

# Prédiction des consommations médicales et des indemnités journalières en France pour 2022-2025

Cas d'application à partir des données de la DAMIR et d'AMELI

Enzo Alifano  
Eve Elisabeth Titon  
Vincent Soulas



## Contexte

La crise sanitaire de la COVID-19 a fortement perturbé les consommations médicales des Français. Pour autant, il est attendu qu'un retour à la normale des consommations soit observé, à l'exception de nouvelles habitudes pris par les assurés (par exemple : téléconsultation, télésurveillance, etc.).

Dans ce contexte, il est particulièrement difficile de réaliser des prédictions justes et réalistes, puisque l'évolution des consommations médicales a été fortement altérée par la COVID-19, mettant au second plan les évolutions structurelles (vieillesse de la population, avancées technologiques, évolution de l'indice des prix à la consommation, etc.). Les réformes engagées sur le secteur de la santé sont également de nature à créer des biais dans les projections. C'est par exemple le cas de la réforme « 100% Santé »<sup>1</sup> dont le déploiement a été finalisé début 2021 et qui a modifié et modifiera sans doute encore pendant quelques années les comportements médicaux des Français. En effet, il a pu y avoir dans le passé des effets d'aubaine au début de la réforme ou, à l'inverse, un déploiement plus long que prévu, ce qui apporte de l'incertitude aux prévisions et complexifie les travaux de projection. Les travaux présentés dans ce document se fondent sur des données historiques et ne prennent pas en compte le contexte inflationniste actuel très fortement perturbé.

Cette étude a pour objectif de présenter une méthodologie de prédiction des consommations médicales en France entre 2022 et 2025 prenant en compte les perturbations ayant eu lieu à partir de 2019.

## Résumé

Les travaux présentés consistent à projeter la sinistralité des consommations médicales et des indemnités journalières en France pour les trois années à venir.

Nous utilisons pour cela les données issues des bases DAMIR et AMELI, accessibles en open data. La base DAMIR fournit les consommations médicales mensuelles pour chaque acte médical et par profil d'assuré. Les indemnités journalières sont, quant à elles, disponibles sur les bases de données AMELI ;

<sup>1</sup> Le «100% Santé» est une réforme offrant des paniers de soins avec un reste à charge nul en auditif, dentaire et optique. <https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/100pourcent-sante/>

<sup>2</sup> Impacts sur les dépenses de santé de la COVID-19 en France ([milliman.com](http://milliman.com))

toutefois, ces dernières ne fournissent malheureusement pas d'informations sur les profils consommateurs.

Une fois les données mises en forme de manière à obtenir des séries temporelles de consommations par poste de soins et profil, ou des séries temporelles d'indemnités journalières, des modèles de type SARIMA sont évalués par backtesting sur la dernière année disponible, puis sont utilisés pour projeter la sinistralité.

L'année 2020 nécessite une attention particulière : lors du premier confinement, les consommations médicales apparaissent atypiques : par exemple la consommation a baissé de 20% au premier semestre 2020 en dentaire<sup>2</sup> et des rattrapages de soins ont eu lieu au second semestre. Par conséquent, des modèles entraînés sur ces données reproduisent le caractère atypique des années suivantes. C'est pourquoi il est nécessaire de procéder à des retraitements en cas de données non représentatives qui pourront être détectées en définissant des critères appropriés. Ainsi, plusieurs critères et méthodes de retraitement sont étudiés dans ces travaux et évalués par backtesting puis utilisés pour projeter la sinistralité, de la même manière que les modèles de séries temporelles.

Enfin, les évolutions de consommation sont résumées à la fin de ce document et une attention est portée aux prothèses auditives, aux téléconsultations et aux indemnités journalières, pour lesquelles les méthodes retenues et les résultats des projections seront développés plus en détail.

## Méthodologie

### DONNEES

Cette étude s'appuie sur les bases de données publiques et open data DAMIR et AMELI :

- **Bases DAMIR**<sup>3</sup> : Il s'agit de fichiers mensuels qui contiennent l'ensemble des remboursements de l'assurance maladie tous régimes confondus, à l'exception des données d'hospitalisation publique. Les

<sup>3</sup> <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/open-damir-base-complete-sur-les-depenses-dassurance-maladie-inter-regimes/>

données sont agrégées pour des raisons d'anonymisation.

- **Rapports AMELI<sup>4</sup>** : Ils correspondent à des rapports synthétiques mensuels concernant les remboursements de la sécurité sociale par type de soins.

Les séries temporelles sont construites en agréant toutes les entrées relatives à un profil et à un acte médical d'un même mois. Les actes médicaux sont ensuite regroupés par poste de soins plus macroscopique. La base est alors agrégée une nouvelle fois pour obtenir des consommations mensuelles par profil et poste de soins. Nous disposons donc en pratique de séries temporelles à pas mensuel des consommations par poste de soins et par profil d'assuré.

Les données relatives aux indemnités journalières sont, quant à elles, disponibles sur les bases AMELI, également en open data. Un traitement similaire est réalisé et nous disposons de deux séries temporelles : une pour les indemnités de moins de 3 mois et une pour les indemnités de plus de 3 mois.

## NEUTRALISATION DE L'EFFET COVID

Comme évoqué précédemment, les séries temporelles dont nous disposons sont perturbées par l'impact de la COVID-19 et du « 100% Santé » sur les consommations médicales des Français. Deux questions se posent alors : quel est l'historique à retraiter ? Et quels retraitements faut-il lui appliquer ?

Concernant l'historique à retraiter, une première approche (ici appelée « retraitement 2020 ») consiste à fixer manuellement une période que nous considérons impactée par la COVID-19 et à retraiter les données de chaque série temporelle sur cette période. Le début choisi pour cette période est janvier 2020 : il s'agit de la période à laquelle la COVID-19 commençait à s'implanter en France et où survenaient les premières tensions hospitalières. La date de fin est plus difficile à définir : il ne faut pas la choisir trop tardive au risque de perdre les tendances – probablement réelles – d'augmentation des consommations qui peuvent être observées en 2021 et au risque de ne pas capturer d'effet « 100% Santé », qui est voué à perdurer et qu'il est nécessaire de conserver. La fin du déploiement du « 100% Santé » se situant début 2021 et une nette hausse, qui sera maintenue, des consommations étant observées à cette période, il nous a semblé judicieux d'arrêter le retraitement en janvier 2021.

Une autre approche consiste à détecter automatiquement les mois où la consommation apparaît atypique. Une méthode inspirée des analyses de mortalité [Shkolnikov et al., 2022]<sup>5</sup> suggère de calculer des « baselines » de consommation. Bien qu'il s'agisse d'une analyse portant sur la mortalité, les

méthodes proposées permettent l'estimation de consommations « en l'absence de COVID » qui pourront s'appliquer aux consommations médicales.

Les auteurs proposent un calcul d'une mortalité « de base »  $B_{N, M}$  pour le mois M et l'année N par la formule suivante :

$$B_{N, M} = \alpha_M + \beta * N$$

où, en notant  $C_{N, M}$  la consommation médicale au mois M de l'année N,  $\beta$  est un estimateur de la pente de la régression linéaire  $C_{N, M} = C_0 + \beta * N$ , faite sur les n années précédant l'année dont on cherche à calculer la baseline. Par ailleurs,  $\alpha_M$  est défini par :

$$\alpha_M = \min_2\{ C_{N, M} - \beta * N\}$$

où  $\min_2$  indique le deuxième minimum, pris sur les mêmes n années. Nous avons retenu  $n = 6$ , comme suggéré par les auteurs, pour conserver une stabilité satisfaisante.

Dans des analyses de mortalité, seules les baselines « basses » sont calculées puisqu'il s'agit des situations considérées comme normales et souhaitables. Dans notre contexte, rien n'indique qu'une consommation normale est haute ou basse, ce qui nous a donc conduit à adapter la méthode pour calculer des baselines « hautes ».

Cette approche consiste alors à retraiter les mois pendant lesquels la consommation ne se situe pas entre la baseline basse et la baseline haute, puisqu'elle est considérée comme atypique.

Deux méthodes d'attribution de valeur pour les mois à retraiter sont envisagées. La première, que nous appellerons « moyenne », consiste à remplacer la valeur par la moyenne des valeurs pour le mois en question lors des N années précédentes, avec N à fixer. Le problème de cette méthode est qu'elle sous-estime généralement les consommations médicales, car elles ont une tendance à la hausse depuis plusieurs années et une moyenne d'années précédentes est donc inférieure à la consommation attendue. La seconde, que nous appellerons « résidu » permettant de contourner cet inconvénient, est d'utiliser une décomposition en composantes de tendance, saisonnière et résiduelle sur un nombre d'années n, puis d'enlever la composante résiduelle, qui représente la variation non expliquée.

Pour chacune des deux méthodes, plusieurs nombres d'années n ont été testées. Leur concordance est ensuite évaluée.

## MODELES DE PROJECTION

Des modèles de type ARMA, ARIMA, SARMA et SARIMA ont été envisagés. Ces modèles permettent de prédire des valeurs futures d'une variable à partir d'historiques de données de cette

<sup>4</sup> Bases de données (Open Data) | L'Assurance Maladie (ameli.fr)

<sup>5</sup> What should be the baseline when calculating excess mortality? New approaches suggest that we have underestimated the impact of the COVID-19 pandemic and previous winter peaks - ScienceDirect

variable. Ils sont tous backtestés en entraînant les modèles jusqu'aux 12 derniers mois disponibles puis en évaluant leur performance lors de la prédiction des 12 derniers mois. Les paramètres des modèles sont déterminés automatiquement, une analyse au cas par cas de chaque paramètre n'étant pas possible pour chaque série temporelle au vu du nombre de séries qu'il y aurait à traiter.

## Résultats

### CONCORDANCE DES METHODES DE RETRAITEMENT

Nous analysons tout d'abord la concordance, pour une méthode de retraitement donnée, entre les résultats de différents paramètres de retraitement. Cette concordance est à comparer à la concordance entre la série retraitée et la série non retraitée. En pratique, nous calculons l'écart moyen entre les séries retraitées avec différents paramètres et entre les séries retraitées et non retraitées. Les résultats sont résumés dans les tableaux ci-dessous : à titre d'exemple, la valeur de 0,041% ci-dessous représente l'écart moyen – sur les mois retraités – entre un retraitement avec un historique de 2 ans et un retraitement avec un historique de 3 ans.

Historique de retraitement par la moyenne	2 ans	3 ans	5 ans
2 ans	0%		
3 ans	0,041%	0%	
5 ans	0,092%	0,066%	0%

*Tableau 1 : Écart entre les retraitements selon la profondeur historique de retraitement par la moyenne*

Historique de retraitement par le résidu	2 ans	3 ans	5 ans
2 ans	0%		
3 ans	0,051%	0%	
5 ans	0,036%	0,035%	0%

*Tableau 2 : Écart entre les retraitements selon la profondeur historique de retraitement par résidu*

Il est observé que, pour les deux méthodes de retraitement, l'écart entre les séries retraitées avec deux paramètres différents est faible devant l'écart entre une série retraitée et une série non retraitée (présenté dans le tableau suivant). Le même travail est réalisé pour comparer les deux méthodes de retraitement, avec des paramètres de 3 ans pour le

retraitement par la moyenne et 5 ans pour le retraitement par décomposition de série temporelle et est résumé ci-dessous :

Écart traitement moyenne vs non traité	Écart traitement résidu vs non traité	Écart traitement résidu vs traitement moyenne
0,36%	0,43%	0,12%

*Tableau 3 : Concordance entre les méthodes de retraitement*

Il est observé que l'écart entre deux séries retraitées par les deux méthodes déployées est faible devant l'écart entre une série retraitée et une série non traitée.

Bien que nous n'ayons pas de critère pour juger de la qualité du retraitement, puisque nous ne disposons pas de données telles qu'elles auraient été sans perturbations liées à la COVID-19, ces deux observations nous confortent en ce qu'elles indiquent que tous les retraitements vont globalement dans le même sens.

### BACKTESTING

La fiabilité d'un couple (modèle, méthode de retraitement) est évaluée par un backtesting sur les consommations des 12 derniers mois disponibles. Elle est quantifiée par l'écart (en valeur absolue) moyen entre la projection sur ces 12 mois et les consommations réelles. Les valeurs présentées sont moyennées sur toutes les séries temporelles. Elles n'excluent pas qu'un couple qui a un score moyen inférieur soit le plus approprié pour une série temporelle précise. Le tableau suivant résume les erreurs moyennes obtenues lors du backtesting.

Erreur obtenue lors du backtesting	ARMA	ARIMA	SARMA	SARIMA
Non traité	5,0%	5,0%	4,9%	4,8%
Traitement moyenne sur 2020	4,8%	4,8%	3,9%	4,0%
Traitement moyenne avec baselines	4,9%	4,8%	4,0%	3,9%
Traitement résidu 2020	4,9%	4,7%	3,7%	3,6%
Traitement résidu avec baselines	4,6%	4,7%	3,7%	3,5%

*Tableau 4 : Résultats du backtesting*

Sans retraitement, les prédictions sont nettement moins bonnes, surtout pour les modèles saisonniers : ils reproduisent en effet des confinements les années suivantes.

Les modèles saisonniers, en particulier SARIMA, sont nettement meilleurs. En effet, les consommations montrent un caractère saisonnier avec une baisse marquée en août, qu'un modèle non saisonnier ne peut pas capter.

Ces remarques générales peuvent ne pas s'appliquer à une série temporelle précise à cause de consommations anormales

constatées en 2021 par exemple. Quelques séries temporelles de ce type sont données en exemple dans la section suivante.

## EVOLUTIONS PREVUES

Chaque couple (méthode de retraitement, modèle) est ensuite utilisé pour projeter les séries temporelles de consommations. Globalement, les consommations sont prévues à la hausse dans la plupart des postes de soins, et ce avec tous les modèles de retraitement et de projection. Les augmentations prévues pour fin 2022 (i.e. de septembre à décembre), par rapport à fin 2021, sont présentées dans le tableau suivant pour deux tranches d'âge (moins de 50 ans / plus de 50 ans). Ce split a été déterminé suite à une étude et semble cohérent avec les habitudes de consommation observées sur le marché.

Poste de soins	Moins de 50 ans	Plus de 50 ans
Médecine Courante	+3,5%	+1,0%
Pharmacie	+15,1%	+5,8%
Hospitalisation privée	-3,4%	+1,2%
Dentaire	-4,0%	+2,1%
Appareillage médical	+1,8%	+3,4%
Optique	+0,2%	+1,3%
Transport	+3,9%	+9,7%
Auditif	+10,4%	+9,8%

*Tableau 5 : Augmentations prévues par poste de soins et catégorie d'âge.*

L'augmentation prédite est importante en auditif et en pharmacie, deux postes dont la consommation était à la hausse en 2021. Cette hausse est attendue en auditif avec le déploiement du « 100% Santé » et était observée dès 2021. L'augmentation faible en optique, aussi soumise au « 100% Santé » s'explique par un déploiement plus difficile, avec une hausse faible en 2021 et des produits qui semblent ne pas séduire totalement les patients.

## Quelques séries ayant nécessité un traitement différent

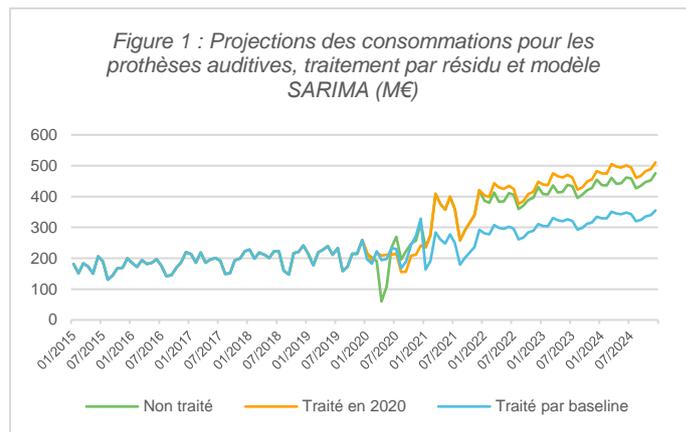
### CONSOMMATION DE PROTHESES AUDITIVES

Les prothèses auditives sont un cas intéressant car la réforme « 100% Santé » a provoqué une importante augmentation des consommations. Il est d'autant plus important de ne pas retraiter un historique trop tardif, afin de ne pas perdre l'effet « 100% Santé ».

Un backtesting usuel n'a pas vraiment de sens dans ce contexte, puisque les consommations changent brutalement en

2021 et le modèle ne peut pas le percevoir avec uniquement les données jusqu'à 2020. C'est pourquoi le backtesting est uniquement réalisé sur les six derniers mois de 2021, en incluant les six premiers mois de 2021 comme données d'entraînement.

Les résultats sont présentés dans la figure suivante et montrent la spécificité de cette série temporelle et pourquoi un processus de retraitement automatisé n'est pas suffisant dans ce cas. En effet, l'analyse humaine est nécessaire pour prendre en compte correctement les effets du « 100% Santé », alors qu'un modèle de retraitement et prédiction automatisé ne peut pas l'intégrer à ses calculs.



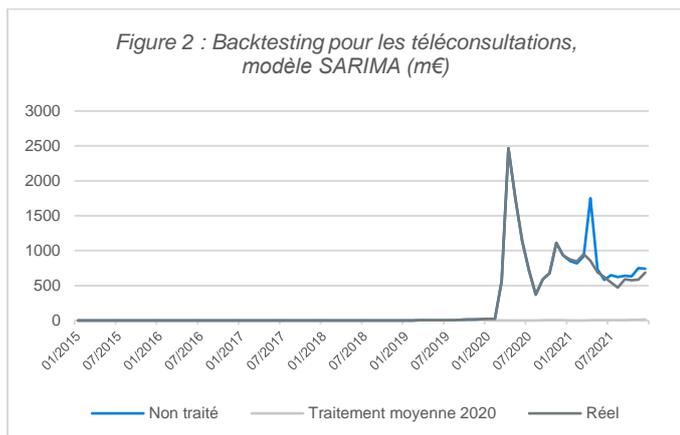
Le traitement par baseline a retraité l'année 2021, à cause de la forte augmentation des consommations liée au « 100% Santé », qu'il a estimée « anormale ». Cela ne semble pas approprié dans ce cas et une série où seules les données 2020 sont traitées semble plus correcte. C'est en effet le retraitement 2020 qui est le meilleur lors du backtesting.

Le modèle prévoit un maintien des consommations hautes en prothèses auditives, sans effet d'aubaine en 2021. Cela semble intuitif étant donné que les consommations ne baissent pas au cours de l'année 2021, ce qui indiquerait qu'il y a eu un effet d'attente de la réforme en début d'année.

### TELECONSULTATIONS

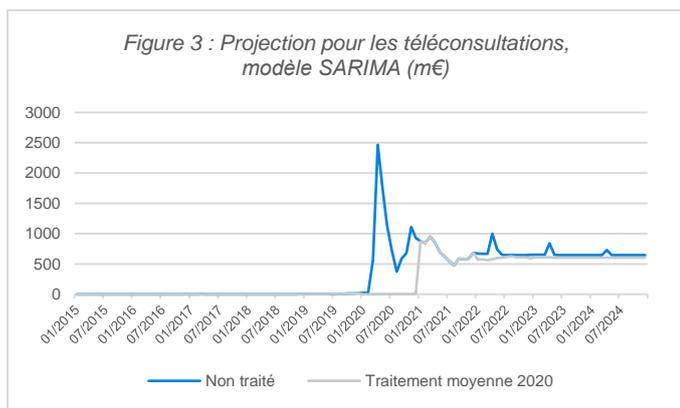
Les téléconsultations ont vu leur consommation très fortement augmenter lors du premier confinement de mars à mai de 2020. Ce comportement de consommation semble s'être ensuite installé, et le niveau de consommation se maintient à plus de dix fois celui de 2019 pendant l'année 2021.

Il s'agit d'un cas où on pourrait imaginer que le retraitement ne soit pas souhaitable : avec le retraitement de toute l'année 2020, le modèle ne peut pas, au vu des résultats du backtesting, capter d'augmentation des consommations. À l'inverse, sans retraitement, un important pic est présent en mars 2020, puis répété en mars 2021 par un modèle saisonnier, mais l'augmentation des consommations est visible et la projection est plus fiable sur 2021.



Mis à part le pic qui est reproduit (cf. Figure 2), le backtesting est bien meilleur pour la série non retraitée, pour les raisons discutées précédemment.

Pour autant, le backtesting est peut-être moins pertinent dans ce cas, puisque dans le cas d'usage, les données 2021 seront disponibles pour l'entraînement. Un backtesting sur les six derniers mois comme effectué pour les prothèses auditives n'est pas pertinent puisqu'il ne prend pas en compte le problème de reproduction du pic, et donnera donc l'impression que la série retraitée est meilleure.

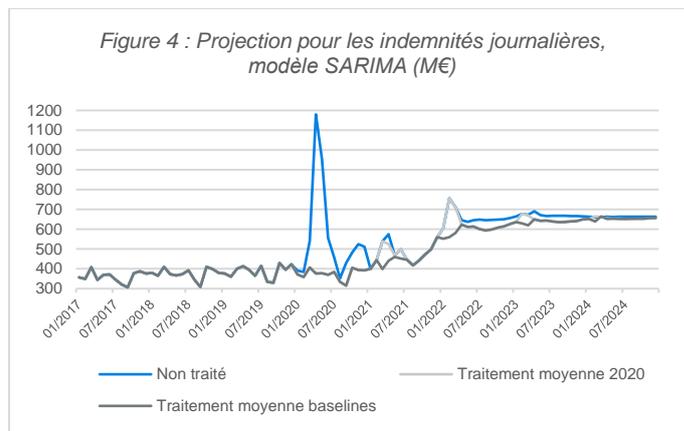


Avec les données 2021, un modèle entraîné sur une série retraitée en 2020 parvient à capter l'augmentation de consommations (cf. Figure 3), bien qu'il soit légèrement en dessous (il prédit une valeur 2,5% inférieure) du modèle non traité sur la période de début 2022. Il permet cependant de ne pas avoir de pics reproduits les années suivantes, ce qui nous semble plus pertinent.

### INDEMNITES JOURNALIERES

Dans le cas des indemnités journalières de moins de 3 mois, d'importants pics sont présents aux moments des vagues de COVID-19, en particulier lors du premier confinement et lors de la vague Omicron de fin 2021 à début 2022. La particularité de cette série temporelle est de présenter une anomalie que nous souhaitons éliminer dans les derniers points de données (N.B. :

les données AMELI sont disponibles jusqu'à avril 2022). Le backtesting est donc ici difficile à interpréter.



Un retraitement sur l'année 2020 élimine le premier pic mais pas le deuxième qui se répercute les années suivantes. Ainsi, un retraitement par baseline semble plus pertinent.

## Conclusion

Les bases DAMIR et AMELI constituent des outils précieux non seulement pour la compréhension des risques sous-jacents aux consommations médicales et leur pilotage, mais également pour leur anticipation dans le futur. Les prédictions des consommations sont toutefois difficiles à réaliser car sujettes à incertitude en raison d'événements extérieurs qui peuvent être amenés à les perturber. Ainsi, des prédictions plus justes et réalistes auraient nécessité une analyse fine au cas par cas et des ajustements spécifiques : dans notre exemple, la crise COVID-19 et la réforme « 100% Santé » ont une influence sur les consommations médicales et par conséquent biaisent les analyses. Nous proposons ainsi des méthodes de retraitements automatisés qui permettent une analyse systématique des différentes consommations mais doivent néanmoins être confrontées à avis d'expert, étant donné la spécificité de certains postes.

À noter que les méthodes proposées dans cette étude comportent un certain nombre de limites en utilisant des séries chronologiques basées sur des données passées. Ainsi, l'inflation prise en compte dans nos prédictions correspond en moyenne à celle des années passées et ne prend donc pas en compte la poussée inflationniste actuelle. Il en est de même d'autres événements qui ne sont pas encore manifestés dans les consommations médicales observées. C'est le cas par exemple de potentielles réformes gouvernementales à venir ou de l'incidence du risque climatique sur la santé des Français.

Enfin, il pourrait être intéressant de prolonger cette analyse en intégrant des variables externes afin d'enrichir les données d'étude tout en restant vigilant sur les risques de sur-apprentissage. Cela pourrait être envisagé notamment dans le cadre du risque climatique dont les enjeux majeurs se font ressentir à une échelle de temps de plus en plus rapprochée.

## Références

[1] [SHKOLNIKOV ET AL., 2022] : "What should be the baseline when calculating excess mortality? New approaches suggest that we have underestimated the impact of the COVID-19 pandemic and previous winter peaks." SSM-population health 18 (2022): 101118.

[2] Baromètre santé 2022 de Milliman :  
<https://fr.milliman.com/fr-fr/insight/Barometre-2022-des-depenses-de-sante-en-France>

[3] Milliman White Paper : Pandemic risk modelling in Solvency II internal models: Example of COVID-19  
<https://fr.milliman.com/fr-FR/insight/pandemic-risk-modelling-in-solvency-ii-internal-models-example-of-covid-19>



### CONTACTS

Vincent Soulas

[Vincent.Soulas@milliman.com](mailto:Vincent.Soulas@milliman.com)

Eve Elisabeth Titon

[EveElisabeth.Titon@milliman.com](mailto:EveElisabeth.Titon@milliman.com)

Milliman is among the world's largest providers of actuarial and related products and services. The firm has consulting practices in life insurance and financial services, property & casualty insurance, healthcare, and employee benefits. Founded in 1947, Milliman is an independent firm with offices in major cities around the globe.

[milliman.com](http://milliman.com)

© 2022 Milliman, Inc. All Rights Reserved. The materials in this document represent the opinion of the authors and are not representative of the views of Milliman, Inc. Milliman does not certify the information, nor does it guarantee the accuracy and completeness of such information. Use of such information is voluntary and should not be relied upon unless an independent review of its accuracy and completeness has been performed. Materials may not be reproduced without the express consent of Milliman.

Prediction des consommations médicales et des indemnités journalières en France pour 2022-2025

Novembre 2022