

QuantiLille 2023

Module Multiniveau - Journée géographique

Clémentine Cottineau & Julie Vallée
30 Juin 2023

Icebreaker

Prénom

A quoi me sert le multiniveau?

Espace géographique préféré

Multiniveau & géographie - Partie théorique

Penser les niveaux comme des espaces géographiques

Le niveau d'analyse du phénomène étudié (niveau 1)

Un phénomène propre à des **personnes**

- réussite scolaire
- état de santé
- statut d'activité (employé ou au chômage)
- etc

Un phénomène propre à un **espace géographique**

- pollution
- prix du vin (qui y est produit)
- densité de population
- taux de chômage
- croissance de la population résidente
- etc

=> réflexion sur la maille géographique (en termes de forme et d'échelle) à considérer

Et quel niveau 2 ?

Question thématique:

A quelle(s) échelle(s) géographique(s) sont organisés les acteurs et les processus qui peuvent influencer les phénomènes?

Contrainte pragmatique:

Quelle est la maille géographique (en termes de forme et d'échelle) à laquelle les variables explicatives sont disponibles ?

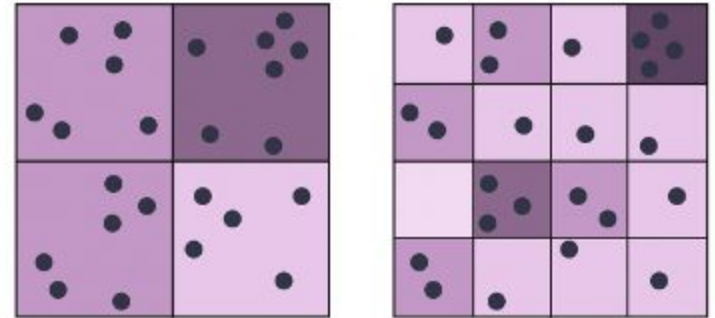
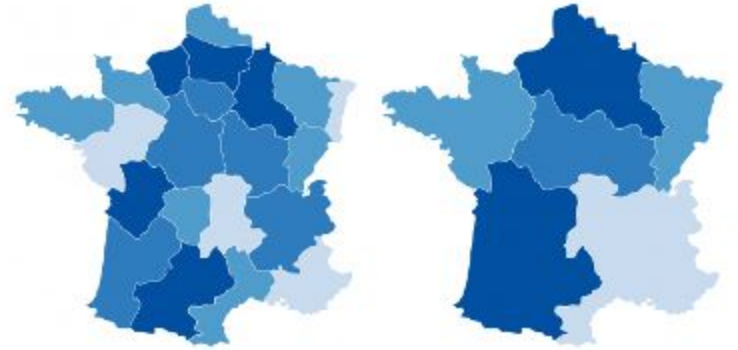
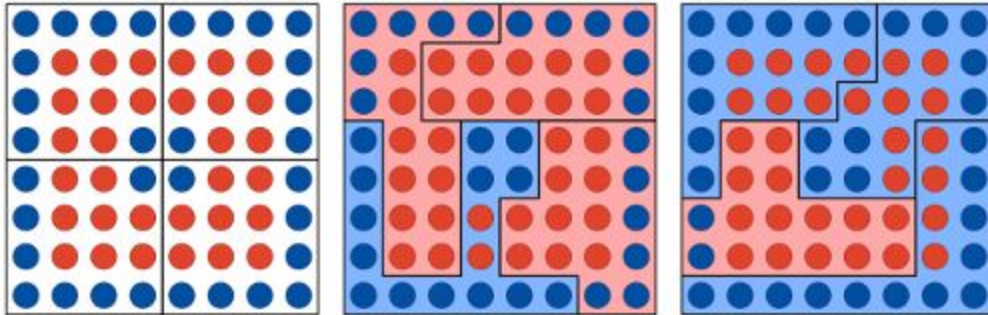
Considération statistique:

Quelle est l'influence de la maille géographique sur les résultats? Quels biais ?

LE MAUP

Les biais statistiques peuvent venir de:

- l'échelle d'agrégation
- la forme des mailles



Effets de **contexte** et échelle(s) géographique(s)

Galster, G. C. (2011). The mechanism (s) of neighbourhood effects: Theory, evidence, and policy implications. In *Neighbourhood effects research: New perspectives* (pp. 23-56). Dordrecht: Springer Netherlands.

Social-Interactive Mechanisms : Social contagion, collective socialization, Social Networks, Cohesion and control, Competition, Relative deprivation, parental mediation

Environmental Mechanisms: Exposure to violence, Physical surroundings, toxic exposure

Geographical Mechanisms: Spatial Mismatch, Public services

Institutional Mechanisms: Stigmatization, Local institutional resources, Local market actors

> **Quelle(s) échelle(s) pertinente(s) pour saisir l'organisation des acteurs et des processus?**

Modéliser les différences du phénomène au niveau 2

Étape 1 : Établir l'existence des disparités entre les unités spatiales de niveau 2 par l'étude de la variance de niveau 2

=> Mesurer l'ampleur de la variation du phénomène observé entre les unités spatiales

Étape 2 : Voir dans quelle mesure ces disparités entre les unités spatiales de niveau 2 sont liées...

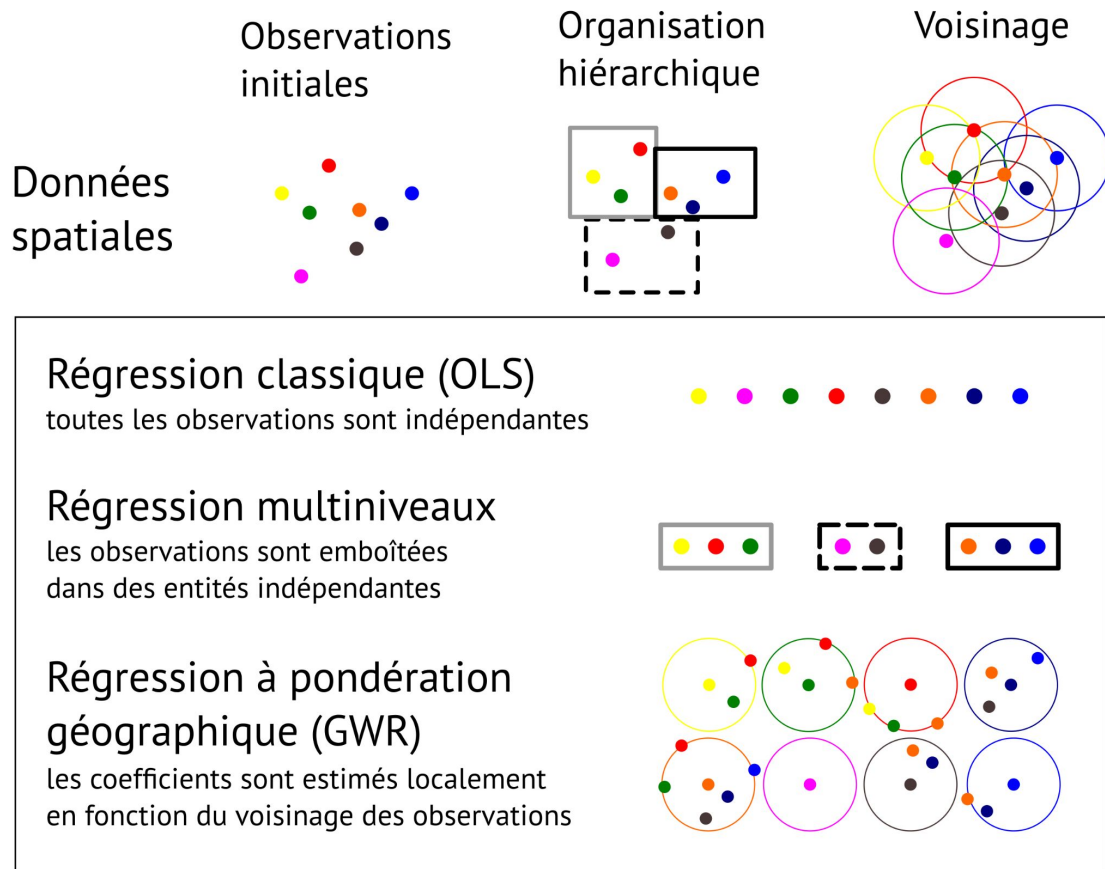
- à la répartition spatiale des caractéristiques de niveau 1 = l'effet de **composition**
- à l'influence des caractéristiques de niveau 2 sur les comportements des individus = l'effet du **contexte géographique**

Ce qui change pour la modélisation multiniveau quand le niveau 2 est un espace

- On peut cartographier les résultats pour rechercher des explications (et variables) géographiques
- Les unités de niveau 2 (ou plus) ont des propriétés géographiques (contiguïté, proximité, etc.)

Et si la distribution géographique du phénomène ne correspond pas aux mailles?

Les modèles GWR sont plus appropriés pour prendre en compte l'auto-corrélation spatiale



Multiniveau & géographie - Partie empirique :

une analyse pas à pas des résultats sous R

Cas d'étude: le vignoble bourguignon

Focus sur la Côte d'Or

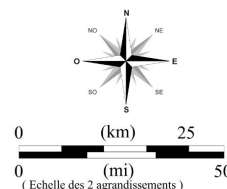
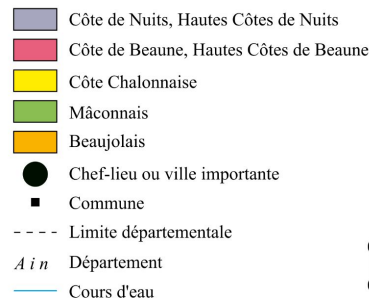
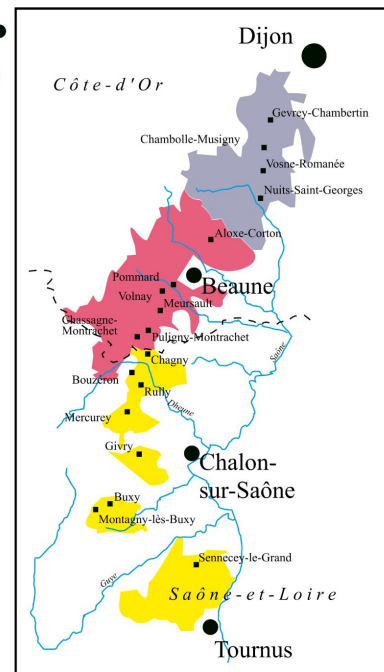
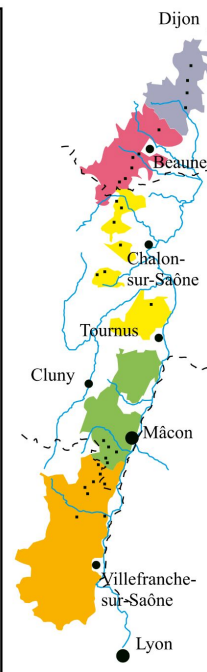
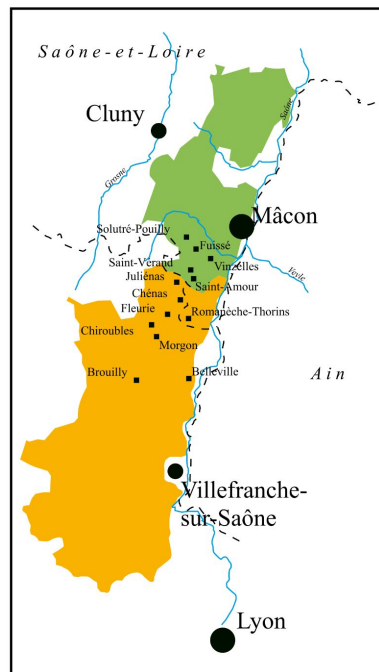
= Côte de Beaune + Côte de Nuits.

Des vins reconnus internationalement,

Vendus aux enchères plusieurs milliers d'euros,

Distingués par des AOC (territoire défini),

Nom de "Bourgogne" comme signal de qualité.



Les données Niveau 1 (vignobles)

On a dans un tableau les caractéristiques de 2391 vignobles en termes de:

- prix moyen du vin (millésimes 1998, 2002 et 2003)
- qualité pédologique et météo (radiations solaires, pluie, etc.)
- appellation d'origine contrôlée en 5 niveaux (Côteaux bourguignons < Bourgogne < Village < Premier cru < Grand cru.)
- surface

Sources:

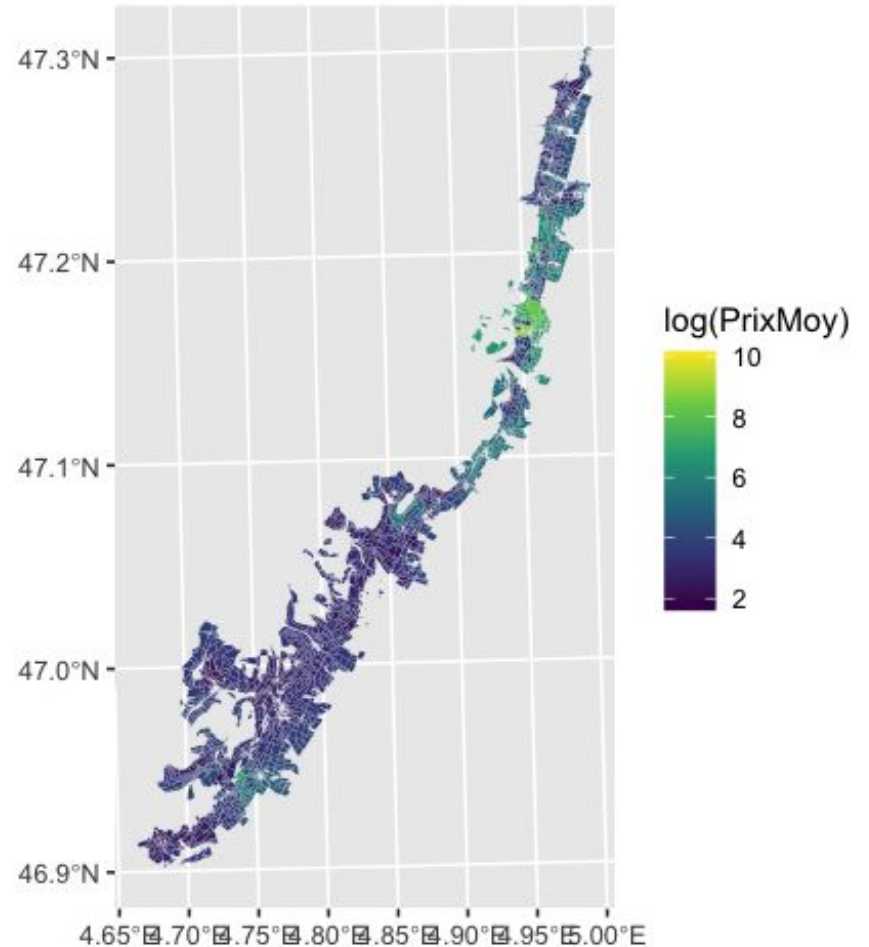
- Ay J.S., Hilal M., 2020, « Les déterminants naturels et politiques des AOC viticoles de Côte-d'Or », *Cybergeo: European Journal of Geography*, document 973, DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.36443>
- <https://www.hachette-vins.com/guide-vins/actualite-vin/487/les-meilleurs-millesimes-des-vins-de-france/>

Les données Niveau 1

Le prix :

Grande **autocorrélation spatiale positive**

=> Les vignobles proches géographiquement ont des prix moyens similaires.



Les données Niveau 2 (Communes)

Les 2391 vignobles sont regroupés dans 31 communes de Côte d'Or. Ces communes peuvent être caractérisées en termes de:

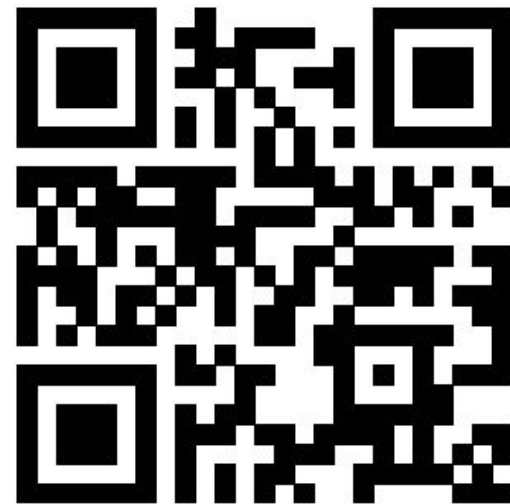
- superficie
- population
- côte d'appellation
- hiérarchie administrative

Sources:

- <https://geo.data.gouv.fr/en/datasets/cac9f2c0de2d3a0209af2080854b6f6a7ee3d9f4>

> Ouvrir un nouveau projet sur RStudio

- Créer un Dossier “Data”
- Télécharger les données sur **edu.nl/jd6ej**



edu.nl/jd6ej

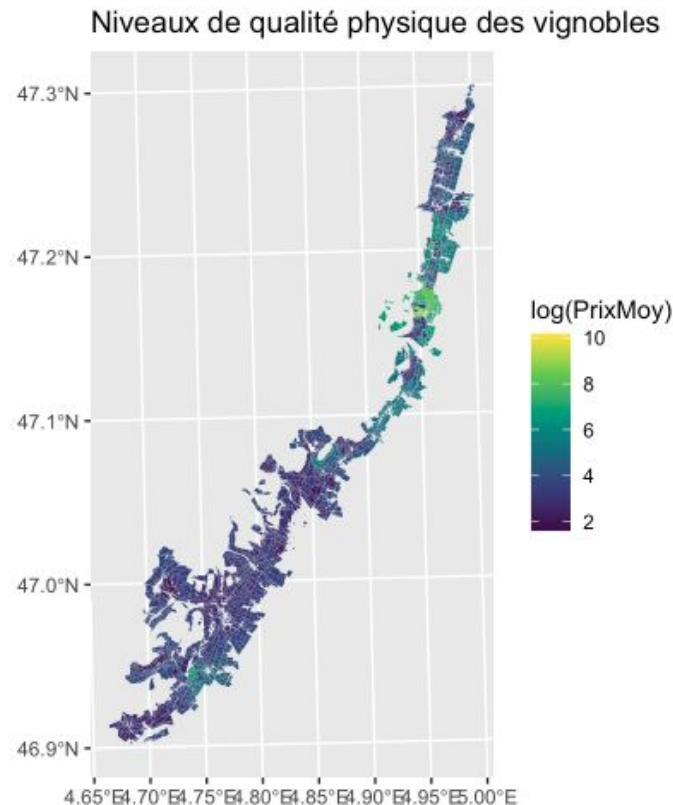
- Dé-zipper le dossier et déplacer son contenu dans le dossier “Data”
- Créer un script “Vin_Bourgogne.R” à la source du projet

Étape 1. Explorer les données et leur variabilité spatiale

- “Voir” s’il y a des disparités spatiales dans le phénomène étudié

Avec `ggplot`, utilisation de `geom_sf` pour les objets spatiaux.

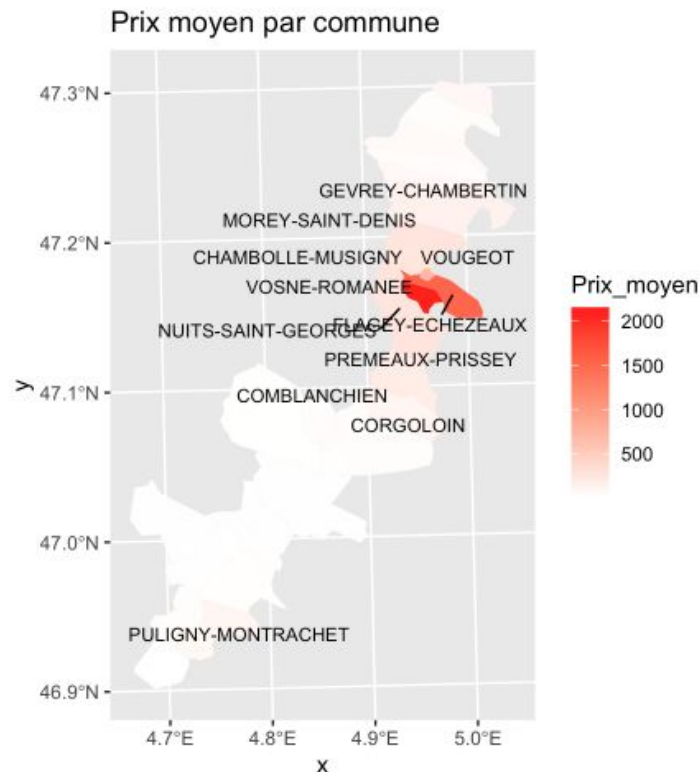
```
ggplot(data = vignobles) +  
  geom_sf(aes(fill = log(PrixMoy)), lwd=0.01, colour="white") +  
  scale_fill_viridis_c(option = "viridis")
```



Étape 1. Explorer les données et leur variabilité spatiale

- Agréger l'information au niveau 2

```
Vignobles_par_communes <- as_tibble(vignobles) %>%  
  group_by(LIBCOM) %>%  
  summarise(aire_vignoble = sum(SURFACE),  
            MoyPond_b = sum(SCORE_b * SURFACE) / sum(SURFACE),  
            N_Parcelles = n(),  
            Prix_moyen = mean(PrixMoy, na.rm=T),  
            Prix_median = median(PrixMoy, na.rm=T),  
            )
```



Étape 1. Explorer les données et leur variabilité spatiale

- Modèle multiniveau vide, avec intercept aléatoire: $Y \sim (1 \mid \text{SpatialUnit})$

```
mnull <- lmer(LogPrix ~ 1 + (1 | LIBCOM), data=vignobles_final_cr, REML=F, na.action=na.omit)
summary(mnull)
```

```
## Linear mixed model fit by maximum likelihood . t-tests use Satterthwaite's
## method [lmerModLmerTest]
## Formula: LogPrix ~ 1 + (1 | LIBCOM)
## Data: vignobles_final_cr
##
##           AIC          BIC      logLik deviance df.resid
##    4487.1    4504.4   -2240.5    4481.1     2374
##
## Scaled residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -5.4605 -0.3560  0.0610  0.4361  4.9734
##
## Random effects:
## Groups Name Variance Std.Dev.
## LIBCOM (Intercept) 0.8638  0.9294
## Residual          0.3611  0.6009
## Number of obs: 2377, groups: LIBCOM, 31
##
## Fixed effects:
##              Estimate Std. Error      df t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   0.1520     0.1677 30.9052   0.907   0.372
```

Étape 1. Explorer les données et leur variabilité spatiale

- Test ANOVA pour comparer variances inter et intra unités spatiales

```
print(ranova(mnnull))
```

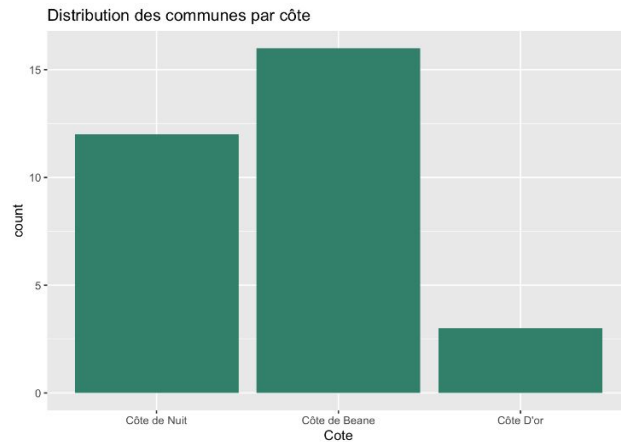
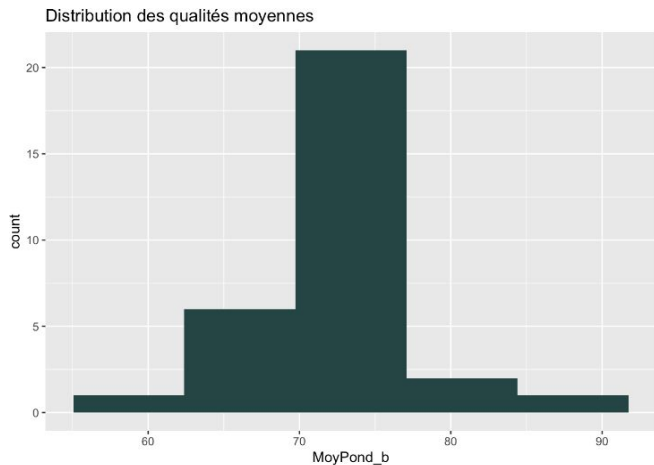
```
## ANOVA-like table for random-effects: Single term deletions
##
## Model:
## LogPrix ~ (1 | LIBCOM)
##
```

	npar	logLik	AIC	LRT	Df	Pr(>Chisq)
## <none>	3	-2240.5	4487.1			
## (1 LIBCOM)	2	-3371.2	6746.5	2261.4	1	< 2.2e-16 ***

```
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Étape 2. Expliquer cette variabilité spatiale

Déterminer ce qui dans les différences des prix entre *vignobles* (niveau 1) relève des *communes* (niveau 2), par exemple:

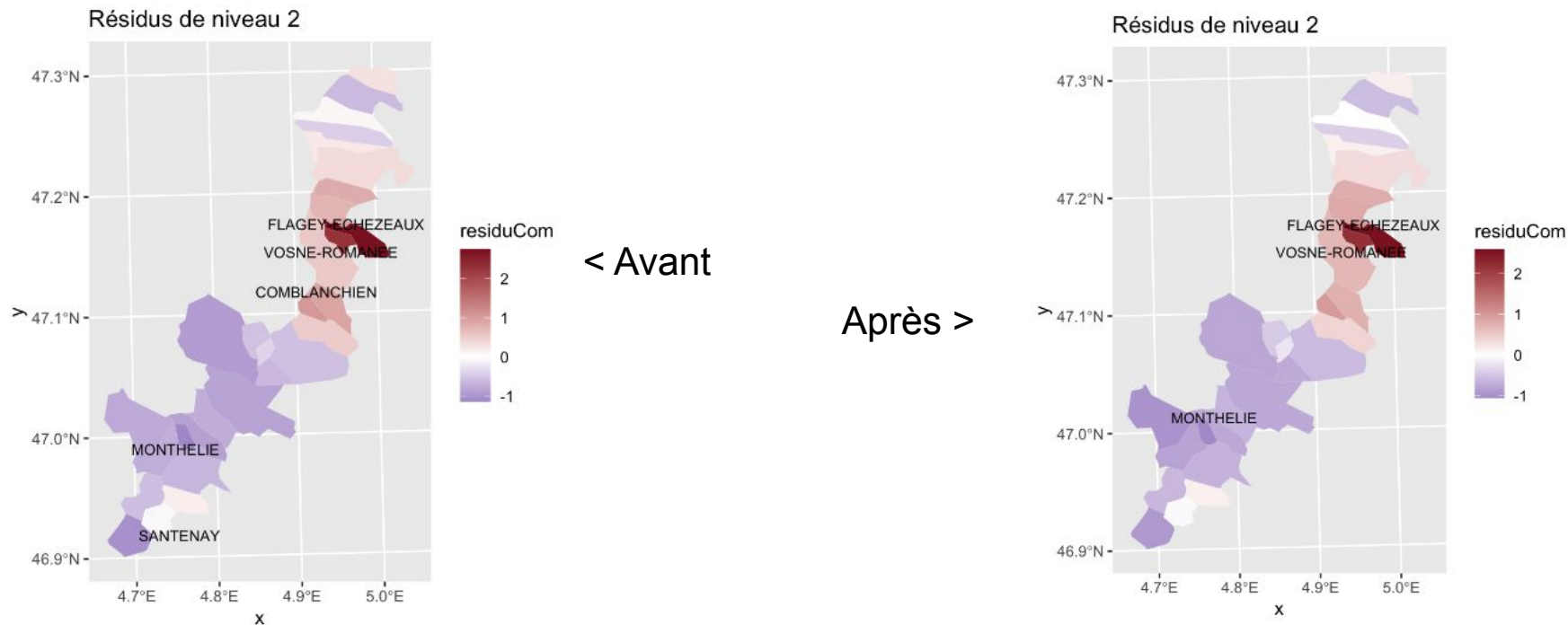


Étape 2. Expliquer cette variabilité spatiale

Variables explicatives qui diminuent la variance inter-unités spatiales: Quality + Surface + Source + AOC

Étape 2. Expliquer cette variabilité spatiale

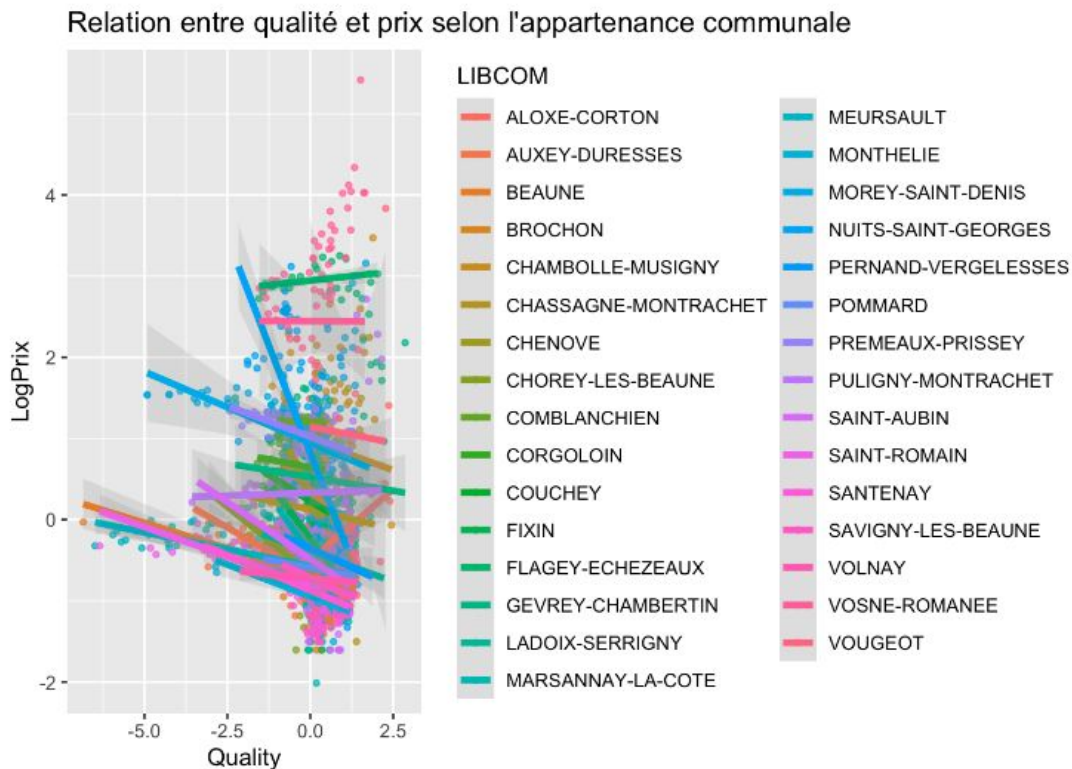
Variables explicatives qui diminuent la variance inter-unités spatiales: Quality + Surface + Source + AOC



Étape 2. Expliquer cette variabilité spatiale

Variables explicatives statistiquement associées à la « variable à expliquer » mais sans faire diminuer la variance inter unités spatiales. Comment l'interpréter?

Étape 3. Des interactions aux modèles avec “pentes aléatoires”



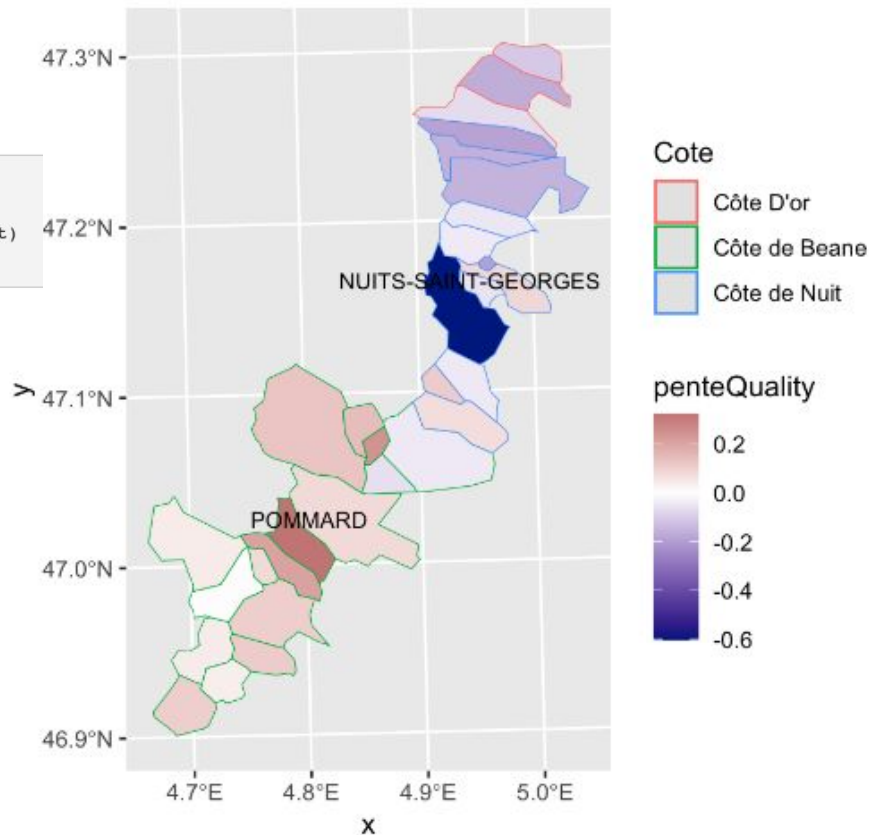
Étape 3. Des interactions aux modèles avec “pentes aléatoires”

```
mn3 <- lmer(LogPrix ~ Quality + Surface + Source + AOC +  
  MeanQuality + ShareGdCru + Cote +  
  (Quality | LIBCOM), data=vignobles_final_cr, REML=F, na.action=na.omit)  
summary(mn3)
```

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-1.167e+00	1.122e-01	4.315e+01	-10.403	2.46e-13	***
Quality	-1.006e-01	4.025e-02	4.262e+01	-2.499	0.016381	*
Surface	4.033e-02	9.926e-03	2.348e+03	4.064	4.99e-05	***
Sourceinterpolation	8.805e-01	2.797e-02	2.335e+03	31.483	< 2e-16	***
Sourcewine_search	2.145e+00	2.518e-01	2.233e+03	8.519	< 2e-16	***
AOCBourgogne	-4.226e-02	3.796e-02	2.346e+03	-1.113	0.265788	
AOCVillage	-1.083e-01	4.447e-02	2.346e+03	-2.435	0.014961	*
AOCPremier cru	3.637e-03	5.951e-02	2.347e+03	0.061	0.951272	
AOCGrand cru	4.217e-01	2.521e-01	2.251e+03	1.673	0.094523	.
MeanQuality	-4.740e-02	7.855e-02	3.139e+01	-0.603	0.550536	
ShareGdCru	3.694e-01	8.405e-02	3.036e+01	4.395	0.000125	***
CoteCôte D'or	7.577e-01	2.616e-01	3.176e+01	2.896	0.006783	**
CoteCôte de Nuit	1.298e+00	1.663e-01	3.004e+01	7.807	1.03e-08	***

Distribution des effets aléatoires
de la variable Quality selon les communes



Attention!

Bien distinguer

- modèle avec intercept *aléatoire* - Random-intercept model : $Y \sim 1 + X + (1 \mid \text{SpatialUnits})$
=> l'intercept (1) varie par (|) groupe (SpatialUnits)
- modèle avec intercept et slope *aléatoires* - Random-intercept and slope model : $Y \sim 1 + X + (1 + X \mid \text{SpatialUnits})$

TD



The screenshot shows the INSEE website interface. At the top, the INSEE logo is on the left, followed by the text 'Institut national de la statistique et des études économiques' and 'Mesurer pour comprendre'. On the right, there are links for 'Menu', 'Contenu', 'Blog', 'Espace presse', 'Aide', and 'English', along with a search bar labeled 'Rechercher sur le site'. Below this is a navigation bar with five tabs: 'Accueil', 'STATISTIQUES ET ÉTUDES' (which is highlighted), 'DÉFINITIONS, MÉTHODES ET QUALITÉ', 'SERVICES', and 'L'INSEE ET LA STATISTIQUE PUBLIQUE'. Under the 'STATISTIQUES ET ÉTUDES' tab, a breadcrumb trail reads 'Accueil > Statistiques et études > Une croissance démographique marquée dans les espaces peu denses'. The main content area has a dark blue header with the title 'Une croissance démographique marquée dans les espaces peu denses' in white. Below the title, it says 'Vincent Vallès (service Recensement national de la population, Insee)'. The body text describes demographic growth in France, mentioning a 0.5% average annual increase and the role of population density. On the right side of the main content, there is an 'INSEE FOCUS' section with 'N° 177' and 'Paru le : 30/12/2019'. It includes links for 'Imprimer' and 'Découvrir la collection'. At the bottom right, there is a 'DONNÉES' section with a download icon and the text '(xlsx, 3 Mo)'.

Insee Institut national de la statistique et des études économiques Mesurer pour comprendre

Menu Contenu Blog Espace presse Aide English

Rechercher sur le site

Accueil STATISTIQUES ET ÉTUDES DÉFINITIONS, MÉTHODES ET QUALITÉ SERVICES L'INSEE ET LA STATISTIQUE PUBLIQUE

Accueil > Statistiques et études > Une croissance démographique marquée dans les espaces peu denses

Une croissance démographique marquée dans les espaces peu denses

Vincent Vallès (service Recensement national de la population, Insee)

Au 1^{er} janvier 2017, 66 524 000 habitants vivent en France hors Mayotte, soit une croissance moyenne de 0,5 % par an depuis dix ans. La population augmente plus vite dans les communes peu denses notamment celles situées dans la périphérie des principales villes, témoignant ainsi de la poursuite de l'étalement urbain. Les communes densément peuplées connaissent une nette progression de leur densité liée à un excédent des naissances sur les décès. Les communes peu denses attirent de nouveaux habitants, cette attractivité se diffuse sur des territoires de plus en plus éloignés. La croissance des espaces de faible densité concerne 80 % des départements.

INSEE FOCUS
N° 177
Paru le : 30/12/2019

> Imprimer

> Découvrir la collection

DONNÉES
(xlsx, 3 Mo)

Objectif

Confirmer et enrichir certains résultats de cette fiche grâce à des régressions multiniveaux

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4267787>

MISE EN PLACE

Charger des packages

`library(lme4) # pour la modélisation multiniveau`

`library(lmerTest) # pour l'évaluation des modèles`

`library(sf) # pour les objets spatiaux (cartes)`

`library(tidyverse) # pour la manipulation des données`

`library(readxl) # pour ouvrir les fichiers xlsx`

`library(languageR)`

`library (dplyr)`

Télécharger données fiche Insee et créer dataframe *pop_comm*

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/4267787/if177.xlsx>

Fonction `read_excel` (Choisir “Figure complémentaire 1”)

Note : grille communale de densité (1: commune densément peuplée ; 2: commune de densité intermédiaire ; 3: commune peu dense ; 4: commune très peu dense)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Figure complémentaire 1 - Population 2017 des communes et évolution entre 2007 et 2017									
2										
3	Région	Département	Code commune Insee	Commune	Grille de densité	Population municipale légale 2017 (en%)	Taux de variation annuel de la population 2007-2017 (en %)	Taux de variation annuel de la population dû au solde naturel 2007-2017 (en %)	Taux de variation annuel de la population dû au solde migratoire apparent 2007-2017 (en %)	Variation annuelle du nombre d'habitants par km² 2007-2017 (en%)
4	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01001	L'Abergement-Clémenciat	3- commune peu dense	776	-0.4	0.4	-0.8	-0.2
5	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01002	L'Abergement-de-Varey	4- commune très peu dense	248	2.4	1.0	1.5	0.6
6	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01004	Ambérieu-en-Bugey	2- commune de densité intermédiaire	14 035	1.0	0.8	0.2	5.3

Nettoyer & Vérifier

Simplifier la variable *densite* (par exemple “3 - commune peu dense” => 3)

Supprimer les communes avec NA pour le taux de variation (*txvar*)

Vérifier la population totale en 2017 (*P17_POP*) dans les données importées (/ fiche Insee)

Au 1^{er} janvier 2017, 66 524 000 habitants vivent en France hors Mayotte ([sources](#)). Entre 2007 et 2017, la population a augmenté de 0,5 % par an en moyenne, soit 292 400 personnes supplémentaires chaque année.

Créer variable *P07_POP* à partir de *txvar* et *P17_POP*

Quelle formule ?

`txvar <- ((pop2017 / pop2007)^(1/n) - 1)*100` (avec $n=10$ car 10 ans entre les deux valeurs)

`txvar <- (pop2017 / pop2007)^0.1 - 1)*100)`

$\Rightarrow txvar/100 + 1 = pop2017/pop2007)^{0.1}$

$\Rightarrow (txvar/100 + 1)^{10} = pop2017/pop2007$

$\Rightarrow pop2007 = pop2017 / (txvar/100 + 1)^{10}$

`pop_comm$P07_POP <- pop_comm$P17_POP / (((pop_comm$txvar/100) + 1)^10)`

Regarder la base de données

	REG	DEP	CODGEO	Commune	densite	P17_POP	txvar	P07_POP
1	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01001	L'Abergement-Clémenciat	3	776	-0.4	808
2	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01002	L'Abergement-de-Varey	4	248	2.4	196
3	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01004	Ambérieu-en-Bugey	2	14035	1.0	12706
4	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01005	Ambérieux-en-Dombes	3	1689	0.9	1544
5	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01006	Ambléon	4	111	-1.2	125
6	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01007	Ambronay	3	2726	1.9	2258
7	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01008	Ambutrix	2	752	1.5	648
8	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01009	Andert-et-Condon	3	330	0.2	323
9	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01010	Anglefort	3	1115	2.0	915
10	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01011	Apremont	3	376	1.2	334
11	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01012	Aranc	4	326	1.3	286
12	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01013	Arandas	4	144	-0.9	158
13	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01014	Arbent	2	3367	-0.2	3435
14	Auvergne-Rhône-Alpes	01	01015	Arbois en Bugey	4	644	0.9	589

Importer la couche géographique des départements

URL : <https://geoservices.ign.fr/adminexpress>

Télécharger le dossier "ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO" édition 2021 par territoire France Métropolitaine

[https://wxs.ign.fr/x02uy2aiwio9bm8ce5plwqmr/telechargement/prepackage/ADMINEXPRESS-COG-CARTO_SHP_TERRITOIRES_PACK_2021-05-19\\$ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO_3-0_SHP_LAMB93_FXX_2021-05-19/file/ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO_3-0_SHP_LAMB93_FXX_2021-05-19.7z](https://wxs.ign.fr/x02uy2aiwio9bm8ce5plwqmr/telechargement/prepackage/ADMINEXPRESS-COG-CARTO_SHP_TERRITOIRES_PACK_2021-05-19$ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO_3-0_SHP_LAMB93_FXX_2021-05-19/file/ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO_3-0_SHP_LAMB93_FXX_2021-05-19.7z)

Le dézipper

Importer la couche *DEPARTEMENT.shp* dans R avec la fonction *st_read*

```
dep_fr <- st_read  
('Data/ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO_3-0__SHP_LAMB93_FXX_2021-05-19/ADMIN-EXPRESS-COG-CARTO/1_  
DONNEES_LIVRAISON_2021-05-19/ADECOGC_3-0_SHP_LAMB93_FXX/DEPARTEMENT.shp',  
quiet = TRUE)
```

Faire une carte "vide" des départements

```
ggplot(data = dep_fr) +  
  geom_sf() +  
  ggtitle("Les départements français")
```

ANALYSES

Question A. Visualiser les différences des taux de variation selon les départements

=> Faire un tableau des taux de variation par département

cf. Tableau 5c de la Fiche Insee

☐ Peu denses ou très peu denses ☐ Denses ou de densité intermédiaire ☒ Ensemble des communes

GRAPHIQUE TABLEAU

Figure 5c - Taux de variation annuel de la population entre 2007 et 2017

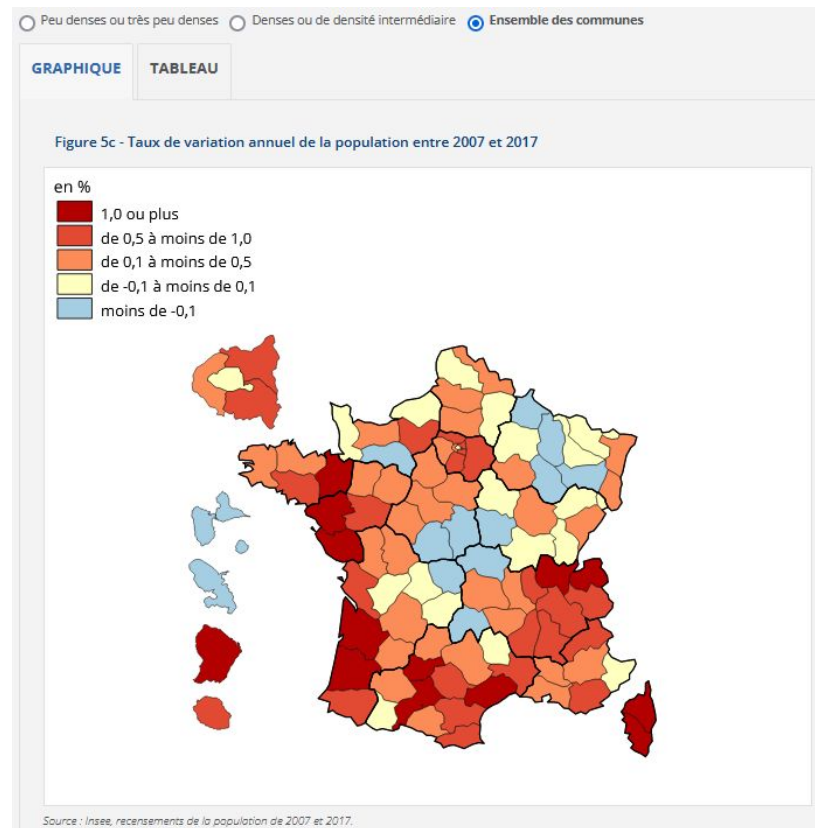
en %

	Taux de variation annuel
Ain	1,14
Aisne	-0,06
Allier	-0,15
Alpes-de-Haute-Provence	0,49
Hautes-Alpes	0,65
Alpes-Maritimes	0,01
Ardèche	0,51
Ardennes	-0,40
Ariège	0,30
Aube	0,30
Aude	0,69
Aveyron	0,17
Bouches-du-Rhône	0,33
Calvados	0,31
Cantal	-0,27
Charente	0,08
Charente-Maritime	0,62

Question A. Visualiser les différences des taux de variation selon les départements

=> Faire une carte des taux de variation par département

cf. Carte 5c de la Fiche Insee



Question A. Visualiser les différences des taux de variation selon les départements

=> Faire un modèle multiniveau (vide) des taux de variation des communes avec :

- les communes en niveau 1
- les **départements** en **niveau 2**

###

- *Calculer et interpréter les variances de niveau 1 et de niveau 2 ?*
- *Faire une carte des résidus de niveau 2 (département) pour le modèle vide.
Que peut-on en dire ?*

Question B. Est-ce que le taux de variation des communes est associé à leur densité ?

=> Faire un tableau des taux de variation selon la densité des communes

cf Figure 2

GRAPHIQUE TABLEAU

Figure 2 - Taux de variation annuel de la population selon le niveau de densité des communes et la période

en %

	1975-1990	1990-2007	2007-2017
Communes densément peuplées	0,14	0,37	0,36
Communes de densité intermédiaire	0,76	0,60	0,42
Communes peu denses	0,73	0,75	0,65
Communes très peu denses	-0,44	0,28	0,15

Champ : France hors Mayotte, limites territoriales communales en vigueur au 1^{er} janvier 2019.
Source : Insee, recensements de la population de 1975, 1990, 2007 et 2017.

Question B. Est-ce que le taux de variation des communes est associé à leur densité ?

=> Faire un modèle multiniveau avec la densité des communes comme variable explicative (effet **fixe**)

###

- *Observer les coefficients associés à la densité des communes. Que peut-on en conclure ?*

Question C. Si on classe les communes en deux catégories selon leur densité, quelle classification est la plus pertinente à intégrer au modèle multiniveau ?

=> Si on fait comme dans la fiche Insee ?

- 1: communes densément peuplées & de densité intermédiaire
- 2: communes peu denses & très peu denses

=> Si on isole les communes peu denses ?

- 0: communes densément peuplées & de densité intermédiaire & très peu denses
- 1: communes peu denses

###

- *Observer les coefficients associés à la densité des communes en deux catégories. Que peut-on en conclure ?*
- *Si on faisait une cartographie par département des coefficients liés à la densité, que devrait-on observer ?*
- *Faire une cartographie par département des résidus de niveau 2 (département). Qu'observe-t-on ? Quelle(s) autre(s) variable(s) explicative(s) pourrait-on ajouter au modèle ?*

Question D. Est-ce que le taux de variation des communes varie aussi selon la présence d'une grande ville dans le département ?

Créer variable au niveau du département (présence/absence d'une commune > 150 000 hb.) et la rapatrier au niveau de la table communes

Intégrer cette variable explicative de niveau 2 dans le modèle multiniveau

###

- *Observer le coefficient associé à la présence/absence dans le département d'une commune > 150 000 hb. Que peut-on en conclure ?*
- *Faire une cartographie par département des résidus de niveau 2 (département). Qu'observe-t-on ?*

Question E. Est-ce que la différence inter-départementale dans les taux de variation s'explique par....

... la composition des communes des départements en termes de densité (effets de composition) ?

... et par la présence d'une grande ville dans le département (effet de contexte) ?

###

- *Comparer l'évolution des variances de niveaux 1 et 2 entre les différents modèles*

Question F. L'effet de la densité des communes varie-t-il selon les départements ?

Faire un modèle multiniveau avec la densité des communes comme variable explicative (effet **aléatoire**).

####

- *Faire une cartographie par département des coefficients liés à la densité. Qu'observe-t-on ?*
- *Comparer l'évolution des variances de niveaux 1 et 2 entre les différents modèles*