

Analyse spatiale et santé

Christina Aschan-Leygonie
Maîtresse de conférences en Géographie
Université Lumière Lyon 2

Moodle

<https://moodle-ouvert.univ-lyon2.fr/course/view.php?id=813>

Organisation des séances

16/10 : Cours introductif sur l'analyse spatiale et santé + début d'un travail individuel d'analyse spatiale pour comprendre les causes d'une épidémie

17/10 : suite du travail d'analyse spatiale pour comprendre les causes d'une épidémie

20/10 suite et fin du travail d'analyse spatiale pour comprendre les causes d'une épidémie + Cours sur l'accessibilité aux soins de santé

22/10 : travail individuel sur l'accessibilité aux soins de santé

24/10 : suite et fin de d'accessibilité aux soins de santé

Bibliographie :

- ASCHAN-LEYGONIE C., CUNTY C., DAVOINE P-A., 2019, *Les systèmes d'information géographique, Principes, concepts et méthodes*, Armand Colin, coll. Cursus, 272 p. Chp 2.4 et 5 en particulier
- BAVOUX J.-J., CHAPELON L., 2014, *Dictionnaire d'analyse spatiale*, Armand Colin, 608 p.
- BAVOUX J.-J., 2010, *Initiation à l'analyse spatiale*, Armand Colin, 128 p.
- BEGUIN M., PUMAIN D., 2014. *La représentation des données géographiques*, Armand Colin, 3e éd., coll. Cursus, 192 p.
- CALOZ R. et COLLET C., 2011, *Analyse spatiale de l'information géographique*, Presses polytechniques et universitaires romandes, coll. « Science et ingénierie de l'environnement ». 400 p.
- DEVILLERS R., JEANSOULIN R. (dir), 2005, *Qualité de l'information géographique*, Hermès science publications, 349 p.
- FEUILLET T., COSSART E., COMMENGES H., 2019. *Manuel de géographie quantitative – Concepts, outils, méthodes*, Armand Colin, Coll. Cursus. 240 p.
- HEYWOOD I., CORNELIUS S., CARVER S., 2011, *An Introduction to Geographical Information Systems*, Prentice Hall, 4e éd. 460 p.
- KANAROGLOU P. 2016. *Spatial Analysis in Health Geography*. Royaume-Uni: Taylor & Francis.
- OZDENEROL E. 2019. *Spatial Health Inequalities: Adapting GIS Tools and Data Analysis*. Royaume-Uni: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- PUMAIN D., ST-JULIEN Th., 2010 (2^e édition), *L'analyse spatiale 1. Localisation dans l'espace*. Armand Colin, coll. Cursus, 192 p.
- PUMAIN D., ST-JULIEN Th., 2010 (2^e édition), *L'analyse spatiale 2. Les interactions spatiales*. Armand Colin, coll. Cursus, 224p.
- SMITH M., GOODCHILD M., LONGLEY P., 2018. *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques, and Software tools*, The Winchelsea Press, 6e éd., 602 p. <https://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>
- WALLER L. A., GGOTWAY, C. A. 2004. *Applied Spatial Statistics for Public Health Data*. Allemagne: Wiley.

Validation du cours

- Présence à toutes les séances
- Rendus des deux travaux dirigés réalisés en séance
 - réponses aux questions
 - copies d'écran ou schémas de traitements
 - les données produites
 - projets réalisés
- Travail individuel
- A déposer sur moodle avant le 15/11/2025

Plan de la séance

Introduction

1. Données et indicateurs de santé
2. Méthodes d'analyse spatiale en santé
3. L'apport de l'AS
4. La distance, un concept central de l'analyse spatiale

Introduction

L'analyse spatiale, une approche pour éclairer les politiques publiques de santé

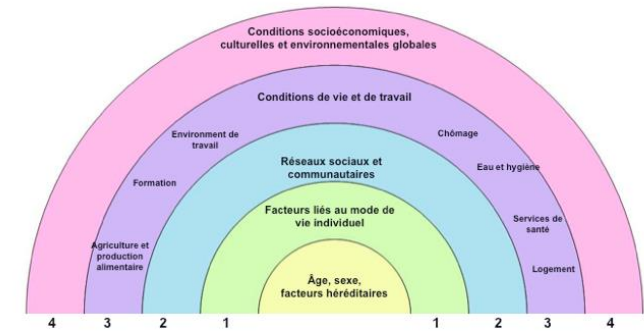
■ L'état de santé des individus sont influencés par l'interaction de différents facteurs

- génétique
- caractéristiques et comportements individuels
- environnement physique et social de vie
- conditions de vie et de travail
- expositions aux polluants, aux nuisances...
- accès aux services de santé

⇒ lieu de vie / de travail constitue un ensemble de déterminants de l'état de santé d'une personne

- génère des **disparités géographiques** en matière de santé

Modèle des déterminants de la santé



Dahlgren & Whitehead 1991 Policies and strategies to promote social equity in health. Stockholm: Institute of Future Studies.

■ Inégalités souvent le résultat du cumul sur un territoire de populations

- vulnérables sur le plan socio-économique
- avec accès plus limité aux professionnels de santé
- vivant à proximité de sources de nuisance ou dans un environnement contaminé

■ Objectifs de la géographie de la santé et l'analyse spatiale:

- identifier ces points noirs territoriaux
- chercher les causes
- orienter les politiques de prévention des risques sanitaires

■ Depuis + de 3 décennies, développement de méthodes d'analyse spatiale pour mieux comprendre le rôle des lieux sur la santé

1. Données et indicateurs de santé

Données pour étudier la disparités spatiales de santé

- Pour d'identifier et expliquer les disparités géographiques de santé des populations, besoin de données d'informations spatialisées décrivant :
 - la santé des individus/groupes d'individus
 - l'exposition aux polluants/bruits
 - le contexte du voisinage – le milieu de vie et de travail des individus/groupes
 - caractéristiques socio-économiques
 - bâti, présence d'espaces verts, occupation du sol, réseaux routiers, les sites pollués, etc.
 - des données décrivant les professionnels de santé
 - + pour des études au niveau des individus : leur caractéristiques, comportements...

Données de santé

Les bases de données médico-administratives

- Données recueillies en routine de façon systématique
- BD : données objectives et très exhaustives
- Sur le recours aux soins, les hospitalisations, le handicap...

3 grands familles

- Données de mortalité
 - =nb de personnes mortes d'une maladie donnée, pendant un temps donné
 - certificats de décès par cause (BD de CépiDc de l'INSERM)
- Données de morbidité
 - =nb de personnes souffrant d'une maladie donnée, pendant un temps donné
 - Sources
 - Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) – hospitalisations
 - Maladies à déclaration obligatoire, maladies professionnelles
 - ALD – affections de longue durée
 - Visites d'urgence
 - ...
- Données de prescriptions médicamenteuses
 - les données de l'Assurance Maladie – BD SNIIRAM (base du système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie)

Données de santé

- Recueil exhaustif des cas d'une maladie identifiée – registres de morbidité
 - régionaux ou nationaux
 - constitués par le recueil de données médicales anonymisées pour documenter l'incidence et l'évolution de maladies
 - Ex. cancers, maladies neurovasculaires, malformations congénitales, maladies rares

- Registre des cancers du Bas-Rhin (registre qualifié)

Responsable(s) : Velten Michel, Laboratoire d'Epidémiologie et de santé publique



1 Mise à jour : 23/09/2015

- Registre français des lymphomes survenant après transplantation

Responsable(s) : Caillard Sophie, Département de néphrologie et de transplantation rénale

2 Mise à jour : 23/10/2015

- Registre des accidents vasculaires cérébraux de Lille (registre qualifié)

Responsable(s) : Amouyel Philippe, Service d'épidémiologie et Santé Publique, UMR1167

Dallongeville Jean, Service d'épidémiologie et Santé Publique, INSERM U1167, Université Lille Nord de France

Données de santé

Les bases de données issues d'enquêtes

- Objectif des enquêtes en santé : explorer différentes dimensions médicales, sociales ou psychologiques
- En population générale ou auprès de populations spécifiques volontaires
- Enquêtes ponctuelles ou de suivis à plus ou moins long terme, sur une durée limitée
- Ex. Les enquêtes nationales périnatales (ENP)
 - depuis 30 ans
 - réalisées tous les 5 à 6 ans



Données de santé

Les cohortes

- suivies sur de longues périodes
- rassemblent jusqu'à plusieurs centaines de milliers de personnes
- collecte de très nombreuses données, de nature extrêmement diverse
- enquêtes de suivi des participants de la cohorte
- ex. de grandes cohortes en France
 - Constances (environ 200 000 adultes de 18 à 69 ans qui consultent dans des centres d'exams de santé de la Sécurité sociale) : santé, mode/conditions de vie
 - I-Share (plus de 20 000 étudiants en Fr) : santé, mode/condition de vie
 - NutriNet-Santé (500 000 personnes volontaires) mode de vie, la santé et les habitudes alimentaires

Données de santé

- Cohorte Constance : Extrait du questionnaire de suivi

4. Voici une liste de problèmes de santé. Indiquez ici ceux dont vous souffrez ou avez souffert au cours des 12 derniers mois (qu'il y ait eu ou non un arrêt de travail, qu'il y ait ou non un traitement).

Affections respiratoires

- Bronchite chronique, BPCO, insuffisance respiratoire ☐ 1
- Asthme ☐ 2

Affections cardio-vasculaires

- Hypertension artérielle ☐ 3
- Angine de poitrine, maladie des coronaires ☐ 4
- Infarctus du myocarde ☐ 5
- Troubles du rythme cardiaque, pacemaker ☐ 6
- Insuffisance cardiaque chronique ☐ 7
- Artérite des membres inférieurs ☐ 8
- Phlébite, embolie pulmonaire ☐ 9

Affections des os et des articulations

- Sciatique ☐ 10
- Douleurs au bas du dos, lombalgies ☐ 11

Affections urinaires et génitales

- Coliques néphrétiques, calculs urinaires ☐ 26
- Perte involontaire d'urines ☐ 27
- Insuffisance rénale chronique ☐ 28
- Infection sexuellement transmissible (herpès génital, condylomes, chlamydiae, etc.) ☐ 29
- Maladie de la prostate (adénome) ☐ 30
- Maladie du sein ☐ 31
- Endométriose ☐ 32
- Troubles liés à la ménopause ☐ 33

Affections psychiques

- Troubles anxieux ☐ 34
- Dépression nerveuse, maladie bipolaire ☐ 35
- Autre affection psychiatrique ☐ 36

Affections neurologiques

Données de santé

Un système national des données de santé (SNDS) en cours de développement

- Une BD intégrant différentes informations liées entre elles
 - les données de l'Assurance Maladie (base SNIIRAM) ;
 - les données des hôpitaux (base PMSI) ;
 - les causes médicales de décès
 - d'autres en cours



SYSTÈME NATIONAL DES DONNÉES DE SANTÉ

[Accueil](#) | [ACTUALITÉS](#) | [SNDS](#) | [COMMENT ACCÉDER AUX DONNÉES ?](#) | [EXEMPLES D'UTILISATIONS](#)



INTÉGRATION DES CAUSES DE DÉCÈS DANS LE SNDS

Depuis juin 2018, les causes médicales de décès des années 2013, 2014 et 2015 sont disponibles dans le SNDS. Elles complètent les données individuelles de recours aux soins des bénéficiaires. Les bases seront progressivement enrichies des données de décès.

ACCÈS RAPIDES

- Qu'est-ce que le SNDS ?
- Les acteurs du SNDS
- Protection de la donnée

Quel accès aux données de santé?

- Les données de santé sont des données personnelles
 - se rapporte à une personne physique identifiable, directement ou indirectement
- Les données de santé sont des données sensibles
 - soumises à des règles de protection renforcées
 - le règlement européen interdit de recueillir ou d'utiliser ces données sensibles, sauf, dans certains cas très spécifiques
 - leur utilisation doit être
 - justifiée par l'intérêt public
 - autorisé par la CNIL (La Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés)



- Précision et coût des données
 - Information pour l'individu – anonymisé
 - Précision géographique variable : au niveau agrégé, au niveau de l'adresse
 - Coût élevé pour demande d'extraction de données

Utilisation des données de santé : Etudes au niveau des individus ou au niveau agrégé

Deux grandes types d'utilisation des données

- Etudes à l'échelle de l'individu
- Etudes écologiques : observation au niveau agrégé à l'échelle d'une unité géographique ou au niveau d'un groupe

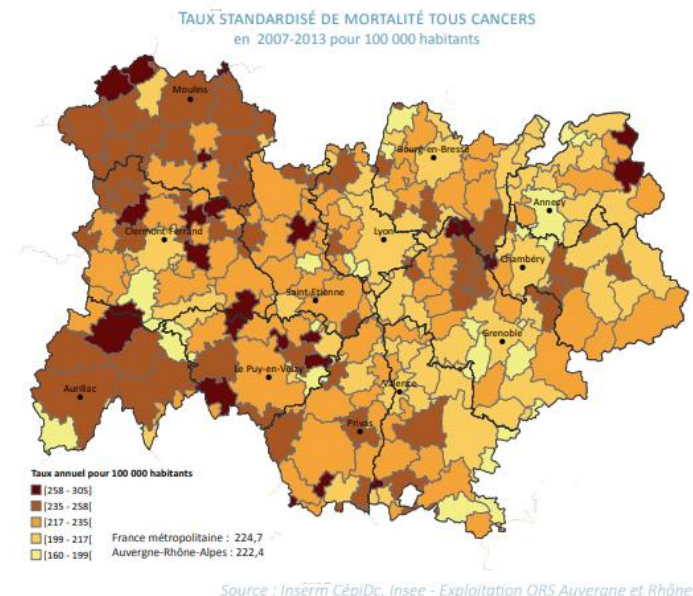
Indicateurs décrivant l'état de santé sur un territoire

Les indicateurs de santé sont observées au niveau d'un groupe ou un territoire, et non au niveau de l'individu

Différents indicateurs de santé

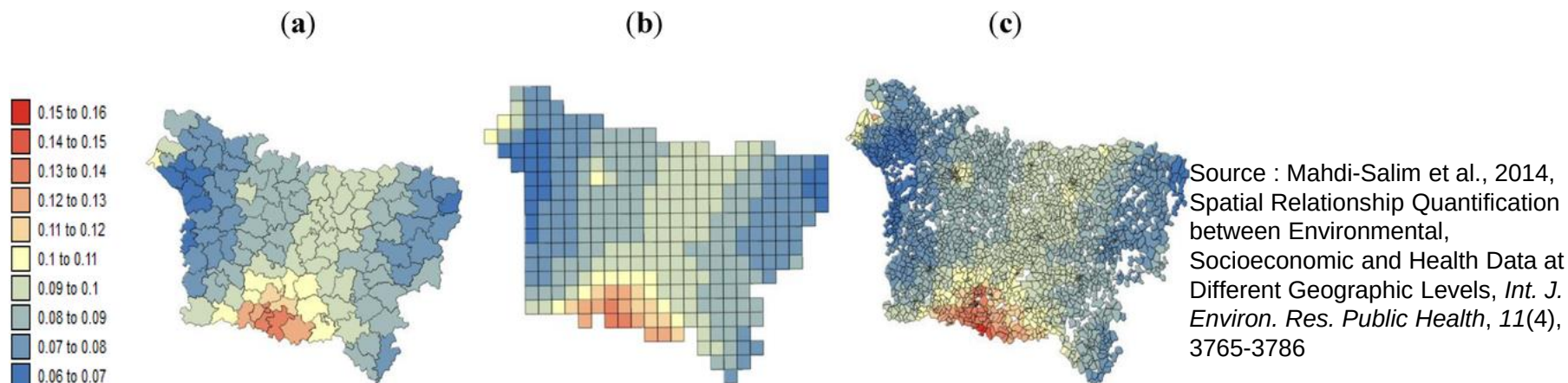
- Mortalité dans une population sur une période pour une pathologie
- Morbidité dans une population sur une période pour une pathologie
 - La prévalence : la somme de tous les cas
 - L'incidence : tous les nouveaux cas
- Taux de standardisation directe
 - Ex. taux standardisés par âge et/ou par sexe
- Taux de standardisation indirecte
 - Recherche d'un excès ou d'un déficit de cas par rapport à une situation de référence
 - Ratios standardisés d'incidence, donc de morbidité (SIR)
 - Ratios standardisés de mortalité (SMR)

Les territoires ruraux de l'ouest plus marqués par une surmortalité par cancer



Au niveau agrégé : choix du découpage en unités spatiales

- Généralement définie sur la base d'un découpage géographique administratif, lié aux données disponibles
- Si étude d'exposition à source polluante : découpage doit bien traduire la différence à l'exposition
- Problèmes
 - découpage administratif pas nécessairement adapté à la problématique ou pour définir une exposition
 - résultats souvent sensibles à la modification du découpage (MAUP)



Maps of the exposure inhalation indicator (F1) aggregated at: (a) county level; (b) grid level; (c) IRIS level (Picardie).

2. Méthodes d'analyse spatiale en santé

2.1. Visualisation des répartitions spatiales

Objectif : observer et comprendre la distribution géographique des pathologies (morbidité ou mortalité)

Différentes approches

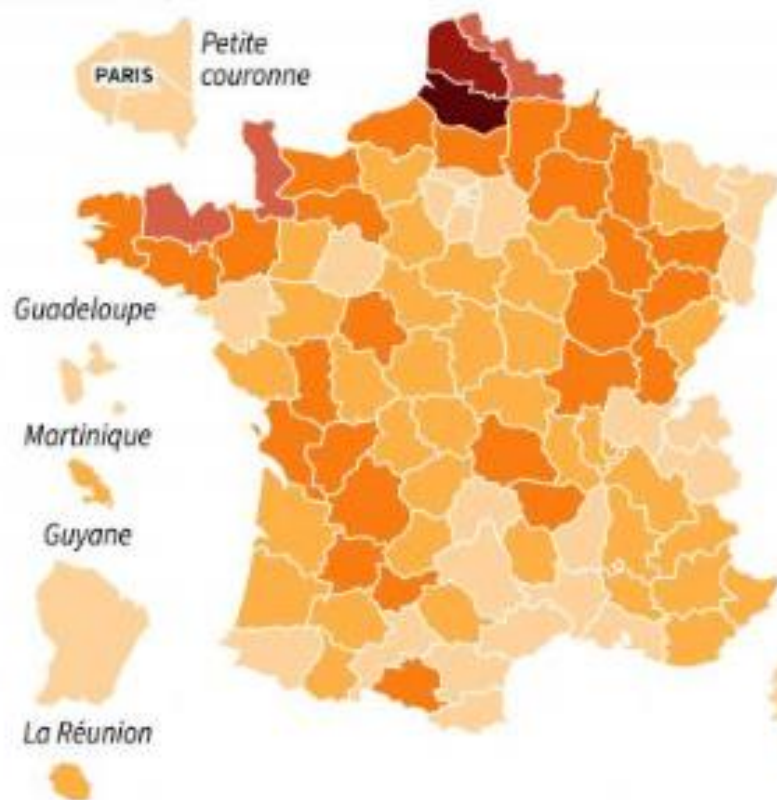
- Cartographie et visualisation d'indicateurs sanitaires
- Analyse globale ou locale de la distribution spatiale d'une maladie pour chercher des tendances à la concentration (clusters)

3.1. Visualisation des répartitions spatiales

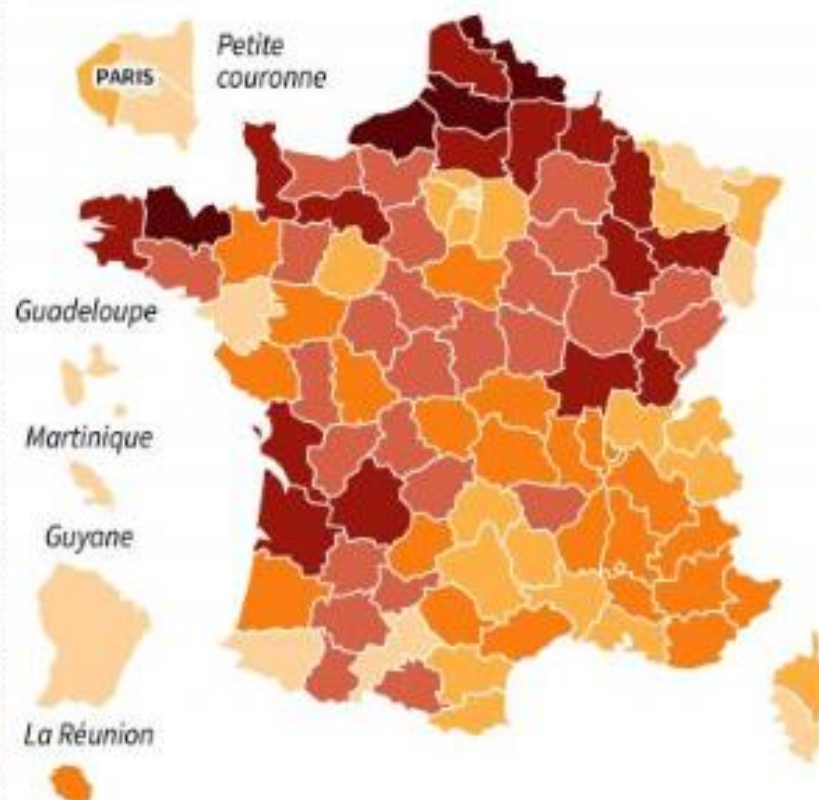
Les tentatives de suicides en France en 2017

Hospitalisations pour 10 000 personnes

HOMMES



FEMMES



Moins de 10 >10 - 15 > 15 - 20 > 20 - 25 > 25 - 30 > 30

Source : Santé publique France

© AFP

2.1. Visualisation des répartitions spatiales

Prudence lors de l'interprétation des cartes

Indice utilisé – ex : effet « structure par âge » possible

Méthode de discrétisation choisie

Niveau de découpage choisi

L'interprétation peut conduire à des erreurs

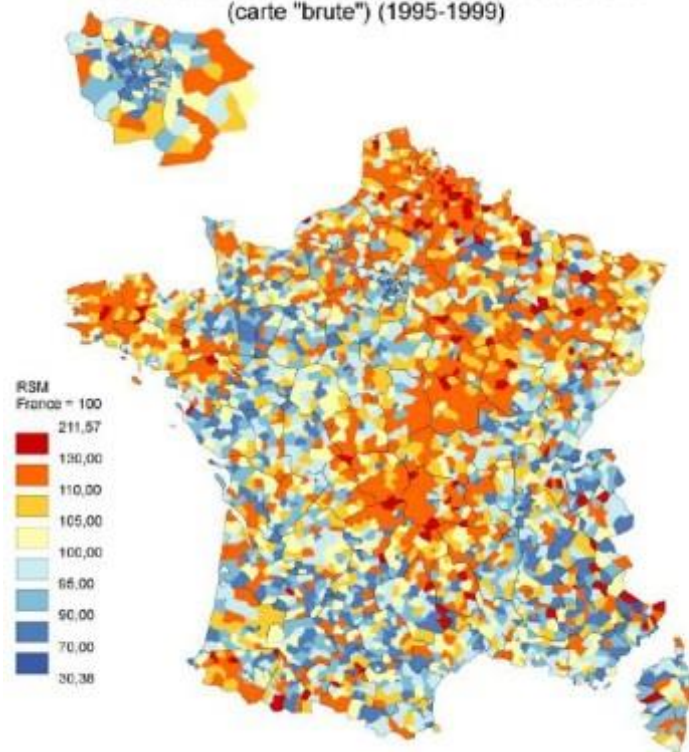
- dans certaines unités géographiques, les nombres de cas sont faibles
- quand les unités géographiques présentent des différences substantielles dans la taille des populations
- Variabilité d'exposition à l'intérieur d'un territoire -> les personnes malades ne sont pas nécessairement les plus exposés

2.1. Visualisation des répartitions spatiales

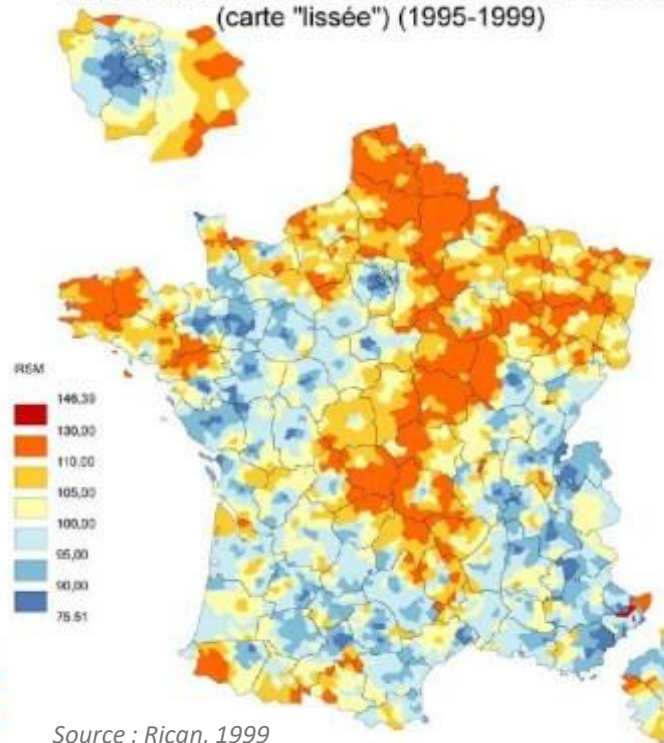
■ Cartes lissées d'indicateurs sanitaires

- Atténuent le « bruit statistique » visible à un niveau d'agrégation fin
- Meilleure appréciation la distribution d'un indicateur sanitaire dans l'espace
- Adaptées aux analyses réalisées
 - à une échelle géographique fine
 - sur des événements peu fréquents

Ratios standardisés de mortalité à l'échelle cantonale
(carte "brute") (1995-1999)



Ratios standardisés de mortalité à l'échelle cantonale
(carte "lissée") (1995-1999)



Source : Rican, 1999

2.2. Recherche d'une structuration spatiale

Objectif : rechercher l'existence de zones de concentration de différentes pathologies

- = recherche de clusters

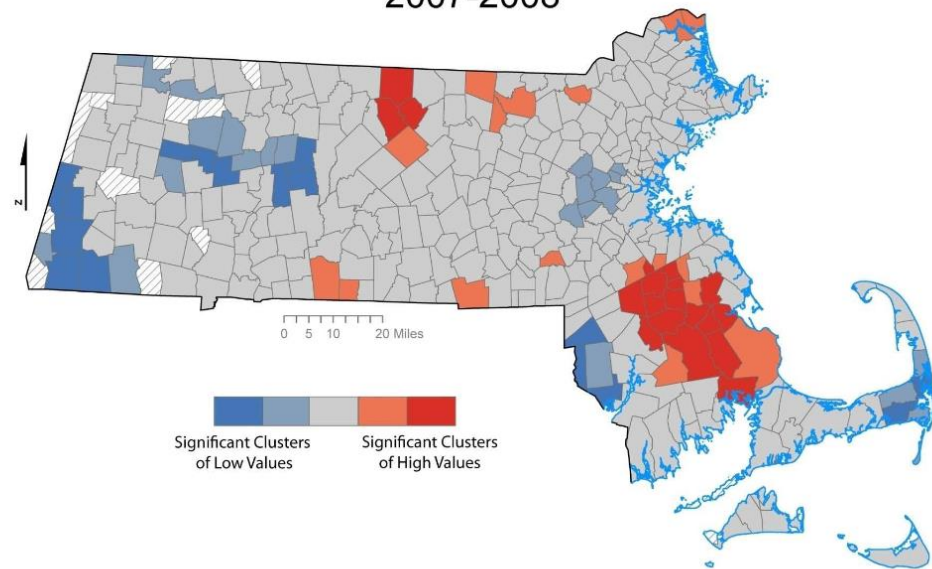
Définition d'un cluster

- Dans contexte études écologiques : regroupement d'unités spatiales de taux de morbidité/mortalité élevés voisins
- Dans contexte études au niveau des individus : regroupement spatiale de cas de mortalité ou de morbidité

Problématique et intérêt

- Détection de clusters et détermination de leur significativité (fruit du hasard ou non)
- Emettre des hypothèses sur les causes
- Outil de stratégie de politiques publiques

Cardiovascular Disease Hotspots
2007-2008



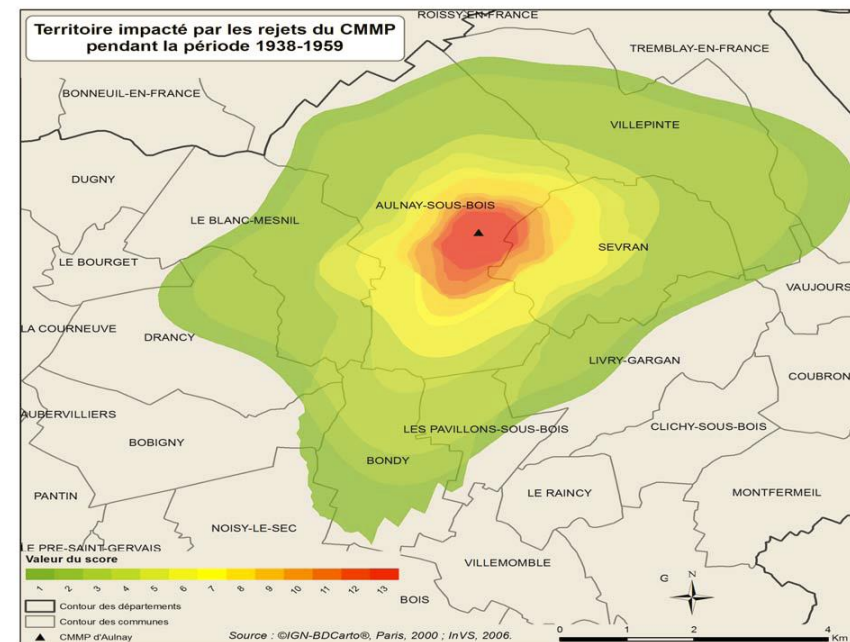
Source : <http://www.cdc.gov>

2.3. Recherche d'explications des disparités géographiques : exemple de l'exposition environnementale

Deux types d'approches des études recherchant un lien entre santé et environnement (au niveau de l'individu ou agrégé) :

- Analyse autour d'une source localisée
 - déterminer s'il existe ou non un **excès de risque** lié à l'exposition générée par un site particulier
- Etudes de corrélations géographiques
 - examiner **d'éventuelles relations** entre les variations spatiales de facteurs d'exposition environnementale et celles d'indicateurs sanitaires ou des cas individuels
 - Différentes méthodes existent – à voir dans la deuxième partie du cours en janvier

⇒ **Objectif général** : mieux comprendre le lien entre environnement et santé

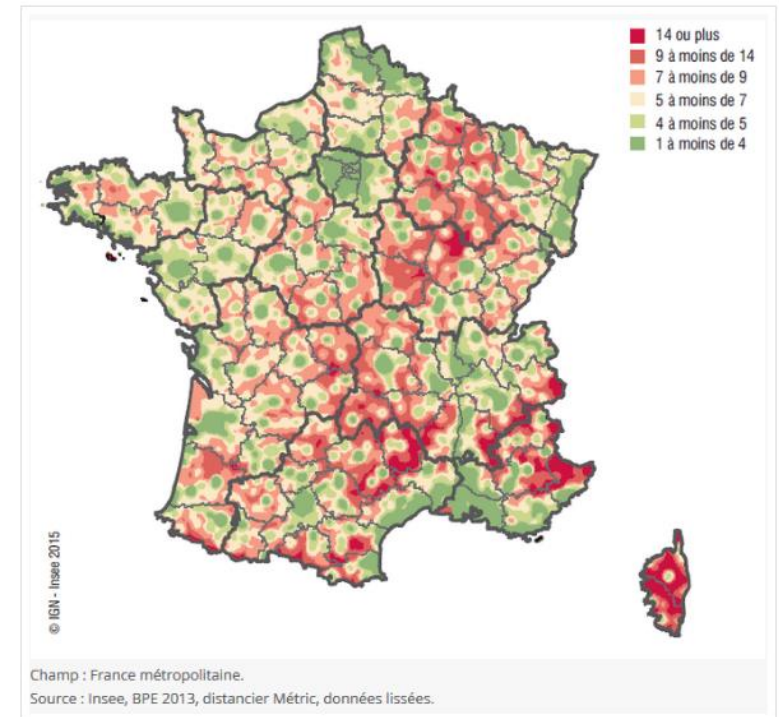


2.4. Analyse de l'accessibilité aux soins de santé

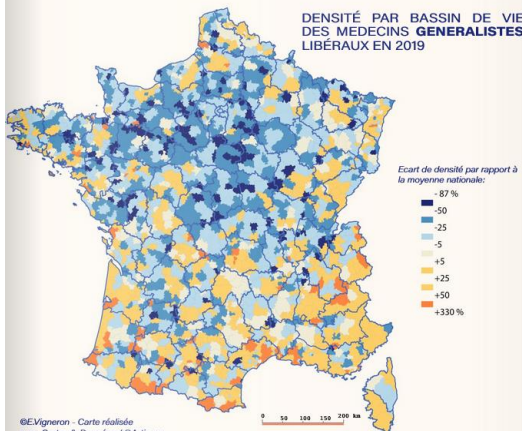
Différents questionnements liés aux inégalités territoriales

- Répartition d'une offre de soins de santé
 - Professionnels de santé
 - Equipements/services
- Accessibilité fondée sur la distance
 - Calcul la distance (ex. temps de parcours) nécessaire pour atteindre un service
- Indicateurs d'accessibilité potentielle qui mettent en relation l'offre et la demande sur un territoire

Figure 1 – Temps d'accès médian routier aux principaux services de la vie courante (en minutes)



La réalité est celle d'une profonde désertification « médicale » dans de nombreux territoires. Une analyse précise des chiffres de la démographie médicale montre clairement que le monde rural est en première ligne face aux problèmes de la désertification médicale, avec 10 millions d'habitants vivant dans un territoire où l'accès aux soins est de qualité inférieure à celle de la moyenne des territoires français.



Source : Association des Maires Ruraux de France (AMRF), 2021,
Accès aux soins en milieu rural : la bombe à retardement »

3. Analyse spatiale et l'apport à l'étude des inégalités géographiques de santé

A quoi s'intéresse l'analyse spatiale ?

La **répartition spatiale** d'un ensemble d'objets ; leur **localisation**, leur **organisation spatiale**

Les **interactions** entre objets localisés = interactions spatiales

- les objets localisés ne sont pas indépendantes les uns des autres
 - ce qui se passe en un lieu a des effets sur ce qui se passe dans d'autres lieux
- ⇒ des actions réciproques de deux ou plusieurs lieux (objets localisés)

C'est une approche fondée sur des

- théories
- concepts/notions
- modèles
- méthodes mathématiques, statistiques, cartographiques, analyse d'images...
- outils informatiques

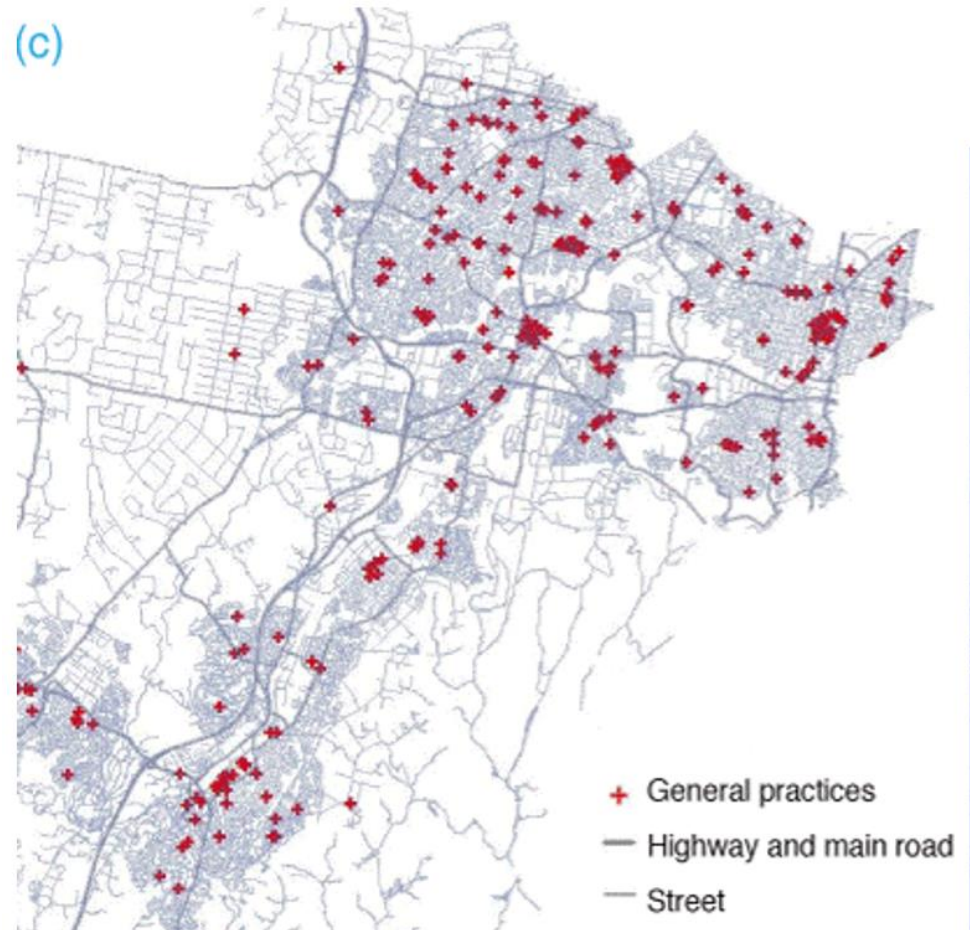
3 objectifs de l'analyse spatiale

1. Localiser et décrire (Où et comment ?)

- décrire une disposition particulière de certains objets, décrire leur formes d'organisation spatiale, repérer des structures récurrentes

Où ?

Location of general practices (c) in South Western Sydney Local Health District (2014)



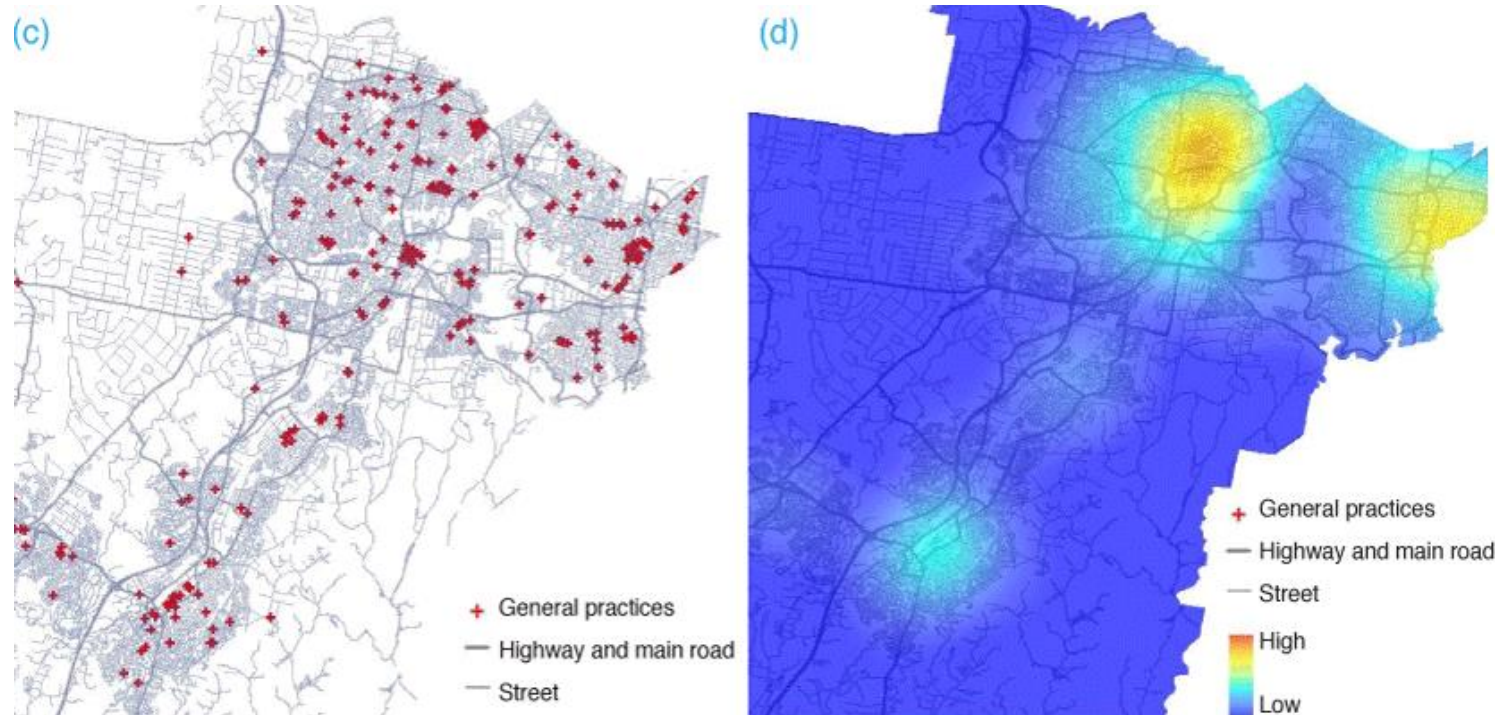
3 objectifs de l'analyse spatiale

1. Localiser et décrire (Où et comment ?)

- décrire une disposition particulière de certains objets, décrire leur formes d'organisation spatiale, repérer des structures récurrentes

Où et comment ?

Location of general practices (c) and kernel density map of general practices (d) in South Western Sydney Local Health District (2014)

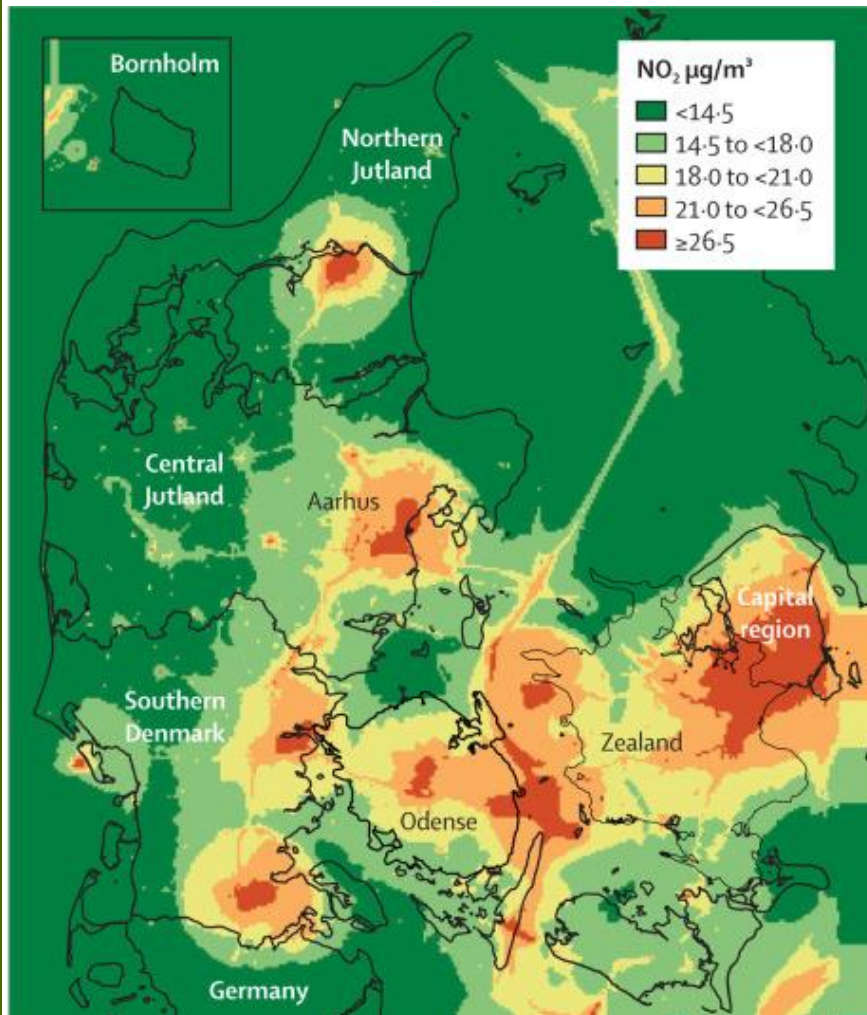


Chong et al., 2015, A feasibility study using geographic access to general practices and routinely collected data in public health and health services research Public Health Research and Practice

3 objectifs de l'analyse spatiale

2. Comparer et expliquer (Pourquoi ?)

- expliquer une localisation par d'autres localisations



Concentrations moyennes annuelles de NO₂ au Danemark en 1985

Table 3 Incidence and IRRs for schizophrenia according to mean daily exposure of NO₂, NO_x, PM_{2.5}

	Cases	Incidence*	First adjustment [†]	Second adjustment [‡]	TI
NO ₂ , µg/m ³					
<14.5	333	2.96	1 (ref)	1 (ref)	1
14.5 to <18.0	446	3.71	1.24 (1.07–1.44)	1.20 (1.03–1.39)	1.2
18.0 to <21.0	351	3.62	1.21 (1.03–1.42)	1.13 (0.96–1.32)	1.1
21.0 to <26.5	515	4.39	1.47 (1.27–1.69)	1.35 (1.17–1.57)	1.4
≥26.5	544	4.88	1.62 (1.41–1.87)	1.44 (1.25–1.67)	1.6

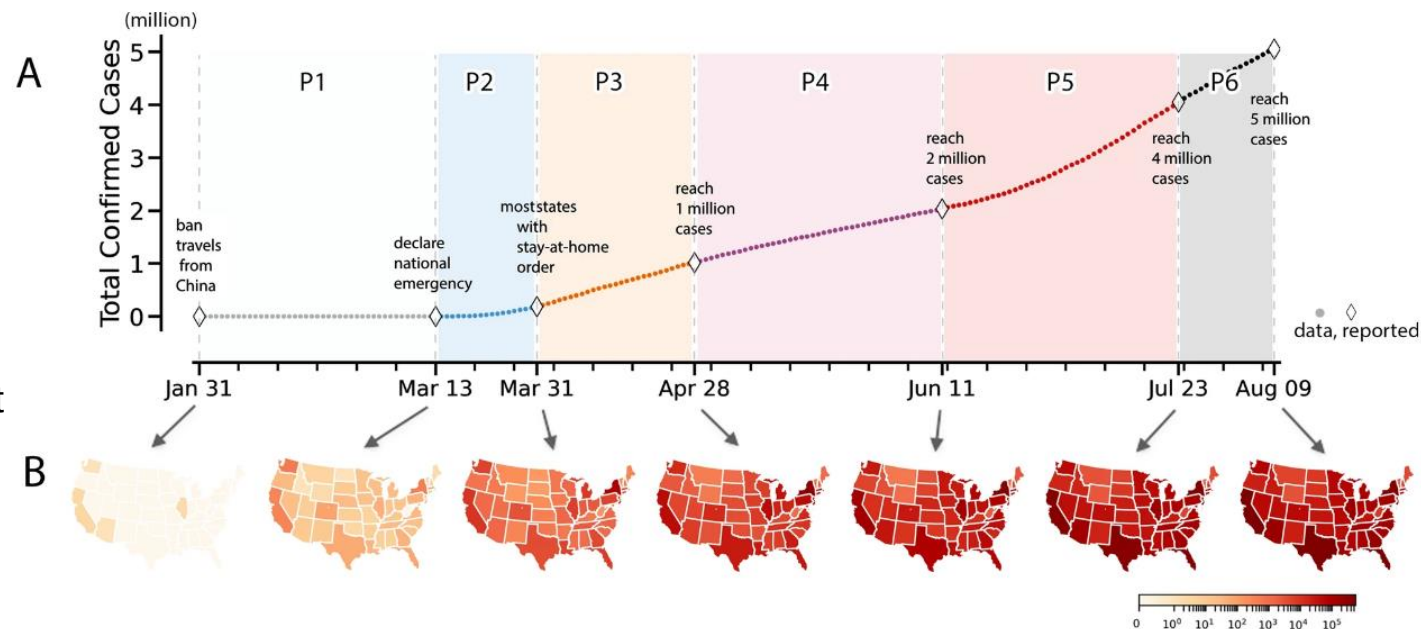
3 objectifs de l'analyse spatiale

2. Comparer et expliquer (Pourquoi ?)

- expliquer une localisation par d'autres localisations
- comprendre en quoi la localisation et les relations d'un objet avec d'autres objets influence ses caractéristiques et son évolution
 - analyse des interactions spatiales : effet de la proximité, des échanges/contact...

Analyse de l'évolution de la configuration spatiale de la répartition des cas de COVID-19 aux Etats-Unis entre janv et août 2020

From: [Revealing the spatial shifting pattern of COVID-19 pandemic in the United States](#)



Source : Zhu, D., Ye, X. & Manson, S. Revealing the spatial shifting pattern of COVID-19 pandemic in the United States. Sci Rep 11, 8396 (2021)

3 objectifs de l'analyse spatiale

3. Décider et prévoir (Quoi faire ?)

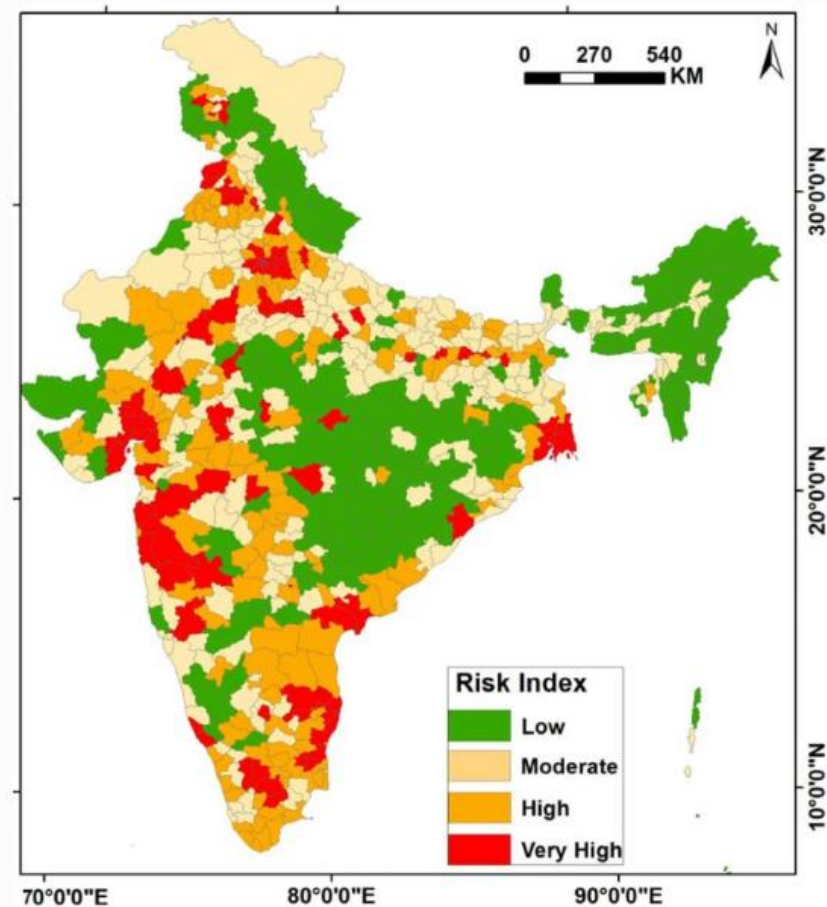
A partir de modèles, de simulations et de comparaison des différents scénarios on cherche à identifier et comprendre les dynamiques observées et prévoir les évolutions futures

=> Aide à la décision

Source : Roy, S., Bhunia, G.S. & Shit, P.K. Spatial prediction of COVID-19 epidemic using ARIMA techniques in India. *Model. Earth Syst. Environ.* **7**, 1385–1391 (2021).

Prédiction du risque d'infection COVID-19 en Inde

Fig. 3



Spatial distribution of COVID-2019 risk zone in India (during the period between 26th January and 09th May 2020)

L'AS n'est pas qu'un outil

L'AS est l'étude **formalisée**

- de l'organisation des objets dans l'espace géographique
- des relations entre les objets localisés

S'appuie sur des notions/concepts souvent mesurables :

- Concentration/Dispersion
- Spécialisation
- Ségrégation/Discontinuité
- Diffusion
- Gradients
- Distance

3. La distance, un concept central de l'analyse spatiale

Deux grandes familles de distance

- A. Distances empiriques
- B. Distances mathématiques
 - 1. Métriques
 - 2. Distances topologiques

A. Distances empiriques

- La distance kilométrique
- La distance-temps
- La distance-coût
- (La distance perçue)

Tableau 2.3 : La variété des distances calculées sur des réseaux entre la station de métro Hénon à la Croix-Rousse à Lyon et la place Bellecour

Unité de mesure	Type de réseau	Mode de déplacement	Paramètres	Distance
Kilométrique	Viaire (rues)	À pied	Le chemin le plus court	2,8 km
Kilométrique	Viaire (rues)	En voiture	Le chemin le plus court	4,1 km
Temps	Viaire (rues)	En voiture	Le chemin le plus rapide, un samedi soir à 20 heures	13 minutes
Temps	Réseau de transport en commun	En métro	Le chemin le plus rapide	18 minutes
Coût	Viaire (rues)	En voiture	Le chemin le moins coûteux, coût au km estimé à 0,26 euro	1,21 euro

ASCHAN, CUNTY, DAVOINE, 2019

Emploi d'une distance empirique suppose généralement de définir

- Unité de mesure
- Infrastructure (réseau de transport) et/ou mode de déplacement
- Itinéraire
- Optionnel : des contraintes – vitesse moyenne, horaire de déplacement

B. Distances mathématiques

1. Les métriques

- Utilisées comme des proxies des distances empiriques
- Obtenus à partir d'un calcul simple
- Métriques imparfaites, car des approximations des distances empiriques, mais...
- ...avantage rapidité : besoin uniquement **des coordonnées géographiques** ou **projetés**

Exemple des coordonnées du bâtiment Europe - Géoportail



The screenshot displays the Géoportail interface. On the left is an aerial view of a long, rectangular building with a grey roof, surrounded by greenery and a parking lot. On the right, a sidebar contains the following information:

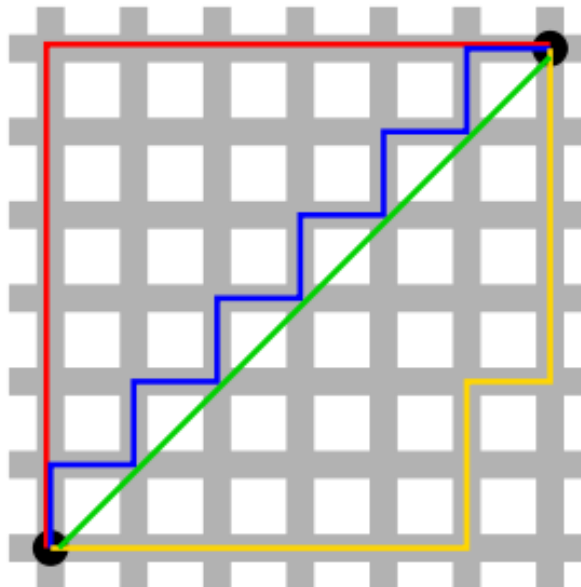
- AFFICHER DES COORDONNÉES**: A section with a back arrow icon. It lists:
 - X : 849235.66 m
 - Y : 6515014.57 m
 - Altitude : 189.91 m
- SYSTÈME DE RÉFÉRENCE**: A section with two dropdown menus. The first is set to 'Lambert 93' and the second to 'mètres'.
- QUADRILLAGE**: A section with a green 'X' icon and the text 'Afficher'.

B. Les distances mathématiques

Généralement calculés à partir de **coordonnées projetées**

Les 2 métriques les plus fréquentes

- La distance euclidienne
 - = la distance à vol d'oiseau
- La distance rectilinéaire
 - = la distance de Manhattan

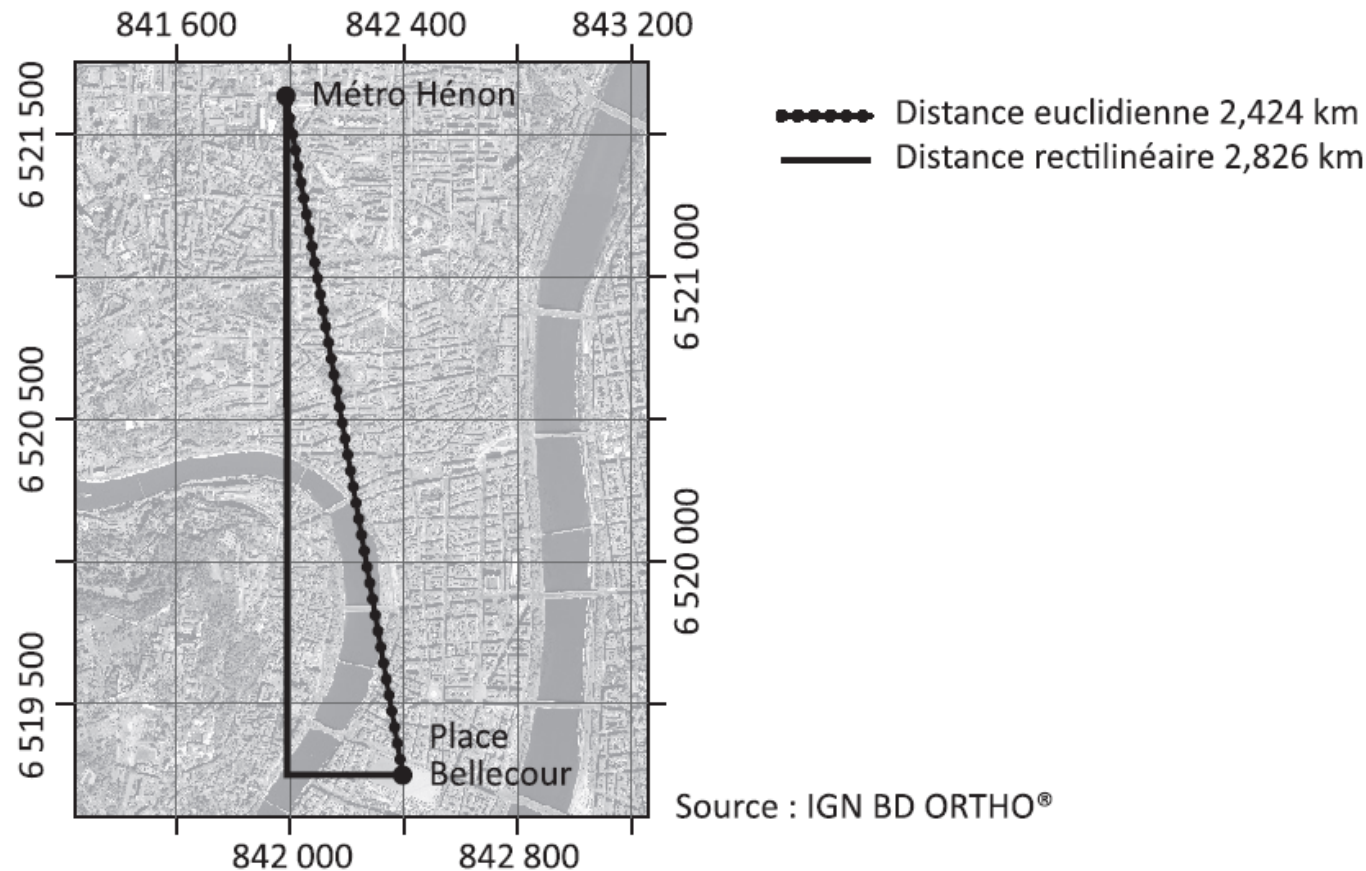


En vert : distance euclidienne
En rouge, jaune et bleu :
distance rectilinéaire



**Figure 2.24 : Les distances euclidienne et rectilinéaire
entre la station de métro Hénon et la place Bellecour
(statue équestre de Louis XIV), à Lyon**

a. Distances euclidienne et rectilinéaire



ASCHAN, CUNTY, DAVOINE, 2019

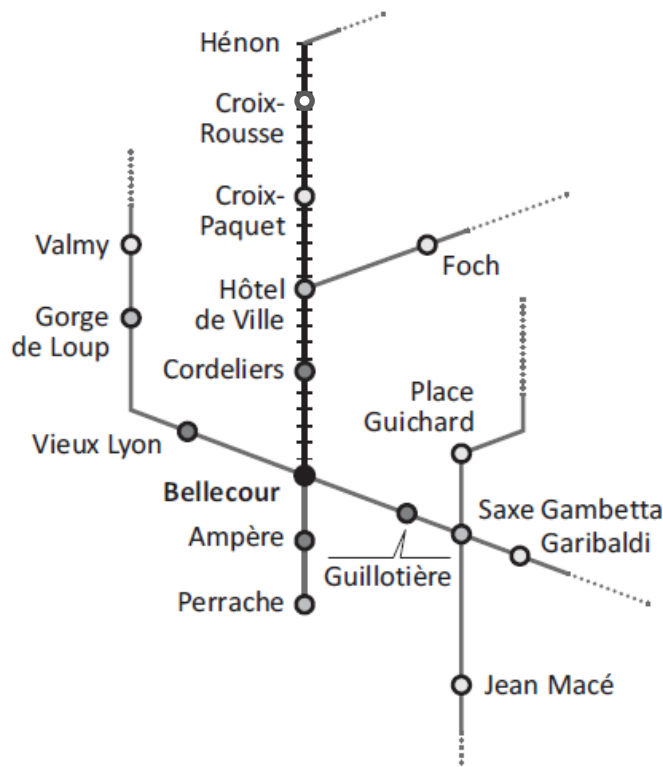
B. Distances mathématiques

2. Les distances topologiques

- Sont identifiées à partir des propriétés géométriques des objets et leurs relations topologiques
- Deux types de distances topologiques

1. Entre deux nœuds sur un réseau on parle de distance par connectivité

a. Distance topologique sur un jeu de données vecteur réseau : le cas du métro de Lyon



● Station de métro de référence

--- Liens entre les stations Bellecour et Hénon

Tableau 2.5 : Distances topologiques entre la station de métro Bellecour et la station de métro Hénon à la Croix-Rousse à Lyon

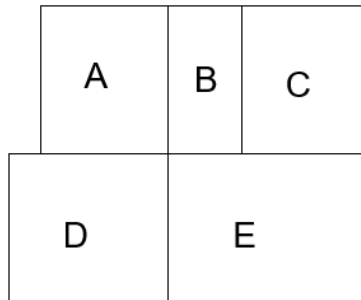
Jeu de données	Distance	Type de réseau	Mode de déplacement	Paramètres	Distance
Vecteur	Topologique	Réseau de transports en commun	Métro	Le chemin le plus direct	5 (nombre de liens à parcourir)

B. Distances mathématiques

2. Les distances topologiques

2. entre deux objets surfaciques (polygones) on parle de distance par contiguïté

Exemple d'entités spatiales



Comment choisir la distance à utiliser dans une étude?

Dépend :

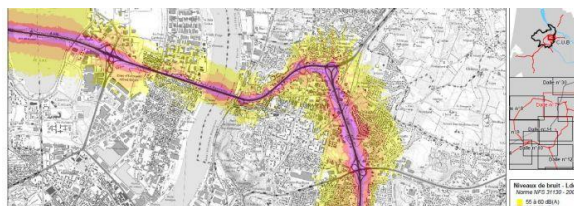
- du problème étudié
- des caractéristiques du territoire étudié
- des moyens dont on dispose
 - temps
 - données (par exemple, un fichier numérique décrivant le réseau de transport)

=> Généralement un compromis

Pour terminer :
les SIG pour les études de santé

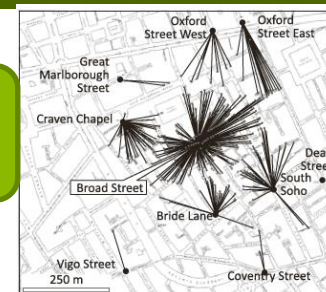
Les SIG en études de santé : un outil pour mettre en évidence les inégalités territoriales de santé

Localiser,
visualiser,
explorer



santeenvironnement-aquitaine.fr

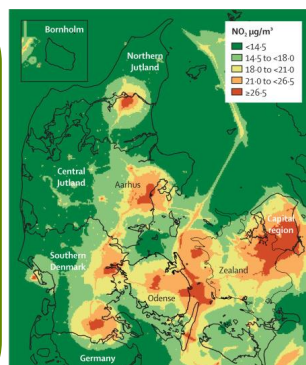
Accessibilité /
calculs de
distances



Source : Aschan, Cuntz,
Davoine, 2019

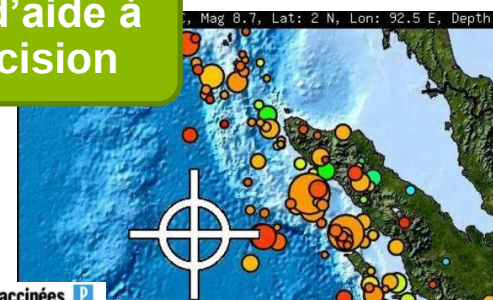
Rechercher des liens entre santé
et environnement :

- délimiter zone d'exposition
- identifier des populations exposées
- construire des indicateurs
- rechercher de clusters
- mettre en relation des indicateurs de santé, de contexte, d'exposition



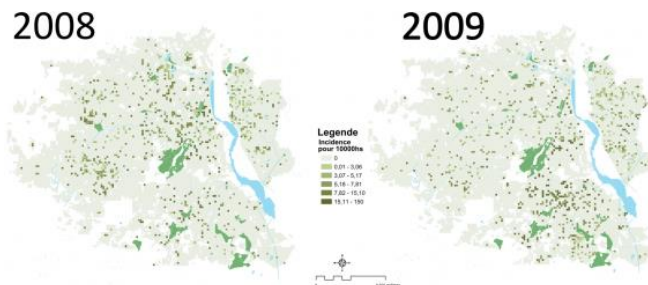
Source : Antonsen et al. 2020

Outil d'aide à
la décision



Système d'alerte Tsunami
source : lemonde.fr

Suivi d'une
évolution
spatio-
temporelle

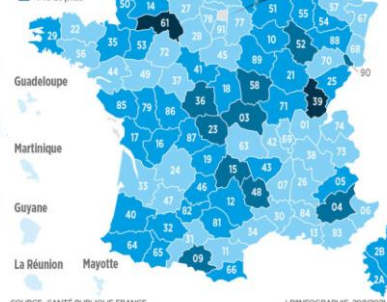


Taux d'incidences de la dengue, Delhi, Source : Telle, 2015

**Covid-19 : la proportion de personnes vaccinées
varie selon les départements**

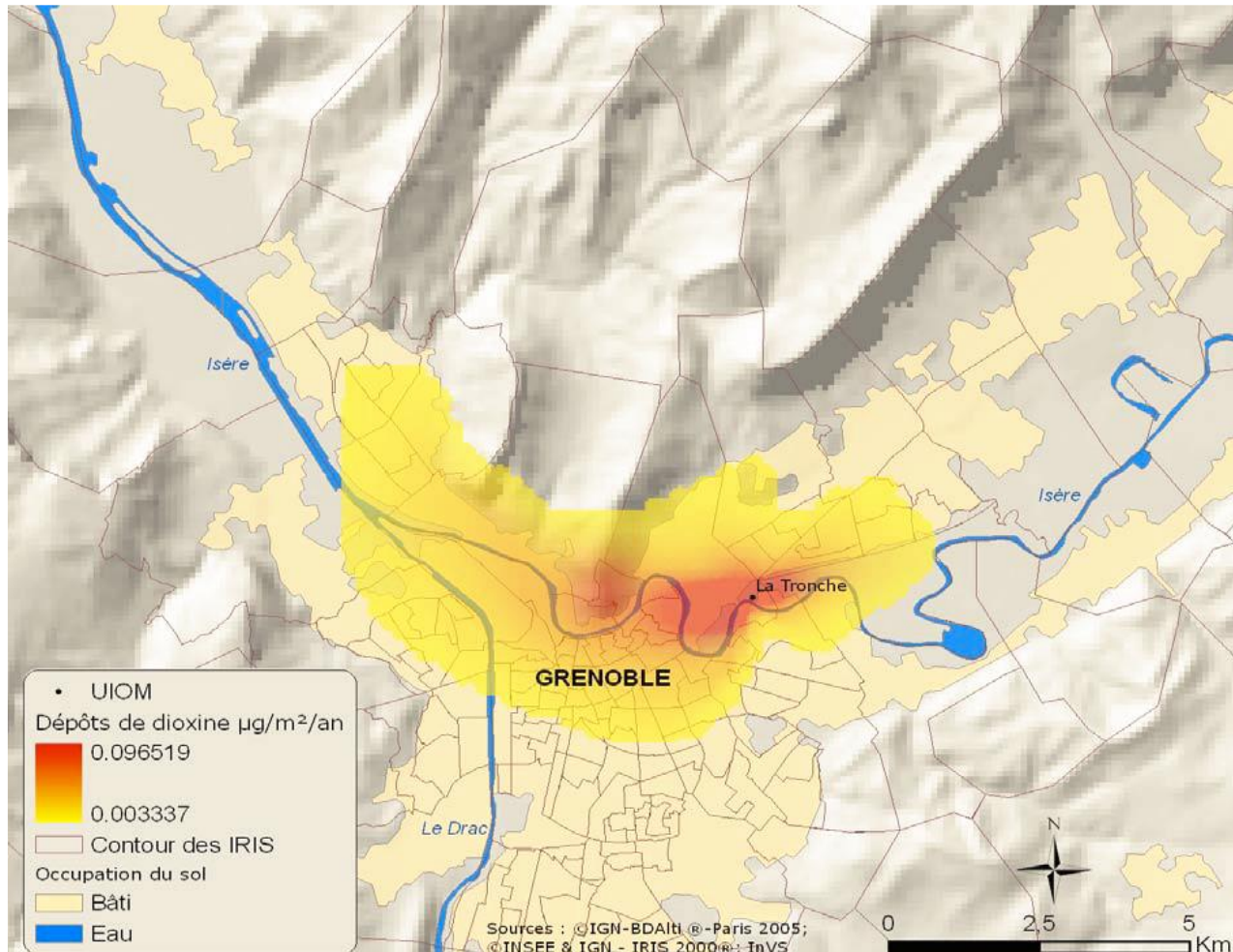
Pourcentage de personnes ayant reçu au moins une dose de vaccin
au 27 janvier

- Moins de 1 %
- De 1 à 1,9 %
- De 2 à 2,9 %
- De 3 à 3,9 %
- 4 % et plus



Communication
de l'information

Exemple d'utilité des SIG : Étude écologique comparant l'incidence des cancers dans des Iris en fonction de l'exposition au panache d'usines d'incinération d'ordures ménagères (étude sur 22 UIOM en France)



SIG utilisé pour la construction :

- d'un indicateur d'exposition au dioxine
- des facteurs d'exposition secondaires (ex. facteur d'exposition au trafic routier)
- affectation de valeurs d'exposition aux IRIS
- d'un indicateur d'état de santé des populations par IRIS (pas visible sur la carte)

⇒ Puis analyse relation santé/exposition dans logiciel de traitements statistiques

Source : Fabre P, Daniau C, Gorla S, de Crouy-Chanel P, Empereur-Bissonnet P. Étude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2008