

Analyse exploratoire des données géo-référencées

SIG et Analyse Spatiale

- ▶ **Systemes d'Information Géographique (SIG)**
- ▶ **Analyse spatiale**
- ▶ **Données spatiales ou géo-référencées**

Systemes d'Information Géographique (SIG)

▶ SIG en tant qu'ensemble d'outils

- Burrough : « set of tools for collecting, storing, retrieving at will, transforming and displaying spatial data from the real world for a particular set of purposes »

▶ SIG en tant que science (la « nouvelle » géographie)

- Goodchild : Science de l'information géographique

⇒ questions scientifiques génériques relatives aux données géographiques

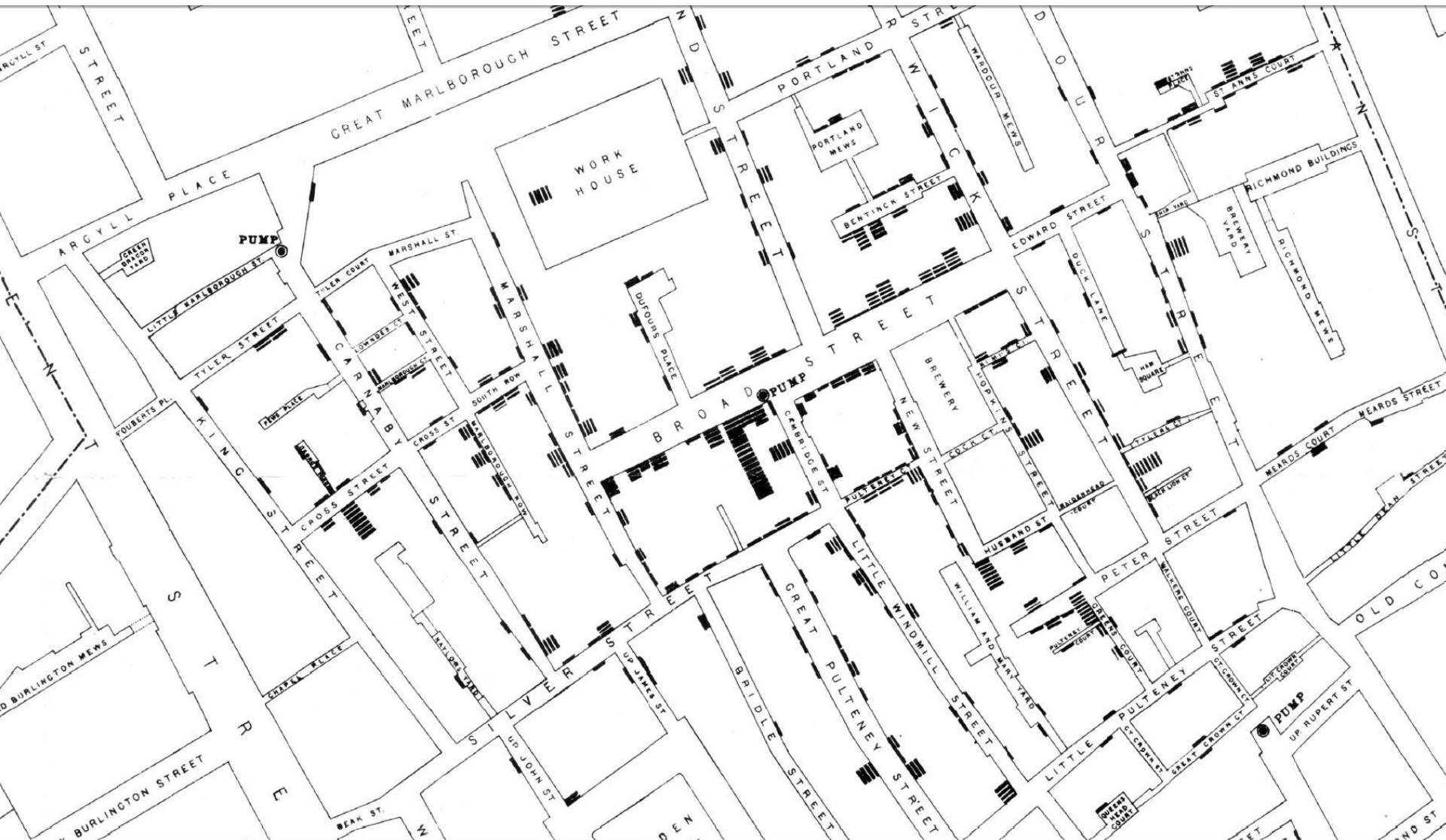
⇒ rôle central de l'analyse spatiale

▶ Fonctions SIG (Anselin et Getis , 1992)

1. Input
2. Archivage
3. Analyse
4. Output

Qu'est-ce que l'analyse spatiale ?

- ▶ Des données à l'information...
 - valeur ajoutée au-delà de la cartographie des données
 - transformation, manipulation et application de méthodes analytiques aux données spatiales (géographiques)
- ▶ Absence d'invariance par rapport à la localisation spatiale
 - analyser **où** est-ce que les résultats changent quand la localisation de l'objet d'étude change ?
 - ▶ Concentration géographique (clusters) – Autocorrélation spatiale
 - l'espace géographique joue un rôle important



Analyse spatiale *avant la lettre* : carte des décès dus à l'épidémie de choléra à Londres en 1854 établie par le Dr. John Snow (1813-1858), épidémiologiste (14000 morts, taux de mortalité de 1.3%)



La majorité des décès dus à l'épidémie de choléra de Soho vivait plus près de la pompe infectée de Broad Street que de n'importe quelle autre pompe (cf. diagramme de Voronoï)³⁷

Les différentes étapes de l'analyse spatiale

- ▶ **Trouver** des schémas spatiaux pertinents
 - Analyse Exploratoire de Données Spatiales ou Géo-référencées
- ▶ **Visualiser** ces schémas spatiaux
 - Analyse cartographique
- ▶ **Expliquer** ces schémas spatiaux
 - Modélisation spatiale, régressions spatiales
- ▶ L'analyse spatiale mobilise
 - une approche théorique spécifique
 - des outils informatiques et cartographiques spécifiques

Mise en œuvre de l'analyse spatiale

- ▶ Au-delà du SIG
 - Fonctionnalités analytiques non intégrées dans les SIG commerciaux standard
 - L'exploration requiert une approche interactive
 - La modélisation spatiale requiert des méthodes statistiques spécifiques
 - ⇒ Traitement explicite de l'autocorrélation spatiale
 - ⇒ L'espace-temps n'est pas l'espace + le temps
- ▶ ESDA et Econométrie Spatiale

Données spatiales ou géo-référencées

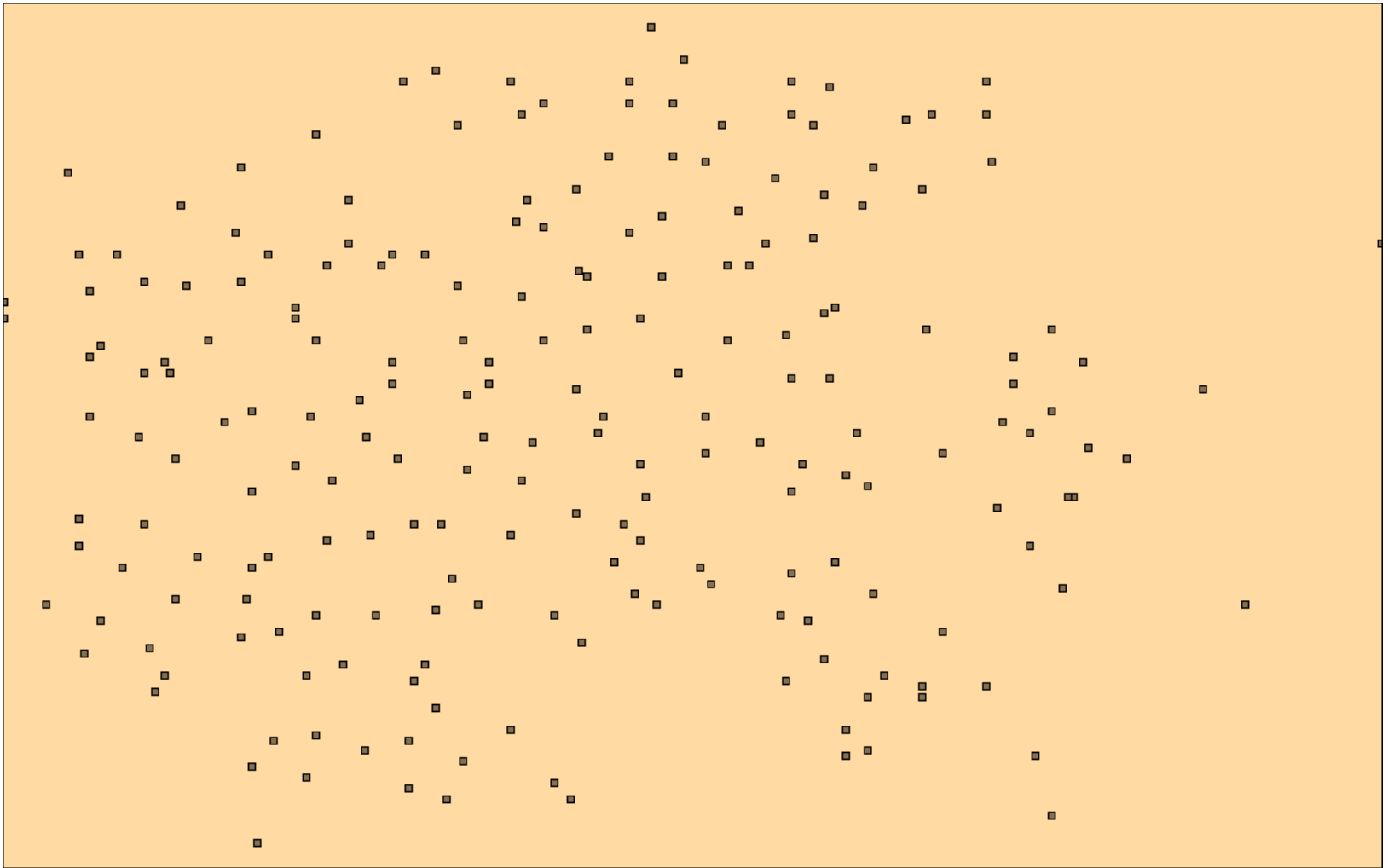
« What is Special about Spatial Data? » (Anselin)

- ▶ La localisation relative des données joue un rôle dans la compréhension et l'analyse des phénomènes économiques et sociaux
 - ⇒ **Elle doit être prise en compte dans l'analyse**
- ▶ La dépendance en coupe transversale / spatiale est très plausible
 - Interactions spatiales, contagion, externalités spatiales, effets de débordement géographique (spillovers), effets d'imitation (copy-cattng)
- ▶ Première loi de la Géographie (Tobler, 1979)
 - « Everything depends on everything else, but closer things more so »

Nature des données spatiales

Deux type de données spatiales :

- ▶ **Données géo-référencées** : observations localisées dans l'espace
 - Informations sur la valeur de la variable + informations sur la localisation
 - Cas particulier de données en coupe transversale
- ▶ **Objets spatiaux**
 - **Points : coordonnées x,y**
 - ▶ Localisations d'objets : villes, usines, entreprises, magasins, maisons...
 - ▶ Localisation d'événements : transactions, accidents, crimes...
 - **Lignes : arcs**
 - ▶ Réseaux de transport, réseaux de communication
 - **Aires : polygones** (ensemble d'arcs reliés entre eux \Rightarrow unités territoriales)
 - ▶ Pays (NUTS0), Régions (NUTS2), Départements (NUTS3) (UE)
 - ▶ Regions, States, Counties, Census tracts, Census Blocks... (USA)



Points : 211 transactions immobilières dans le comté de Baltimore (1980)



lignes : un réseau routier



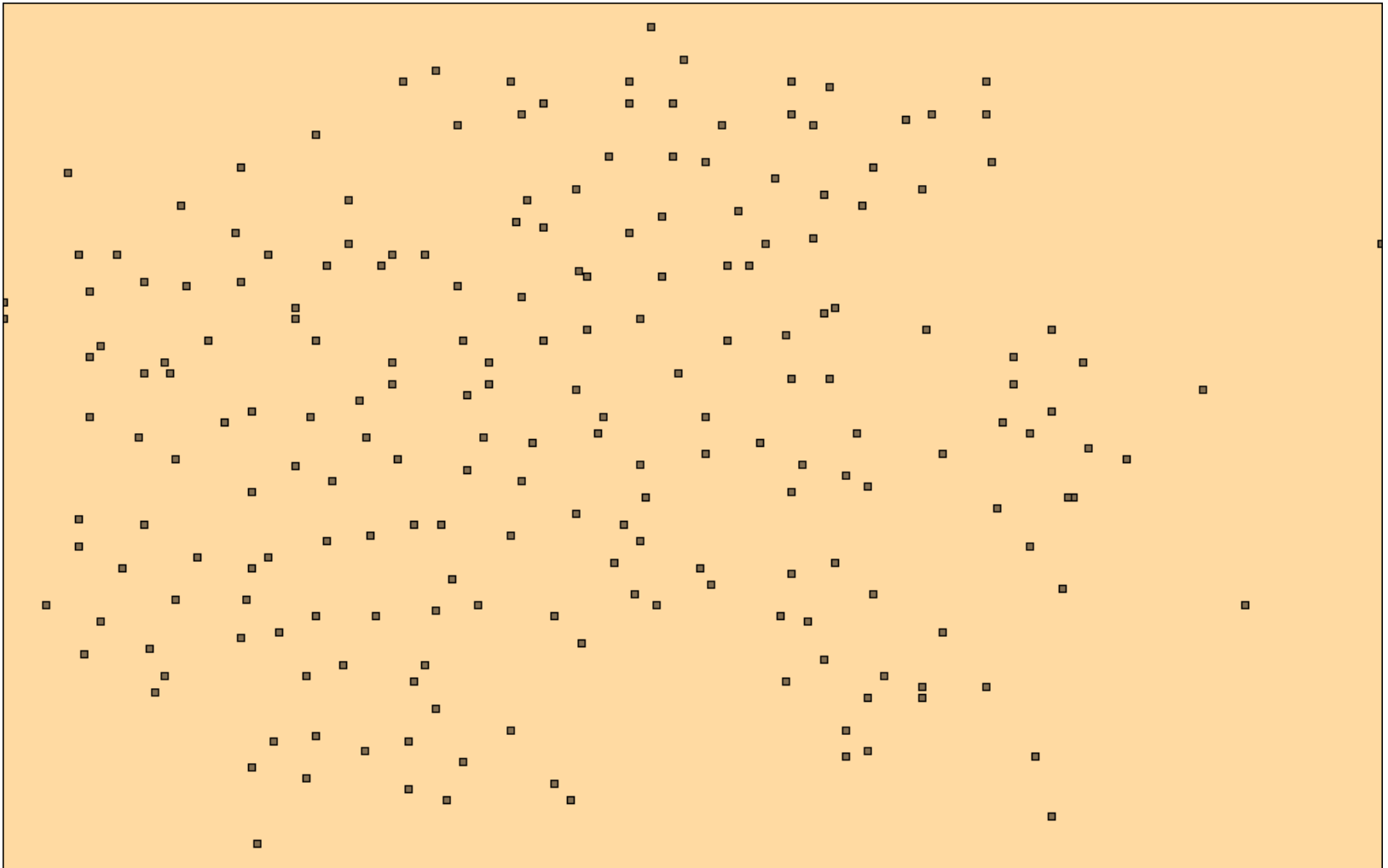
Objets spatiaux : Centre ville de Dallas (Texas)

- **Points** : écoles publiques
- **Lignes** : rues
- **Polygones** : unités territoriales (census block group boundary)

Analyse de Données Spatiales

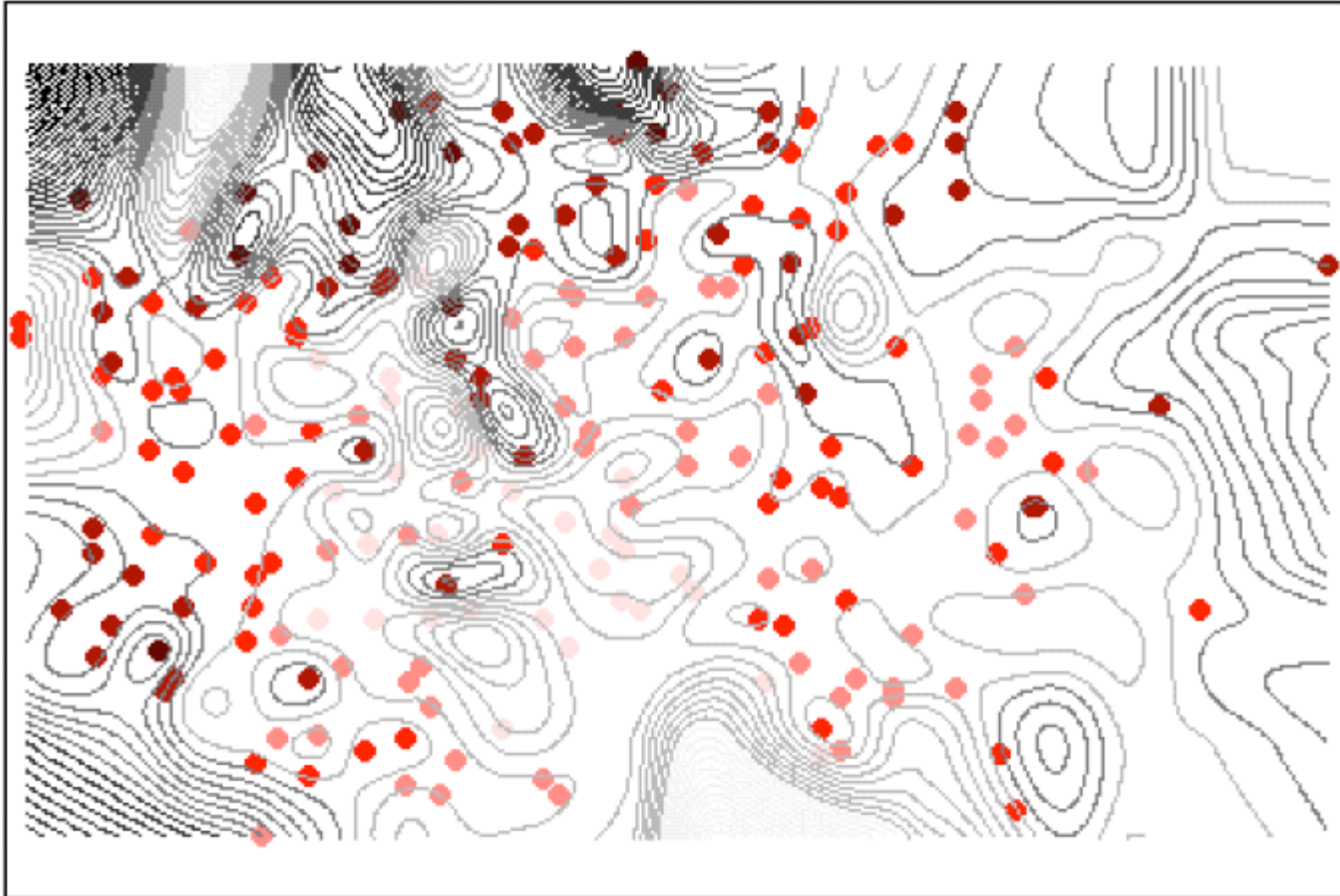
- ▶ Analyse de processus ponctuels :
 - points comme évènements : accidents, crimes (localisation)
 - schémas de points sur une carte : on s'intéresse uniquement à la localisation
- ▶ Analyse géostatistique :
 - les points représentent un échantillon aléatoire de localisations dans une surface continue
 - moniteurs de pollution, ventes de maison
 - modèles pour surfaces continues : on s'intéresse à l'interpolation, on utilise les observations pour modéliser toute la surface
- ▶ **Analyse d'unités territoriales :**
 - **polygones et points (centroïdes), on observe un échantillon exhaustif, le nombre d'objets est fini**
 - **on s'intéresse à l'autocorrélation et l'hétérogénéité spatiale**

Analyse de processus ponctuels



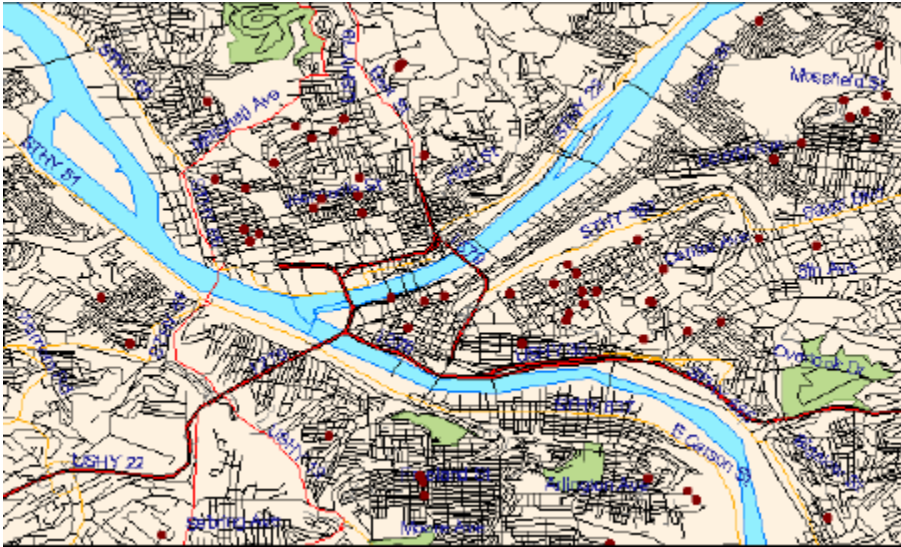
Points : 211 transactions immobilières de maisons individuelles dans le comté de Baltimore (1980)

Analyse géostatistique



Interpolation géostatistique du prix de vente des maisons individuelles dans le comté de Baltimore (1980)

Analyse de processus ponctuels

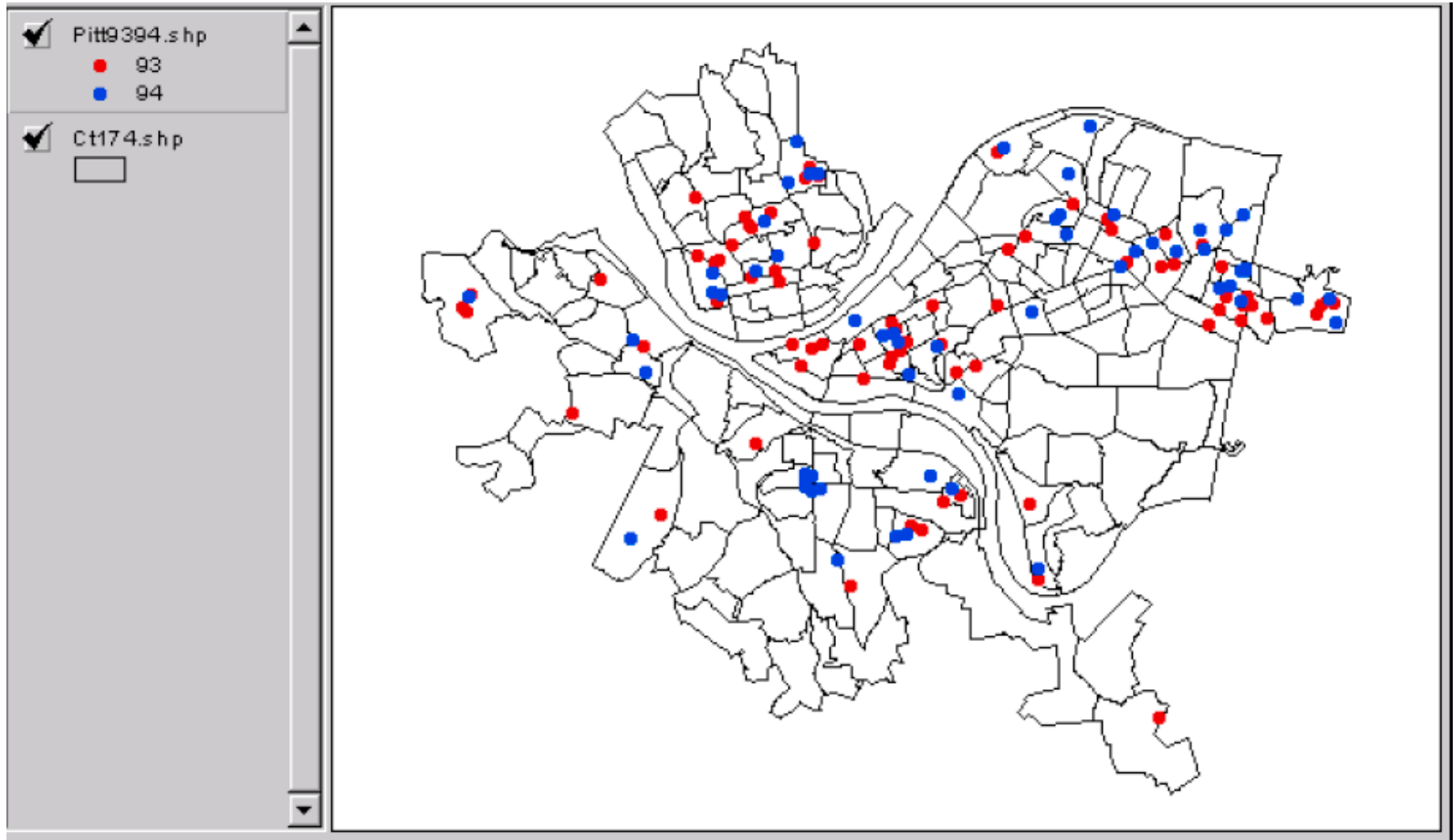


Points dans un contexte géographique
Ville de Pittsburgh
(Pennsylvania, USA)

Schéma de points dans le plan

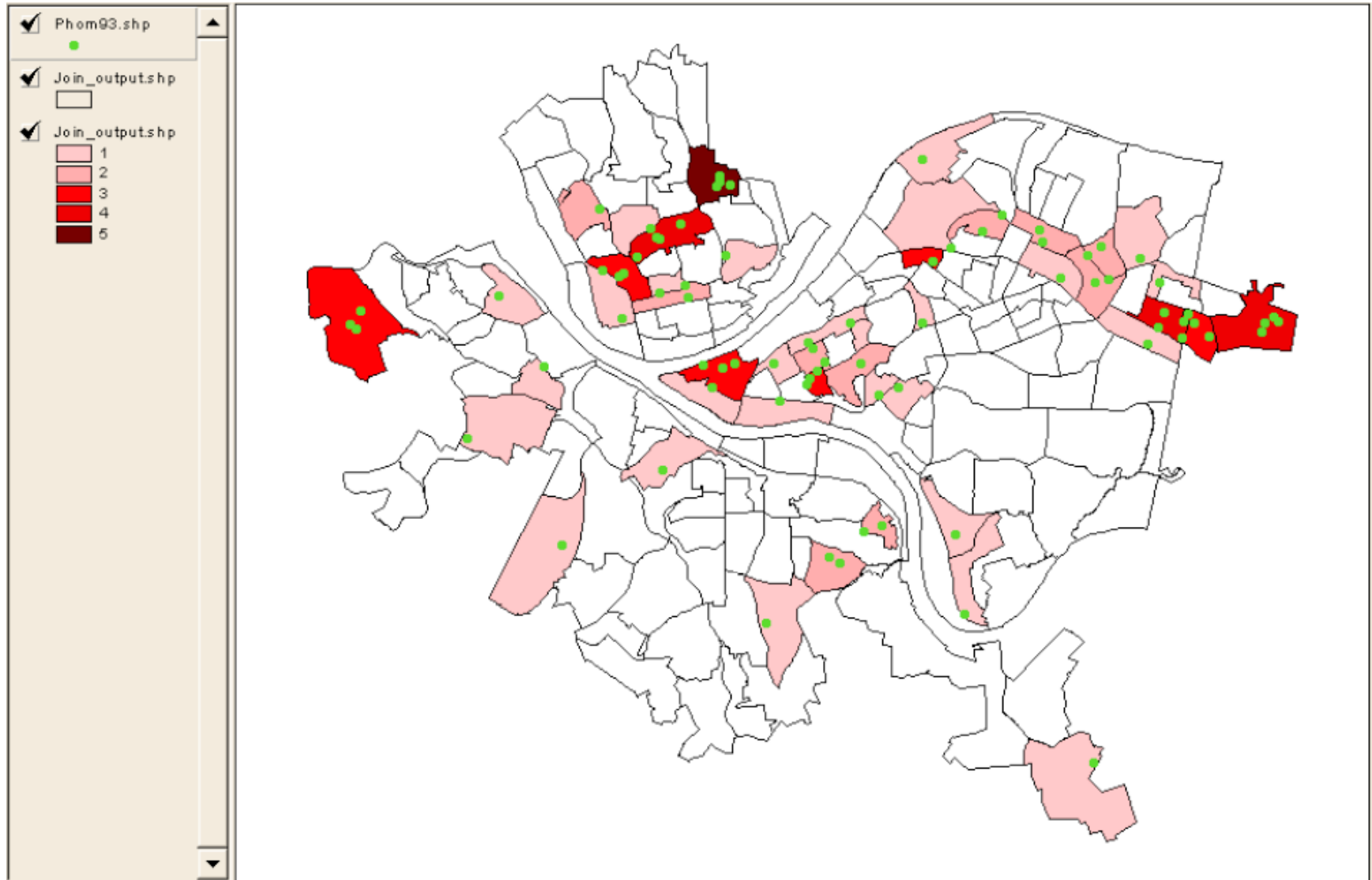


Analyse d'unités territoriales (1)



Localisations des homicides en 1993-1994 à Pittsburgh (Pennsylvania, USA) : points dans les unités territoriales (source : Anselin, 2003)

Analyse d'unités territoriales (2)



Localisations des homicides en 1993-1994 à Pittsburgh (Pennsylvania, USA) : affectations des effectifs aux unités territoriales (source : Anselin, 2003)

Représentation des objets spatiaux discrets

► Objets spatiaux discrets

■ Polygones

- unités territoriales représentées par leur frontière
- polygones \Rightarrow points : centroïdes

■ Points : coordonnées x,y

- localisations représentées par leurs coordonnées
- points \Rightarrow polygones : tessellation ou pavage
- Définition : diagramme ou polygones de Voronoï / polygones de Thiessen
Soit E un espace euclidien, soit S un ensemble fini de n points de E, les éléments de S sont appelés points centraux

Polygone de Voronoï pour un point central p :

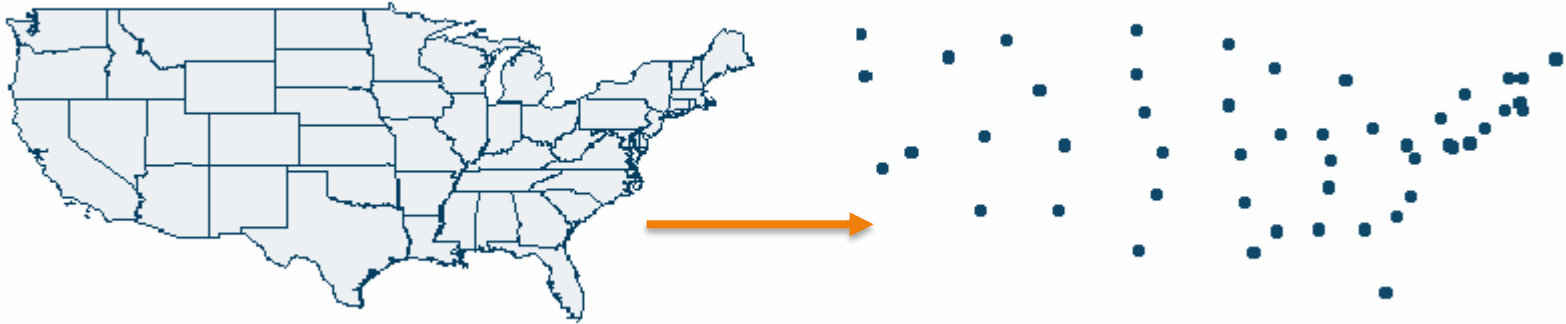
$$Vor_s(p) = \{x \in E / \forall q \in S, d(x, p) \leq d(x, q)\}$$

On appelle polygone de Voronoï associée à un élément p de S l'ensemble des points qui sont plus proches de p que de tout autre point de S

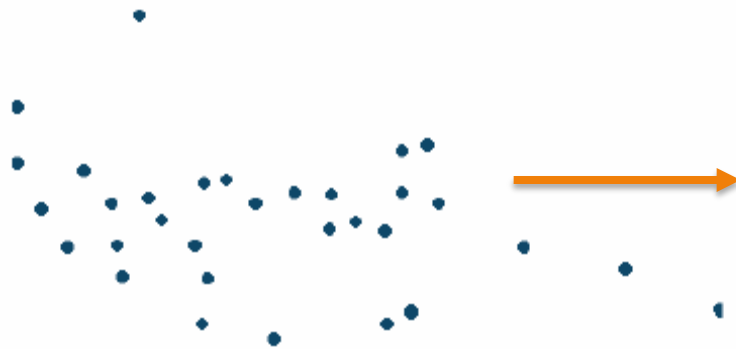
- On affecte à tous les points du polygone la même valeur que la valeur prise par le point central
- zone d'influence, zone de marché, zone d'achalandage à coût de transport minimal
- http://interstices.info/jcms/c_24839/jouez-avec-les-diagrammes-de-voronoi



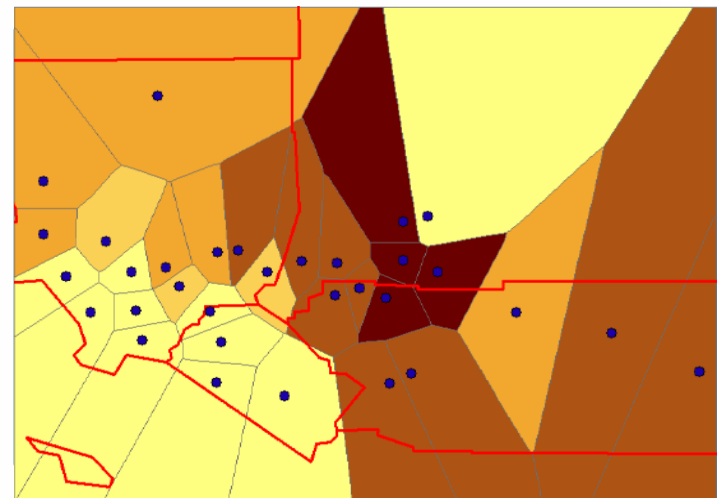
Polygones vers points : Etats américains vers centroïdes



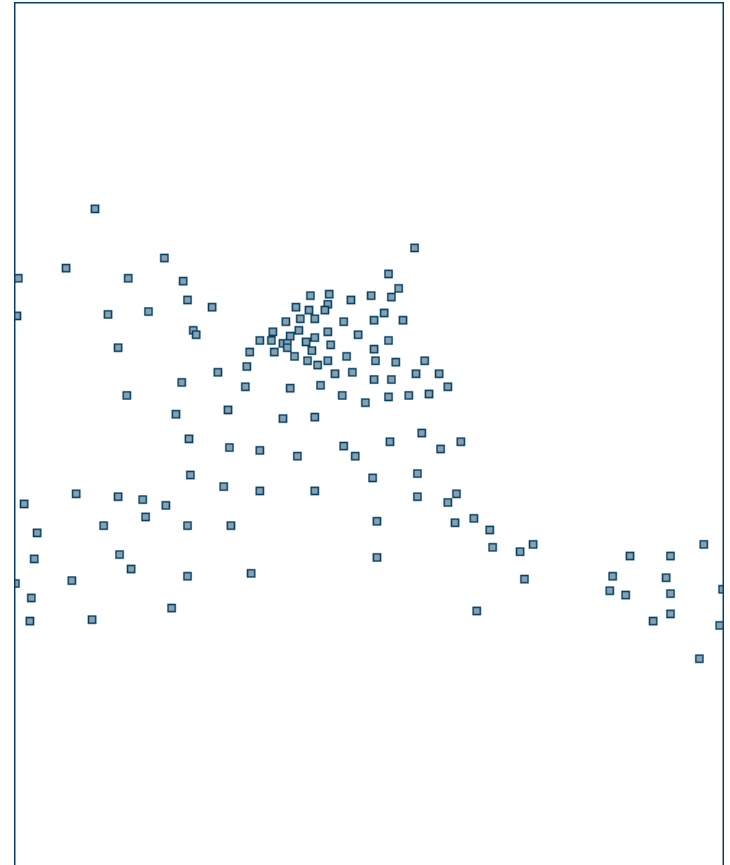
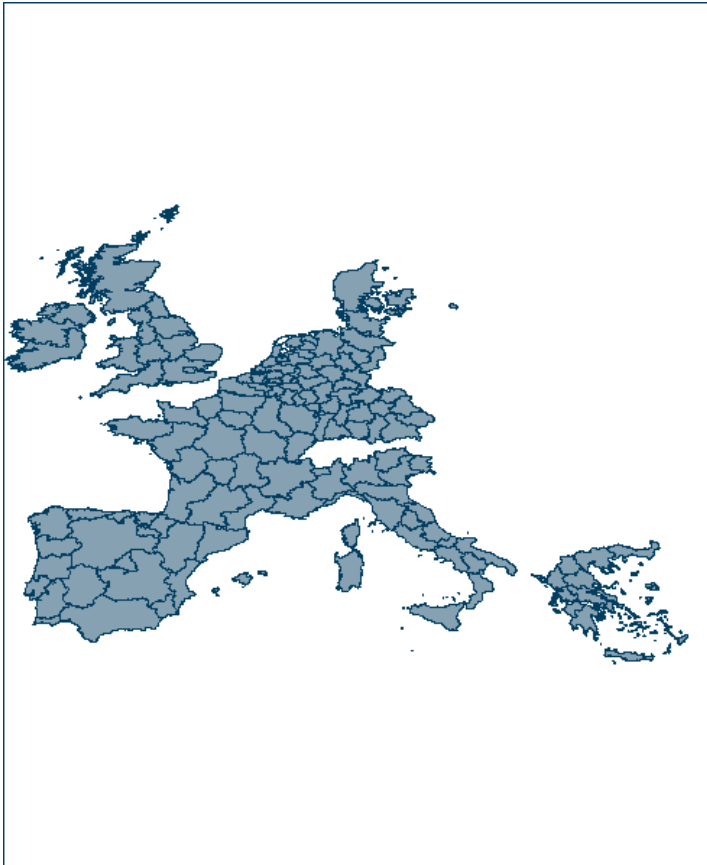
Points vers polygones : polygones de Thiessen pour le bassin de pollution de Los Angeles



Localisation des capteurs de pollution



Polygones vers points : 138 régions de l'UE vers centroïdes



Points vers polygones : polygones de Thiessen pour les 138 régions de L'UE

