (nous prenons la moyenne des résultats de simulations) où  $\Delta$  est le montant total économisé en appliquant le plafond.

L'outil final est à la fois utilisé par les clients internes (les souscripteurs de contrats d'assurance collective AXA) et par les membres de la Direction Technique AXA à travers deux interfaces différentes : l'interface client et l'interface administrateur.

- Le souscripteur peut choisir les inputs :
  - le montant du PMSS
  - les garanties
  - la démographie
  - le montant du plafond et l'ensemble des postes sur lesquels s'applique le plafond en important la fiche de tarification Pactol<sup>1</sup>, en choisissant les différentes formules d'Adaptalia Entreprise (produit standard proposé aux TPE et PME) ou simplement en les saisissant manuellement. Un ensemble de consommateurs dentaires vont être simulés selon les inputs et l'outil va renvoyer l'impact du plafond sur la tarification :
    - le pourcentage, arrondi à 0,5% près, du montant économisé sur le poste dentaire en appliquant le plafond
    - le budget frais santé annuel modifié de l'entreprise
    - la nouvelle cotisation mensuelle frais de santé par assuré
- L'administrateur peut en plus, via l'interface AXA, modifier directement la répartition des consommateurs par segment (sans avoir besoin de passer par la démographie), redéfinir les BR<sup>2</sup> moyennes par poste, le montant par défaut du PMSS<sup>3</sup>, le nombre de consommateurs simulés, la probabilité pour qu'un consommant consomme dans chaque poste, ... Il peut également accéder à des feuilles qui stockent les distributions du coût moyen et le nombre d'actes consommés et les modifier si nécessaire. Au niveau des outputs, il aura les outputs sans arrondis, l'écart-type et aussi l'intervalle de confiance 95 %.

---

1. Fiche de tarification simulée par AXA, voir Annexe A3 page 36 pour un exemple de la fiche Pactol

2. base de remboursement

3. Plafond Mensuel de la Sécurité Sociale

**Mots clés :** santé, dentaire, tarification, plafond, correctif, simulation Monte Carlo, modélisation, aléa moral, sélection adverse

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Présentation de la grande catégorie dentaire et vocabulaire</b>	<b>2</b>
1.1 La grande catégorie dentaire dans l'assurance en Santé . . . . .	2
1.2 Vocabulaire . . . . .	2
<b>2 Bases de données et Statistiques descriptives</b>	<b>3</b>
2.1 Bases de données . . . . .	3
2.2 Statistiques descriptives-Approche coût moyen par sinistre-nombre de sinistres . . . . .	5
<b>3 Partie 1 - Etude et nettoyage des distributions de sinistres dentaires</b>	<b>6</b>
3.1 Approche coût moyen par acte - nombre d'actes remboursés . . . . .	7
3.2 Analyse par démographie . . . . .	8
3.2.1 Le sexe . . . . .	8
3.2.2 La région IDF-PACA vs Province . . . . .	9
3.2.3 L'âge . . . . .	9
3.2.4 Synthèse . . . . .	10
3.3 Etude de corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen . . . . .	11
3.4 Anti-sélection (ou sélection adverse)/ aléa moral et correctif . . . . .	13
3.5 Distributions du coût moyen et du nombre d'actes consommés par classe et par poste . . . . .	16
<b>4 Partie 2 - Modélisation</b>	<b>17</b>
4.1 Modèles théoriques . . . . .	17
4.2 Notre modèle . . . . .	17
4.3 Simulation d'une loi par la méthode des fractiles . . . . .	19
4.4 Problème de surestimation et traitement des valeurs extrêmes . . . . .	19
4.5 Simulation par méthode de Monte Carlo et application à notre outil . . . . .	20
4.6 Le backtesting . . . . .	21
4.7 Le passage de la démographie des assurées à celle des consommateurs dentaires . . . . .	26
4.7.1 Détermination de la répartition par tranche d'âge en fonction de l'âge moyen des salariés (fourni par le souscripteur) . . . . .	26
4.7.2 Répartition homme/femme des consommateurs dentaires . . . . .	28
4.7.3 Répartition IDF et PACA / Province des consommateurs dentaires . . . . .	29
<b>5 Limites du travail et conclusion</b>	<b>29</b>
<b>Références</b>	<b>31</b>

## Liste des tableaux

1	Garanties dentaires d'Adaptalia First et Adaptalia Entreprises . . . . .	3
2	BR par poste dentaire . . . . .	4
3	Statistiques descriptives de la consommation en dentaire . . . . .	7
4	Tranches d'âge des consommateurs dentaires . . . . .	10
5	Synthèse de consommation dentaire par segment de consommateurs . . . . .	11
6	Corrélation entre le coût moyen et le nombre d'actes consommés . . . . .	12
7	Nombre d'actes remboursés en fonction du niveau de garantie . . . . .	14
8	Classe de garantie prothèses dentaires pour les 6 niveaux du contrat Adaptalia Entreprises . . . . .	14
9	backtest : part de consommateurs dans chaque poste . . . . .	22
10	Quelques statistiques descriptives . . . . .	22
11	Quelques statistiques descriptives (suite) . . . . .	23
12	Coefficients de corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen . . . . .	24
13	comparaison des résultats . . . . .	25
14	Comparaison des outputs . . . . .	25
15	Outputs avec un échantillon de 20 simulations . . . . .	25
16	Age moyen et répartition de l'âge des bénéficiaires selon la tranche d'âge de souscription . . . . .	26
17	Rapport consommateurs dentaires/ bénéficiaires pour chaque tranche d'âge . . . . .	28
18	De la répartition par tranche d'âge des bénéficiaires à celle des consommateurs . . . . .	28
19	Rapport Consommateurs dentaires/ Bénéficiaires pour chaque sexe . . . . .	28

## Table des figures

1	Ticket modérateur et dépassement d'honoraires . . . . .	2
2	Nombre de sinistres par poste . . . . .	5
3	Montant total des frais réels par poste . . . . .	5
4	Consommation par poste . . . . .	6
5	Parts des consommateurs par poste . . . . .	8
6	Nombre de consommateurs par poste chez les deux sexes . . . . .	8
7	Nombre d'actes par poste chez les deux sexes . . . . .	9
8	Coût moyen par poste chez les deux régions . . . . .	9
9	Nombres d'actes moyens . . . . .	10
10	Coûts moyens . . . . .	10
11	Zoom sur la fonction de répartition inverse du nombre d'actes . . . . .	15
12	Zoom sur la fonction de répartition inverse du nombre d'actes selon la classe de garantie . . . . .	16

13	Schéma de modélisation . . . . .	17
14	Fonction de répartition affinée . . . . .	20
15	Régression de l'âge moyen des bénéficiaires . . . . .	27

## Introduction

Les dépenses de soins en santé dépassent très souvent les prestations versées par la Sécurité Sociale. Pour compléter ces prestations, les assureurs proposent des contrats de complémentaire santé. En 2010, 96% des ménages français bénéficiaient d'une couverture complémentaire santé. Environ 13,7 % de la consommation de soins et de biens médicaux ont été financé par les organismes complémentaires (les mutuelles, les compagnies d'assurances et les institutions de prévoyance). Les contrats de complémentaire santé sont classés en deux types : contrat individuel et contrat collectif. Le contrat collectif est souscrit par un groupe, le plus souvent par une entreprise au profit de son personnel. L'adhésion du salarié est obligatoire ou facultative selon le type de contrat (le plus souvent obligatoire et systématiquement obligatoire à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016). Les bénéficiaires du contrat peuvent être, non seulement les salariés, mais aussi les ayants droit (conjoint, enfants, ascendants, ...).

Notre étude porte particulièrement sur le deuxième type de contrat de complémentaire santé et sur la grande catégorie dentaire. AXA Solutions Collectives souhaite proposer des contrats avec, en plus des garanties par poste, les plafonds sur tous ou certains postes dentaires. L'introduction de ce type de plafond aide l'assureur à limiter les consommations extrêmes en dentaire (et ainsi à avoir des contrats moins chers à proposer à ses clients). Du côté des souscripteurs (et l'ensemble des assurés), ils peuvent bénéficier d'une réduction sur le tarif de souscription en fonction du plafond choisi.

L'impact tarifaire du plafond dentaire dépendent de plusieurs facteurs. Il nécessite une analyse de la consommation en dentaire, fortement influencée par la structure de la population étudiée (âge, sexe, situation familiale, région, ...). De plus, l'impact tarifaire du plafond est directement lié aux niveaux de garanties choisies. Notons nous aussi que la consommation des bénéficiaires change en fonction des niveaux de garanties. Notre analyse sera donc une analyse jointe de tous ces facteurs.

Notre but est d'étudier les distributions de sinistres dentaires à partir des données disponibles sur les bénéficiaires et leur consommation en dentaire pour l'année 2012 et de créer un outil de mesure de l'impact tarifaire du plafond en dentaire. Nous commencerons par une brève présentation de la grande catégorie dentaire. Nous introduirons ensuite quelques notions et vocabulaires qui seront utilisées pour la suite du rapport. Après une étude et un nettoyage des bases de données sous SAS, nous calculerons quelques statistiques descriptives pour mieux visualiser l'ensemble des données et fixer les idées principales du travail. Nous attaquerons ensuite la première grande partie : Etude des distributions des sinistres dentaires. La deuxième grande partie porte sur la modélisation sous Excel/VBA, afin de créer un outil qui tarife l'impact du plafond dentaire. Un backtest sera fait pour tester si notre modélisation donne des résultats cohérents et proches des résultats que nous pouvons tirer à partir de nos bases de données de départ. Nous testerons plusieurs cas possibles pour déterminer le nombre de consommateurs simulés dans un échantillon et le nombre d'échantillons simulés optimaux pour satisfaire à la fois la stabilité des résultats et la rapidité de l'outil. Nous parlerons enfin des limites de notre travail. Un cas d'application et le descriptif détaillé de l'outil seront présentés en Annexes.



# 1 Présentation de la grande catégorie dentaire et vocabulaire

## 1.1 La grande catégorie dentaire dans l'assurance en Santé

Le dentaire fait partie des 10 grandes catégories en assurance Santé, avec Appareillage, Consultations visites, Cure-maternité et Frais d'obsèques, Frais médicaux courants, Hospitalisation, Optique, Pharmacie, Prestations diverses et Transport (classification AXA). La grande catégorie dentaire est décomposée en 6 postes : prothèses dentaires, implants dentaires, orthodontie, parodontologie, piliers de bridge et soins dentaires. Chaque poste contient plusieurs actes.

L'enquête menée par le ministère des affaires sociales entre 2000 et 2013 a constaté une augmentation radicale des frais dentaires remboursés, permise par une amélioration de l'accès aux soins. Remarquons qu'en dentaire, la part de remboursement par les organismes complémentaires est plus élevée que la part de la Sécurité Sociale (39,2% contre 34,5%).

## 1.2 Vocabulaire

Quelques termes utilisés dans les contrats d'assurance collective :

- le souscripteur : la personne morale ou le chef d'entreprise qui conclut un contrat pour la totalité de ses salariés appartenant au groupe assuré
- l'assureur : la société d'assurance qui garantit le risque souscrit (ici, AXA France)
- le groupe assuré : renvoie à la totalité des salariés pour lesquels a été conclu le contrat de frais de santé
- l'adhérent : le salarié du groupe assuré
- les bénéficiaires : l'adhérent et ses ayants droit (conjoint(e), enfants, ascendants, ...)

Les bases de calcul en assurances :

- BR : la base de remboursement (sur laquelle la Sécurité Sociale calcule son remboursement en secteur conventionné). Elle est égale au tarif de convention si le médecin est conventionné et au tarif d'autorité dans le cas contraire.
- PMSS : le plafond mensuel de la Sécurité Sociale (en 2014, PMSS = 3129 €)
- BA : la base AXA servant au calcul du remboursement en implants dentaires et orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale.
  - Implants dentaires  $100\%BA = 10,5\% PMSS$
  - Orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale  $100\% BA = 7\% PMSS$

Décomposition du montant de frais réel :

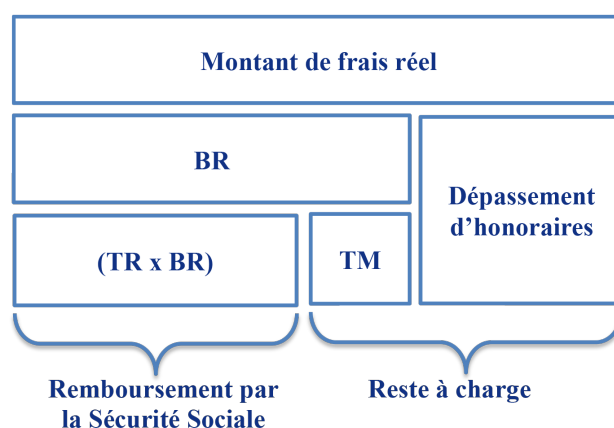


FIGURE 1 – Ticket modérateur et dépassement d'honoraires

- le taux de remboursement par la Sécurité Sociale (TR)

- le remboursement par la Sécurité Sociale =  $TR \times BR$
- le ticket modérateur (TM) : la partie (%) de la BR qui n'est pas remboursée par la Sécurité Sociale
- le reste à charge (RAC) : le montant restant après le remboursement de la Sécurité Sociale
- le dépassement d'honoraires = Reste à charge - TM = Montant de frais réel - BR

Les garanties :

Une garantie pour un poste est le montant maximum remboursé (après le remboursement par la Sécurité Sociale) par l'assureur à un consommant pour un acte de ce poste, généralement pour une durée d'un an. Les garanties en dentaire, fixées par poste, s'agissent des garanties indemnitaires et non forfaitaires. Elles sont généralement exprimées en pourcentage d'une des bases de calcul mentionnées au-dessus.

Exemple de garanties dentaires : Les garanties dentaires d'Adaptalia First et Adaptalia Entreprises proposées par AXA

Formule Poste	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5	Niveau 6
Prothèses dentaires	55% BR	100% BR	200% BR	300% BR	400% BR	500% BR
Inlay Onlay	30% BR	100% BR	200% BR	300% BR	400% BR	500% BR
Inlay-core	55% BR	100% BR	200% BR	300% BR	400% BR	500% BR
Implants dentaires	0% BR	100% BA	200% BA	300% BA	400% BA	500% BA
Orthodontie SS*	30% BR	100% BR	200% BR	300% BR	400% BR	500% BR
Orthodontie non SS**	0% PMSS	0% PMSS	0% PMSS	20% PMSS	28 % PMSS	35% PMSS
Parodontologie	0% PMSS	6% PMSS	8% PMSS	10% PMSS	15% PMSS	15% PMSS
Piliers de bridge	0% PMSS	4% PMSS	8% PMSS	12% PMSS	16% PMSS	20% PMSS
Soins dentaires	30 % BR	100% BR	200% BR	300% BR	400% BR	500% BR

Notation : \* Orthodontie prise en charge par la Sécurité Sociale

\*\* Orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale

TABLE 1 – Garanties dentaires d'Adaptalia First et Adaptalia Entreprises

## 2 Bases de données et Statistiques descriptives

### 2.1 Bases de données

Nous disposons de plusieurs tables de données :

- les tables des assurés (ou plus précisément des bénéficiaires) des contrats gérés par AXA
- les tables des sinistres des contrats gérés par AXA
- l'entrepôt des données des assurances collectives (bases Oracle contenant une multitude d'informations sur l'ensemble des contrats d'assurance de personnes assurés par AXA)

Durant la première partie nous avons travaillé avec ces tables sous SAS. Nous avons effectué quelques traitements préliminaires de nos bases de données avant de faire les statistiques descriptives.

Notre étude porte sur les données disponibles dans les bases de données d'AXA de l'année de survenance 2012. Nous nous concentrons particulièrement sur la grande catégorie dentaire. Nous avons donc extrait une partie de la table des sinistres, en ne gardant que les sinistres dentaires de l'année 2012.

En 2012, nous avons compté 727761 sinistres dentaires, concernant les 6 postes de départ : prothèses dentaires, implants dentaires, orthodontie, parodontologie, piliers de bridge et soins dentaires. Pour rendre "homogène" les coûts moyens et les fréquences des actes dans chaque poste, nous avons reconstruit les postes

en en introduisant deux nouveaux : inlay/onlay et inlay-core et en distinguant orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale et orthodontie prise en charge par la Sécurité Sociale :

- **Inlay/onlay** ils font partie des soins courants dans l'ancienne codification Sécurité Sociale mais peuvent être et sont sujets à des dépassements, contrairement aux autres soins. le poste inlay/onlay contient les actes : inlay, inlay accepté, inlay refusé, onlay, onlay accepté, onlay refusé mais aussi les actes soins dentaires dont le dépassement d'honoraires est supérieur à 50 €.  
(Rappel : Dépassement d'honoraires = Montant de frais réel - BR)
- **Inlay-core** : fait partie des prothèses dentaires, au même titre que la couronne, mais sa base de remboursement est plus élevée, tandis que son coût réel l'est moins. Le poste inlay-core contient les actes inlay-core accepté, inlay-core clavette, inlay-core refusé, inlay-core simple mais aussi les sinistres de nature de prestations SPR et de coefficients 57 ou 67.
- **Orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale** : l'Orthodontie non remboursée est l'orthodontie adulte et fait donc partie de garanties bien spécifiques dans les contrats AXA. Ainsi, nous distinguons, selon le taux de remboursement par la Sécurité Sociale (nul ou non nul), le poste orthodontie prise en charge par la Sécurité Sociale et le poste orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale.

Quelques retraitements de données ont été nécessaires :

- Les nombres d'actes remboursés sont parfois mal renseignés et confondus avec le coefficient (nombre de lettres clé, exemple pour une couronne dentaire : 50). Dans la table des sinistres, lorsque le nombre d'actes remboursés est supérieur au coefficient, nous échangerons les deux.
- Toujours dans la table des sinistres, nous effaçons les lignes où la valeur du nombre d'actes remboursés est manquante ou nulle.
- Nous avons créé la variable Age en utilisant la date de naissance du client.
- Selon le code département de l'assuré, la variable Région a été construite. Elle peut prendre deux valeurs : "IDF et PACA"<sup>4</sup> ou "Province".
- Chaque bénéficiaire est identifié par l'ensemble des trois variables clés : Numéro de contrat AXA, numéro adhérent et numéro du bénéficiaire. Nous avons créé la variable ID, étant combinaison de ces trois variables, comme identifiant des bénéficiaires. Cette variable nous aide, dans la section suivante, à construire la table de consommation dentaire par bénéficiaire à partir de la table des sinistres.
- A partir de la table des sinistres, nous avons calculé les montants de BR moyennes par poste, qui nous servent à calculer les garanties dans notre modélisation.

$BR = \frac{MTRBTSS}{NBACTRBT} \times TXRBTSS$ , où MTRBTSS est le montant de remboursement par la Sécurité Sociale, TXRBTSS est le taux de remboursement par la Sécurité Sociale et NBACTRBT est le nombre d'actes remboursés.

Les statistiques de la BR par poste (moyenne, écart-type, Min, Max) sont présentées ci-dessous :

BR par poste	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Prothèses dentaires	104,61	58,12	0	3602,18
Inlay onlay	71,40	39,76	0,01	4097,14
Inlay core	125,77	8,41	13,11	223,01
Orthodontie	120,43	75,74	0	640,75
Soins dentaires	27,36	13,24	0	13,46

TABLE 2 – BR par poste dentaire

4. Ile-de-France et Provence-Alpes-Côte d'Azur

## 2.2 Statistiques descriptives-Approche coût moyen par sinistre-nombre de sinistres

### Nombre de sinistres

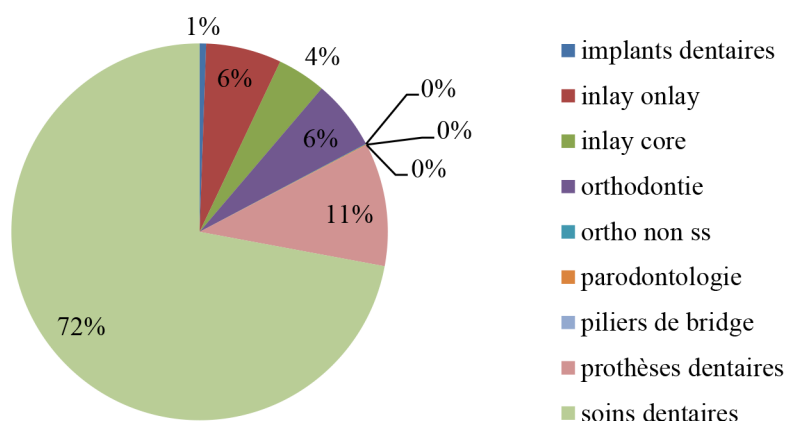


FIGURE 2 – Nombre de sinistres par poste

Le graphe ci-dessus représente le nombre de sinistres dentaires par poste en 2012. Près de trois quart des sinistres sont des soins dentaires. Les postes parodontologie et piliers de bridge représentent un nombre de sinistres négligeable par rapport aux autres postes dentaires. Les implants dentaires ne représentent que 1% des sinistres dentaires. A noter qu'un sinistre peut comporter plusieurs actes. Les pourcentages que nous présentons ici ne prennent pas en compte le nombre d'actes par sinistres.

Le montant total des frais réel pour chaque poste est représenté ci-dessous :

### Total de frais réel

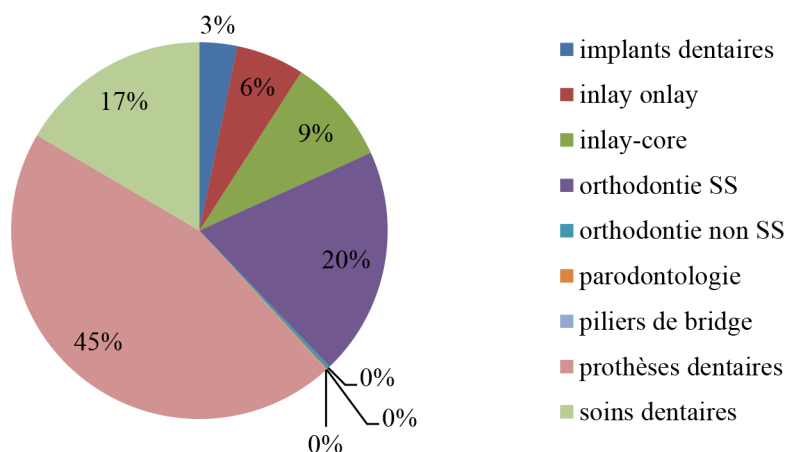


FIGURE 3 – Montant total des frais réels par poste

C'est en prothèses dentaires que la consommation est la plus élevée (plus de 4 millions d'euros, soit 45% des frais en dentaire, en 2012). En soins dentaires, malgré un nombre de sinistres très élevé (72% des sinistres en dentaire), le montant total des frais réel ne représente que 17% des dépenses de frais santé en dentaire.

Le montant total des frais réels de l'ensemble des trois postes orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale, parodontologie et piliers de bridge représente moins de 0,5% de la dépense globale.

### Consommation par poste

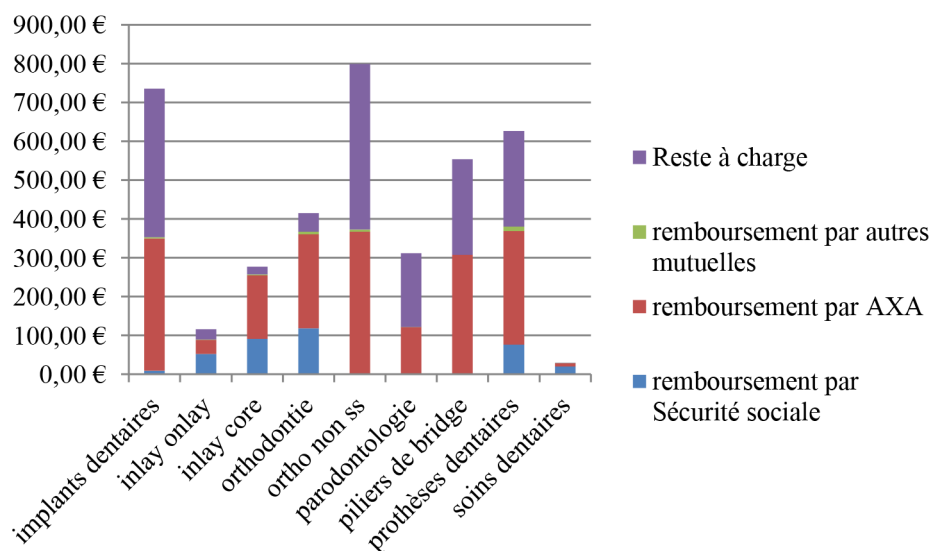


FIGURE 4 – Consommation par poste

En moyenne, un sinistre en implants dentaires coûte plus de 700€ (beaucoup plus cher que les autres postes) et la Sécurité Sociale n'intervient pas sur ces frais, sauf sur la couronne sur implant (comptabilisées dans les prothèses dentaires) tandis qu'AXA en rembourse près de la moitié. Pour les postes piliers de bridge et parodontologie, la Sécurité Sociale n'intervient pas non plus. Les soins dentaires coûtent beaucoup moins cher puisqu'ils ne sont sujets à aucun dépassement. La Sécurité Sociale les couvre en grande partie, le reste étant pris en charge par AXA. Ils ne laissent place à quasiment aucun reste à charge pour les bénéficiaires. Dans les autres postes, la part remboursée par AXA est très significative.

## 3 Partie 1 - Etude et nettoyage des distributions de sinistres dentaires

Nous raisonnons maintenant par bénéficiaire (assuré ou ayant droit). Comme précisé dans la partie précédente, chaque bénéficiaire est identifié par la variable ID (équivalente à l'ensemble des trois variables clés : IDAXA, NMADH et NMBEN). Nous construisons une base de bénéficiaires dentaires avec leurs caractéristiques propres : âge, sexe, région, le nombre d'actes qu'ils ont consommés assortis de leurs coûts moyens. Certaines informations sont erronées car il y a un bénéficiaire qui apparaît deux fois dans la table (même ID mais différentes caractéristiques propres). Nous l'enlevons de la table.

Un consommant dentaire est défini comme un bénéficiaire ayant consommé au moins une fois du dentaire. Nous avons compté 221279 consommateurs dentaires en 2012 (27,11% des bénéficiaires consomment en dentaire). L'âge des consommateurs dentaires varie entre 0 et 105 (l'âge moyen est 37 ans). 52,09% des consommateurs dentaires sont des femmes et 47,91% sont des hommes. 41,73% se trouvent en IDF/PACA et 58,27% en Province.

Nous analysons ensuite la distribution des coûts moyens et des nombres d'actes par poste en fonction de la tranche d'âge (0-20/ 20-40/ 40-50/ 50-60/ à partir de 60 ans), du sexe (homme/femme) et de la région (IDF et PACA/ Province).

### 3.1 Approche coût moyen par acte - nombre d'actes remboursés

Théoriquement, la notion de coût moyen et de la fréquence est définie comme suit :

- La fréquence d'un acte est définie comme étant le nombre d'actes consommés sur une période donnée (1 an dans notre étude) divisé par la population soumise au risque.
- Le coût moyen d'un acte est défini comme étant le coût total des sinistres relatif à ce risque après intervention de la Sécurité Sociale, divisé par le nombre d'actes consommés.

Dans notre analyse, nous travaillons directement sur l'ensemble des consommateurs dentaires plutôt que l'ensemble des bénéficiaires. Par conséquent, les "coûts moyens" et "fréquences" que nous calculons ne correspondent pas exactement à ceux de la définition ci-dessus. Nous utiliserons les termes "coûts moyens" et "nombre d'actes" (remboursés) par la suite.

Le coût moyen et les nombres d'actes sont calculés par poste, pour chaque consommant dentaire. Le coût moyen pour l'individu  $i$  et le poste  $j$  est défini comme suit :

$$\text{Coût moyen}_i^j = \frac{\sum_{\text{tous sinistres}_i^j} (\text{Montant de frais reel}_i^j - \text{Remboursement par Securite Sociale}_i^j)}{\sum_{\text{tous sinistres}_i^j} \text{nombre d'actes consommés}_i^j}$$

Le tableau ci-dessous représente quelques statistiques descriptives tirées de la base des consommateurs dentaires avec leurs consommations. Ces statistiques sont calculées sur les consommateurs de chaque poste. Par exemple, la moyenne du nombre d'actes consommés en prothèses dentaires est 2,02. Cela veut dire que ceux qui consomment en prothèses dentaires, en consomment en moyenne 2,02 par an.

Poste	Variable	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Prothèses dentaires	nombre d'actes	38565	2,02	1,91	1	50
	coût moyen	38565	452,78 €	262,09 €	0,45 €	8678,6 €
Inlay Onlay	nombre d'actes	30615	1,64	1,24	1	23
	coût moyen	30615	52,67 €	90,72 €	0 €	1674,65 €
Inlay-core	nombre d'actes	18611	1,66	1,45	1	24
	coût moyen	18611	168,13 €	109,20 €	0 €	914,16 €
Implants dentaires	nombre d'actes	1494	2,78	2,06	1	12
	coût moyen	1494	799 €	380,61 €	45 €	4400 €
Orthodontie SS	nombre d'actes	24683	1,78	0,86	1	8
	coût moyen	24683	317,45 €	222,10 €	0 €	4802 €
Orthodontie non SS	nombre d'actes	211	1,42	0,88	1	8
	coût moyen	211	950,82 €	698,87 €	24 €	4600 €
Parodontologie	nombre d'actes	363	1,25	0,52	1	4
	coût moyen	363	237,07 €	289,65 €	10 €	2883 €
Piliers de bridge	nombre d'actes	35	1,60	0,74	1	3
	coût moyen	35	549,79 €	282,11 €	133 €	1467 €
Soins dentaires	nombre d'actes	195263	2,70	2,50	1	39
	coût moyen	195263	9,79 €	25,37 €	0 €	2632,74 €

TABLE 3 – Statistiques descriptives de la consommation en dentaire

*Remarque : Du fait de la présence des valeurs extrêmes, la variance est supérieure à la moyenne, d'où une sur-dispersion de la variable coût moyen et la variable nombre d'actes pour plusieurs postes.*

Nous avons également calculé la part des consommateurs en dentaire dans chaque poste. Exemple d'in-

interprétation : un individu qui consomme dans au moins un des postes dentaires a une probabilité de 88% de consommer en soins dentaires, de 11% de consommer en orthodontie, ...

## Parts des consommateurs en dentaire

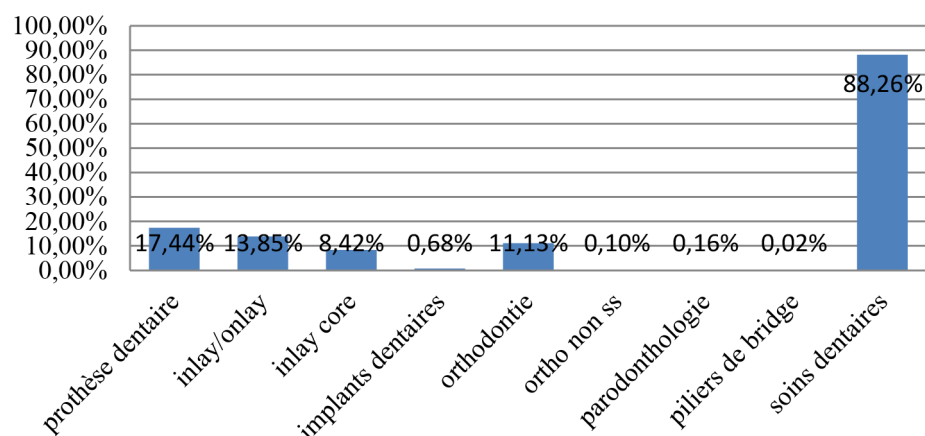


FIGURE 5 – Parts des consommateurs par poste

## 3.2 Analyse par démographie

### 3.2.1 Le sexe

Le nombre de consommateurs dentaires par poste pour les deux sexes est représenté ci-dessous :

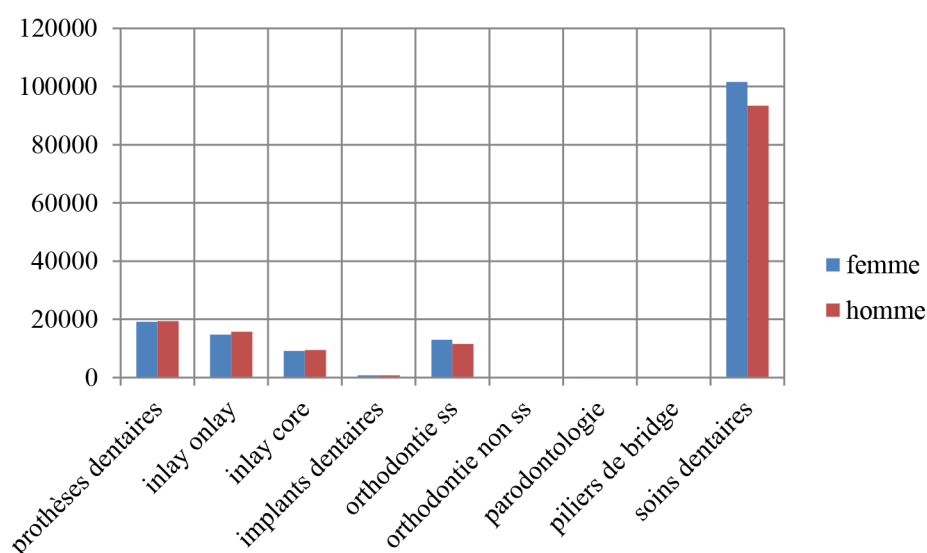


FIGURE 6 – Nombre de consommateurs par poste chez les deux sexes

Malgré une majorité féminine parmi les consommateurs dentaires, le nombre de consommateurs par poste est assez proche pour les deux sexes, voire un peu plus important pour les hommes dans les postes prothèses dentaires, inlay onlay et inlay-core.

Le nombre d'actes remboursés et le coût moyen par poste diffèrent entre les deux sexes : la différence est

plus nette pour le nombre d'actes remboursés.

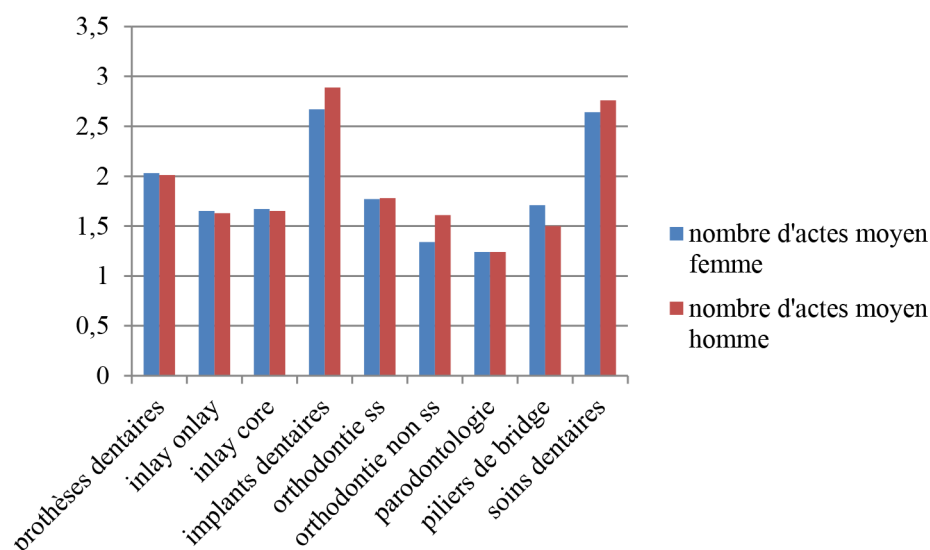


FIGURE 7 – Nombre d'actes par poste chez les deux sexes

### 3.2.2 La région IDF-PACA vs Province

Le nombre d'actes remboursés et le coût moyen par poste diffère entre les deux régions. La différence est plus nette pour le coût moyen. Les résultats observés en parodontologie et piliers de bridge ne sont pas très parlants par manque de données. Pour les autres postes, le coût moyen est plus élevé en IDF-PACA qu'en province, ce qui est assez intuitif.

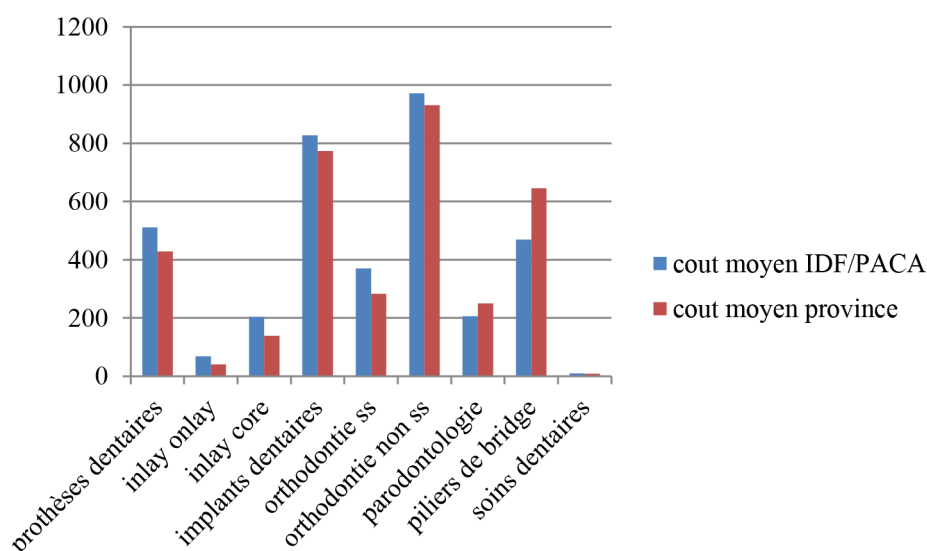


FIGURE 8 – Coût moyen par poste chez les deux régions

### 3.2.3 L'âge

Nous avons construit 5 différentes tranches d'âge.



	Tranche d'âge				
	0-20	20-40	40-50	50-60	≥ 60
<b>Age moyen</b>	12,83	31,44	44,45	54,08	68,25
<b>Pourcentage</b>	25,15%	25,84%	21,59%	16,39%	11,03%

TABLE 4 – Tranches d'âge des consommateurs dentaires

Nous avons vérifié que la moyenne des âges moyens des consommateurs en dentaire par tranche d'âge, pondérés par le pourcentage de la tranche d'âge, est bien égale à l'âge moyen de l'ensemble des consommateurs en dentaire (37,33 ans).

Le nombre d'actes remboursés et le coût moyen par poste varient selon les tranches d'âge.

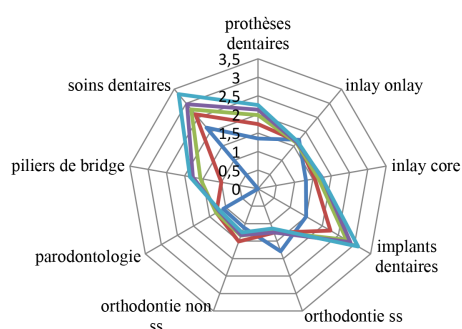


FIGURE 9 – Nombres d'actes moyens

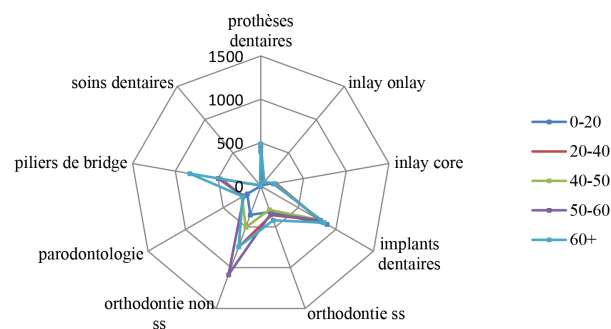


FIGURE 10 – Coûts moyens

En général le nombre d'actes moyen pour chaque poste augmente avec l'âge du consommant. Les cas particuliers : dans la tranche d'âge 0-20 ans, le nombre d'actes remboursés en inlay/onlay et en orthodontie prise en charge par la Sécurité Sociale sont plus élevés que ceux dans les autres tranches d'âge. (En général, la Sécurité Sociale prend en charge l'orthodontie jusqu'à 16 ans.) Le nombre d'actes remboursé moyen en orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale est plus grand dans la tranche d'âge 20-40 ans que dans les autres tranches d'âge. (En effet, la plupart des contrats prenant en charge cette garantie la prennent jusqu'à 28 ans).

Le coût moyen par poste est aussi élevé pour la tranche d'âge 60 ans et plus. Le coût moyen en orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale est plus élevé chez les 50-60 ans. Cependant, ce résultat n'a peu de sens, et non signification car nous disposons très peu d'observations en orthodontie non prise en charge par la Sécurité Sociale.

### 3.2.4 Synthèse

Le tableau ci-dessous représente le pourcentage des consommateurs en dentaire (par tranche d'âge, sexe et région) représenté dans chaque poste. La première colonne représente la représentativité de chaque segment de consommateurs au sein de l'échantillon étudié.

Pourcentage	âge	sexe	région	prothèses dentaires	inlay/onlay	inlay-core	implants dentaires	orthodontie SS	orthodontie non SS	parodontologie	piliers de bridge	soins dentaires
5,10%	0-20	h	idf	0,45%	2,88%	0,17%	0,01%	38,65%	0,07%	0,03%	0,00%	76,49%
7,37%	0-20	h	pro	0,50%	2,35%	0,24%	0,01%	42,17%	0,03%	0,02%	0,00%	72,44%
5,17%	0-20	f	idf	0,37%	2,74%	0,15%	0,00%	43,65%	0,04%	0,02%	0,00%	73,62%
7,50%	0-20	f	pro	0,45%	2,51%	0,22%	0,01%	45,97%	0,07%	0,02%	0,00%	70,47%
5,40%	20-40	h	idf	17,29%	19,54%	11,25%	0,54%	0,80%	0,14%	0,08%	0,03%	94,27%
6,37%	20-40	h	pro	15,81%	18,58%	9,01%	0,27%	1,08%	0,18%	0,16%	0,00%	94,96%
6,51%	20-40	f	idf	14,76%	15,61%	8,96%	0,56%	0,74%	0,34%	0,15%	0,01%	94,46%
7,57%	20-40	f	pro	13,93%	14,31%	7,41%	0,35%	0,78%	0,31%	0,16%	0,00%	95,58%
4,14%	40-50	h	idf	24,21%	20,71%	14,27%	1,04%	0,31%	0,04%	0,20%	0,05%	93,26%
6,02%	40-50	h	pro	23,89%	20,43%	12,53%	0,81%	0,27%	0,04%	0,23%	0,02%	94,44%
4,55%	40-50	f	idf	22,44%	18,47%	12,62%	1,08%	0,55%	0,14%	0,22%	0,03%	92,99%
6,88%	40-50	f	pro	22,08%	16,58%	10,96%	0,73%	0,45%	0,04%	0,30%	0,03%	94,41%
3,07%	50-60	h	idf	30,85%	20,24%	14,52%	1,78%	0,27%	0,00%	0,16%	0,04%	91,71%
5,02%	50-60	h	pro	28,82%	19,04%	12,62%	1,33%	0,15%	0,00%	0,32%	0,00%	92,48%
3,17%	50-60	f	idf	26,67%	17,56%	12,77%	1,69%	0,13%	0,07%	0,19%	0,03%	92,36%
5,13%	50-60	f	pro	26,85%	16,77%	11,70%	1,28%	0,15%	0,01%	0,32%	0,04%	93,04%
2,35%	≥ 60	h	idf	36,16%	17,71%	12,98%	1,19%	0,04%	0,00%	0,06%	0,00%	91,32%
3,08%	≥ 60	h	pro	35,62%	16,65%	11,55%	1,50%	0,00%	0,01%	0,40%	0,06%	89,19%
2,28%	≥ 60	f	idf	32,80%	15,62%	12,31%	1,25%	0,02%	0,06%	0,06%	0,02%	91,74%
3,32%	≥ 60	f	pro	32,53%	15,41%	10,35%	0,94%	0,05%	0,00%	0,35%	0,03%	90,20%

Notation : h : homme, f : femme, idf : IDF et PACA, pro : Province

TABLE 5 – Synthèse de consommation dentaire par segment de consommateurs

#### Commentaires :

- Au sein d'une même tranche d'âge, la différence entre les sexes et entre les régions n'est pas très significative. Entre différentes tranches d'âge, nous constatons une différence plus nette.
- Les bénéficiaires qui consomment en dentaire ont une probabilité très forte de consommer en soins dentaires (d'ordre 75% à l'âge 0-20 et plus de 90% à partir de 20 ans).
- Très peu de gens consomment des piliers de bridge et de la parodontologie.
- La part d'implants dentaires aussi est faible (dépassé 1% à partir de 40 ans).
- Les jeunes de 0 à 20 ans consomment plus que les autres en orthodontie (au moins 40%) mais moins que les autres dans les autres postes.

### 3.3 Etude de corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen

Nous soupçonnons une corrélation négative entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen dans certains postes. Pour le vérifier, nous proposons de calculer deux coefficients de corrélation : coefficient de corrélation de Pearson et coefficient de corrélation de Spearman, à partir de notre base de données (nous ne regardons que les individus dont le nombre d'actes et le coût moyen sont non nuls).

- **Coefficient de corrélation de Pearson** (coefficient de corrélation linéaire) :  $r_{XY} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \in [-1; 1]$
- **Coefficient de corrélation de Spearman** (coefficient de corrélation des rangs) : Nous commençons par calculer rang(X) et rang(Y) : rang(X) vaut 1 pour la plus grande valeur de X, 2 pour la deuxième plus grande valeur de X, ... Alors  $\rho_S$  est le coefficient de corrélation linéaire entre rang(X) et rang(Y).

Pour chaque coefficient de corrélation, nous présentons aussi la p-valeur relative au test de significativité de chaque coefficient.

Poste	coefficient de corrélation de Pearson	Coefficient de corrélation de Spearman
Prothèses dentaires	-0,00489	0,01963***
(p-valeur)	(0,3371)	(0,0001)
Inlay/Onlay	0,06720***	-0,10663***
(p-valeur)	(<0,0001)	(<0,0001)
Inlay-core	0,15940***	0,15274***
(p-valeur)	(<0,0001)	(<0,0001)
Implants dentaires	-0,30047***	-0,37169***
(p-valeur)	(<0,0001)	(<0,0001)
Orthodontie SS	-0,19438***	-0,17104***
(p-valeur)	(<0,0001)	(<0,0001)
Orthodontie non SS	-0,09127	-0,01896
(p-valeur)	(0,1866)	(0,7843)
Parodontologie	-0,17125***	-0,19913***
(p-valeur)	(0,0011)	(0,0001)
Piliers de bridge	0,03158	0,18157
(p-valeur)	(0,8559)	(0,2850)
Soins dentaires	-0,00646***	-0,01607***
(p-valeur)	(0,0043)	(<0,0001)

\* significatif au seuil de 10% ; \*\* : significatif au seuil de 5% ; \*\*\* : significatif au seuil de 1%

TABLE 6 – Corrélation entre le coût moyen et le nombre d'actes consommés

Nous remarquons que parfois les deux coefficients de corrélation n'ont pas le même signe (poste inlay/onlay). Les résultats remarquables sont ceux du poste inlay-core (corrélation positive), implants dentaires (corrélation négative), orthodontie SS (corrélation négative) et parodontologie (corrélation négative).

Nous avons également recalculé ces coefficients de corrélation sur chaque segment de consommateurs pour voir si les corrélations changent significativement entre les différentes tranches d'âge, régions et sexes. Nous obtenons des résultats légèrement différents, sur la valeur absolue des coefficients et sur leur significativité. Le changement du niveau de significativité (p-valeur) pourrait être expliqué dans certains cas par le fait que dans un segment de consommateurs, le nombre d'observations n'est pas suffisamment grand pour conclure qu'une corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen est significative.

Notre étude montre qu'il existe une corrélation entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen pour certains postes dentaires. Cependant, tenir compte de toutes ces corrélations dans notre modélisation s'avérerait difficile et augmenterait considérablement le temps d'exécution de notre outil. Dans la partie modélisation, nous proposerons de simuler les nombres d'actes et les coûts moyens séparément selon leurs propres distributions en imposant certaines contraintes dans le programme. Ces contraintes sont établies à partir de l'analyse de notre base de données de départ. Par exemple :

- poste parodontologie : si le coût moyen est supérieur ou égal à 500, le nombre d'actes sera 1 par défaut.

- poste soins dentaires : si le coût moyen est supérieur ou égal à 400, le nombre d'actes sera inférieur à 10.

Ces contraintes nous permettent de tenir compte d'une partie de la corrélation négative entre le nombre d'actes et le coût moyen et d'éviter les valeurs trop extrêmes de consommation (cas où le nombre d'actes et le coût moyen d'un poste sont tous les deux très grands), voire aberrantes, ce qui pourrait entraîner une surévaluation du coût total.

Nous comparons ensuite les coefficients de corrélation calculés à partir des données simulées avec ceux obtenus à partir des données réelles. Les résultats ne sont pas exactement les mêmes mais restent acceptables. De plus, les outputs de notre outil sont très proches des résultats obtenus avec la base de données réelle (cf. partie backtesting).

### 3.4 Anti-sélection (ou sélection adverse)/ aléa moral et correctif

Nous commençons par la définition de l'anti-sélection et de l'aléa moral :

- **Anti-sélection** : L'expression anti-sélection désigne les dysfonctionnements des marchés d'assurance qui résultent de l'information cachée dont l'une des deux parties peut disposer et qui n'est pas accessible à l'autre partie.
- **Aléa moral** : L'aléa moral est différent de l'anti-sélection dans le sens où lors de la signature du contrat d'assurance/ou achat, il n'y a pas d'asymétrie d'informations. Cependant, pour prendre l'exemple de l'assurance, l'aléa moral se produira si l'assuré change de comportement après signature du contrat, ce qui n'était pas nécessairement prévisible et très difficile à évaluer pour l'assureur.

Nos bases de données concernant les bénéficiaires et les sinistres en santé (et particulièrement en dentaire) ont mélangé des contrats de natures très différentes. Cependant, nous avons raisonné dans notre modélisation comme si tous les bénéficiaires avaient le même contrat avec un seul niveau de garantie par poste. Ce raisonnement fait que nous ne prenons pas en compte l'aléa moral. A titre d'exemple, un bénéficiaire très bien couvert en dentaire aurait tendance à consulter plus régulièrement son dentiste que s'il n'était pas aussi bien couvert. De plus, l'assureur ne dispose pas de toutes les caractéristiques individuelles des bénéficiaires, ce qui entraîne un problème d'anti-sélection. En présence d'anti-sélection, l'entreprise ne souscrit au contrat collectif que parce qu'elle estime que sa consommation sera supérieure à l'estimation qu'en fait l'assureur.

En résumé, l'entreprise souscrit au contrat qui lui paraît le plus bénéfique. Les bénéficiaires ajustent aussi leur consommation suivant le niveau de couverture. Théoriquement, il existe une sorte de corrélation entre le niveau de garantie et le nombre d'actes consommés. Sans tenir compte de cette corrélation, les résultats de notre analyse seraient potentiellement biaisés.

#### Correctif

Les études menées par AXA confirment l'hypothèse que la fréquence d'un acte augmente avec le niveau de remboursement de l'assureur complémentaire, donc la garantie. Les actes particulièrement affectés sont ceux du poste prothèses dentaires. Nous avons testé la validité de cette hypothèse sur notre base de données, surtout pour le poste prothèses dentaire.

Nous constatons une part assez importante des consommateurs qui ne peuvent pas être associés à une classe de garantie (les valeurs manquantes ou correspondances inexistantes sur les codes permettant d'identifier le niveau de couverture). Cela pourrait potentiellement avoir un impact sur notre analyse. Les trois classes de garantie 1, 2, 3 sont classées en fonction de niveaux de garantie croissants. Nous constatons que le nombre d'actes remboursés moyen par consommant augmente par classe de garantie. Les valeurs extrêmes sont plus extrêmes avec des garanties haut de gamme. Sans prendre en compte la hors-classe de garantie, nous pouvons admettre l'hypothèse que le nombre d'actes augmente avec le niveau de garantie.

Comme expliqué au-dessus, les coûts et les nombres d'actes que nous calculons concernent un groupe

Classe de garantie	Niveau de garantie	Nombre de consommateurs	Nombre d'actes remboursés				
			Moyenne	Ecart-type	Q1	Médiane	Q3
1	[0 ; 225% BR]	9538	1,98	1,81	1	1	2
2	]225% BR ; 400% BR]	22481	2,06	2,00	1	1	2
3	]400% BR ; 700% BR]	672	2,16	2,17	1	1	2,5
Hors classe	Nom déterminé	5874	1,93	1,63	1	1	2

TABLE 7 – Nombre d'actes remboursés en fonction du niveau de garantie

d'individus hétérogène, i.e. de niveaux de garantie différents. Ces données seront tout de même utilisées dans notre modélisation où le niveau de garantie par poste est un paramètre commun à tous les individus.

Niveau	Garantie prothèses dentaires	Classe de garantie
1 (Adaptalia first)	55% BR	1
2	100% BR	1
3	200% BR	1
4	300% BR	2
5	400% BR	2
6	400% BR	3

TABLE 8 – Classe de garantie prothèses dentaires pour les 6 niveaux du contrat Adaptalia Entreprises

D'après le problème de l'aléa moral, il s'avère nécessaire d'ajuster le nombre d'actes remboursés en fonction du niveau de garantie. Prenons un exemple simple pour illustrer l'importance de l'ajustement de la distribution du nombre d'actes dans notre modélisation. Supposons qu'un consommant ayant un niveau de garantie 200% BR en prothèses dentaires, consomme 2 couronnes. Si maintenant dans notre modèle, nous appliquons un niveau de garantie arbitraire de 400% BR en prothèses dentaires et que nous n'ajustons pas la distribution du nombre d'actes en prothèses dentaires, nous sous-estimerons la consommation totale. En effet, un individu rationnel consommant 2 actes face à une garantie de 200% BR peut se limiter au strict nécessaire médical en raison du reste à charge élevé, tandis qu'un individu bénéficiant d'une garantie de 400% BR pourra se permettre de consommer plus de 2 actes.

Deux solutions sont envisageables :

- Soit nous construisons, à partir de la table des consommateurs, 3 sous-populations (de consommateurs) selon les 3 classes de garantie. Pour chaque sous-population, nous calculons la distribution du nombre d'actes consommés en prothèses dentaires. Dans notre modélisation, suivant le niveau de garantie que nous appliquons, nous choisissons l'une des trois distributions que nous avons déterminées. Cette solution est simple, mais le fait de scinder l'ensemble des consommateurs en dentaires en trois sous-populations réduirait significativement le nombre de données disponibles pour approcher la distribution du nombre d'actes prothèses dentaires, et donc biaiserait son exactitude.
- Soit nous gardons l'ensemble des consommateurs dentaires, mais en corrigeant leurs nombres d'actes consommés en prothèses dentaires avant d'en construire la distribution. Cette méthode nous garantit un grand nombre de données pour mieux approcher la distribution, mais nécessite d'appliquer un correctif sur le nombre d'actes remboursés selon le niveau de garantie que nous appliquons dans notre modèle.

Comment calculer le correctif ?

Supposons que dans notre modélisation, nous appliquons un niveau de garantie 200% BR pour le poste prothèses dentaires. Ce niveau de garantie correspond à la classe 1. Le nombre d'actes remboursés moyen dans

notre modèle devrait être proche de 1,98. Il faut en quelque sorte modifier le nombre d'actes consommés par les individus dans notre modélisation afin que la moyenne des actes soit de 1,98. Une façon naturelle de le faire est de corriger les nombres d'actes remboursés dans notre base de données de départ pour qu'il soit cohérent avec le niveau de garantie 200%. Plus précisément, nous pouvons procéder comme suit :

- ne pas modifier les nombres d'actes correspondant à la classe 1
- multiplier tous les nombres d'actes correspondant à la classe 2 par  $1,98 / 2,06$  (pour que le nombre d'actes moyen corrigé de cette classe soit  $2,06 \times 1,98 / 2,06 = 1,98$ )
- multiplier tous les nombres d'actes correspondant à la classe 3 par  $1,98 / 2,16$
- multiplier tous les nombres d'actes "hors classe" par  $1,98 / 1,93$

Plus généralement :

Niveau de garantie cible  $\Rightarrow$  nombre d'actes moyen cible  
 Pour la classe  $j$  ( $j = 1, 2, 3$ ) ,  $correctif_j = \frac{\text{nombre d'actes moyen cible}}{\text{nombre d'actes moyen}_j}$   
 Notons  $n_j^i$  le nombre d'actes de l'individu  $i$  qui est dans la classe de garantie  $j$ . Le nombre d'actes corrigé est  $\tilde{n}_j^i = n_j^i \times correctif_j$

Ensuite, nous reconstruisons la distribution du nombre d'actes remboursés en utilisant les données corrigées (pour la classe 1). La distribution du nombre d'actes pour la classe 2 et celle pour la classe 3 sont simplement les homothéties de celle de la classe 1. En effet, les centiles de la fonction de répartition du nombre d'actes correspondant à la classe 2 = ceux correspondant à la classe 1  $\times 2,06/1,98$ , ceux correspondant à la classe 3 = ceux correspondant à la classe 1  $\times 2,16/1,98$ .

Ci-dessous l'exemple de la fonction de répartition inverse du nombre d'actes de prothèses dentaires pour les consommateurs hommes, entre 0 et 20 ans, de région ile de France et PACA.

(Axe des abscisses :  $x \in [0; 1]$ , axe des ordonnées : nombre d'actes  $n = F^{-1}(x)$ )

Nous commençons par déformer la vraie fonction de répartition inverse du nombre d'actes pour qu'elle soit conforme à la classe de garantie 1.

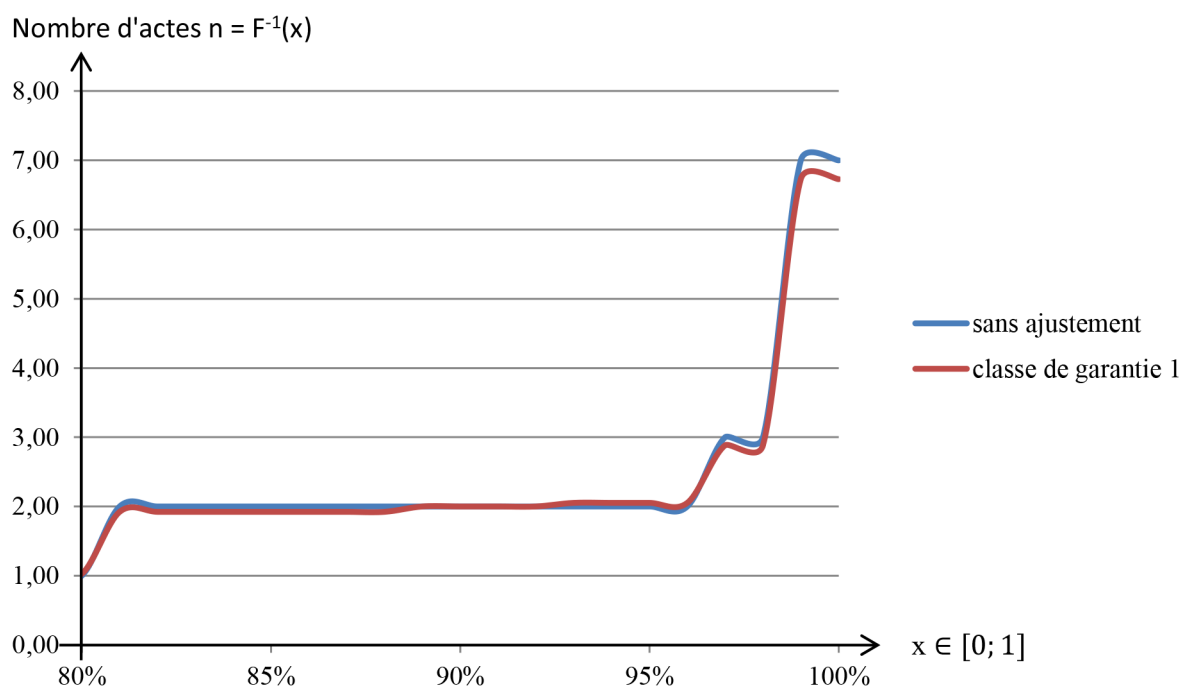


FIGURE 11 – Zoom sur la fonction de répartition inverse du nombre d'actes

A partir de la fonction de répartition inverse du nombre d'actes pour la classe 1, nous obtenons celles pour les classes 2 et 3 par homothétie.

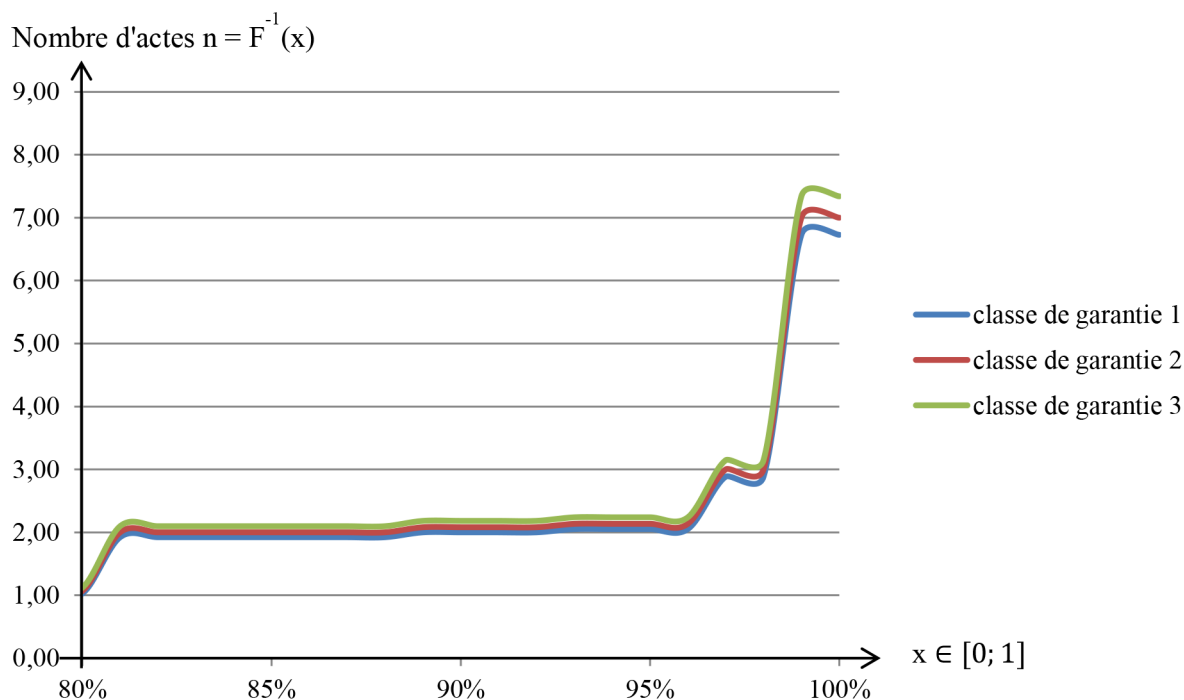


FIGURE 12 – Zoom sur la fonction de répartition inverse du nombre d'actes selon la classe de garantie

### 3.5 Distributions du coût moyen et du nombre d'actes consommés par classe et par poste

Après avoir nettoyé les données, analysé la consommation en dentaire selon des différents critères de démographie et appliqué les corrections nécessaires pour le nombre d'actes en prothèses dentaires suivant le niveau de garantie, nous avons calculé la distribution des coûts moyens et des nombres d'actes consommés par classe de garantie et par poste. En effet, les études précédentes montrent que la consommation en dentaire est plus ou moins différente suivant la tranche d'âge, le sexe et la région du consommant. Nous proposons donc de construire des segments de consommateurs selon ces trois critères et d'étudier les distributions par segment.

Nous avons au total 20 segments de consommateurs (5 tranches d'âges × 2 sexes × 2 régions). Pour chaque segment, nous calculons la distribution du coût moyen et du nombre d'actes consommés pour les 9 postes dentaires. Nous avons donc au total 360 distributions différentes à mesurer. Ces distributions sont caractérisées par le calcul des centiles, effectué sous SAS. Elles sont ensuite stockées dans les feuilles Excel pour être utilisées dans la partie modélisation sous Excel/VBA que nous détaillerons ci-dessous.

## 4 Partie 2 - Modélisation

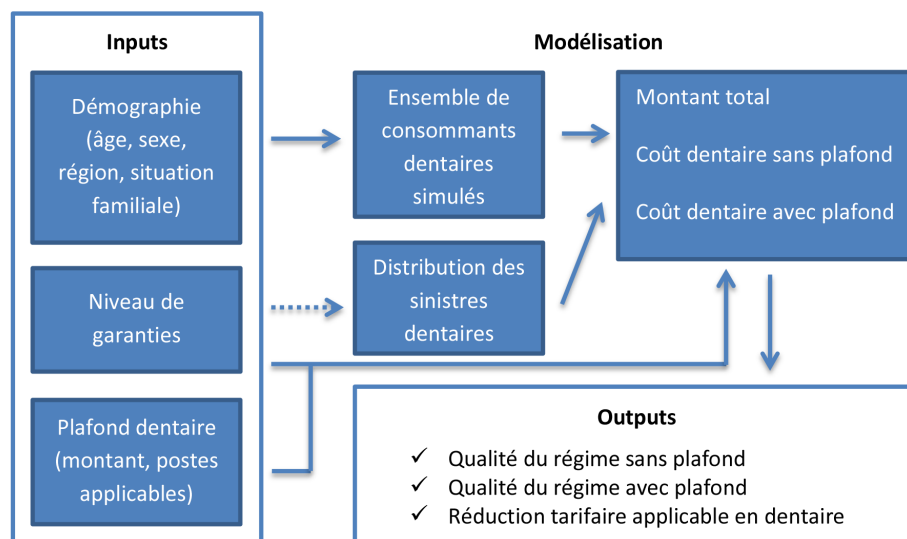


FIGURE 13 – Schéma de modélisation

### 4.1 Modèles théoriques

Parmi les bénéficiaires (assurés + ayants droit), une grande part ne consomme pas du tout en dentaire. Pour ceux qui consomment, ils ne consomment que dans certains postes, le nombre d'actes remboursés par AXA pour un poste donné est donc éventuellement nul.

Théoriquement, deux modèles construits en deux étapes sont susceptibles de modéliser le nombre d'actes consommés : Le **modèle hurdle** (Mullahy, 1986) et le **modèle zéro-inflated** (Lambert, 1992), adaptés pour la modélisation des zéros en excès. La régression hurdle est souvent connue par sa forme la plus populaire : le modèle Logit-Poisson : dans un premier temps, une régression logistique permet de déterminer si le nombre d'actes remboursés est nul ou non nul, puis dans un deuxième temps, le nombre d'actes remboursés est modélisé par une régression de Poisson tronquée. La régression zéro-inflated est une autre approche qui diffère de la régression hurdle dans le sens où le nombre d'actes nuls peut être généré par les deux processus. D'abord, un modèle logit détermine si l'observation provient du groupe où le résultat est toujours nul ou si elle provient du groupe où les valeurs peuvent être positives ou nulles. Ensuite, une régression de Poisson estime les effectifs pour ce deuxième groupe.

### 4.2 Notre modèle

Nous nous inspirons de ces deux modèles pour traiter notre cas. Les 0 du nombre d'actes remboursés proviennent, soit du groupe des non-consommateurs en dentaire (dans lequel le nombre d'actes remboursés est nul par défaut), soit du groupe des consommateurs en dentaire où le nombre d'actes remboursés pour un poste peut être positif ou nul (modèle zéro-inflated). Nous traitons le groupe des consommateurs dentaires (en nous inspirant au modèle hurdle) :

Pour chaque poste  $j$ , une variable binaire  $B_j$  indique si l'individu consomme dans ce poste. Dans le cas de consommation, une variable  $N_j^*$  mesure le nombre d'actes remboursés. Le nombre d'actes remboursés dans le cas général est donc  $N_j = B_j \times N_j^*$ .



Nous rencontrons deux principaux problèmes en tentant d'appliquer ces deux modèles dans notre cas :

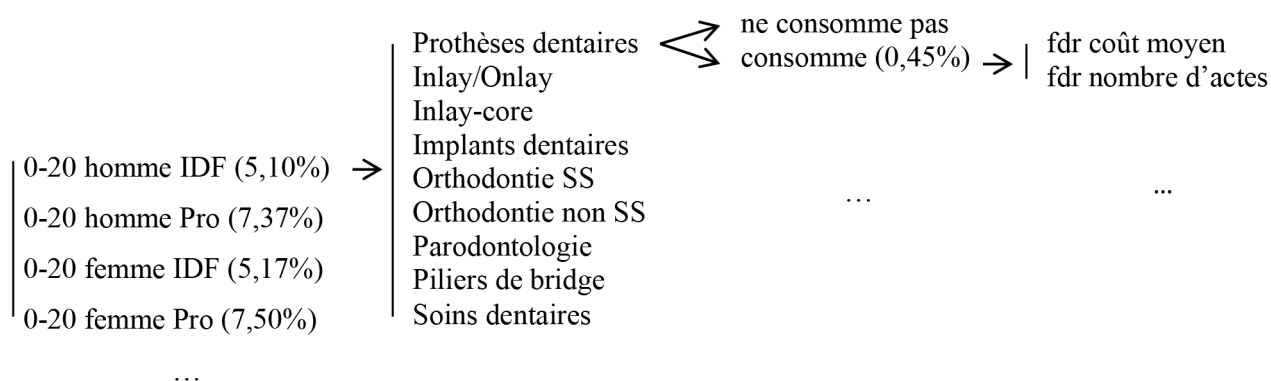
- Nous ne disposons pas de suffisamment de données sur les caractéristiques des individus pour effectuer les régressions (par exemple le logit).
- Les distributions des nombres d'actes consommés n'ont pas l'allure de distributions classiques (poisson, binomial négatif).

De plus, notre objectif ne se restreint pas à un modèle individuel qui prédit le coût total d'un individu selon ses caractéristiques, nous voulons plutôt estimer l'impact que joue le plafond (et les garanties) sur le montant total des remboursements complémentaires de l'ensemble des bénéficiaires en dentaire.

Nous proposons de procéder comme suit : Nous ne travaillons que sur les consommateurs dentaires.

$B_j$  n'est pas déterminée par un modèle logit mais par une loi de Bernoulli de paramètre  $p_j$  où  $p_j$  est la probabilité pour un consommant en dentaire de consommer dans le poste  $j$ , calculée à partir de notre base de données (cf. table 5).  $N_j$  ne suit pas une loi de poisson tronquée mais sera simulé par la méthode des fractiles (idem pour le coût moyen).

### Arbre de décision



Pour chaque consommant simulé, après avoir simulé le coût moyen et les nombre d'actes consommés sur chaque poste, nous calculons :

- **Le coût dentaire sans garantie (ou reste à charge après intervention de la Sécurité Sociale) :** C'est simplement la somme sur tous les 9 postes dentaires des produits coût moyen  $\times$  nombre d'actes consommés
- **Le coût dentaire avec garantie (ou remboursement complémentaire mais sans plafond) :** C'est la somme sur tous les 9 postes dentaires des produits  $\text{Min}(\text{coût moyen}, \text{garantie}) \times$  nombre d'actes consommés.
- **Le  $\Delta$  :** C'est le montant économisé (la baisse du coût dentaire) en appliquant le plafond. Il est calculé comme  $\text{Min}(0, \text{plafond} - \text{somme des remboursements complémentaires mais sans plafond})$ .

Après avoir simulé tous les consommateurs dentaires avec leurs consommations, nous calculons trois indices :

- **La qualité du régime sans plafond** qui est le rapport entre le total des remboursements complémentaires sans plafond et le total des restes à charges après intervention de la Sécurité Sociale. Cet indice mesure l'impact propre des garanties sur le coût total de l'ensemble des consommateurs dentaires.
- **La qualité du régime avec plafond** mesure le rapport entre le total des remboursements complémentaires avec application du plafond, et le total des restes à charges après intervention de la Sécurité Sociale. Cet indice mesure l'impact joint des garanties et du plafond sur le coût total de l'ensemble des consommateurs dentaires.
- **La réduction applicable sur la prime pure du poste dentaire** est le rapport entre le  $\Delta$  total et le remboursement complémentaire non plafonné. Cet indice caractérise l'impact propre du plafond dentaire

sur le coût total de l'ensemble des consommateurs dentaires.

Si le budget annuel de l'entreprise et la cotisation annuelle des salariés sont fournis (par importation de la fiche Pactol dont nous parlerons plus loin dans notre rapport), le programme calcule aussi l'impact tarifaire du plafond. Il recalcule le budget annuel et la cotisation mensuelle en impactant le coût dentaire modifié.

### 4.3 Simulation d'une loi par la méthode des fractiles

En théorie, nous connaissons la méthode de fonction inverse comme une des méthodes de simulation d'une loi de probabilité. Le problème que résout cette méthode est le suivant :

Soit  $X$  une variable aléatoire dont la loi est décrite par la fonction de répartition  $F_X$ . On désire obtenir une suite de réalisations de  $X$ .

Cette méthode est fondée sur la propriété d'uniformité de la distribution de la variable aléatoire  $U = F_X(X)$  sur  $[0;1]$  dès que la fonction de répartition  $F_X$  est continue et strictement croissante sur  $\mathbb{R}$ . La distribution recherchée s'obtient donc comme l'ensemble des antécédents  $x$  des tirages  $u$  selon une distribution uniforme pour la fonction de répartition  $F_X$ . Autrement dit, la variable aléatoire  $F_X^{-1}(U)$  a pour fonction de répartition  $F_X$ , où  $U$  est une variable aléatoire de loi uniforme sur  $[0;1]$ .

En effet,  $\mathbb{P}(F_X^{-1}(U) \leq x) = \mathbb{P}(U \leq F_X(x)) = F_X(x)$  parce que  $F_X$  est continue et strictement croissante et  $U$  suit une loi Uniforme  $[0,1]$ .

Dans notre cas, les fonctions de répartition des coûts moyens et des nombres d'actes consommés ne sont pas continues (ni strictement croissantes). Elles n'ont même pas de forme concrète et le calcul de l'antécédent est problématique. Nous utilisons donc la méthode des fractiles, comme une version discrétisée de la méthode de fonction inverse. L'idée est de calculer les centiles (sous SAS) et de tirer uniformément un de ces centiles (sous Excel/VBA).

### 4.4 Problème de surestimation et traitement des valeurs extrêmes

Les coûts moyens extrêmes et les nombres d'actes extrêmes ne représentent qu'une part très petite dans notre base de données mais ils contribuent beaucoup au coût dentaire total sur l'ensemble des consommateurs et au dépassement du plafond (via l'indice  $\Delta$ ). Pour cette raison, nous ne pouvons pas les éliminer dans notre modélisation. Cependant, nous devons les traiter délicatement parce que la probabilité d'occurrence des valeurs extrêmes est très petite (la queue de distribution est très longue et très fine) et notre approche de la fonction de répartition par les centiles présente un biais assez élevé.

Par exemple dans la classe des consommateurs dentaires de tranche d'âge 0-20, de sexe masculin et situés en Ile de France et PACA, la distribution du nombre d'actes remboursés en orthodontie présente un biais important au dernier centile.  $Q(100\%) = 10$  et  $Q(99\%) = 4$ . Selon cette distribution approchée, la probabilité que le nombre d'actes simulé en orthodontie soit 10 serait 1% alors qu'en réalité, cette probabilité est beaucoup plus faible ( $<0,18\%$ ). Le découpage centile ne peut pas prendre en compte les nombres d'actes entre 4 et 10 et nous surestimons le nombre d'actes remboursés dans notre simulation.

Nous proposons de simuler comme suit : nous calculons les centiles et nous simulons des lois uniformes prenant la valeur entre les deux centiles consécutifs. Reprenons-nous l'exemple précédent, au lieu de renvoyer 10 dans 1% des cas, notre modélisation renvoie un nombre uniformément tiré entre 4 et 10. Cela nous aide à réduire une surestimation, notamment sur la queue de distribution.

• **L'algorithme 1 : Méthode des fractiles**

$X \sim \text{Uniforme}(\{0,01; 0,02; \dots; 0,09; 1\})$

$Y \sim \text{Quantile}(X)$

• **L'algorithme 2 : Méthode des fractiles, affinée par les distributions uniformes**

$X \sim \text{Uniforme}(\{0,01; 0,02; \dots; 0,09; 1\})$

Si  $X = 0,01$  alors  $Y \sim \text{Quantile}(X)$

Sinon  $Y \sim \text{Uniforme}([\text{Quantile}(X), \text{Quantile}(X-0,01)])$

La fonction de répartition n'est plus discontinue comme avec la méthode de centiles classiques, les points de discontinuité sont "reliés" (grâce à la loi uniforme sur chaque intervalle).

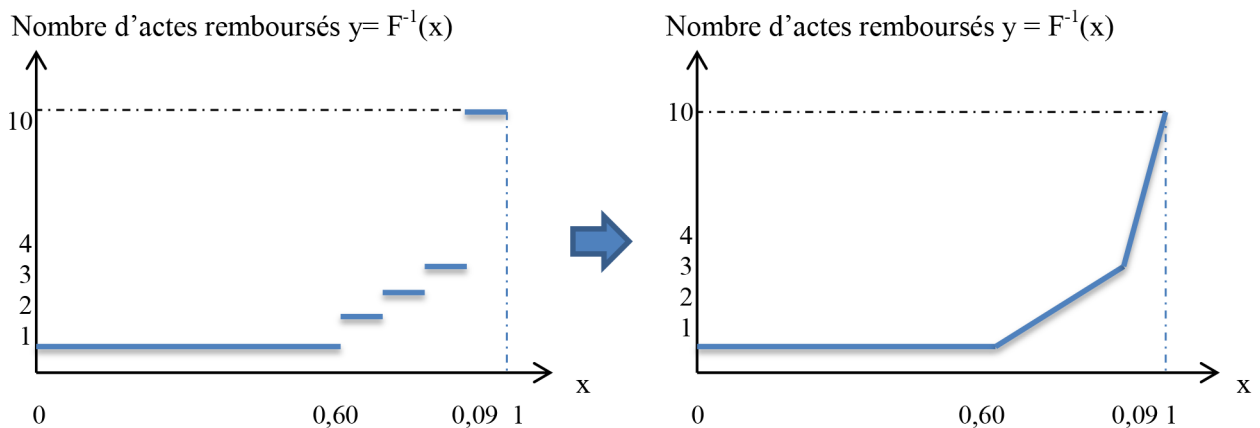


FIGURE 14 – Fonction de répartition affinée

Un inconvénient de cette méthode est que le nombre d'actes ne seront plus forcément les entiers parce que nous avons utilisé les lois uniformes continues. En fait, nous pouvons utiliser les lois uniformes « discrètes » (les entiers) pour les nombres d'actes et les lois uniformes « continues » (les réels) pour les coûts moyens mais ça va ralentir la simulation dans notre outil. De plus, avec les correctifs, les nombres d'actes n'étaient déjà pas forcément des entiers.

#### 4.5 Simulation par méthode de Monte Carlo et application à notre outil

Nous avons choisi de simuler un échantillon de 10000 consommateurs dentaires. En effet, avec 10000 consommateurs au total, le nombre de consommateurs représentant dans chaque classe est suffisamment grand pour que les distributions des coûts moyens et des nombres d'actes simulés dans chaque poste se rapprochent de celles obtenues à partir de notre base de données avec plus de 2000000 d'observations. Néanmoins, quand nous calculons les outputs, les résultats varient entre les différentes simulations, l'écart est de l'ordre de 1% ou 2%. Pour obtenir des résultats plus stables, nous proposons d'utiliser la méthode de Monte Carlo classique en simulant un grand nombre de fois de l'échantillon de 100000 consommateurs. La loi forte des grands nombres (sous l'hypothèse de satisfaction des conditions) nous assure la convergence presque sûre de la moyenne empirique des résultats des différentes simulations vers la vraie moyenne.

**Loi forte des grands nombres :**

Soit  $(X_1, \dots, X_n)$  une suite de variables aléatoires i.i.d. telle que  $\mathbb{E}[|X_1|] < \infty$ . Notons la moyenne empirique  $Y_n = \frac{1}{n} \sum X_i$ . Alors  $Y_n$  converge presque sûrement vers  $\mathbb{E}[X_1]$ .

L'intervalle de confiance est construit en se basant sur le théorème central limite.

**Théorème central limite :**

Soit  $X_1, X_2, \dots$  une suite de variables aléatoires réelles définies sur le même espace de probabilité, indépendantes et identiquement distribuées suivant la même loi D. Supposons que l'espérance  $\mu$  et l'écart-type  $\sigma$  de D existent et soient finis avec  $\sigma \neq 0$ . Posons  $\bar{X}_n = \frac{1}{n} (X_1 + \dots + X_n)$ , alors :  $\sqrt{n} \left( \frac{\bar{X}_n - \mu}{\sigma} \right)$  converge en loi vers  $\mathcal{N}(0,1)$  quand n tend vers l'infini.

Nous associons la loi D à une population : l'ensemble des réalisations du taux de couverture (resp. du rapport delta/coût sans plafond) à travers les différentes simulations. Chaque élément extrait de la population est considéré comme une variable aléatoire. Nous supposons que ces variables aléatoires sont i.i.d. Ici, nous supposons que :

- les taux de couverture des différentes simulations sont i.i.d.
- les rapports delta/coût sans plafond des différentes simulations sont i.i.d.

Le théorème de Slutsky permet de remplacer  $\sigma$  par l'écart-type empirique  $\hat{\sigma}$  :

$\sqrt{n} \left( \frac{\bar{X}_n - \mu}{\hat{\sigma}} \right)$  converge en loi vers  $\mathcal{N}(0,1)$  quand n tend vers l'infini.

**Théorème de Slutsky :**

Si  $X_n$  converge en loi vers X, et si  $Y_n$  converge en probabilité vers une constante c, alors le couple  $(X_n, Y_n)$  converge en loi vers le couple  $(X, c)$ .

**Corollaire :**  $X_n Y_n$  converge en loi vers  $Xc$ .

En effet,  $\frac{\sigma}{\hat{\sigma}}$  converge en probabilité vers 1,  $\sqrt{n} \left( \frac{\bar{X}_n - \mu}{\sigma} \right)$  converge en loi vers  $\mathcal{N}(0,1)$ . Ainsi, l'intervalle de confiance 95% pour  $\mu$  est :

$$IC_{95\%} = \left[ \bar{X}_n - 1,96 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}; \bar{X}_n + 1,96 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \right]$$

Dans notre outil, nous ne pouvons pas prendre n très grand parce que le temps d'exécution est couteux (environ 5,5s pour simuler un échantillon de 100000 consommateurs). Avec n= 20, les intervalles de confiance ne sont pas complètement stables entre les différentes simulations mais les résultats sont quand mêmes proches, plausibles et surtout acceptables. Les moyennes avec arrondi à 0,5% près sont stables. Le temps d'exécution moyen est 107s.

## 4.6 Le backtesting

Nous testons les résultats simulés pour 10000 consommateurs. Les garanties sont celles du niveau 4 du produit Adaptalia entreprises (produit standard à destination des TPE/PME). Le plafond est fixé à 60% du PMSS et appliqué à tous les postes dentaires. La répartition par âge, sexe et région est choisie identique à celle dans notre portefeuille de gestion directe. Les probabilités de consommer dans un poste sont identiques à celles de notre portefeuille. Nous avons recalculé la part de consommateurs représentés dans chaque poste après la simulation pour comparer à celle des données historiques. les résultats obtenus sont cohérents.

Poste	Prothèses dentaires	Inlay/onaly	Inlay-core	Implants dentaires	Orthodontie SS	Orthodontie non SS	Parodontologie	Piliers de bridge	Soins dentaires
Données réelles	17,44%	13,85%	8,42%	0,68%	11,13%	0,1%	0,16%	0,02%	88,26%
Simulation 1	17,58%	13,24%	8,79%	0,68%	11,57%	0,07%	0,21%	0,02%	87,70%
Simulation 2	16,73%	13,80%	8,46%	0,69%	11,12%	0,08%	0,19%	0,01%	87,75%

TABLE 9 – backtest : part de consommateurs dans chaque poste

### *Quelques statistiques descriptives*

Les statistiques descriptives suivantes sont calculées sur les consommateurs de chaque poste (par exemple, un consommant dentaire qui consomme en parodontologie mais pas en prothèses dentaires n'est pas pris en compte pour le calcul des statistiques du poste prothèses dentaires).

Poste	Variable	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
prothèses dentaires	Nombre d'actes	2,02 (2,07) ((2,09))	1,91 (2,30) ((2,12))	0,95 (0,95) ((0,95))	50 (27,36) ((24,21))
	Coût moyen	452,78 (465,06) ((452,88))	262,09 (419,31) ((378,65))	0,45 (29,96) ((21,95))	8678,60 (7575,36) ((7632,67))
inlay onlay	Nombre d'actes	1,64 (1,66) ((1,69))	1,24 (1,36) ((1,44))	1 (1) ((1))	23 (13,72) ((16,90))
	Coût moyen	52,67 (47,68) ((45,51))	90,72 (82,50) ((89,58))	0 (5,22) ((5,06))	1674,65 (838,12) ((1582,24))
inlay-core	Nombre d'actes	1,66 (1,92) ((1,80))	1,45 (1,65) ((1,70))	1 (1) ((1))	24 (13,87) ((18,81))
	Coût moyen	168,13 (168,15) ((165,78))	109,20 (108,34) ((106,23))	0 (36,76) ((34,83))	914,16 (719,87) ((648,87))
Implants dentaires	Nombre d'actes	2,78 (3,42) ((3,26))	2,06 (2,51) ((2,24))	1 (1) ((1))	12 (11) ((9))
	Coût moyen	799,00 (738,42) ((712,33))	380,61 (260,76) ((246,56))	45,00 (294,38) ((177,39))	4400,00 (1200) ((1313,83))

TABLE 10 – Quelques statistiques descriptives

Orthodontie SS	Nombre d'actes	1,78 (1,76) ((1,79))	0,86 (0,93) ((0,86))	1 (1) ((1))	8 (7,99) ((7,59))
	Coût moyen	317,45 (297,49) ((317,47))	222,10 (219,29) ((237,55))	0 (2,15) ((3,22))	4802,5 (1595,84) ((2966,49))
Orthodontie non SS	Nombre d'actes	1,42 (1,14) ((1,25))	0,88 (0,38) ((0,46))	1 (1) ((1))	8 (2) ((2))
	Coût moyen	950,82 (900,56) ((798,37))	698,87 (642,36) ((603,41))	24 (140) ((177,68))	4600 (2500) ((2100))
Parodontologie	Nombre d'actes	1,25 (1,33) ((1,07))	0,52 (0,48) ((0,23))	1 (1) ((1))	4 (2) ((2))
	Coût moyen	237,07 (275,29) ((302,75))	289,65 (229,34) ((265,14))	10 (332,16) ((33,56))	2883,16 (780) ((1022,82))
Piliers de bridge	Nombre d'actes	1,6 (2) ((3))	0,74 (1,41) N/A	1 (1) ((3))	3 (3) ((3))
	Coût moyen	549,79 (647,50) ((1467))	282,11 (74,25) N/A	133,00 (595,00) ((1467))	1467,00 (700,00) ((1467))
Soins dentaires	Nombre d'actes	2,70 (2,71) ((2,74))	2,50 (2,85) ((2,86))	1 (1) ((1))	39 (33,89) ((36,10))
	Coût moyen	9,79 (12,71) ((13,40))	25,37 (69,84) ((70,73))	0 (0,02) ((0,11))	2632,74 (2553,48) ((2033,91))

*Données réelles, (simulation 1), ((simulation 2))*

TABLE 11 – Quelques statistiques descriptives (suite)

Les moyennes sont assez cohérentes entre les données réelles et les résultats des simulations. Les postes qui représentent des différences significatives sont souvent des postes où il y a très peu d'observations, même dans la base de données réelles (postes sur lequel la garantie n'existe pas toujours dans les contrats d'assurance).

Les écart-types sont en général plus grands pour les données simulées que pour les données réelles parce que nous ne simulons que 10000 consommateurs, versus 200000 consommateurs dans notre base de données. Pour la même raison, l'intervalle [Min ; Max] est plus restreint pour les données simulées que pour les données réelles.

#### ***Corrélation entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen***

Les p-valeurs pour le test de nullité des coefficients de corrélation sont en général plus grandes pour les résultats de simulations. En effet, d'une part, nous n'avons simulé que 10000 consommateurs donc il serait plus difficile de conclure une corrélation significative entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen, d'autre part, nous n'avons pas vraiment pris en compte la corrélation dans notre modélisation (nous n'avons ajouté que quelques contraintes). Par conséquent, sur les résultats de simulation, nous observons moins de corrélations

Poste	Coefficient de corrélation de Pearson			Coefficient de corrélation de Spearman		
	Données	Simul 1	Simul 2	Données	Simul 1	Simul 2
Prothèses dentaires ( <i>p-valeur</i> )	-0,00489 (0,3371)	-0,01721 (0,4709)	-0,03025 (0,2161)	0,01963*** (0,0001)	-0,03204 (0,1794)	-0,01694 (0,4887)
Inlay onlay ( <i>p-valeur</i> )	0,06720*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	0,01916 (0,4862)	0,02965 (0,2710)	-0,10663*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	0,07485*** (0,0064)	0,10857*** ( <i>&lt;0,0001</i> )
Inlay core ( <i>p-valeur</i> )	0,15940*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	-0,01834 (0,5871)	-0,01872 (0,5866)	0,15274*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	-0,03739 (0,2681)	0,00922 (0,7889)
Implants dentaires ( <i>p-valeur</i> )	-0,30047*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	-0,27291*** (0,0243)	-0,24661** (0,0198)	-0,37169*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	-0,23676* (0,0519)	-0,22882** (0,0310)
Orthodontie SS ( <i>p-valeur</i> )	-0,19438*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	0,06781** (0,0211)	-0,05422* (0,0707)	-0,17104*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	0,06869** (0,0194)	-0,05* (0,0956)
Orthodontie non SS ( <i>p-valeur</i> )	-0,09127 (0,1866)	-0,06217 (0,8947)	0,01762 (0,9670)	-0,01896 (0,7843)	0 (1)	0,12599 (0,7663)
Parodontologie ( <i>p-valeur</i> )	-0,17125*** (0,0011)	-0,30992 (0,1716)	-0,29436 (0,2212)	-0,19913*** (0,0001)	-0,37657* (0,0925)	-0,50460** (0,0276)
Piliers de bridge ( <i>p-valeur</i> )	0,03185 (0,8559)	N/A	N/A	0,18587 (0,2850)	N/A	N/A
Soins dentaires ( <i>p-valeur</i> )	-0,00646*** (0,0043)	-0,00527 (0,6217)	-0,00581 (0,5870)	-0,01607*** ( <i>&lt;0,0001</i> )	0,02836*** (0,0080)	0,04700*** ( <i>&lt;0,0001</i> )

*Coefficient de corrélation ; (p-valeur) ; seuil de significativité : \* 10%, \*\* 5%, \*\*\* 1% ; N/A : pas d'observation*

TABLE 12 – Coefficients de corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen

significatives au seuil de 5%.

En termes de signes et d'ordres de grandeur des coefficients de corrélation, nous pouvons voir également des différences entre les données réelles et les résultats simulés.

Il n'y a que le poste implants dentaires qui représente des corrélations cohérentes. Concernant les postes auxquels nous avons imposé des contraintes (parodontologie et soins dentaires), nous n'aboutissons pas exactement aux résultats attendus mais les coefficients de corrélation sont à peu près fiables en terme de signes. Pour les deux postes orthodontie non prise en charge par la Sécurité sociale et piliers de bridge, nous ne pouvons pas détecter une corrélation significative (au seuil 5%) entre le nombre d'actes et le coût moyen (potentiellement à cause d'un nombre assez limité d'observations), à la fois sur les données réelles et sur les données simulées.

### Résultats

Les statistiques descriptives sont calculées sur l'ensemble des consommateurs dentaires.

Les moyennes, les écart-types et les minimums sont plus ou moins proches entre les données réelles et les simulations. Par contre les maximums de la simulation sont beaucoup plus petits que pour les données réelles. Ce problème vient des valeurs extrêmes dans la base de données dont la probabilité d'occurrence est très faible. Pour un échantillon de 10000 consommateurs, nous ne pouvons que rarement obtenir ces valeurs extrêmes. Rappelons que pour éviter la surestimation, nous avons mélangé la distribution par méthode des centiles en appliquant la loi uniforme entre deux centiles consécutifs. Si nous n'avions pas introduit la loi uniforme, la simulation nous aurait donné potentiellement les mêmes valeurs maximums que les vraies valeurs extrêmes historiques. Cependant, ces valeurs extrêmes auraient été surreprésentées sur un échantillon de 10000 consommateurs.

Dans notre modélisation, nous avons choisi de ne simuler que 10000 consommateurs plutôt que plus de 200000 consommateurs comme dans la base de données de départ pour réduire le temps d'exécution. Une des

Variable	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Frais réels – remboursement Sécurité Sociale	301,17	754,39	0	35308,32
	(314,43)	(764,78)	(0)	(17325,34)
	((304,82))	((716,45))	((0))	((15192,41))
Remboursement complémentaire	201,78	457,32	0	14108,75
	(210,77)	(443,31)	(0)	(8219,92)
	((204,61))	((415,30))	((0))	((6262,10))
Delta	14,43	205,84	0	12231,35
	(14,06)	(196,97)	(0)	(6342,52)
	((11,18))	((163,04))	((0))	((4384,70))

*Données réelles, (simulation 1) ; (simulation 2)*

TABLE 13 – comparaison des résultats

limites du modèle a donc été le choix entre :

- Surestimer les valeurs extrêmes (probabilité d'occurrence beaucoup plus grande que la vraie probabilité) pour en tenir compte.
- Garder la vraie probabilité d'occurrence de ces valeurs extrêmes (et donc ces valeurs extrêmes n'apparaissent que trop rarement dans notre modélisation).

### Outputs

	Données réelles	Simulation 1	Simulation 2
Qualité du régime sans plafond	67,00%	67,03%	67,12%
Réduction sur postes dentaires	7,15%	6,68%	5,46%

TABLE 14 – Comparaison des outputs

Pour obtenir les résultats au plus proche de ceux obtenus sur données réelles, nous avons effectué 20 simulations sur 10000 consommant et avons pris la moyenne des outputs sur 20 simulations. Nous présentons aussi les écart-types et les intervalles de confiance 95% pour les administrateurs. Sur l'interface client de l'outil, les résultats sont arrondis à 0,5% près.

Nous avons gardé les mêmes inputs et lancé le programme 3 fois pour comparer les résultats.

Output	Statistique	1 <sup>ère</sup> fois	2 <sup>ème</sup> fois	3 <sup>ème</sup> fois
Taux de couverture	moyenne	66,34%	66,31%	66,20%
	Ecart-type	1,30%	1,58%	0,94%
	IC 95%	[66,32% ; 66,37%]	[66,28% ; 66,34%]	[66,18% ; 66,21%]
Delta/ coût sans plafond	Moyenne	6,23%	6,28%	6,28%
	Ecart-type	0,97%	0,85%	1,13%
	IC 95%	[6,21% ; 6,25%]	[6,26% ; 6,29%]	[6,26% ; 6,30%]

TABLE 15 – Outputs avec un échantillon de 20 simulations



## 4.7 Le passage de la démographie des assurées à celle des consommateurs dentaires

Une des difficultés que nous avons rencontrée est que la démographie choisie par l'utilisateur porte sur l'ensemble des assurés principaux tandis que la démographie pour établir la répartition des classes de consommateurs porte sur l'ensemble des consommateurs dentaires. Les souscripteurs-utilisateurs de l'outil ne disposent pas de suffisamment de données sur la démographie des bénéficiaires ou des consommateurs dentaires en particulier. Nous avons intégré dans l'outil un programme qui estime la démographie des consommateurs dentaires en fonction de la démographie des assurés. Cette estimation est basée sur l'analyse de nos bases de données de départ avec quelques hypothèses que nous détaillons ci-dessous.

### 4.7.1 Détermination de la répartition par tranche d'âge en fonction de l'âge moyen des salariés (fourni par le souscripteur)

Les étapes de détermination sont les suivantes :

Age moyen des salariés  $\Rightarrow$  âge moyen des bénéficiaires  $\Rightarrow$  répartition des bénéficiaires par tranche d'âge  $\Rightarrow$  répartition des consommateurs dentaires par tranche d'âge

Nous avons fusionné la table des bénéficiaires avec une table dans la base Oracle qui nous fournit diverses informations concernant les contrats standards d'assurances collectives, notamment la tranche d'âge de l'âge moyen des assurés d'un même contrat indiqués par les souscripteurs. Nous ne regardons que les données correspondantes au contrat Adaptalia (produit standard à destination des TPE / PMS de moins de 50 têtes). Le premier chiffre de R2 (variable CCIRR2) nous indique la tranche d'âge des salariés indiquée par le souscripteur

- 1 : < 41 ans
- 2 : 41-45 ans
- 3 : 46-50 ans
- 4 : > 51 ans

Sur chaque sous population selon la tranche d'âge de souscription (i.e. la tranche d'âge des salariés), nous calculons l'âge moyen et la répartition de l'âge des bénéficiaires (assurés + ayants droit).

Répartition par tranches d'âge des bénéficiaires	Tranche d'âge de souscription			
	1 (<41 ans)	2 (41-45 ans)	3 (46-50 ans)	4 (>50 ans)
[0, 20[	34,92%	35,79%	30,06%	15,63%
[20, 40[	42,38%	23,68%	20,80%	19,65%
[40, 50[	15,23%	25,83%	22,51%	7,74%
[50, 60[	6,11%	11,59%	21,66%	37,18%
[60, 110[	1,36%	3,1%	4,98%	19,80%
<b>Age moyen des bénéficiaires</b>	26,6	30,51	34,23	43,61
<b>Age moyen des salariés</b>	36,19	43,50	48,26	55,24

TABLE 16 – Age moyen et répartition de l'âge des bénéficiaires selon la tranche d'âge de souscription

En général, les clients (souscripteurs) ne disposent pas l'information sur l'âge moyen de l'ensemble des bénéficiaires. Ce dont ils disposent est l'âge moyen des salariés (i.e. des assurés principaux). Un des inputs de notre outil sera l'âge moyen des salariés plutôt que l'âge moyen des bénéficiaires. Il faut donc estimer l'âge moyen des bénéficiaires en fonction de l'âge moyen des salariés.

Disposant ces deux données pour quatre tranches d'âge des assurés, nous proposons de caractériser cette relation.

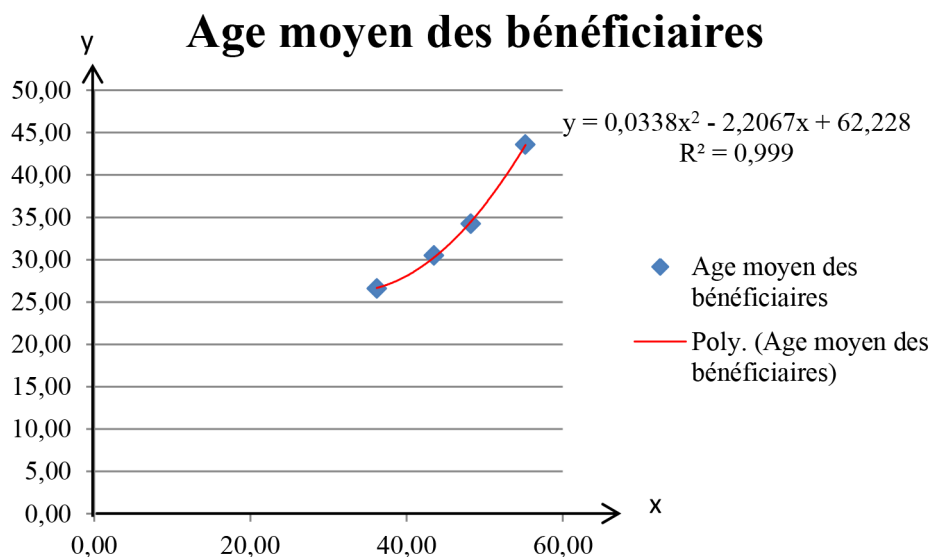


FIGURE 15 – Régression de l'âge moyen des bénéficiaires

Nous avons estimé l'âge moyen des bénéficiaires en n'utilisant que l'âge moyen des assurés. En réalité, nous pouvons penser que l'âge moyen des bénéficiaires dépend aussi de la part des enfants et de la part de conjoints... ainsi que leurs âges. Cependant, nous ne disposons pas d'assez de données pour tenir compte de ces facteurs dans notre estimation.

L'âge moyen des bénéficiaires ( $y$ ) est mieux représenté en fonction de l'âge moyen des assurés ( $x$ ) sous forme d'un polynôme d'ordre 2 :

$$y = \begin{cases} 26,60 & \text{si } x \leq 36,19 \\ 0,0338x^2 - 2,2067x + 62,228 & \text{si } 36,19 < x < 55,24 \\ 43,61 & \text{si } x \geq 55,24 \end{cases}$$

Une fois l'âge moyen des bénéficiaires estimé, nous approchons la répartition des bénéficiaires par tranche d'âge par interpolation (en utilisant les statistiques précédentes).

**Exemple :**

Input : âge moyen des assurés  $x = 25 \Rightarrow$  âge moyen des bénéficiaires  $y = 28,1855 \in [26,6 ; 30,51]$ .

Interpolation linéaire entre les répartitions par tranches d'âge des assurés 1 ( $< 41$  ans) et par tranches d'âge des assurés 2 (41-45 ans)  $\Rightarrow$  répartition des bénéficiaires par âge :

- [0, 20[ : 35,27%
- [20, 40[ : 34,80%
- [40, 50[ : 19,53%
- [50, 60[ : 8,33%
- [60, 110[ : 2,07%

Maintenant, à partir de la répartition des bénéficiaires par tranches d'âge, nous devons reconstituer la répartition des consommateurs dentaires par tranche d'âge car c'est cette donnée qui est utilisée dans notre outil. Nous supposons que la part des consommateurs dentaires dans l'ensemble des bénéficiaires pour chaque tranche d'âge reste constante.

Tranche d'âge	Bénéficiaires (B)	Consommateurs dentaires (C)	Rapport C/B
[0, 20[	365087	55759	15,27%
[20, 40[	407451	57126	14,02%
[40, 50[	214369	47720	22,26%
[50, 60[	151119	36245	23,98%
[60, 110[	82781	24421	29,50%
Tout	1220807	221271	18,12%

TABLE 17 – Rapport consommateurs dentaires/ bénéficiaires pour chaque tranche d'âge

Schéma de passage de la répartition (par tranche d'âge) des bénéficiaires à celle des consommateurs :

Tranche d'âge	Bénéficiaires (B)		Rapport C/B ⇒	Consommateurs dentaires (C)	
	Pourcentage	Effectif		Effectif	Pourcentage
[0, 20[	a%	a	15,27%	15,27%a	a.15,27/M
[20, 40[	b%	b	14,02%	14,02%b	b.14,02/M
[40, 50[	c%	c	22,26%	22,26%c	c.22,26/M
[50, 60[	d%	d	23,98%	23,98%d	d.23,98/M
[60, 110[	e%	e	29,50%	29,50%e	e.29,50/M
Tout	100%	100		M	100%

$$M = 15,27\%a + 14,02\%b + 22,26\%c + 23,98\%d + 29,50\%e$$

TABLE 18 – De la répartition par tranche d'âge des bénéficiaires à celle des consommateurs

#### 4.7.2 Répartition homme/femme des consommateurs dentaires

Nous supposons que la part des consommateurs dentaires dans l'ensemble des bénéficiaires pour chaque sexe reste constante.

	Bénéficiaires (B)	Consommateurs dentaires (C)	Rapport C/B
Femme	33791	5283	0,15634
Homme	35490	4687	0,13207

*Données pégase (contrat Adaptalia)*

TABLE 19 – Rapport Consommateurs dentaires/ Bénéficiaires pour chaque sexe

La répartition homme/femme choisie par l'utilisateur est la répartition des assurées. Pour estimer la répartition homme/femme des consommateurs dentaires, nous procédons comme suit :

- A partir de l'effectif salariés de l'entreprise et la part des femmes, nous calculons le nombre de salariés hommes et le nombre de salariés femmes.
- A partir de l'effectif des salariés et du pourcentage de mariés, nous calculons le nombre de conjoints. Nous supposons que le pourcentage de mariés est équilibré entre les salariés hommes et les salariés femmes.
  - Nombre conjoints (hommes) = nombre de salariés femmes × % mariés
  - Nombre conjoints (femmes) = nombre de salariés hommes × % mariés
- Nous disposons également du nombre d'enfants, nous supposons que 50% des enfants sont des filles.

Nous pouvons maintenant calculer le nombre de bénéficiaires hommes et le nombre de bénéficiaires femmes (en oubliant les ascendants parce que nous ne disposons pas de cette information) :

- Si le type de bénéficiaires est "Famille Sécurité Sociale" (sont couverts l'assuré principal et ses ayants droit au sens de la sécurité sociale) :
  - Nombre de bénéficiaires hommes = nombre de salariés hommes + nombre de conjoints (hommes)  $\times 0,1$  + nombre d'enfants  $\times 0,5$
  - Nombre de bénéficiaires femmes = nombre de salariés femmes + nombre de conjointes (femmes)  $\times 0,5$  + nombre d'enfants  $\times 0,5$

*(On considère que 10% des conjoints des femmes et 50% des conjointes des hommes sont ayants droits des assurés principaux au sens de la Sécurité Sociale.)*
- Si le type de bénéficiaires est "Tous conjoints et tous enfants" (sont couverts l'assuré principal et tous ses ayants droits) :
  - Nombre de bénéficiaires hommes = nombre de salariés hommes + nombre de conjoints (hommes) + nombre d'enfants  $\times 0,5$
  - Nombre de bénéficiaires femmes = nombre de salariés femmes + nombre de conjointes (femmes) + nombre d'enfants  $\times 0,5$
- Si le type de bénéficiaires est "Salarié seul" :
  - Nombre de bénéficiaires hommes = nombre de salariés hommes
  - Nombre de bénéficiaires femmes = nombre de salariés femmes

En utilisant la part des consommateurs dentaires dans l'ensemble des bénéficiaires pour chaque sexe, nous pouvons estimer le nombre de consommateurs dentaires pour chaque sexe et en déduire la répartition homme/-femme des consommateurs dentaires.

#### 4.7.3 Répartition IDF et PACA / Province des consommateurs dentaires

Pour simplifier, nous supposons que la répartition par région des consommateurs dentaires est la même que celle des assurées.

## 5 Limites du travail et conclusion

Notre étude en général et notre outil final en particulier présentent des limites qui influencent l'exactitude des résultats concernant l'impact tarifaire du plafond dentaire.

La première limite vient des données disponibles. Les données sont parfois mal enregistrées ou bien non fournies. Nous avons dû effacer/estimer les valeurs manquantes ou incohérentes. De plus, nous ne disposons pas d'assez de données sur les caractéristiques individuelles des consommateurs pour pouvoir appliquer des modèles théoriques plus complexes. Les données sur la consommation de certains postes ne sont pas suffisamment nombreuses pour reconstituer une bonne distribution du nombre d'actes remboursés et du coût moyen, surtout quand nous segmentons l'ensemble des consommateurs.

La deuxième limite vient des hypothèses que nous avons admises pour la modélisation, dont la validité est discutable. Nous avons supposé par exemple que la part des consommateurs dentaires dans l'ensemble des bénéficiaires pour chaque sexe, chaque région, chaque tranche d'âge reste constante. De plus, nous avons supposé l'indépendance entre ces répartitions. Le passage de la démographie des assurés à celle des consommateurs dentaires est aussi très subjectif et présente potentiellement des biais. Enfin, nous n'avons pas tenu compte de la corrélation entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen pour chaque poste dans notre simulation. Les contraintes que nous avons imposées ont été simplement basées sur une observation de notre base de données historique et ne reflètent pas nécessairement la vérité.

La troisième limite vient de la simulation par méthode des fractiles, mélangée avec la distribution uni-

forme. L'approche d'une distribution par les centiles présente dans notre cas un biais très élevé qui entraînerait une surestimation du coût total, tandis qu'un mélange avec la distribution uniforme sous-estime un peu ce dernier.

La quatrième limite concerne l'arbitrage entre le temps de simulation et la précision des résultats simulés. Notre outil a été développé sous Excel/VBA, logiciel utilisé par les souscripteurs et compatible avec les autres outils/logiciels existant chez AXA, mais qui présente des limites, notamment en terme de puissance, par rapport aux autres langages/logiciels de programmation tels que R ou C++. Le temps de simulation sous VBA est coûteux, ce qui nous a obligés à prendre un nombre assez limité de simulations pour la méthode de Monte Carlo. Nous avons dû arrondir les résultats à 0,5% près pour permettre d'afficher aux souscripteurs un résultat stable.

La cinquième limite est le fait que nous n'avons pas tenu compte de l'impact du plafond sur le comportement des bénéficiaires. Le plafond est de même nature que les garanties. Le fait que nous imposions un niveau de plafond modifie probablement le niveau de consommation des bénéficiaires (problème de l'aléa moral). Cependant, nous pouvons penser que l'impact sur la consommation des bénéficiaires du plafond est beaucoup moins important que l'impact des garanties parce que c'est plus difficile pour un consommant d'estimer sa consommation totale sur tous les postes que d'estimer sa consommation sur un poste particulier.

Comme tous les autres outils, notre outil connaît des limites et notre modélisation ne peut pas tenir compte tous les aspects de la vérité. Nous n'avons pas pu appliquer les modèles et les méthodes de simulation les plus sophistiqués enseignés à l'école (en Econométrie, Théorie du Risque et Monte Carlo). Néanmoins, nous avons privilégié les aspects les plus importants d'un outil : la simplicité, la rapidité et la convivialité avec les utilisateurs. Les outputs sont plus ou moins stables et cohérents.

Sachant toutes les limites citées ci-dessus, l'outil a été construit pour être modifiable facilement. Si nous arrivons à mieux estimer les valeurs manquantes dans les bases de données et à approcher les distributions de sinistres de manière plus précise, ou si les hypothèses de modélisation changent, nous pourrions effectuer directement des modifications, des mises à jour sur l'interface Administrateur et les feuilles de distribution des coûts moyens et des nombres d'actes remboursés. En cas de besoin d'accès aux macros VBA pour modifier la structure de modélisation ou rajouter/enlever les options pour l'outil, un mot de passe est fourni à des administrateurs pour déverrouiller le classeur.

## Références

- [1] AXA, *Description des données Pégase (Excel)*
- [2] AXA, *Démographie Adaptalia et niveaux tarifaires (Excel)*
- [3] AXA, *Tarification en assurance complémentaire santé (Powerpoint)*
- [4] AXA, *Règles de souscription 2011 (PDF)*
- [5] AXA, *Séjours en établissement de santé (Powerpoint)*
- [6] AXA, *Doc garanties Santé (Powerpoint)*
- [7] AXA, *Les bases de l'assurance (Powerpoint)*
- [8] AXA, *Formation Santé, partie 1 et 2 (Powerpoint)*
- [9] AXA, *Nouvelles normes de tarification (Powerpoint)*
- [10] AXA, *Book Entrepôt (Word)*
- [11] AXA, *Conditions Générales Santé Entreprise, Juin 2014 (format papier)*
- [12] AXA, *Guide pratique Assurances Collectives, Edition 2014 (format papier)*
- [13] Axelle Chauvet-Peyrard, *Langage SAS, année scolaire 2011-2012 (PDF)*
- [14] Cyrille Hagneré, *Initiation à SAS, Novembre 2004 (PDF)*
- [15] Odile Wolber, *Formation au logiciel SAS- Statistical Analysis System, CNAM (PDF)*
- [16] Emmanuel Grenier, *La simulation probabiliste avec Excel (PDF)*
- [17] Xavier Milhaud, *Poly Théorie du risque, ENSAE ParisTech, Janvier-Février 2014 (PDF)*
- [18] Paul Sauveplane, *Actuariat de l'assurance non-vie, Tarification, ENSAE ParisTech, Année 2013-2014 (PDF)*
- [19] Christian Y. Robert, *Théorie des Valeurs Extrêmes, ISFA-Université Lyon 1, Mars 2012*
- [20] Nicolas Fanget, *Analyse comportementale de la consommation médicale d'un portefeuille d'assurés, Cabinet WINTER & Associés – FSEG Strasbourg, 2009/2010 (PDF)*
- [21] Anthony Nahelou, *Modélisation de la fréquence de survenance et du montant individuel des sinistres en assurance santé, année 2006-2007, Cabinet Moeglin- EURIA (PDF)*
- [22] Jean-Marc AOUIZERATE, *Alternative neuronale en tarification santé, Décembre 2010, CNAM (PDF)*
- [23] *L'assurance complémentaire santé, 24 Avril 2012 ([http ://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Assurance-complementaire-sante](http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Assurance-complementaire-sante))*
- [24] Julie Séguéla et Gilbert Saporta, *Modèles de comptage appliqués aux décisions de candidature aux offres d'emploi sur le Web, 2010, Laboratoire Cédric – CNAM (PDF)*
- [25] Olga Vasechko, Michel Grun-Rehomme, Nouredine Benlagha, *Modélisation de la fréquence des sinistres en Assurance automobile, Bulletin français d'Actuariat, Vol 9, numéro 18, Juillet-Décembre 2009 (PDF)*
- [26] Yannick Mace, *Antisélection et Choix d'assurance : le cas du vol en habitation, Groupama (PDF)*
- [27] *Tarification en Assurance complémentaire Santé, Mutualité Française (PDF)*
- [28] *fr.wikipedia.org/*

## Annexes

### A1 -Descriptif détaillé de l'outil

L'outil est développé sous Excel-VBA avec deux niveaux d'utilisateurs : les utilisateurs du niveau 1 (les souscripteurs, les tarificateurs, ...) et les utilisateurs du niveau 2 (les membres de l'équipe Santé). Lors de l'ouverture, l'outil détecte le nom d'utilisateur (username). Si ce dernier fait partie de la liste des membres de l'équipe Santé, l'outil déverrouille et affiche les feuilles du niveau 2. Sinon, l'utilisateur ne peut travailler qu'avec les feuilles du niveau 1.

*Feuille Interface - Interface client (Niveau 1, certains cellules de calcul automatiques sont verrouillées)*

**Outil de mesure d'impact tarifaire de la mise en place de plafond dentaire**

1 PMSS  Valeur par défaut

2 Importer les inputs?  ou bien les saisir à la main :

Garanties

Adaptalia Entreprise?	Garanties	moyenne en euros
prothèses dentaires	BR	0,00 €
inlay onlay	BR	0,00 €
inlay core	BR	0,00 €
implants dentaires	BA	0,00 €
orthodontie SS	BR	0,00 €
orthodontie non SS	PMSS	0,00 €
parodontologie	PMSS	0,00 €
piers de bridge	PMSS	0,00 €
soins dentaires	BR	0,00 €

Démographie

Effectif salariés

Age moyen des salariés

% femmes

% idf/paca

% mariés

nombre d'enfants

Type de bénéficiaires

Outil de conversion Euro → %PMSS

euros

= #DIV/0! PMSS

3 Plafond ☐ En pourcentage du PMSS :  PMSS ☒ ou en euros

appliqué à l'ensemble des postes :

☒ prothèses dentaires ☒ inlay onlay ☒ inlay core ☒ implants dentaires ☒ orthodontie SS

☒ orthodontie non SS ☒ parodontologie ☒ piers de bridge ☒ soins dentaires

Simuler

Qualité du régime avant plafond

Qualité du régime après plafond

Réduction sur poste dentaire

Exporter le résultat

Auto-simuler

Guide d'utilisation

Fermer sans enregistrement

Fermer avec enregistrement

#### • Inputs

##### – Les bases :

Les utilisateurs peuvent saisir le PMSS (ou prendre la valeur par défaut 3129 euros pour l'année 2014). Les BA (Bases AXA) pour le poste implants dentaires et BA pour le poste orthodontie non prise en charge par la Sécurité sociale s'adaptent au PMSS via une formule déterminée par AXA.

##### – Les formules de garanties et la démographie :

Une possibilité est d'importer les inputs à partir d'une fiche Pactol (output de l'outil de souscription en ligne des contrats sur mesure) qui stocke toutes les informations concernant la démographie de l'entreprise, les garanties et la répartition des coûts des grandes catégories (y compris la grande catégorie dentaire), le budget annuel de l'entreprise et la cotisation mensuel des salariés. L'utilisateur peut également saisir les inputs manuellement.

##### – Le plafond :

l'utilisateur choisit le plafond, soit en pourcentage du PMSS soit en euros, ainsi que les postes auxquels ils souhaitent appliquer le plafond.

- **Outputs** Une fois les inputs fixés, l'utilisateur peut lancer le programme en cliquant sur «Simuler». L'outil revoie :
  - La qualité du régime sans plafond (rapport coût dentaire total avec garantie mais sans plafond/coût dentaire total sans garantie sans plafond)
  - La qualité du régime avec plafond (rapport coût dentaire total avec garantie et plafond/coût dentaire total sans garantie sans plafond)
  - La réduction applicable sur le dentaire (pourcentage du coût total en dentaire qu'on va enlever en appliquant le plafond)
- **le menu de l'outil**
  - Option « exporter le résultat » (cf. Guide d'utilisation)
  - Option « Guide d'utilisation » : Ci-dessous le guide d'utilisation, apparaissant une fois que l'utilisateur clique sur le bouton «Guide d'utilisation » dans l'interface client :

#### **Guide d'utilisation**

1. Saisir le montant du PMSS. Vous pouvez également choisir le montant par défaut en cliquant sur le bouton "Valeur par défaut".
2. Saisir les garanties et la démographie. Vous avez 3 possibilités :
  - ✓ Importer la fiche Pactol en cliquant sur le bouton "Importer" et choisir le fichier Excel correspondant. L'outil va récupérer les garanties dentaires et les démographies dans la fiche Pactol. Attention : pour le % IDF/PACA, non fourni dans la fiche Pactol, il faut le saisir à la main.
  - ✓ Choisir les niveaux de garanties correspondant à 1 des 6 niveaux du contrat Adaptalia Entreprise à l'aide de la liste déroulante dans la partie Garanties (cliquez sur "OK"). Pour la Démographie, les informations doivent être saisies manuellement.
  - ✓ Tout saisir à la main. Attention, plusieurs assiette de garanties sont disponibles (PMSS, BR ou BA (Base d'AXA)). Si vous souhaitez saisir une garantie en euros, un outil de conversion Euro -> %PMSS est à votre disposition.
3. Choisir le plafond. Le plafond peut être exprimé, soit en % du PMSS, soit en euros. Choisissez les postes dentaires sur lesquels s'applique le plafond.
4. Simuler. Cliquez sur le bouton "Simuler" pour lancer le programme. La simulation va prendre environ 100s.
5. Si vous avez choisi importer la fiche Pactol, vous aurez la possibilité d'exporter le résultat (l'impact tarifaire du plafond) en cliquant sur le bouton "Exporter le résultat" et en nommant votre fichier de résultat.
6. Bouton "Auto-simuler" : Prendre une liste d'inputs dans un fichier externe pour faire plusieurs simulations consécutives et reporter les résultats dans ce fichier.
7. Enfin, re-cliquez sur "Guide d'utilisation" pour masquer ce guide.

- Option "Auto-simuler" : Cette option, liée au fichier Excel "auto-simul.xlsm", nous permet de lancer consécutivement différents cas de simulations dont les inputs sont stockés dans le fichier "auto-simul" et de reporter les résultats dans ce même fichier. Le fichier "auto-simul" a deux feuilles, la feuille "auto-simul" contient les inputs et outputs de simulations. Chaque ligne correspond à un cas de simulation. Si vous avez plusieurs niveaux de garanties-plafond et plusieurs données démographiques et vous voulez tester toutes les combinaisons possibles, saisissez ces données dans la feuille



"inputs" et cliquez sur "Combiner", ensuite choisissez la ligne de la feuille "auto-simul" à partir de laquelle vous voulez stocker ces combinaisons d'inputs (dans le cas où vous ne voulez pas écraser les lignes déjà remplies).

### Feuille Resultat – Résultat de simulation (niveau 1)

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	pro_dent		Inlay-Onlay		Inlay-core		impl_dent		ortho		ortho non ss		paro		pili		soins		cout sans	cout avec	delta plaf
2	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	cout moy	nbre d'ac	delta
3	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€6,30	6,30 €	0,00 €
4	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,12 €	3,00	€24,37	24,37 €	0,00 €
5	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	24,44 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,68 €	2,00	€66,24	66,24 €	0,00 €
6	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	125,28 €	1,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,68 €	1,00	€133,96	133,96 €	0,00 €
7	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€0,00	0,00 €	0,00 €
8	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	41,27 €	1,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,72 €	1,00	€47,99	47,99 €	0,00 €
9	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,87 €	1,00	€6,87	6,87 €	0,00 €
10	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	405,88 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€818,07	818,07 €	0,00 €
11	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	661,44 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	2,12 €	3,00	€1 329,23	969,80 €	0,00 €
12	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€6,30	6,30 €	0,00 €
13	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	7,00 €	3,00	€21,01	21,01 €	0,00 €
14	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,54 €	2,00	€17,08	17,08 €	0,00 €
15	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	5,90 €	1,00	€5,90	5,90 €	0,00 €
16	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,68 €	1,00	€8,68	8,68 €	0,00 €
17	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	2,00	€12,60	12,60 €	0,00 €
18	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€0,00	0,00 €	0,00 €
19	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	563,09 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€1 126,17	963,44 €	0,00 €
20	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	647,55 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€1 301,41	969,74 €	0,00 €
21	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	2,00	€12,60	12,60 €	0,00 €
22	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	18,79 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	2,00	€50,18	50,18 €	0,00 €
23	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	3,85 €	3,00	€11,56	11,56 €	0,00 €
24	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	5,33 €	1,00	€5,33	5,33 €	0,00 €
25	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	7,87 €	3,38	€26,64	26,64 €	0,00 €
26	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€6,30	6,30 €	0,00 €
27	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	247,31 €	1,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€247,31	247,31 €	0,00 €
28	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€6,30	6,30 €	0,00 €
29	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	2,00	€12,60	12,60 €	0,00 €
30	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€0,00	0,00 €	0,00 €
31	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	3,00	€18,90	18,90 €	0,00 €
32	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	396,51 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	3,60 €	1,00	€796,63	796,63 €	0,00 €
33	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,77 €	3,00	€20,30	20,30 €	0,00 €
34	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	7,59 €	5,00	€37,93	37,93 €	0,00 €
35	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,40 €	2,00	€12,80	12,80 €	0,00 €
36	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	29,76 €	3,00	€89,29	89,29 €	0,00 €
37	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,68 €	1,00	€8,68	8,68 €	0,00 €
38	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	25,54 €	1,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	2,67 €	1,00	€28,20	28,20 €	0,00 €
39	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	133,21 €	3,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	7,19 €	1,00	€406,82	406,82 €	0,00 €
40	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	8,68 €	1,00	€8,68	8,68 €	0,00 €
41	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€0,00	0,00 €	0,00 €
42	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	6,30 €	1,00	€6,30	6,30 €	0,00 €
43	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€0,00	0,00 €	0,00 €
44	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	245,64 €	2,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	7,51 €	2,00	€506,30	506,30 €	0,00 €
45	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €	0,00	€0,00	0,00 €	0,00 €

Les détails des simulations sont stockés dans la feuille «résultat ». Nous pouvons retrouver dans cette feuille les nombres d'actes et les coûts moyens par poste pour chacun des consommateurs simulés, ainsi que le coût sans garantie, le coût avec garantie et le Δ ( $\Delta = \text{Max}\{0, \text{coûts sur les postes sur lesquels s'applique le plafond} - \text{plafond}\}$ ). Cette feuille donne aux utilisateurs la possibilité d'analyser les résultats plus en détail et permet au souscripteur d'effectuer un back test.

### Feuille Admin - L'interface Axa (Niveau 2)

Les membres de l'équipe Santé peuvent accéder à la feuille correspondant à l'interface Axa où ils peuvent modifier directement la répartition des consommateurs par classe (sans avoir besoin de passer par la démographie), redéfinir les BR moyennes par poste, le montant par défaut du PMSS, le nombre de consommateurs simulés, les probabilités qu'un consommant consomme dans chaque poste, ... Ils peuvent également accéder à des feuilles qui stockent les distributions de coûts moyens et des nombres d'actes consommés et les modifier si nécessaire (en cliquant sur une des classes, colonne 1). Ils ont également des outputs sans arrondis, l'écart-type ainsi que l'intervalle de confiance à 95%.

Une fois que toutes les modifications nécessaires sont effectuées, cliquez sur le bouton «Quitter » pour rétablir le mode de protection (verrouiller et masquer certaines feuilles,...) et fermer l'outil. L'outil est maintenant prêt à être envoyé au client.

</

## Feuilles de distributions (Niveau 2)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Retour	Prothese dentaire		Inlay-Onlay		Inlay_core		impl_dent		ortho		ortho_non_ss		paro		pili		soins	
2	y	frais moyen n° d'actes (cl	dis	frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes		frais moyen nbre d'actes	
3	1%	6,45 €	0,92	5,06 €	1,00	36,76 €	1,00	722,43 €	2,00	3,22 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			0,00 €	1,00
4	2%	29,92 €	0,92	6,51 €	1,00	36,76 €	1,00	722,43 €	2,00	6,45 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			0,00 €	1,00
5	3%	29,92 €	0,92	6,51 €	1,00	36,76 €	1,00	722,43 €	2,00	6,45 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			1,79 €	1,00
6	4%	29,95 €	0,92	6,51 €	1,00	36,76 €	1,00	722,43 €	2,00	12,83 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			2,68 €	1,00
7	5%	29,95 €	0,92	6,51 €	1,00	36,76 €	1,00	722,43 €	2,00	17,47 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			3,15 €	1,00
8	6%	29,95 €	0,96	6,51 €	1,00	75,83 €	1,00	722,43 €	2,00	22,95 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			3,77 €	1,00
9	7%	29,95 €	0,96	7,23 €	1,00	75,83 €	1,00	722,43 €	2,00	29,90 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			4,17 €	1,00
10	8%	99,98 €	0,96	8,68 €	1,00	75,83 €	1,00	722,43 €	2,00	32,90 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			4,32 €	1,00
11	9%	99,98 €	0,96	8,68 €	1,00	75,83 €	1,00	722,43 €	2,00	35,32 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			4,61 €	1,00
12	10%	144,85 €	0,96	8,68 €	1,00	75,83 €	1,00	722,43 €	2,00	42,45 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			4,87 €	1,00
13	11%	144,85 €	0,96	10,12 €	1,00	81,69 €	1,00	722,43 €	2,00	46,18 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			5,02 €	1,00
14	12%	155,62 €	0,96	10,13 €	1,00	81,69 €	1,00	722,43 €	2,00	49,95 €	1,00	99,12	1,00	60,00 €	1,00			5,06 €	1,00
15	13%	155,62 €	0,96	12,29 €	1,00	81,69 €	1,00	722,43 €	2,00	57,45 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			5,16 €	1,00
16	14%	161,75 €	0,96	12,29 €	1,00	81,69 €	1,00	722,43 €	2,00	64,95 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			5,40 €	1,00
17	15%	161,75 €	0,96	14,76 €	1,00	81,69 €	1,00	722,43 €	2,00	74,75 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			5,66 €	1,00
18	16%	184,75 €	0,96	17,35 €	1,00	104,46 €	1,00	722,43 €	2,00	82,86 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			5,78 €	1,00
19	17%	184,75 €	0,96	21,69 €	1,00	104,46 €	1,00	722,43 €	2,00	92,50 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			5,92 €	1,00
20	18%	234,75 €	0,96	23,86 €	1,00	104,46 €	1,00	722,43 €	2,00	102,02 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,21 €	1,00
21	19%	234,75 €	0,96	23,86 €	1,00	104,46 €	1,00	722,43 €	2,00	110,93 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
22	20%	234,85 €	0,96	23,86 €	1,00	104,46 €	1,00	722,43 €	2,00	119,88 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
23	21%	234,85 €	0,96	24,10 €	1,00	104,46 €	1,00	722,43 €	2,00	129,38 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
24	22%	244,75 €	0,96	24,22 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	137,05 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
25	23%	244,75 €	0,96	24,22 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	142,50 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
26	24%	284,75 €	0,96	24,22 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	152,13 €	1,00	120,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
27	25%	284,75 €	0,96	24,24 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	158,75 €	1,00	250,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
28	26%	309,13 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	169,90 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
29	27%	309,13 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	178,25 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
30	28%	354,75 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	185,46 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
31	29%	354,75 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	190,98 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
32	30%	354,85 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	198,75 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
33	31%	354,85 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	206,58 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
34	32%	354,85 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	218,10 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
35	33%	354,85 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	226,60 €	1,00	380,00	1,00	60,00 €	1,00			6,30 €	1,00
36	34%	374,75 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	232,13 €	1,00	380,00	1,00	229,28 €	1,00			6,30 €	1,00
37	35%	374,75 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	238,75 €	1,00	380,00	1,00	229,28 €	1,00			6,30 €	1,00
38	36%	374,85 €	0,96	24,58 €	1,00	114,21 €	1,00	722,43 €	2,00	246,81 €	1,00	380,00	1,00	229,28 €	1,00			6,30 €	1,00
39	37%	374,85 €	0,96	24,58 €	1,00	119,16 €	1,00	722,43 €	2,00	255,73 €	1,00	380,00	1,00	229,28 €	1,00			6,30 €	1,00
40	38%	379,05 €	0,96	24,58 €	1,00	119,16 €	1,00	722,43 €	2,00	263,25 €	1,00	850,00	1,00	229,28 €	1,00			6,30 €	1,00

### ***Feuille Source (Niveau 2)***

Dans le cas où vous avez choisi importer la fiche pactol, le range «AdresseFicheTarif» stocke le chemin et le nom de la fiche Pactol. Le range «TestOuverture» indique si l'importation a été faite. Un tableau de garantie sert à décrypter les formules de garanties dentaires dans la fiche Pactol (elles sont à la base de type String, nous les transformons en deux parties, une correspond au pourcentage et l'autre correspond à la base utilisée). Dans le cas où le plafond pour un poste est utilisé, la vraie garantie est ce plafond, le tableau de garanties stocke les vraies garanties. Un autre tableau stocke la répartition des coûts dentaires en format double (nous n'en avons pas besoin de ce tableau pour l'instant). Un troisième tableau stocke les informations démographiques.

## **A2 - Un cas d'application de l'outil**

Nous avons utilisé l'option "auto-simuler" de l'outil pour lancer consécutivement 96 cas de test (6 niveaux de garanties d'Adaptalia First & Adaptalia Entreprises × 8 hypothèses démographiques d'Adaptalia × 2 régions). Nous présentons ci-dessous les résultats obtenus sur le taux de réduction applicable aux postes dentaires :

	<b>Région</b>	<b>Niveau 1</b>	<b>Niveau 2</b>	<b>Niveau 3</b>	<b>Niveau 4</b>	<b>Niveau 5</b>	<b>Niveau 6</b>
Cadres ≤ 40 ans	IDF/PACA	9,5%	7,5%	8,5%	9,5%	8,5%	8,5%
	Province	8%	6,5%	7%	8%	6,5%	6%
Cadres 41-45 ans	IDF/PACA	10,5%	8,5%	9%	11%	10,5%	10%
	Province	9%	7,5%	8%	8,5%	8%	7%
Cadres 46-50 ans	IDF/PACA	11,5%	10%	11,5%	13%	12%	11,5%
	Province	10%	8,5%	10%	10,5%	9,5%	9%
Cadres > 50 ans	IDF/PACA	13%	12%	13,5%	15,5%	14,5%	13,5%
	Province	11,5%	10,5%	12,5%	13%	11,5%	11,5%
Non cadres ≤ 40 ans	IDF/PACA	9,5%	8%	9%	9,5%	9%	8,5%
	Province	8%	6,5%	7,5%	8%	7%	6,5%
Non cadres 41-45 ans	IDF/PACA	10,5%	9%	9,5%	11%	10,5%	10%
	Province	9%	7,5%	8%	9%	8,5%	7,5%
Non cadres 46-50 ans	IDF/PACA	11,5%	10%	11,5%	12,5%	12%	11,5%
	Province	10%	8,5%	10%	10%	9,5%	9%
Non cadres >50 ans	IDF/PACA	13%	12%	13,5%	15,5%	14,5%	14,5%
	Province	11,5%	10,5%	11,5%	13%	12,5%	12%

## **A3 - Exemple de Fiche Pactol**

Tarification Frais de Santé			
Raison Soc. :	Groupe Pizzorno Environnement	Ville :	Draguignan
Apporteur :	Andouard Luc	Inspecteur :	Bazille Jean-christophe
RPP Remplacé :	2256394350000	Num Etude :	717962
		Code Naf :	741J
		Valideur :	Portier Gabriel
		Date Val. :	1 août 2014
		Date Eff. :	1 mai 2014
DEMOGRAPHIE			
Collège	Effectif	Age Moyen	% Femmes
Cadre	55	42	0%
			% Mariés
			100%
			Nbre Enfants
			55
			Salaire Moyen
			45 058 euros
CHARGEMENTS ET CORRECTIFS APPLIQUES			
Chargements Totaux :	15,00%	Correctif Global :	100%
dont Frais d'acquisition :	5,00%	dont Correctif Commercial :	0%
Frais Gestion Déléguee :	0,00%		
Frais réassureur :	0,00%		
CADRE			
Adhésion :	obligatoire	Bénéficiaires :	Famille Sécurité Sociale
Services Itelis	oui	Régime :	Général
Services Assistance	Type Adaptalia Performance	Garantie Réseau :	Aucune
		Tiers Payant :	oui
POSTES		PRESTATIONS	PLAFOND
Pharmacie		100,00 % du TM	8,54%
Moyens Contraceptifs		1,00 % du PMSS	0,47%
Sevrage Tabagique		100,00 EURO	1,19%
Médicaments Prescrits Non Pris en Charge Par la Sécurité Sociale		3,00 % du PMSS	1,17%
MEDECINE COURANTE			28,23%
Consultations		400,00 % du BR	7,08 %
Consultations de Spécialistes		500,00 % du BR	7,55 %
Visites		400,00 % du BR	0,24 %
Auxiliaires Médicaux		400,00 % du BR	3,34 %
Analyses Biologiques		400,00 % du BR	1,98 %
Acte de Petite Chirurgie		500,00 % du BR	2,12 %
Radiologie		500,00 % du BR	3,81 %
Médecine Douce		2,00 % du PMSS	3 séances par an 2,11 %
PROTHESES			1,70%
Prothèses Auditives		500,00 % du BR	0,19 %
Prothèses Autres		500,00 % du BR	1,51 %
DENTAIRE			29,38%
Soins Dentaires		100,00 % du BR	2,18 %
Prothèses Dentaires Prises en Charge Par la Sécurité Sociale		100,00 % du FRSS	500,00 % du BR 18,26 %
Supplément Dents du Sourire			
Implant (max 3 par an)		500,00 % du FORF	0,58 %
Pilier Bridge Sur Dent Saine (max 3 par an)			
Parodontologie Non Prise en Charge Par la Sécurité Sociale		15,00 % du PMSS	0,31 %
Orthodontie Prise en Charge Par la Sécurité Sociale		100,00 % du FRSS	400,00 % du BR 8,05 %
Orthodontie Non Prise en Charge Par la Sécurité Sociale			
OPTIQUE			10,62%
Forfait V+M+L		10,00 % du PMSS	9,21 %
Limitation à une paire de lunettes tous les 2 ans			
Opération Laser (par oeil) Myopie et Hypermétropie		35,00 % du PMSS	1,41 %
HOSPITALISATION			10,99%
Honoraires		480,00 % du BR	8,13 %
Frais de Séjour			2,86 %
Hospitalisation Médicale		100,00 % du FRSS	400,00 % du BR
Hospitalisation Chirurgicale		100,00 % du FRSS	400,00 % du BR
l'hospitalisation non conventionnée est limitée à 90% des FR-SS			
COMPLEMENTS HOSPITALIERS			4,85%
Forfait Hospitalier		100,00 % du FORF	1,76 %
Chambre Particulière		4,00 % du PMSS	2,76 %
Lit d'Accompagnement		2,90 % du PMSS	0,07 %
Transport		100,00 % du BRMR	0,26 %
FORFAITS			1,59%
Maternité			
Maternité Frais Réels		30,00 % du PMSS	1,46 %
Chambre Particulière Maternité			
Cures Thermales		20,00 % du PMSS	0,13 %
Frais d'Obsèques			
SERVICES			1,27%
Services Itelis			
Services Assistance			1,27%
BUDGET FRAIS DE SANTE ANNUEL ENTREPRISE : 112 344 euros			
COTISATION MENSUELLE FRAIS DE SANTE PAR ASSURE :			

