Déserts Médicaux

Maître De Stage : Pr. Guillaume Lecué

Ghiles Kemiche

16 Octobre 2023

Plan

Contexte et Problématique I

Les déserts médicaux sont un problème préoccupant en France, caractérisés par un accès limité aux soins de santé dans certaines zones géographiques. Cette situation engendre des inégalités d'accès aux services médicaux, notamment pour les populations vivant dans les zones rurales ou éloignées.

La question centrale de ce projet est : Comment pouvons-nous quantifier de manière précise la densité médicale et, par conséquent, identifier les déserts médicaux de manière fiable ?

Cadre I

Nos données :

- P_i : représente la demande de soins de la zone i.
- W_{ij} : correspond au coefficient de perméabilité de la demande de la zone i pour se rendre dans la zone j. Ce coefficient peut être l'inverse de la distance entre la zone i et la zone j : $1/d_{ij}$.
- S_j : est l'offre de soins de santé de la zone j.

Ce qu'on cherche :

- $\mathbb{P}_{ij} = \mathbb{P}[i \sim j]$ **:** la probabilité que les patients de la zone i consultent des prestataires de soins de santé dans la zone j.

Cadre II

Quantités résultantes :

- l'offre totale de la zone j par patient potentiel : $R_j = \frac{S_j}{\sum_i P_i \mathbb{P}_{ij}}$
- l'offre médicale totale desservie dans la zone i :
  $FCA_i = \sum_j \mathbb{P}_{ij} R_j$

Définition désert médical : si FCA_i pour la zone i se situe parmi les 10% les plus faibles des FCA_i, alors nous pouvons considérer la zone i comme un désert médical.

Modèles I

2SFCA : Tient compte que de la distance.

$$\mathbb{P}_{ij} \propto W_{ij} \ \text{ i.e. } \ \mathbb{P}_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sum_k W_{ik}}$$

3SFCA : Tient compte de la distance et de l'offre de soin

$$\mathbb{P}_{ij} \propto W_{ij} S_j \ \text{ i.e. } \ \mathbb{P}_{ij} = \frac{W_{ij} S_j}{\sum_k W_{ik} S_k}$$

Modèles II

Point fixe : Dépend du à la fois du coefficient de perméabilité W_{ij} et de l'offre totale de la zone j par patient potentiel R_j.

$$\mathbb{P}_{ij} \propto \mathbb{P}_{ij} \propto W_{ij} R_j \;\text{ i.e. }\; \mathbb{P}_{ij} = \frac{W_{ij} R_j}{\sum_k W_{ik} R_k}$$

Il faut résoudre le système

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_i P_i \mathbb{P}_{ij}} \quad \text{et} \quad \mathbb{P}_{ij} = \frac{R_j W_{ij}}{\sum_k R_k W_{ik}}$$

Ce qui se traduit àtrouver le point fixe de la fonction

$$F : \begin{cases} \mathbb{R}^J \times \mathbb{R}^{N \times J} & \to \mathbb{R}^J \times \mathbb{R}^{N \times J} \\ \left(R = (R_j)_j, \mathbb{P} = (\mathbb{P}_{ij})_{ij}\right) & \mapsto (F_1(\mathbb{P}), F_2(R)) \end{cases}$$

Modèles III

où $F_1(\mathbb{P}) = \left(\frac{S_j}{\sum_i P_i \mathbb{P}_{ij}}\right)_j$ et $F_2(R) = \left(\frac{R_j W_{ij}}{\sum_k R_k W_{ik}}\right)_{ij}$

On peut considérer l'algorithme du point fixe :

Pour chaque iteration k :

$$\mathbb{P}^{(k+1)} = F_1\left(R^{(k)}\right) \text{ et } R^{(k+1)} = F_2\left(\mathbb{P}^{(k)}\right)$$

Pour étudier la convergence de cet algorithme on essaiera de majorer $\|\mathbb{J}_F\|_\infty$

Estimer l'offre et la demande I

Première Approche :

- P_i **:** Nombre de personnes résidant dans la zone i
- S_j **:** Nombre de médecins de la zone j

Inconvénients :

- Un personne jeune n'a pas la même quantité de demande de soins qu'une personne agée, la demande n'est donc pas la même pour chaque patient
- Il existe des medecins qui consultent plus que d'autres, l'offre n'est donc pas la même pour chaque medecin

Construire un modèle à effets fixes :

Estimer l'offre et la demande II

- Y_{ij} : la liaison entre le patient i et le médecin j, qui vaut 1 si la liaison existe, sinon 0.
- $cost_{ij}$: le coût de la prestation entre le patient i et le médecin j.
- α_i : l'effet fixe du patient i.
- ψ_j : l'effet fixe du médecin j.
- X_{ij} : la matrice des caractéristiques observables de la paire patient-médecin (i, j).
- β : le vecteur de coefficients de régression à estimer.
- ϵ_{ij} : l'erreur résiduelle.

Estimer l'offre et la demande III

Modèle linéaire :

$$cost_{ij} = X_{ij}\beta + \alpha_i + \psi_j + \epsilon_{ij}$$

Modèle Logit :

$$\ln \frac{\mathbb{P}\left[Y_{ij} = 1 \mid X_{ij}\right]}{\mathbb{P}\left[Y_{ij} = 0 \mid X_{ij}\right]} = X_{ij}\beta + \alpha_i + \psi_j + \epsilon_{ij}$$

Distancier I

Utilisation du distancier Metric de l'INSEE. Il s'agit d'un logiciel de requête auquel il est nécessaire de faire une demande à la chaire Quetelet pour y accéder.

Inconveineants :

- Limité à la France métropolitaine.
- Les requêtes prennent un temps considérable.

Manipulation :

- On importe par lots pour éviter de surcharger la mémoire vive.
- On supprime les lignes avec des distances importantes. Il y a très peu de chances qu'un patient consulte un médecin avec une distance très importante (nous nous fixons un seuil).

On peut trouver d'autres alternatives, telles que les distanciers Odamatrix et Irdès.

Application I

Réalisation d'une application web qui tient compte :

- du modèle choisi pour calculer $\mathbb{P}_{ij}$
- de l'échelle geographique
- de la spécialité médicale
- de la façon dont l'offre et la demande sont estimés

et qui nous montre une carte de la France divisée à l'échelle choisie, qui montre les déserts médicaux

Application II

Déploiement : Pour déployer l'application en open source, on propose deux méthodes :

- **Github :** Il suffit d'importer le code et les données sur GitHub, puis de le relier à Streamlit, qui déploiera l'application gratuitement en générant une URL. L'avantage de cette méthode est qu'elle est facile et gratuite. L'inconvénient est que les données seront également partagées, ce qui peut ne pas être souhaitable.
- **Serveur privé :** Cette méthode nécessite des connaissances en réseau et en sécurité, et cela a un coût. L'avantage est que les données ne seront pas partagées.

Exemples I

Merci !