

Stage d'application
Année 2013-2014

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

Etudiant : Duc Hien VU
Maître de stage : Anne BRIENS
Jury : Olivier LOPEZ

Plan

■ Cadre de l'étude

- Assurance complémentaire en Santé
- Contrat collectif
- Catégorie dentaire
- Bases de données

■ Distributions de sinistres dentaires

- Approche coût moyen par acte-nombre d'actes remboursés
- Analyse par démographie
- Corrélation nombre d'actes-coût moyen
- Aléa moral et le correctif
- Synthèse

■ Modélisation

- Modèle
- Simulation et traitement des valeurs extrêmes
- Backtest
- Passage de démographie assurées → consommateurs dentaires

■ Limites du travail

■ Autres perspectives

Cadre de l'étude

Assurance complémentaire en Santé
Contrat collectif
Catégorie dentaire
Bases de données

Contrat collectif d'assurance complémentaire

- **Assurance obligatoire: la Sécurité Sociale**
- **Assurance facultative: la protection sociale complémentaire**
- **Organismes complémentaires:**
 - Mutuelles
 - Compagnies d'assurances
 - Institutions de prévoyance
- **2 types de contrats de complémentaire Santé:**
 - Contrat individuel
 - Contrat collectif: souscrit par une entreprise, bénéficiaires = salariés + ayants droit (conjoint, enfants, ascendants, ...)

Cadre de l'étude

Assurance complémentaire en Santé
Contrat collectif
Catégorie dentaire
Bases de données

Catégorie Dentaire

- **Dentaire: 1 des 10 grandes catégories en Assurance Santé (classification AXA)**
- **Remboursement par Organismes complémentaires (39,2%)**
> par Remboursement par Sécurité Sociale (34,5%)
- **6 (+3) postes**
 - Prothèse dentaires → Inlay-core
 - Implants dentaires
 - Orthodontie → Orthodontie non SS et Orthodontie SS
 - Parodontologie
 - Piliers de bridge
 - Soins dentaires → Inlay/Onlay

Chaque poste contient plusieurs différentes actes

Garanties dentaires

■ Garantie (par poste):

- Montant maximum remboursé (après remboursement par la Sécurité Sociale)
- Par l'assureur
- À un consommant
- Pour un acte de ce poste

■ Dentaire:

- Garanties indemnitaires
- Exprimées en % d'une base de calcul (BR, PMSS, BA)
 - BR: Base de remboursement
 - PMSS: Plafond mensuel de la Sécurité Sociale (en 2014, PMSS= 3129 €)
 - BA: Base AXA

Implants dentaires: $100\%BA = 10,5\% PMSS$

Orthodontie non SS $100\%BA = 7\% PMSS$

Cadre de l'étude

Assurance complémentaire en Santé
Contrat collectif
Catégorie dentaire
Bases de données

Cadre de l'étude

- **Tables des assurés**
- **Tables des sinistres**
- **Entrepôt des données des assurances collectives**

- **Année de survenance: 2012**
- **Grande catégorie: Dentaire**
- **727761 sinistres**
- **ID bénéficiaire = IDAXA + NMADH + NMBEN**
- **→ Base de bénéficiaires dentaires**
- **221279 consommateurs (27,11% des bénéficiaires)**

Distributions de sinistres dentaires

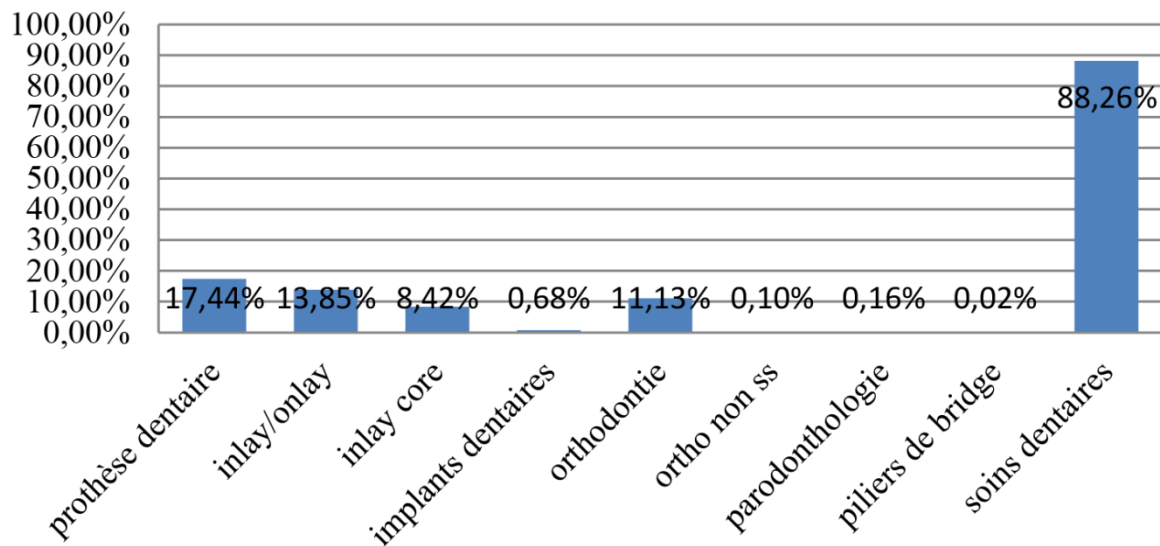
Approche coût moyen-nombre d'actes
Analyse par démographie
Corrélation nombre d'actes-coût moyen
Aléa moral et le correctif
Synthèse

Coût moyen - Nombre d'actes

■ Pour l'individu i et le poste j :

$$\text{Cout moyen}_i^j = \frac{\sum_{\text{tous sinistres}_i^j} (\text{Montant de frais réel}_i^j - \text{Remboursement SS}_i^j)}{\sum_{\text{tous sinistres}_i^j} \text{nombre d'actes consommés}_i^j}$$

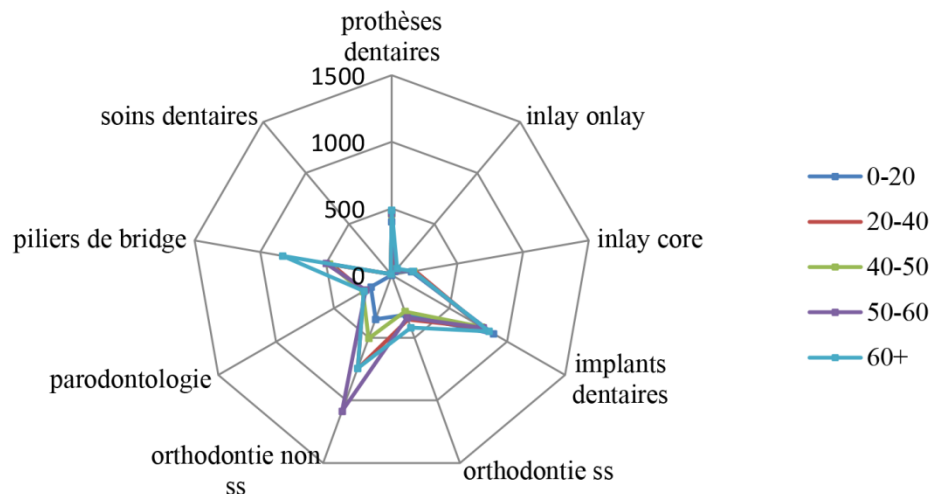
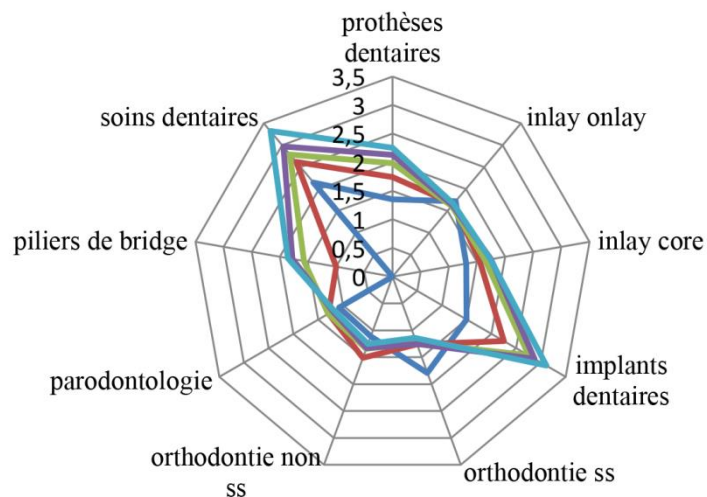
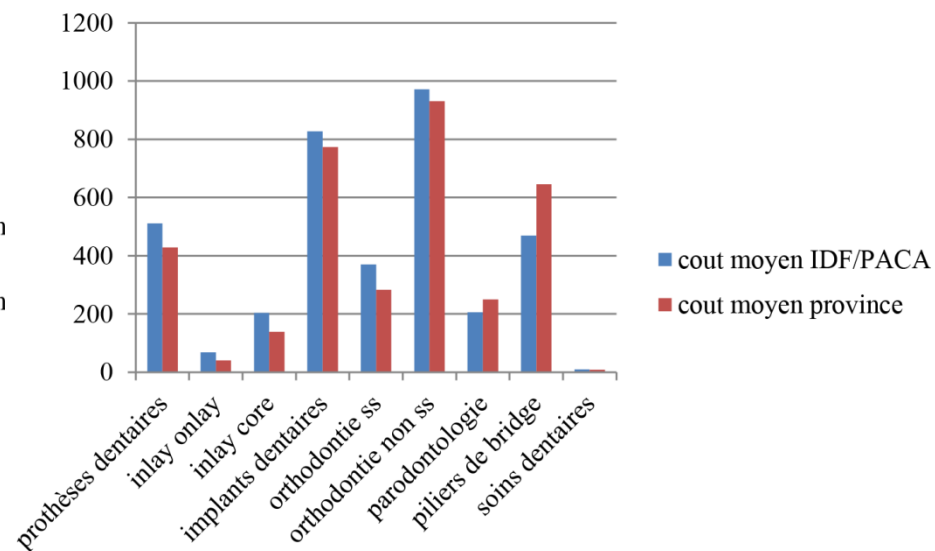
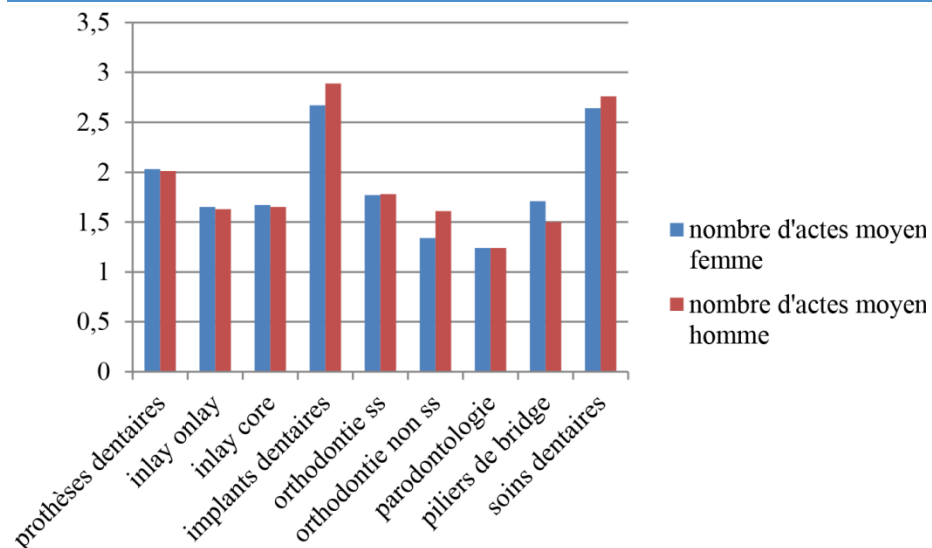
Parts des consommateurs en dentaire



Distributions de sinistres dentaires

Approche coût moyen-nombre d'actes
Analyse par démographie
Corrélation nombre d'actes-coût moyen
Aléa moral et le correctif
Synthèse

Facteurs: Sexe, Région, Age



Synthèse de consommation dentaire

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	classe	nom de feuille	age	sexe	région	prothèse dentaire	inlay/ onlay	inlay core	plants dentaires	orthodontie	ortho non ss	prothèses dentaires	lièges de bridge	points dentaire
2	1	dentaire_020_m_idf	0-20	h	idf	0,4526%	2,8757%	0,1686%	0,0089%	38,6527%	0,0710%	0,0266%	0,0000%	76,4889%
3	2	dentaire_020_m_pro	0-20	h	pro	0,4973%	2,3453%	0,2394%	0,0061%	42,1722%	0,0307%	0,0184%	0,0000%	72,4398%
4	3	dentaire_020_f_idf	0-20	f	idf	0,3676%	2,7391%	0,1488%	0,0000%	43,6510%	0,0350%	0,0175%	0,0000%	73,6239%
5	4	dentaire_020_f_pro	0-20	f	pro	0,4524%	2,5093%	0,2232%	0,0121%	45,9706%	0,0664%	0,0241%	0,0000%	70,4729%
6	5	dentaire_2040_m_idf	20-40	h	idf	17,2900%	19,5371%	11,2527%	0,5366%	0,8050%	0,1425%	0,0839%	0,0335%	94,2730%
7	6	dentaire_2040_m_pro	20-40	h	pro	15,8108%	18,5846%	9,0114%	0,2703%	1,0811%	0,1849%	0,1565%	0,0000%	94,9573%
8	7	dentaire_2040_f_idf	20-40	f	idf	14,7636%	15,6120%	8,9638%	0,5563%	0,7441%	0,3408%	0,1460%	0,0070%	94,4576%
9	8	dentaire_2040_f_pro	20-40	f	pro	13,9293%	14,3122%	7,4074%	0,3530%	0,7838%	0,3111%	0,1616%	0,0000%	95,5843%
10	9	dentaire_4050_m_idf	40-50	h	idf	24,2119%	20,7093%	14,2732%	1,0398%	0,3065%	0,0438%	0,1970%	0,0547%	93,2574%
11	10	dentaire_4050_m_pro	40-50	h	pro	23,8862%	20,4320%	12,5301%	0,8052%	0,2709%	0,0376%	0,2258%	0,0151%	94,4386%
12	11	dentaire_4050_f_idf	40-50	f	idf	22,4366%	18,4684%	12,6206%	1,0840%	0,5470%	0,1392%	0,2188%	0,0298%	92,9886%
13	12	dentaire_4050_f_pro	40-50	f	pro	22,0819%	16,5845%	10,9621%	0,7299%	0,4537%	0,0395%	0,2959%	0,0263%	94,4105%
14	13	dentaire_5060_m_idf	50-60	h	idf	30,8464%	20,2448%	14,5237%	1,7841%	0,2654%	0,0000%	0,1622%	0,0442%	91,7134%
15	14	dentaire_5060_m_pro	50-60	h	pro	28,8200%	19,0390%	12,6206%	1,3252%	0,1532%	0,0000%	0,3245%	0,0000%	92,4817%
16	15	dentaire_5060_f_idf	50-60	f	idf	26,6657%	17,5579%	12,7681%	1,6872%	0,1287%	0,0715%	0,1859%	0,0286%	92,3649%
17	16	dentaire_5060_f_pro	50-60	f	pro	26,8491%	16,7696%	11,7034%	1,2798%	0,1500%	0,0088%	0,3177%	0,0353%	93,0362%
18	17	dentaire_+60_m_idf	60-110	h	idf	36,1571%	17,7127%	12,9765%	1,1937%	0,0385%	0,0000%	0,0578%	0,0000%	91,3169%
19	18	dentaire_+60_m_pro	60-110	h	pro	35,6156%	16,6471%	11,5486%	1,4987%	0,0000%	0,0147%	0,3967%	0,0588%	89,1860%
20	19	dentaire_+60_f_idf	60-110	f	idf	32,7973%	15,6244%	12,3089%	1,2507%	0,0199%	0,0596%	0,0199%	0,0199%	91,7411%
21	20	dentaire_+60_f_pro	60-110	f	pro	32,5334%	15,4077%	10,3491%	0,9408%	0,0545%	0,0000%	0,3545%	0,0273%	90,1963%

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

Distributions de sinistres dentaires

Approche coût moyen-nombre d'actes
Analyse par démographie
Corrélation nombre d'actes-coût moyen
Aléa moral et le correctif
Synthèse

Etude de corrélation

- **Corrélation entre le nombre d'actes remboursés et le coût moyen pour certains postes dentaires**
- **Modélisation de corrélation: difficile, coûteux en temps de simulation**
- **→ Simulation indépendante les nombres d'actes et les coûts moyens selon leurs distributions marginales**
- **+ Contraintes (Analyse base de données de départ)**
 - **Tenir compte d'une partie de corrélation négative**
 - **Eviter les valeurs trop extrêmes**
 - **Ne pas trop surévaluer le coût total**

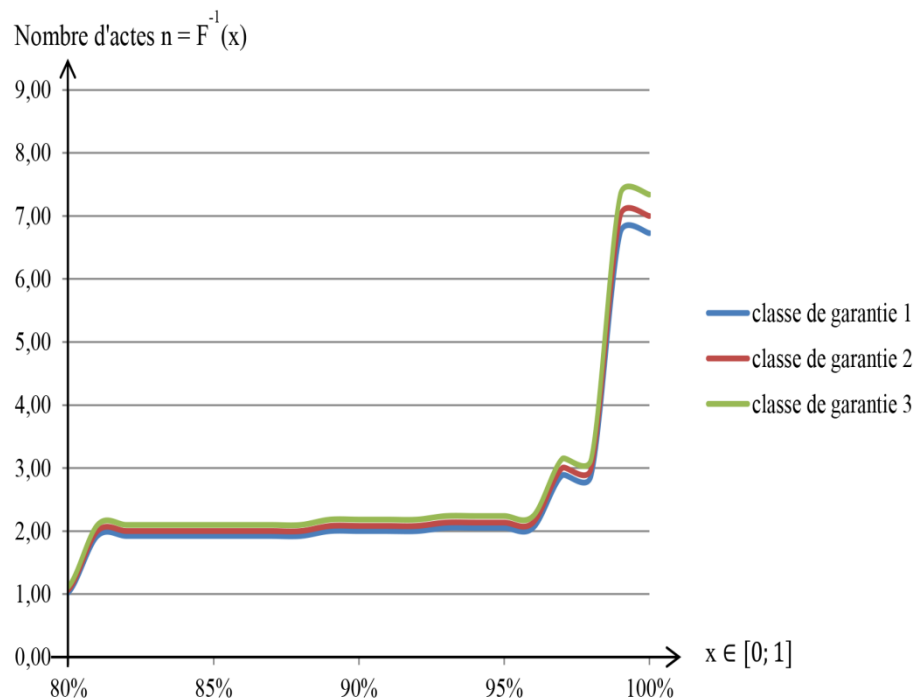
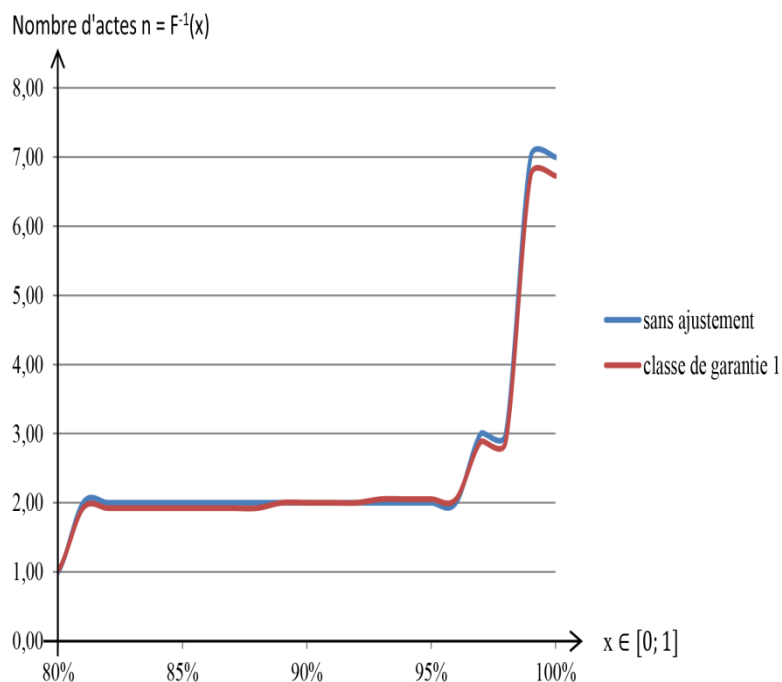
Distributions de sinistres dentaires

Approche coût moyen-nombre d'actes
Analyse par démographie
Corrélation nombre d'actes-coût moyen
Aléa moral et le correctif
Synthèse

Aléa moral - Correctif

- **Aléa moral: assuré change de comportement après signature du contrat**
 - **Ex: un bénéficiaire très bien couvert en dentaire aurait tendance à consulter plus régulièrement son dentiste**
 - **Fréquence d'un acte augmente avec le niveau de garantie**
 - **Actes particulièrement affectés: prothèses dentaires**
 - **Bases de données: mélange de contrats de natures différentes**
 - **Modélisation: même contrat, 1 niveau de garantie/poste**
 - **Correctif sur nombre d'actes prothèses dentaires selon classe de garantie**
- [0; 225%BR],]225%BR; 400%BR];]400%BR; 700%BR]**

Aléa moral - Correctif



- **FDR inverse du nombre d'actes prothèses dentaires pour les consommateurs hommes, 0-20 ans, IDF/PACA**

Distributions de sinistres dentaires

Approche coût moyen-nombre d'actes
Analyse par démographie
Corrélation nombre d'actes-coût moyen
Aléa moral et le correctif
Synthèse

Synthèse

- **20 segments de consommateurs**
 - 5 tranches d'âges
 - 2 sexes
 - 2 régions
- **9 postes dentaires**
- **2 variables: Coût moyen par acte et Nombre d'actes**
- **→ 360 distributions (calcul des centiles)**

Modélisation

Modèle

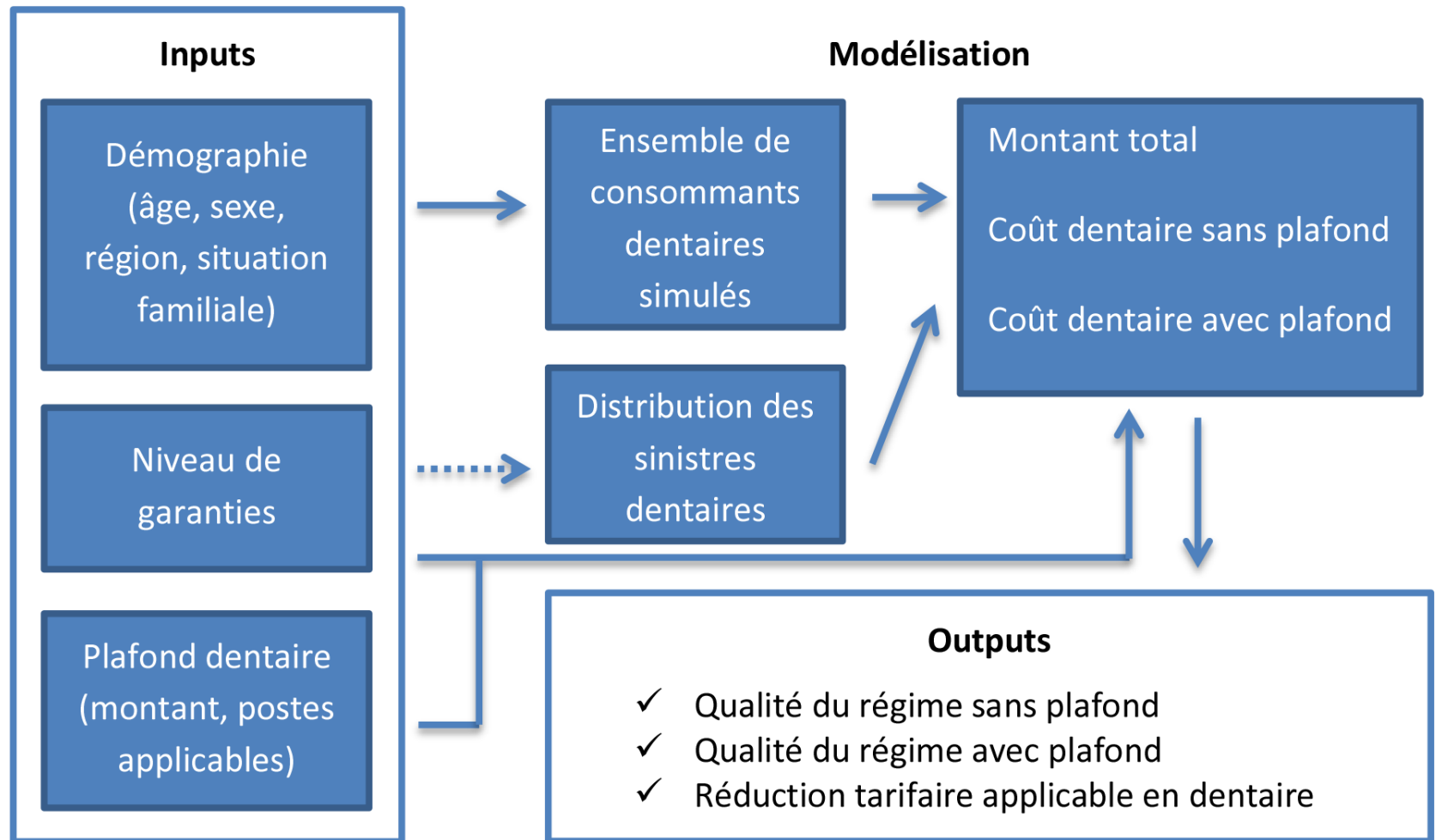
Simulation et traitement des valeurs extrêmes

Backtest

Démographie assurées

→ consommateurs dentaires

Schéma de modélisation



Modèle

- Simulation de 10000 consommateurs dentaires
- Proportion des segments de consommateurs
- Algorithme

```
For Consommant i = 1... 10000 (∈ segment s)
  For poste j = 1... 9
     $B_j^i \sim \text{Bernoulli}(p_j^s)$ ,
    Si  $B_j^i = 1$  alors i consomme en poste j
      → tirage uniforme des centiles pour Nombre d'actes $_j^i$  et coût moyen $_j^i$ 
    Si  $B_j^i = 0$  alors i ne consomme pas en poste j
      → Nombre d'actes $_j^i = \text{Coût moyen}_j^i = 0$ 
  End For
  Coût dentaire sans garantie $^i$ 
  Coût dentaire avec garantie $^i$ 
  Montant économisé en appliquant le plafond $^i$ 
End For
Qualité du régime sans plafond
Qualité du régime avec plafond
Réduction applicable sur Prime Pure du poste Dentaire
```


Modélisation

Modèle

Simulation et traitement des valeurs
extrêmes

Backtest

Démographie assurées

→ consommateurs dentaires

Simulation par méthode des fractiles

- **Théorie:** $X \sim \text{Unif}[0,1]$, $Y \sim F_Y^{-1}(X)$
- **Ici:** Calcul de centiles pour Distr. Y
- **+ Tirage uniforme**

Exemple distribution

	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 : d'actes (clas	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	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	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

Traitement des valeurs extrêmes

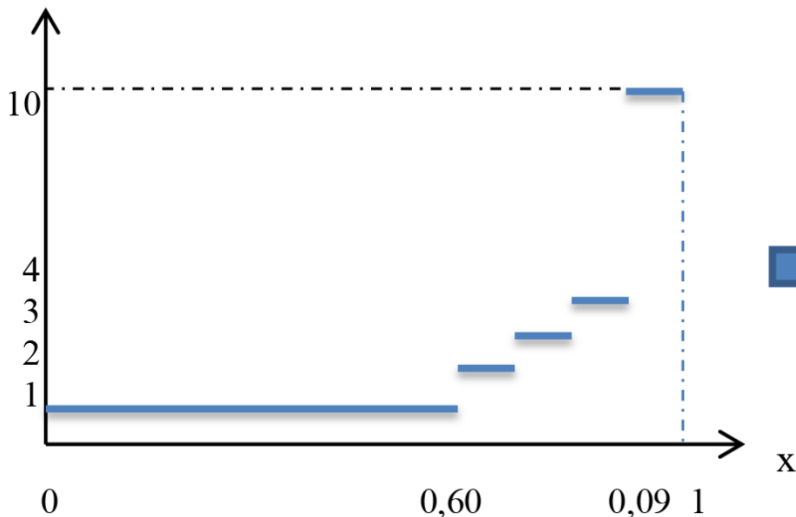
■ Algorithme 1: Méthode des fractiles

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

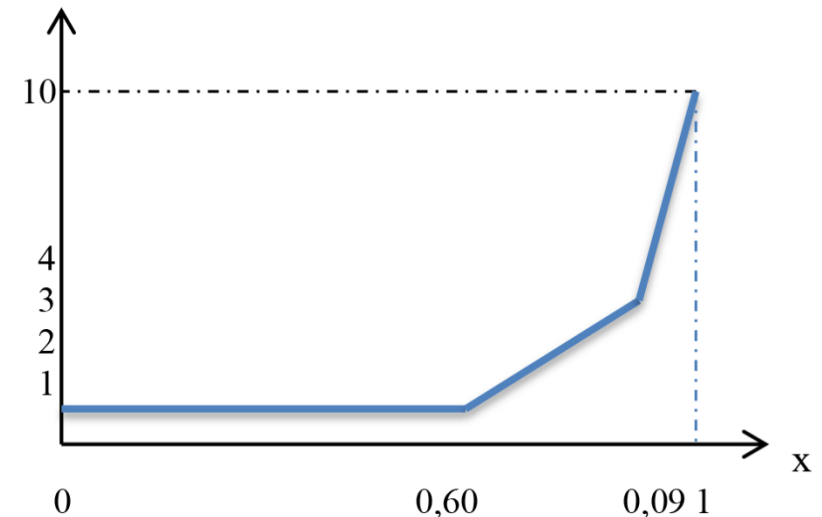
■ Algorithme 2: Méthode des fractiles affinée

- $X \sim \text{Uniforme}(\{0,01; 0,02; \dots; 0,09; 1\})$
- Si $X = 0,01$ alors $Y \sim \text{Quantile}(X)$
- Sinon, $Y \sim \text{Uniforme}([\text{Quantile}(X), \text{Quantile}(X-0,01)])$

Nombre d'actes remboursés $y = F^{-1}(x)$



Nombre d'actes remboursés $y = F^{-1}(x)$



Monte Carlo

- **Simulation d'un grand nombre de fois l'échantillon de 10000 consommateurs**
- **Moyenne des résultats de simulation**
- **Compromis:**
 - Stabilité du résultat
 - Temps de simulation

Modélisation

Modèle

Simulation et traitement des valeurs
extrêmes

Backtest

Démographie assurées

→ consommateurs dentaires

Modélisation

Modèle

Simulation et traitement des valeurs
extrêmes

Backtest

Démographie assurées

→ consommateurs dentaires

Limites du travail & autres idées

Limites du travail

- Données parfois mal enregistrées ou non fournies
- Pas assez de données sur les caractéristiques individuelles
- Beaucoup d'hypothèses pour la simulation
- Corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen
- Méthode des fractiles + Distribution uniforme
- Compromis: temps d'exécution – précision des résultats
- Impacts du plafond sur comportement des bénéficiaires

Autres idées

- Lois de distribution des nombres d'actes et coûts moyens ?
- Théorie des valeurs extrêmes
- Copules pour tenir compte de la corrélation entre le nombre d'actes et le coût moyen

Merci de votre attention