

# Proposition méthodologique pour l'exploration et la visualisation des données de mobilité

Emilie Lerond<sup>1</sup>, Olivier Klein<sup>2</sup>, Jean-Philippe Antoni<sup>1</sup>

1 : ThéMA UMR 6049 CNRS, Université Bourgogne Franche-Comté

2 : Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER)



Besançon, 17-19 mai 2017



# Contexte

Evolution des données de mobilité quotidienne :

- Multidimensionnelles (Peuquet, 1994)
- Désagrégées (Hägerstrand, 1982)
- Volumineuses (Batty, 2013 ; Kitchin, 2014)

# Contexte

Evolution des données de mobilité quotidienne :

- Multidimensionnelles (Peuquet, 1994)
- Désagrégées (Hägerstrand, 1982)
- Volumineuses (Batty, 2013 ; Kitchin, 2014)

Méthodes existantes pour cartographier les mobilités :

- Sémiotique (Bertin, 1967 ; Cauvin, 2007)
- Filtre et/ou agrégation (Cauvin, 2008)
- Modélisation des mouvements (Tobler, 1978 ; Lavin et Cerveny, 1987)

## Contexte

Evolution des données de mobilité quotidienne :

- Multidimensionnelles (Peuquet, 1994)
- Désagrégées (Hägerstrand, 1982)
- Volumineuses (Batty, 2013 ; Kitchin, 2014)

Méthodes existantes pour cartographier les mobilités :

- Sémiotique (Bertin, 1967 ; Cauvin, 2007)
- Filtre et/ou agrégation (Cauvin, 2008)
- Modélisation des mouvements (Tobler, 1978 ; Lavin et Cerveny, 1987)

→ Peu adaptées à l'évolution des données de mobilité

# Objectif

Un double objectif :

- (1) **Gérer, analyser et visualiser** un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles

# Objectif

Un double objectif :

- (1) **Gérer, analyser et visualiser** un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles
- (2) **Comparer les distributions spatiales** des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions

# Objectif

Un double objectif :

- (1) **Gérer, analyser et visualiser** un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles
- (2) **Comparer les distributions spatiales** des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions
  - Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente

# Objectif

Un double objectif :

- (1) **Gérer, analyser et visualiser** un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles
  - (2) **Comparer les distributions spatiales** des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions
- Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente



# Objectif

Un double objectif :

- (1) **Gérer, analyser et visualiser** un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles
  - (2) **Comparer les distributions spatiales** des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions
- Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente



# Objectif

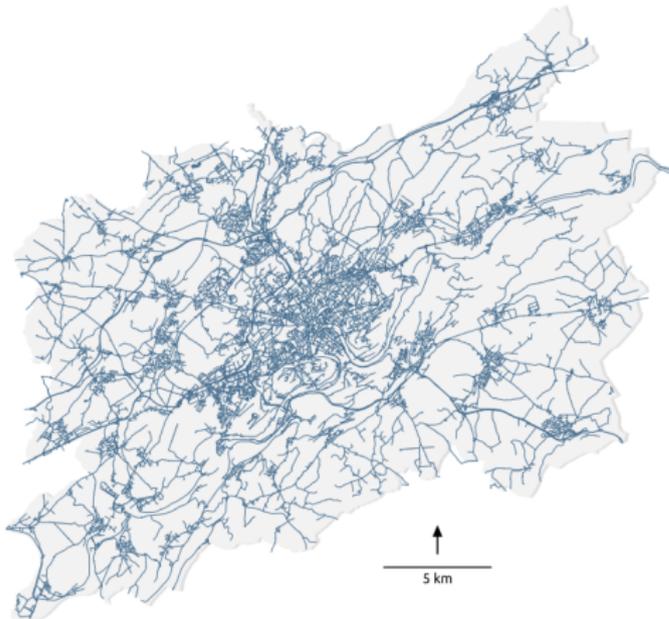
Un double objectif :

- (1) **Gérer, analyser et visualiser** un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles
  - (2) **Comparer les distributions spatiales** des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions
- Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente



# Données et terrain d'étude

Données de mobilité générées par MobiSim (Antoni *et al.*, 2016) :



Déplacements dans la CAGB

- CAGB : forme urbaine (*surfaces*), occupation du sol (*surfaces*) et réseau routier (*lignes*)
- 180.000 individus (*points*)
- déplacements simulés pendant 24 heures (*points*)
- matrice origine-destination (*lignes*)
- positions successives des individus (*points*)
- heures de départ et d'arrivée
- motifs et modes de transport

# Méthodologie

(1) Gérer, analyser et visualiser un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles

# Méthodologie

(1) Gérer, analyser et visualiser un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles

Plusieurs choix méthodologiques possibles :

- **Intervention sur les données** : sélection, extraction  
→ réduction des données
- **Intervention sur les méthodes** : traitement des données, visualisation  
→ transformation(s) des données

# Méthodologie

(1) Gérer, analyser et visualiser un grand volume de données de mobilité, désagrégées et multidimensionnelles

Plusieurs choix méthodologiques possibles :

- **Intervention sur les données** : sélection, extraction  
→ réduction des données
- **Intervention sur les méthodes** : traitement des données, visualisation  
→ transformation(s) des données

→ Méthode réduisant le volume des données sans perte de dimensions ou d'information au niveau individuel des données : **Agrégation**

# Méthodologie

Agrégation : Réalisation d'un système de partition, dont les unités deviennent des individus statistiques (Openshaw, 1981)

# Méthodologie

Agrégation : Réalisation d'un système de partition, dont les unités deviennent des individus statistiques (Openshaw, 1981)

→ Paramètres d'agrégation :

# Méthodologie

Agrégation : Réalisation d'un système de partition, dont les unités deviennent des individus statistiques (Openshaw, 1981)

→ Paramètres d'agrégation :

- opérateur : somme, valeur centrale, etc.

# Méthodologie

Agrégation : Réalisation d'un système de partition, dont les unités deviennent des individus statistiques (Openshaw, 1981)

→ Paramètres d'agrégation :

- opérateur : somme, valeur centrale, etc.
- attribut des données : nombre d'individus, âge médian, etc.

# Méthodologie

Agrégation : Réalisation d'un système de partition, dont les unités deviennent des individus statistiques (Openshaw, 1981)

→ Paramètres d'agrégation :

- opérateur : somme, valeur centrale, etc.
- attribut des données : nombre d'individus, âge médian, etc.
- unité d'agrégation : forme et structure (régulière, fonctionnelle, etc.) des unités

# Méthodologie

(2) Comparer les distributions spatiales des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions

→ Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente

# Méthodologie

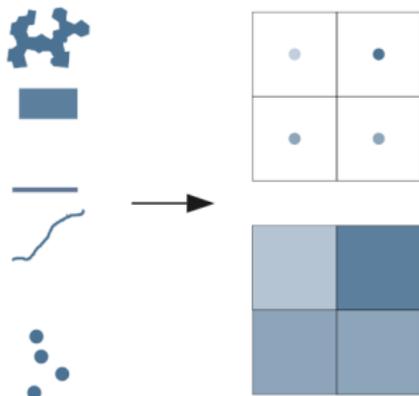
(2) Comparer les distributions spatiales des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions

- Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente
- Rendre comparables les résultats d'agrégation

# Méthodologie

(2) Comparer les distributions spatiales des données de mobilité et d'occupation du sol pour comprendre leurs interactions

- Rendre comparables des objets spatiaux de nature différente
- Rendre comparables les résultats d'agrégation



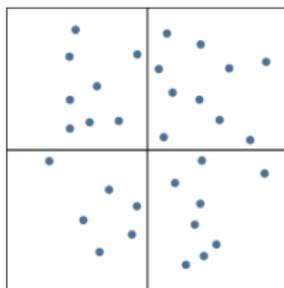
- Transformation des données dans des unités d'agrégation (polygone ou centroïde)
- Transformation des données : comptage, résumé statistique
- Distribution de chaque type d'objet superposable et comparable

# Méthodologie

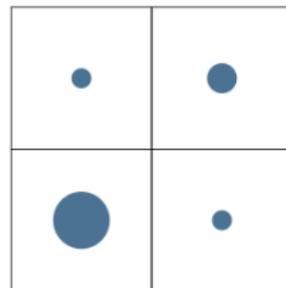
## Agrégation de données ponctuelles



Points



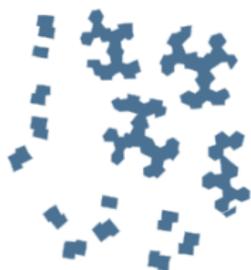
Agrégation dans des cellules



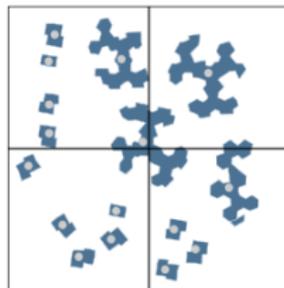
Attributs agrégés rapatriés  
dans les centroïdes des cellules

# Méthodologie

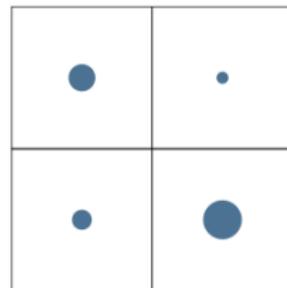
## Agrégation de données surfaciques



Polygones



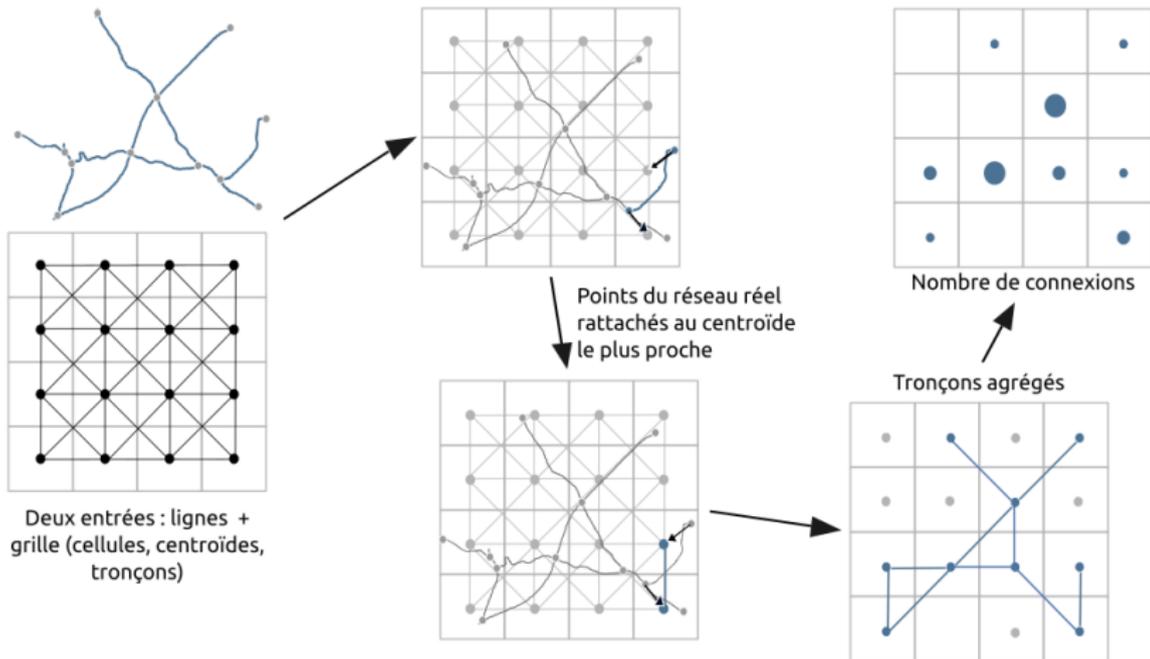
Attributs rapatriés dans les centroïdes  
Agrégation dans des cellules



Attributs agrégés rapatriés  
dans les centroïdes des cellules

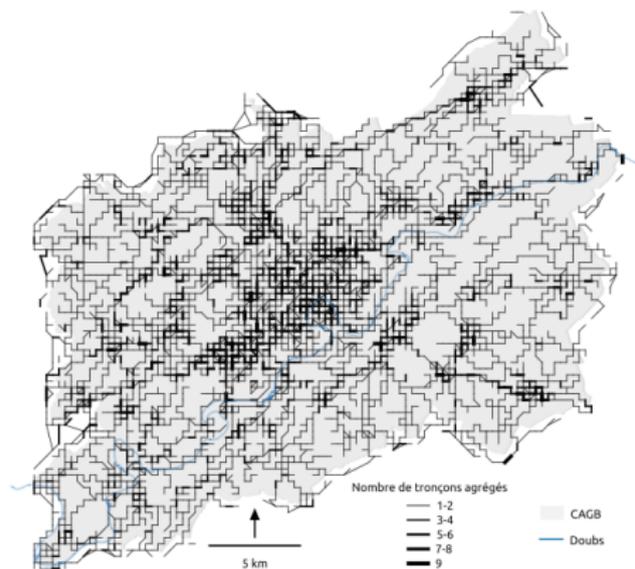
# Méthodologie

## Agrégation de données linéaires

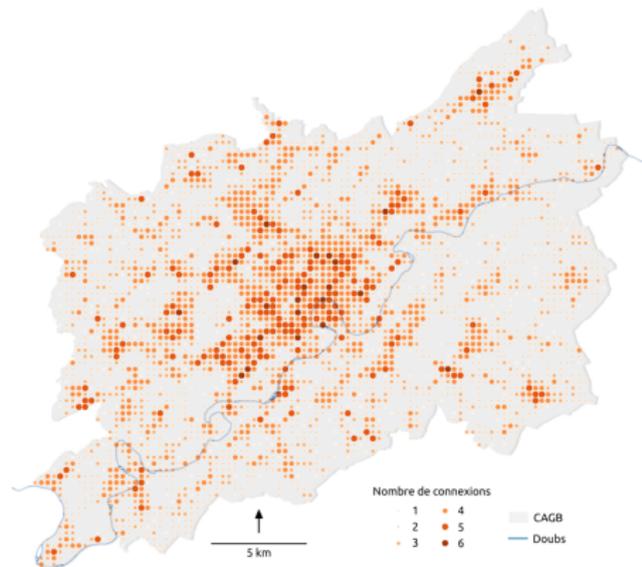


# Résultats

## Agrégation de données linéaires



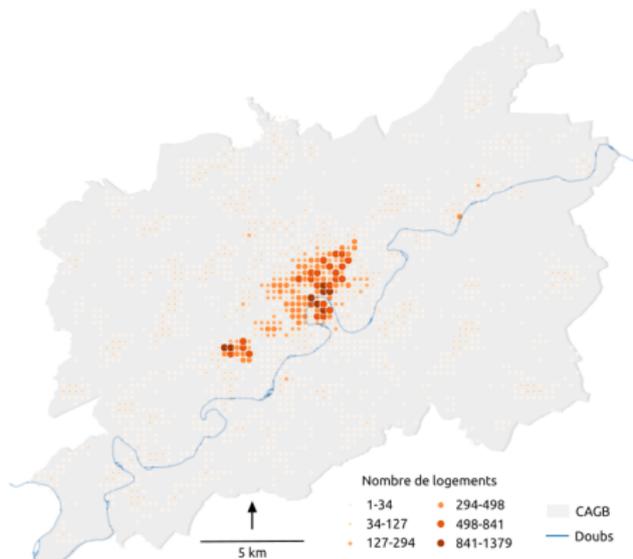
Agrégation du réseau routier (cellules 300m)



Nombre de connexions du réseau agrégé (cellules 300m)

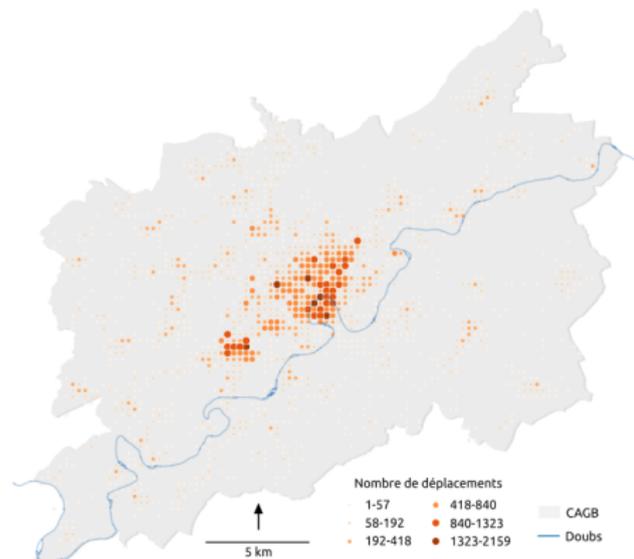
# Résultats

## Agrégation de données surfaciques



Nombre de logements (cellules 300m)

## Agrégation de données ponctuelles



Nombre de déplacements (cellules 300m)

# Résultats

Régression linéaire entre le nombre de déplacements et le nombre de logements

$$r = 0.80$$
$$r^2 = 0.63$$



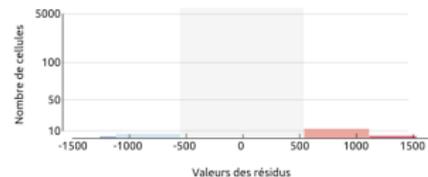
Résidus de régression entre les nombres de déplacements et de logements (cellules 300m)

# Résultats

Régression linéaire entre le nombre de déplacements et le nombre de logements

$$r = 0.80$$

$$r^2 = 0.63$$



- Localisation centrale des résidus élevés
- Contiguïté entre résidus positifs et négatifs
- Absence d'effets de "points chauds" ou "froids"

Résidus de régression entre les nombres de déplacements et de logements (cellules 300m)

# Discussion

## Agrégation spatiale

- Réduit le volume des données
- Rend les données spatiales comparables

# Discussion

## Agrégation spatiale

- Réduit le volume des données
- Rend les données spatiales comparables

## Des résultats partiels

- Trop peu de variables testées
- Une seule résolution testée
- Une seule forme d'unité d'agrégation testée
- Analyse des distributions à poursuivre

# Discussion

## Agrégation spatiale

- Réduit le volume des données
- Rend les données spatiales comparables

## Des résultats partiels

- Trop peu de variables testées
- Une seule résolution testée
- Une seule forme d'unité d'agrégation testée
- Analyse des distributions à poursuivre

## Des pistes d'exploration

- A travers les analyses statistiques
- Vers l'émergence d'hypothèses

# Conclusion

## Vers l'exploration des données de mobilité

- Tests systématiques et automatisés d'un grand nombre de résolutions et de formes d'agrégation
- Analyse statistique des résultats de chaque variable → *est-ce que certains phénomènes ne s'expriment que dans des couples résolutions-formes spécifiques ?*
- Analyse statistique des résultats entre variables → *peut-on mettre en évidence des interactions mobilité-occupation du sol ?*

# Conclusion

## Vers l'exploration des données de mobilité

- Tests systématiques et automatisés d'un grand nombre de résolutions et de formes d'agrégation
- Analyse statistique des résultats de chaque variable → *est-ce que certains phénomènes ne s'expriment que dans des couples résolutions-formes spécifiques ?*
- Analyse statistique des résultats entre variables → *peut-on mettre en évidence des interactions mobilité-occupation du sol ?*

Merci de votre attention !