

MODELISATION DU TAUX DE CONSULTATIONS EN MEDECINE DE VILLE : APPROCHE PAR MODELES D'ECONOMETRIE SPATIALE

Réalisé par :

Ali Nour Guedemi ABDELWAHID
Toussaint BOCO
Komi Amégbor Richard GOZAN
Komla Alex LABOU

Tutrice :

Audrey LAVENU

28 avril 2025

Introduction

Introduction

Contexte

Disparités territoriales d'accès aux soins en France (3,9 consultations/an en moyenne, mais **déserts médicaux en zones rurales**) (INSEE, 2021).

Problématique

Identifier les facteurs socio-économiques, démographiques et spatiaux influençant le taux de consultations

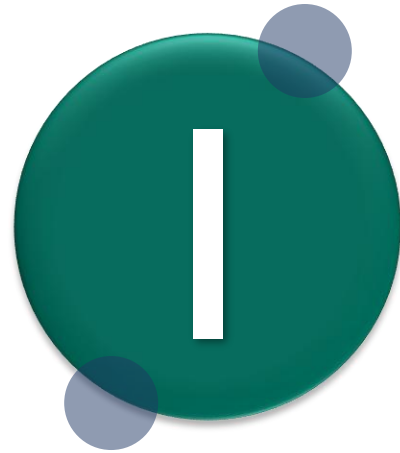
Objectifs

Modéliser le taux de consultations avec une approche spatiale.

1. Visualiser la répartition spatiale de ces taux en vue d'identifier les zones à fort et faible taux
2. Identifier les facteurs socio-économiques et démographiques qui influencent le taux de consultations
3. Proposer des recommandations pour réduire les inégalités.

PLAN

- ① Présentation du contexte
- ② Méthodologie
- ③ Analyse descriptive
- ④ Modélisation
- ⑤ Discussion



Présentation du contexte

I.I. Cadre conceptuel

- **Le taux de consultations**

$$\tau_i = \frac{n_i}{P_i}$$

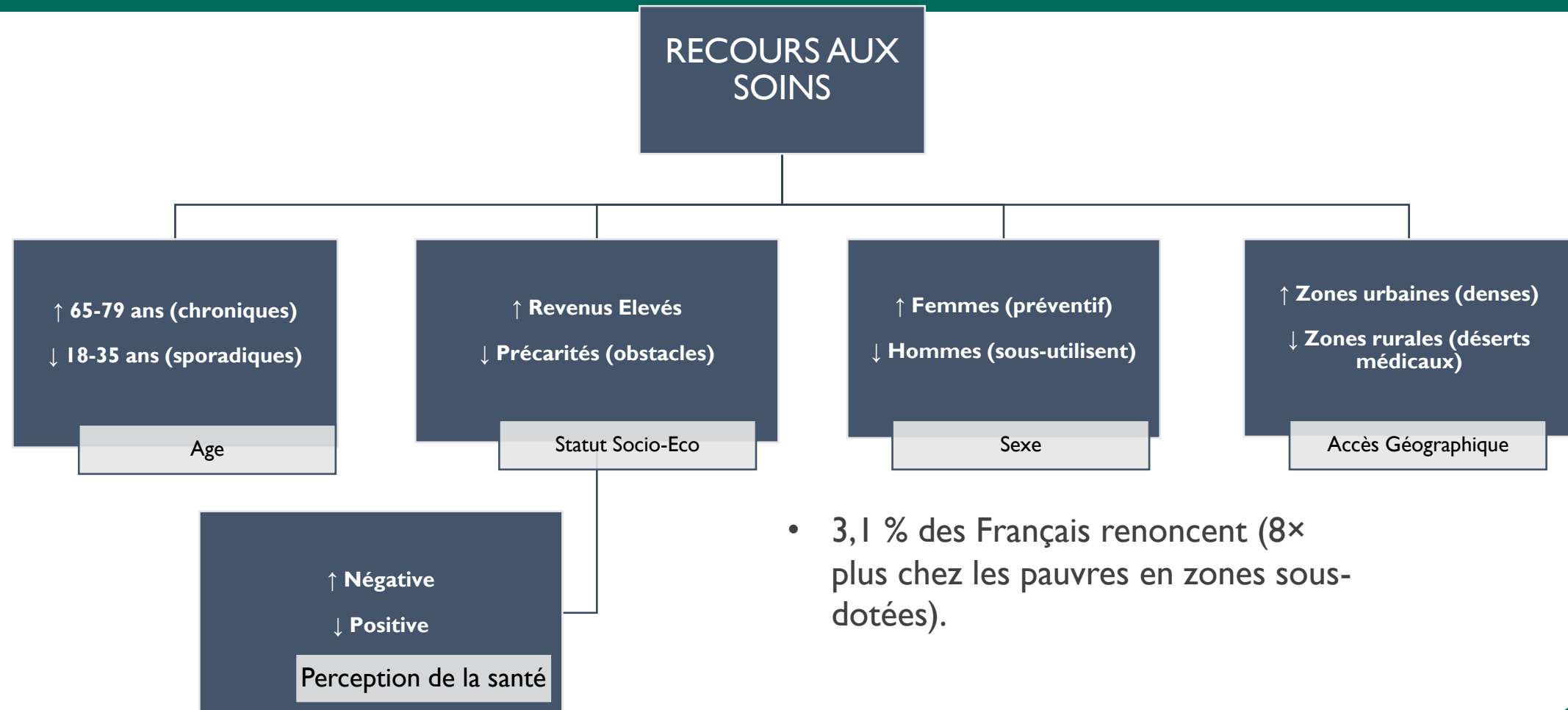
- **Notion de voisinage**

- **La distance de Haversine**

$$d_{ij} = 2 \cdot r \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\varphi_j - \varphi_i}{2} \right) + \cos(\varphi_i) \cos(\varphi_j) \sin^2 \left(\frac{\lambda_j - \lambda_i}{2} \right)} \right)$$

I.2. Revue de littérature

Principaux déterminants des consultations médicales



- 3,1 % des Français renoncent (8× plus chez les pauvres en zones sous-dotées).



Méthodologie

2.1. Données

- Données couvrant **3273** communes françaises sur l'année **2019**, issue principalement du Système National des Données de Santé (SNDS).
- Données enrichies par des sources socio-économiques et géographiques.
- Données agrégées à l'échelle communale.
- Traitements initiaux : nettoyage, traitement des valeurs manquantes ou incorrectes, création de variables spatiales et transformation de certaines variables pour améliorer leur interprétabilité.

2.2. Concepts fondamentaux

1 Autocorrélation spatiale

Les observations proches géographiquement sont statistiquement corrélées. Trois types : endogène (valeurs voisines de la variable dépendante), exogène (valeurs voisines des covariables), et erreurs corrélées.

2 Matrice des poids spatiaux

Structure les relations de voisinage (distance, contiguïté). Permet de capturer l'influence spatiale dans les modèles.

3 Indices de corrélation spatiale

L'indice de Moran mesure la similarité spatiale globale. Interprétation : $I > 0$ (positive), $I < 0$ (négative), $I \approx 0$ (aléatoire).

4 Diagramme de Moran

Visualise les associations locales : HH (hauts entourés de hauts), LL (bas entourés de bas), HL, LH. Met en évidence les clusters et les zones atypiques.

2.4. Modèles

Dépendance
endogène

■ **MCO**(Modèle classique)

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Dépendance
exogène

■ **SAR** (Spatial AutoRegresif)

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon$$

■ **SLX**(Spatial Lag of **X** model)

$$Y = \theta WX + X\beta + \varepsilon$$

■ **SEM**(Spatial Error Model)

$$Y = \lambda W\mu + X\beta + \varepsilon$$

■ **SDM**(Spatial Durbin Model)

$$Y = \rho WY + \theta WX + X\beta + \varepsilon$$

Dépendance dans
les erreurs

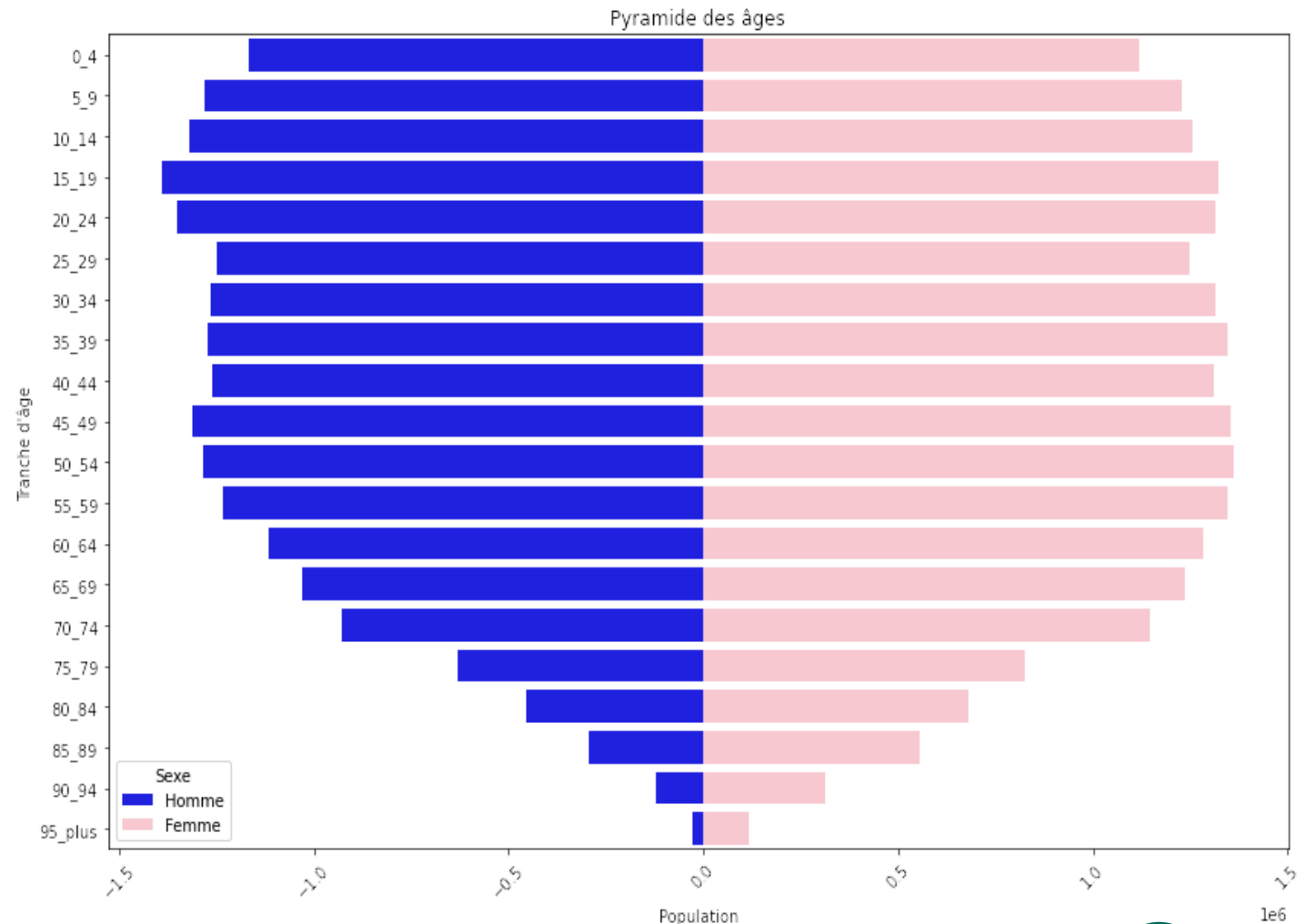


Analyse descriptive

3.1. Description de la population

- ✓ Faible natalité récente.
- ✓ Population adulte importante.
- ✓ Vieillissement démographique.
- ✓ Espérance de vie plus longue des femmes.

Phase avancée de transition démographique

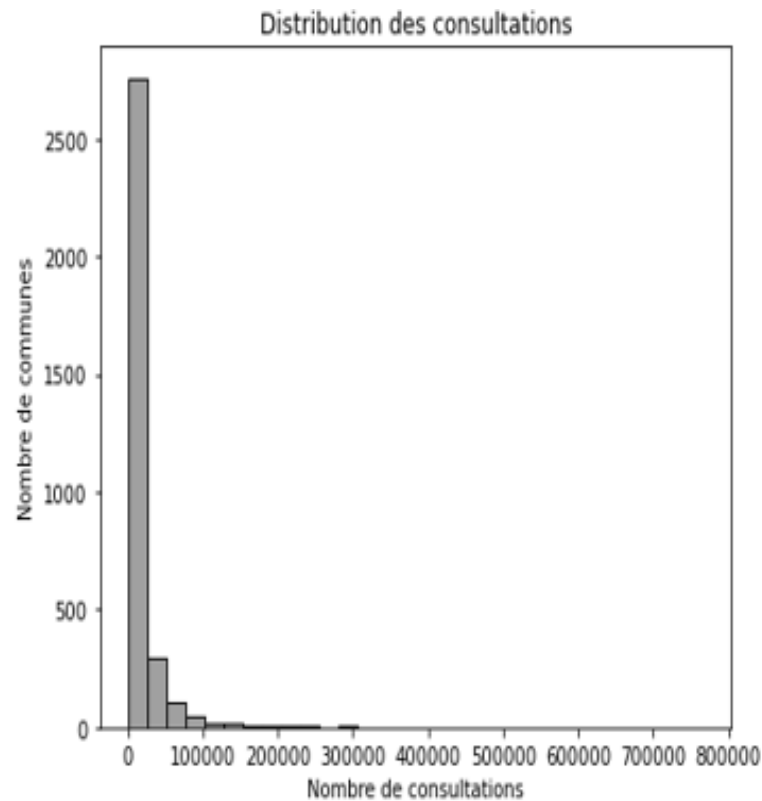


3.2. Taux et nombre de consultations

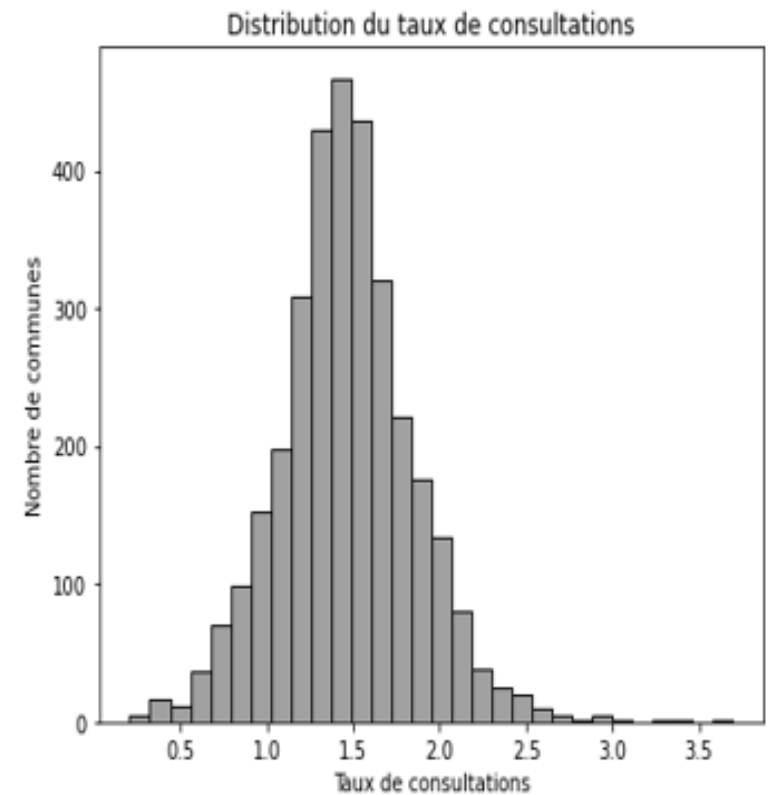
Valeurs extrêmes tirant la distribution vers le haut

Forte asymétrie à droite (moyenne = 19 130 vs médiane = 9 127)

Ecart considérable entre les consultations par an (min = 1 037 et max = 76 5833)



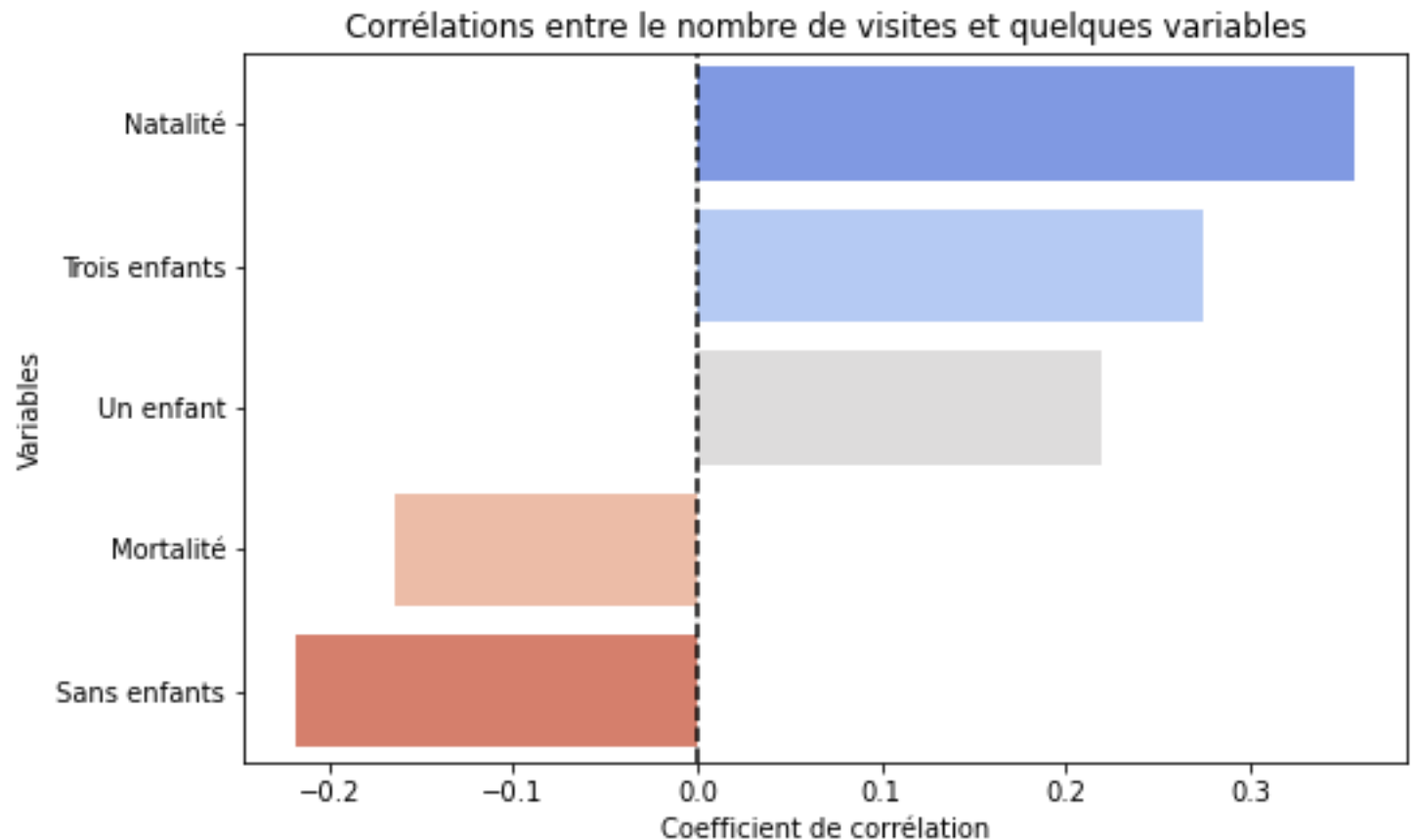
Effet taille



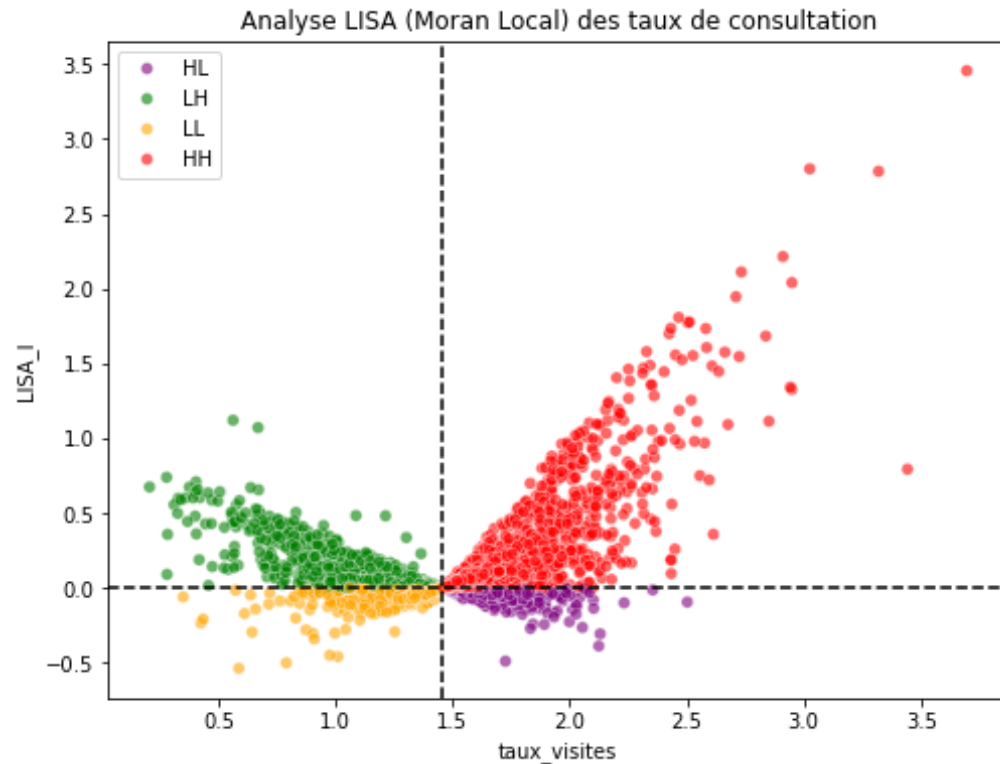
Distribution, centrée autour de la moyenne, légèrement asymétrique à droite

3.3. Taux de consultations et autres variables

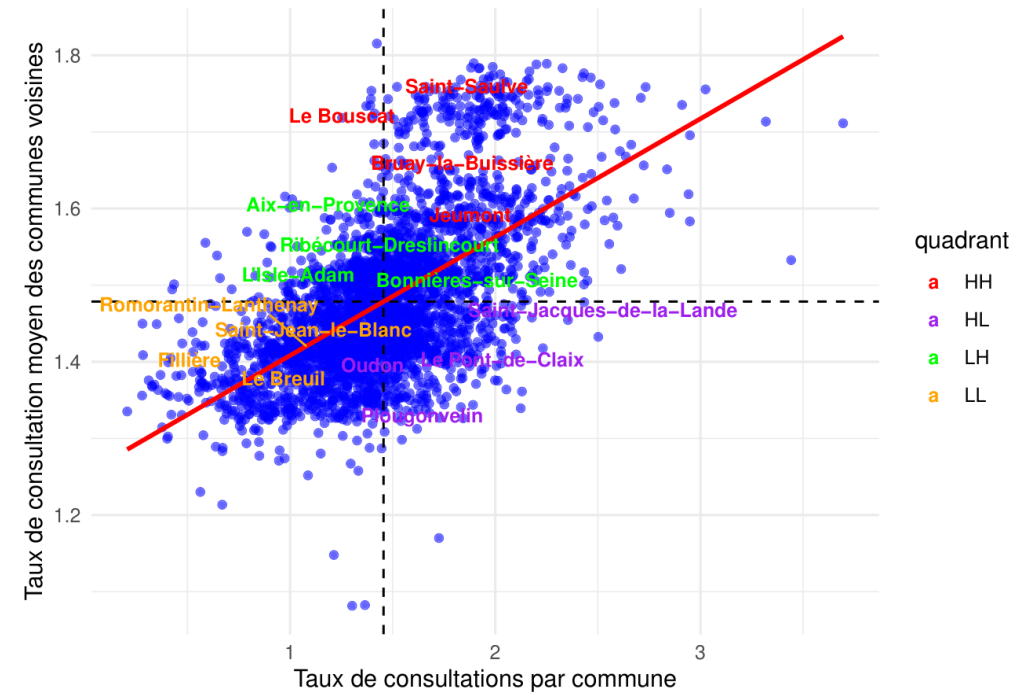
Les consultations augmentent avec le taux de natalité et la part des familles avec des enfants jeunes, mais évolue en sens inverse de la part des familles sans enfants et du taux de mortalité.



3.4. Analyse spatiale



La plupart des communes sont des communes de haut taux entourées par celle ayant des taux élevées ou soit à taux faibles entourées de taux élevées



Par exemple Saint Jacques de la Lande est à taux élevées et a pour voisins des communes à taux faibles.



Modélisation

4.1. Choix des variables

■ Méthodologie adoptée :

- Utilisation d'une **Analyse en Composantes Principales (ACP)** pour identifier les associations entre variables.
- Sélection guidée par la **littérature scientifique** et la **pertinence explicative** des variables.

■ Variables retenues (en taux ou proportion) :

- Démographiques : % 25-64 ans, % 65+ ans, taux de natalité.
- Socio-économiques : % en union libre, % ouvriers, % sans emploi.
- Famille : % foyers avec ≥ 3 enfants < 25 ans.

4.2. Résultats des tests

■ Test de Moran

Observed Moran I	0.1597993
Expectation	-0.0005762
Variance	3.52e-06
statistic standard deviate	85.43473
p-value	< 2.2e-16

L'indice de Moran **$I = 0.1598 > 0$** indique une autocorrélation spatiale positive

■ Tests de Rao's score

Statistique	Valeur	P-value	df
RSerr	6643.03037	< 2.2e-16	1
RSlag	1356.47586	< 2.2e-16	1
adjRserr	5309.52308	< 2.2e-16	1
adjRSlag	22.96857	1.647e-06	1
SARMA	6665.99894	< 2.2e-16	2

L'ensemble des tests d'autocorrélation spatiale menés à partir des résidus du modèle MCO sont rejetés.

4.3. Comparaison des modèles

Model	AIC	LogLik
MCO	1429.8742	-704.93708
SEM	422.1136	-200.05679
SAR	729.5523	-353.77613
SLX	749.5969	-356.79846
SDM	205.1882	-83.59411

Avec un AIC plus faible, le modèle **SDM** ressort comme étant le meilleur modèle

4.4. Résultats du modèle final(1/2)

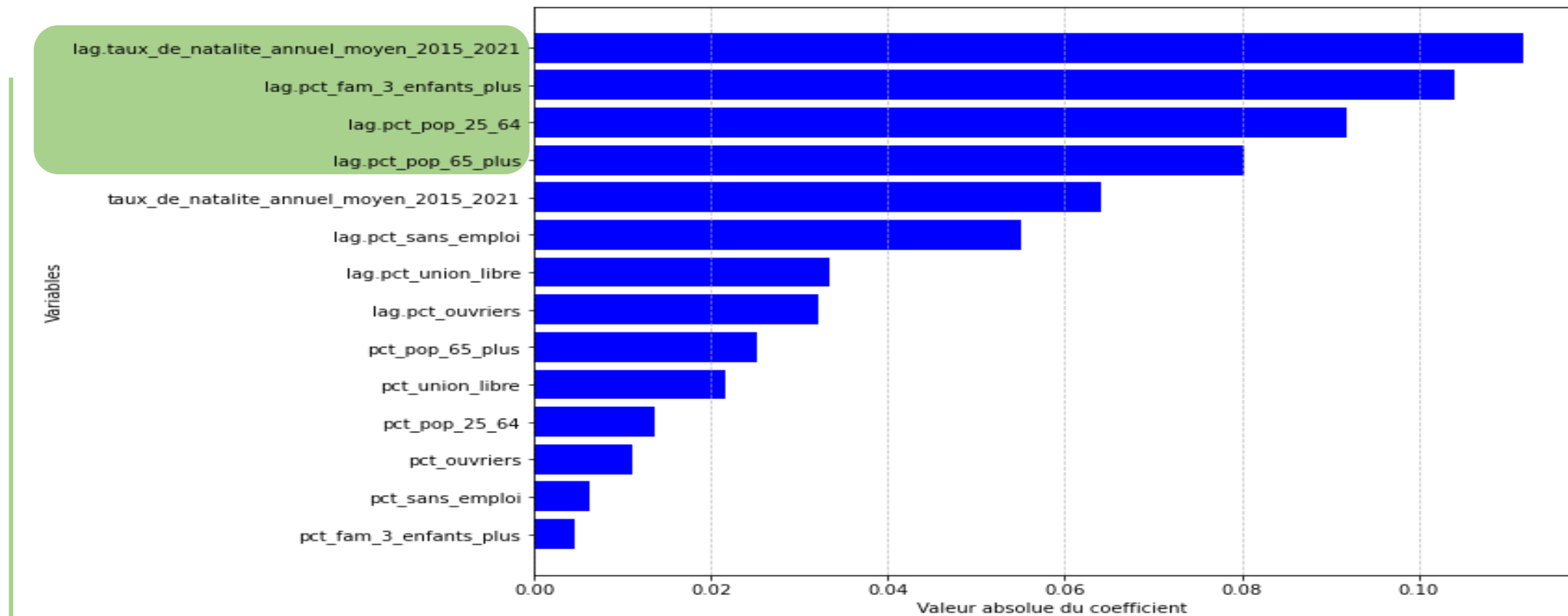
Variable	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.9121986	1.4026624	5.640843	1.692e-08
pct_pop_25_64	-0.0136882	0.0021707	-6.305993	2.864e-10
pct_pop_65_plus	-0.0251166	0.0015417	-16.291218	< 2.2e-16
pct_union_libre	-0.0216354	0.003338	-6.481541	9.079e-11
pct_ouvriers	-0.0110614	0.0019103	-5.790438	7.020e-09
pct_sans_emploi	-0.0063356	0.0013535	-4.680834	2.857e-06
pct_fam_3_enfants_plus	-0.0046316	0.0027472	-1.685924	0.0918104
taux_de_natalite_annuel_moyen	0.0641966	0.0030226	21.23868	< 2.2e-16
lag.pct_pop_25_64	-0.0919607	0.0200256	-4.592151	4.387e-06
lag.pct_pop_65_plus	-0.0802855	0.0145221	-5.528498	3.230e-08
lag.pct_union_libre	0.0334492	0.0181204	1.845939	0.0649011
lag.pct_ouvriers	0.0320869	0.0089915	3.568581	0.0003589
lag.pct_sans_emploi	0.0551488	0.0051154	10.78092	< 2.2e-16
lag.pct_fam_3_enfants_plus	-0.103986	0.0184588	-5.633394	1.767e-08
lag.taux_de_natalite_annuel_moyen	-0.1117246	0.0295648	-3.77898	0.0001575

4.4. Résultats du modèle final(2/2)

Rho	0.9947686
LR test value	555.0326
p-value	< 2.2e-16
Asymptotic standard error	0.003269

Le coefficient ρ estimé du modèle SDM confirme l'existence d'un effet spatial significatif, indiquant une interdépendance dans le taux de consultations entre communes voisines

4.5. Importance des variables

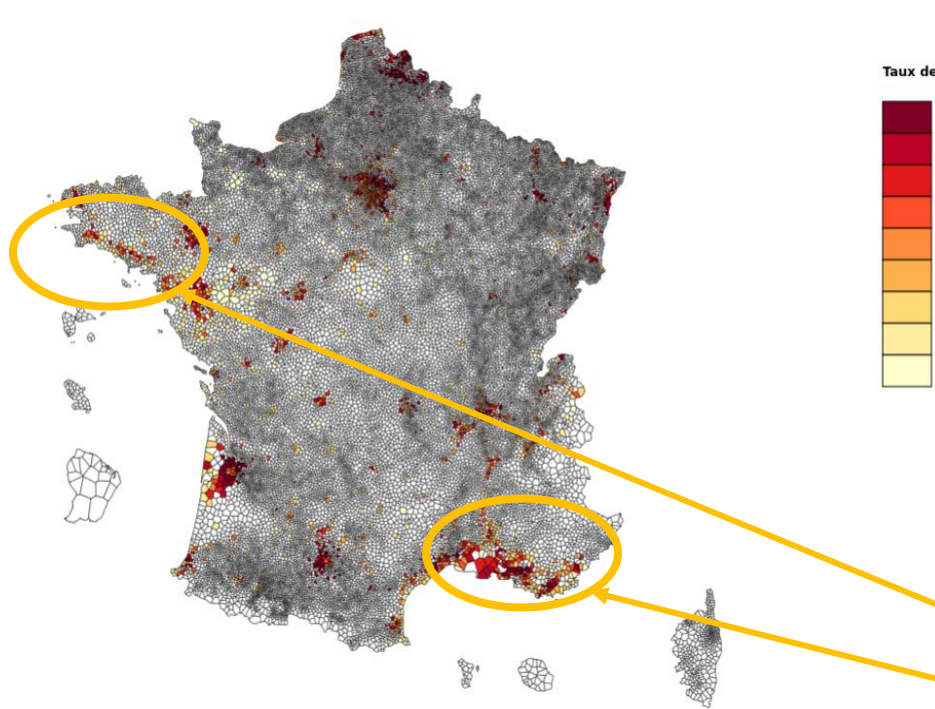


Influence marquée des caractéristiques des communes voisines sur le taux de consultations.

4.6. Observations VS prédictions

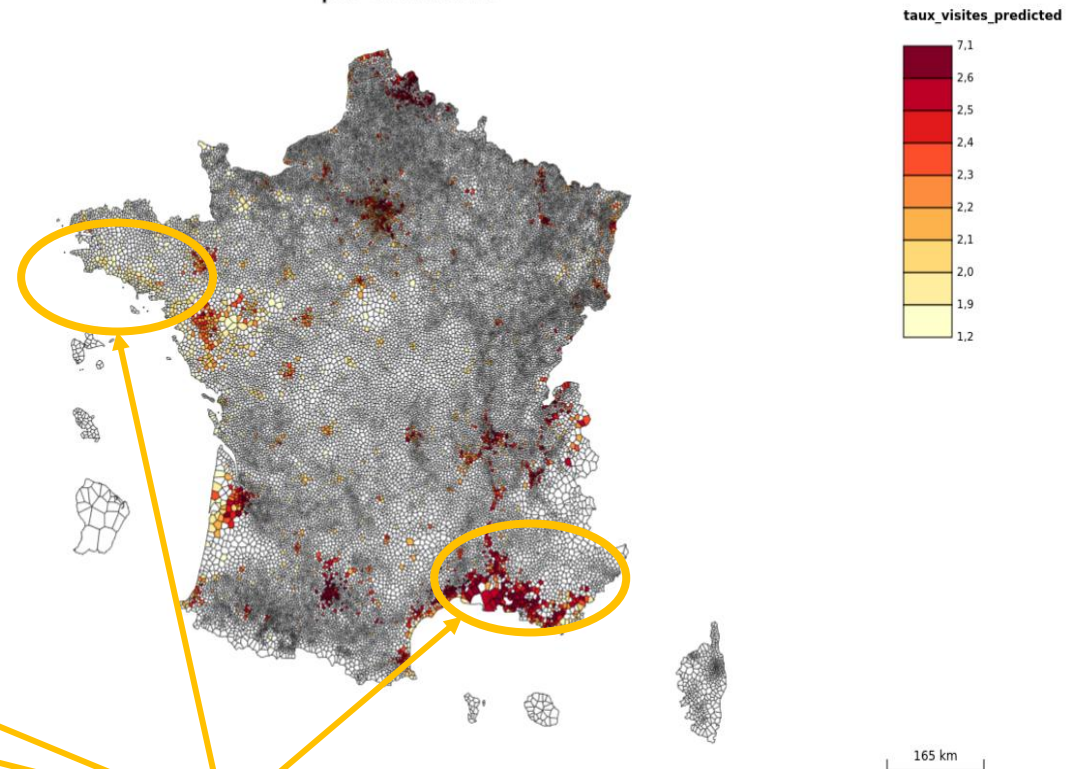
Structure spatiale globalement similaire

Répartition du taux de visites par commune



Source : SNDS
Réalisation : ENSAI
Date : 03/2025

Répartition du taux de visites prédit par commune



Source : SNDS
Réalisation : ENSAI
Date : 03/2025

Divergences marquées



Discussion

5.1. Inégalités territoriales d'accès aux soins

Inégalités territoriales

- Forte **autocorrélation spatiale** : des clusters de forte ou faible fréquentation médicale.
- Effet contre-intuitif : **moins de consultations** dans les communes à forte population âgée.
- **Variables socio-économiques** importantes :
 - Une augmentation du Taux de natalité contribue à l'augmentation du Taux de consultations (suivi périnatal).
 - Une Part élevée d'ouvriers / chômeurs entraîne une baisse du Taux de consultations (freins financiers, prévention négligée).

5.2. Effets spatiaux et implications politiques

Effets de débordement spatial

- Les communes voisines influencent le taux de consultation d'une commune.
- Exode sanitaire : déplacements vers zones mieux équipées.

Implications politiques

- Besoin d'une politique de santé territorialisée.
- Prioriser les zones sous-dotées.
- Tenir compte des dynamiques locales pour une planification équitable.

Conclusion

Conclusion

1 Points essentiels

- L'accès aux soins n'est **ni homogène**, ni purement médical : il est **territorial, social et humain**.
- Les **modèles spatiaux** révèlent des **effets de voisinage significatifs** : une commune est influencée par ses voisines.
- Certaines relations contre-intuitives (ex. : population âgée vs. consultations) montrent la **complexité des comportements de recours aux soins**.
- Les résultats appellent à une **planification territorialisée des politiques de santé**.

2 Message final

Derrière chaque donnée de consultation, il y a une **réalité sociale**, un **contexte territorial** et des **besoins humains à entendre**.



Merci de votre attention

