

MODÉLISER LES MOBILITÉS
XAVIER TIMBEAU

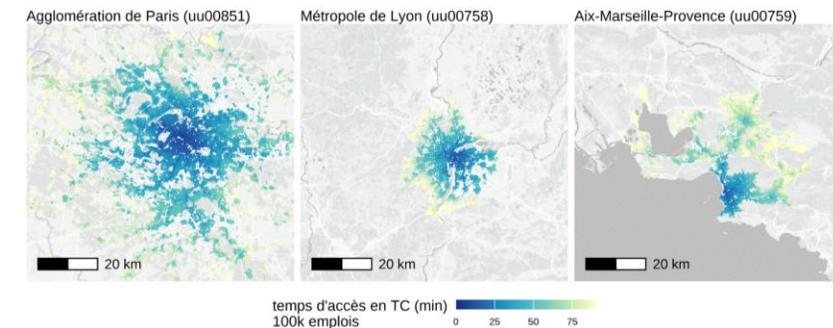
- **Les villes attirent pour de nombreux facteurs**
 - Dont : l'emploi, l'activité économique, les effets d'agglomération, le potentiel d'emplois

- **Les mobilités sont essentielles pour comprendre le lien entre le logement et l'emploi**
 - Et donc la configuration spatiale des zones urbanisées
 - L'ampleur et les conséquences de l'étalement urbain, non pas vu comme consommation de sol mais comme allongement des distances
 - L'emploi est la variable dont la répartition spatiale est la moins flexible, la moins ajustée à la population (par opposition aux boulangeries par exemple)
 - L'emploi connaît des logiques de localisation propres et hétérogènes : effet d'agglomération, transport, accès aux ressources, aux clients, etc...
 - La rareté foncière et des logements induit un « tri spatial » : tout le monde ne pas pas habiter au même endroit. La dimension économique (loyer, prix de l'immobilier) est un vecteur de ce tri spatial

- **L'accessibilité est une notion féconde**
 - Définie comme le « nombre d'opportunités que l'on peut atteindre à partir d'un lieu de résidence en un temps donné »

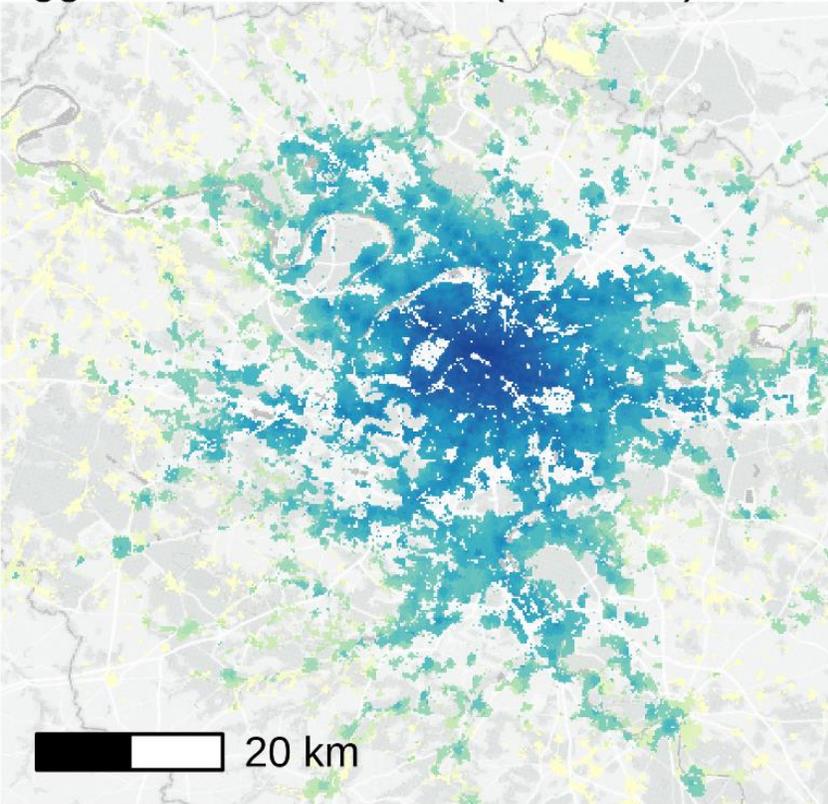
- **Elle définit un potentiel, la réalisation est aussi importante**
 - Combien de kilomètres parcourus ? Par qui ? D'où à où ?
 - Une approche des réseaux de transport (route et transport en commun), ancienne (modèle à 4 étapes)
 - Mais une logique d'aménagement urbain plus floue

- **Une avalanche de données qu'on peut utiliser pour éclairer ces questions**

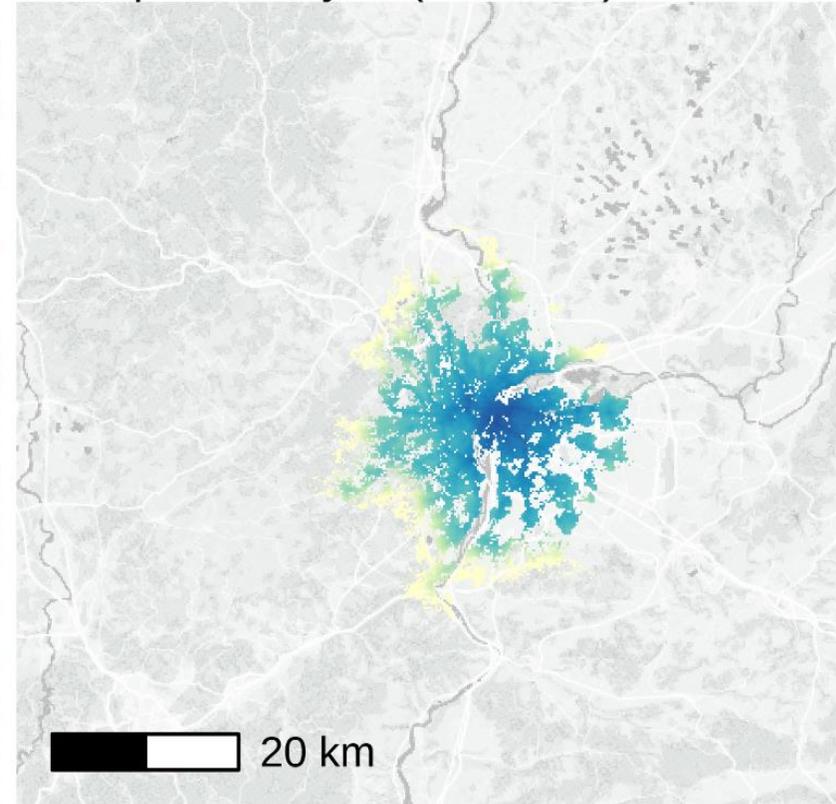


ACCESSIBILITÉ À L'EMPLOI (100 000) POUR 3 MÉTROPOLES FRANÇAISES

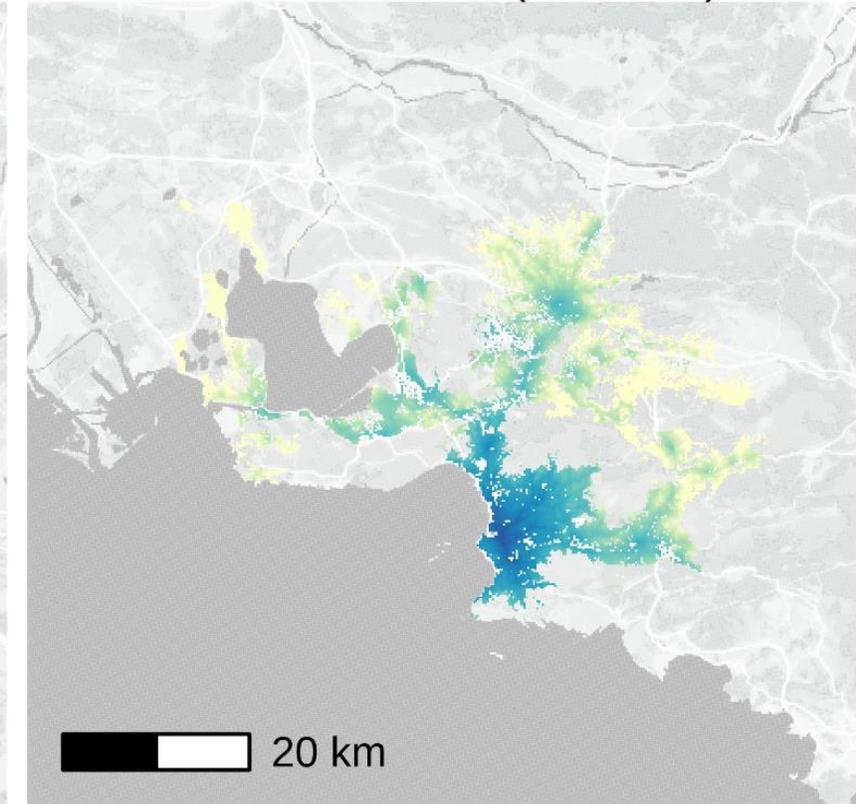
Agglomération de Paris (uu00851)



Métropole de Lyon (uu00758)



Aix-Marseille-Provence (uu00759)



temps d'accès en TC (min)
100k emplois

0 25 50 75

A horizontal color scale legend for accessibility time. It consists of a gradient bar from dark blue on the left to light green on the right. Below the bar are numerical markers at 0, 25, 50, and 75, representing minutes of travel time.

COMMENT ALLER PLUS LOIN ?

- **Pour établir les flux de mobilités entre lieux de résidence et opportunité (comme l'emploi), on dispose d'observations agrégées à différentes échelles.**
 - Enquêtes mobilités : dimension socio économiques des déplacements, très riche sur le parcours, territorialisation difficile
 - Recensement et mobilités professionnelles : mouvements des personnes de « commune » à « commune », pas de détail sur le trajet (fréquence, mode), un peu de socio économique (âge, sexe, diplôme, secteur d'activité mais pas le revenu)
 - Localisation des individus : données carroyées à 200m (grille INSPIRE)
 - Localisation des emplois : données foncières, à la parcelle, données MOBPRO ou FLORES à la commune (avec une dimension sectorielle)
 - Les traces numériques : données très riches sur les flux/fréquences à la résolution que l'on veut, mais pas de dimension socio économique

- **Il faut un modèle pour intrapoler les flux à partir de ces informations riches mais disparates**
- **Un modèle permet aussi d'extrapoler les flux à des changements d'environnement (réseaux, localisation, politiques publiques)**

- **Avec Maxime Parodi, nous proposons une approche à cette question :**
 - Un modèle théorique de flux (alternative au modèle gravitaire) MEAPS
 - Des applications à La Rochelle, Clermont Ferrand, la métropole d'Aix-Marseille
 - Une approche nationale dans le cadre de l'Observatoire des Dynamiques Urbaines (à venir)

- Preprint : <https://preview.meaps.fr>

PLUSIEURS MODÈLES POUR PLUSIEURS SOURCES DE DONNÉES

modèle 1 : réseau de routes, de transport en commun (GTFS)
Trajets les plus courts, en intégrant le coût de l'élévation (dodgr, r5)

modèle 3 : fréquence des trajets, estimés sur l'enquête mobilité des personnes, pour les différents motifs, pour différentes catégories sociales (poisson généralisé Conway-Maxwell)

modèle 4 : ampleur du détour pour les boucles à motifs multiples, estimés sur l'enquête mobilité des personnes, pour différentes catégories sociales (logit bs/bns puis log-log par quantile)

$$km_{ijk}^m = d_{ij}^m \times f_{ij} \times nb_{ijk} \times K_{ijk} \times p_{ijk}^m$$

modèle 2 : flux commune de résidence à commune de travail, fichier détail du recensement
Modélisé au carreau par MEAPS, ajusté sur MOBPRO

modèle 5 : choix modal (RUM), estimés sur l'enquête mobilité des personnes, contrôlé pour différentes catégories sociales

APPORT DE LA MÉTHODE

1. Reproduire les agrégats EMP de km ou de CO2
2. de prendre en compte la géographie locale
3. De détailler par localisation et/ou par cat soc
4. De prendre en compte des variations d'un élément (les localisations des résidents, des emplois, le réseau de transport)

Généralisable aux motifs

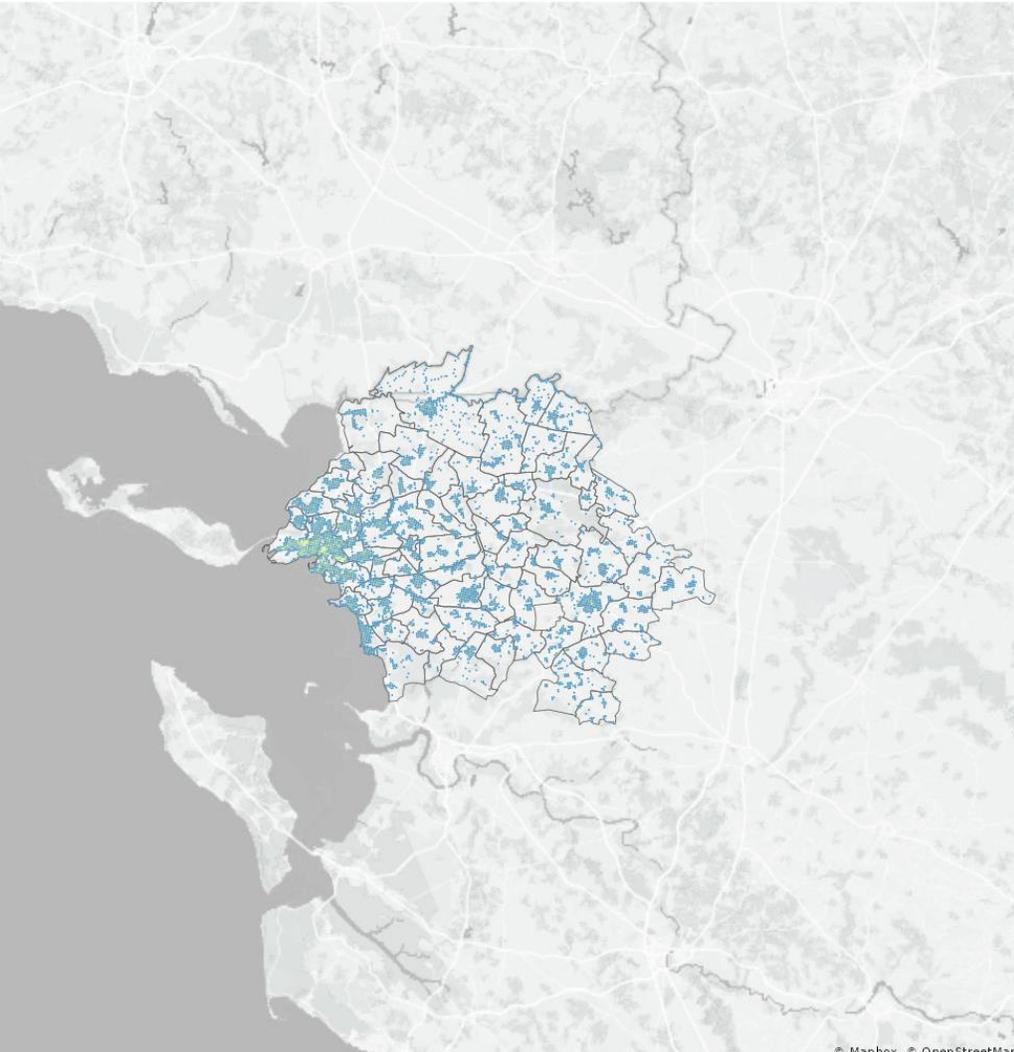
- I. Scolaire (MOBSCOL)
- II. Commerces (pas de données directes), accessibilité inversée ?
- III. Sociabilité (pas de données directes), accessibilité à la densité ?

Des données directes existent et pourraient être utilisées *conjointement* :

- données localisées de l'EMC2
- traces numériques

UNE ÉTAPE IMPORTANTE : LA DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE D'ANALYSE ET LA LOCALISATION DES RÉSIDENTS ET DES EMPLOIS

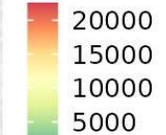
Adultes



Emplois



densité
(pers./km²)



5 446 carreaux de résidence
périètre de l'agglomération de la
Rochelle,
3 SCOT *La Rochelle, Aunis Sud, Aunis
Atlantique*

125 041 adultes (18-64 ans)

16 794 carreaux d'emplois

148 156 emplois

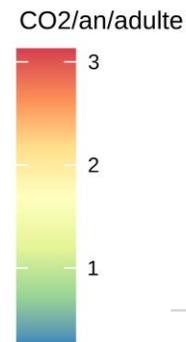
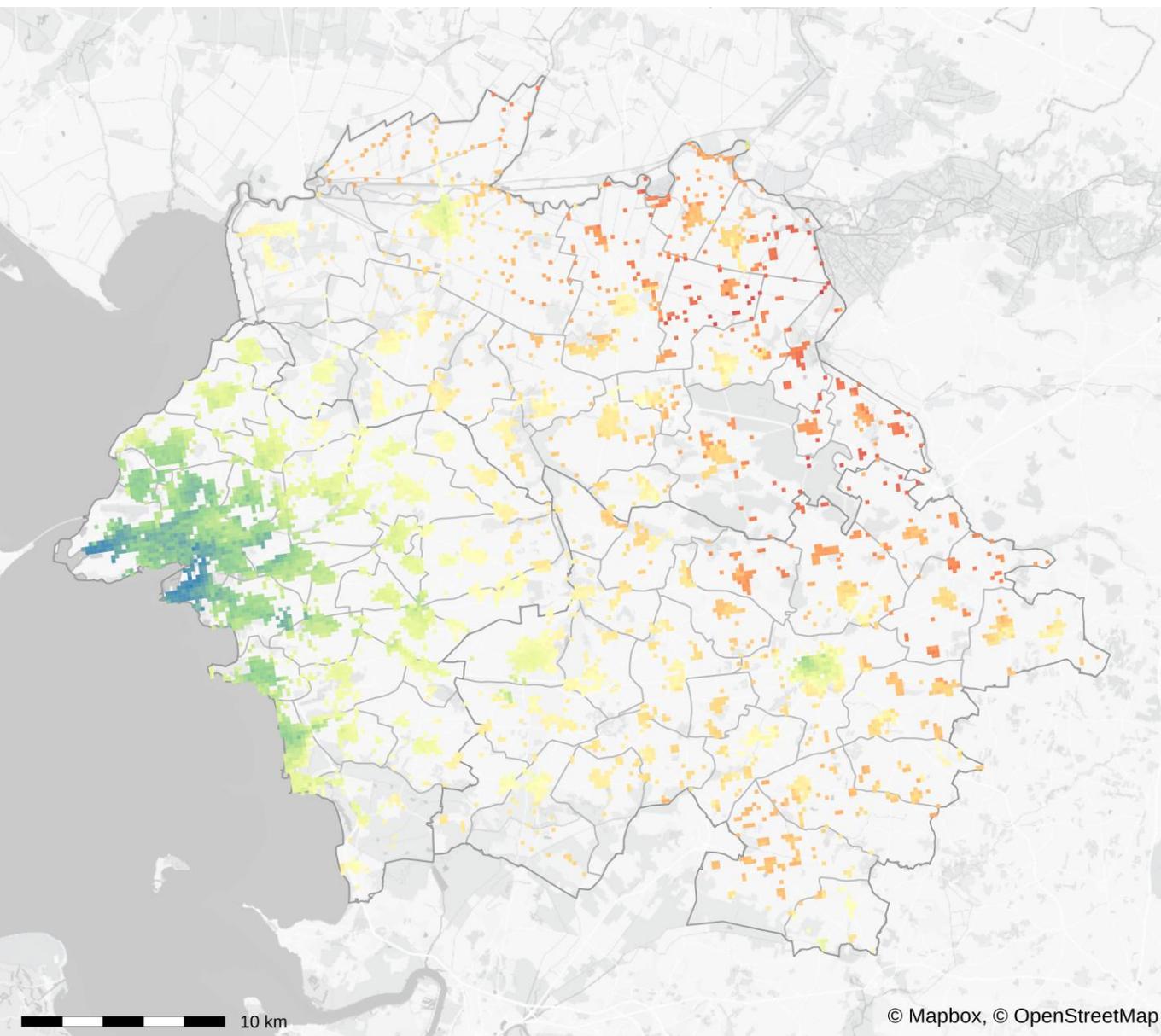
91,5 millions de paires de distances,
réduites à 11 millions en excluant
les paires très distantes et pour
lesquelles l'enquête mobilité ne
donne pas de déplacements
professionnels

Sources : INSEE données carroyées
Fideli 2015

INSEE FLORES 2017 pour la
localisation de l'emploi à la
commune

CEREMA MAJIC (fichier foncier
2018) pour l'imputation infra
communale (c200) de l'emploi

RÉSULTAT : UNE CARTE DU CO₂ IMPUTÉ AUX RÉSIDENTS



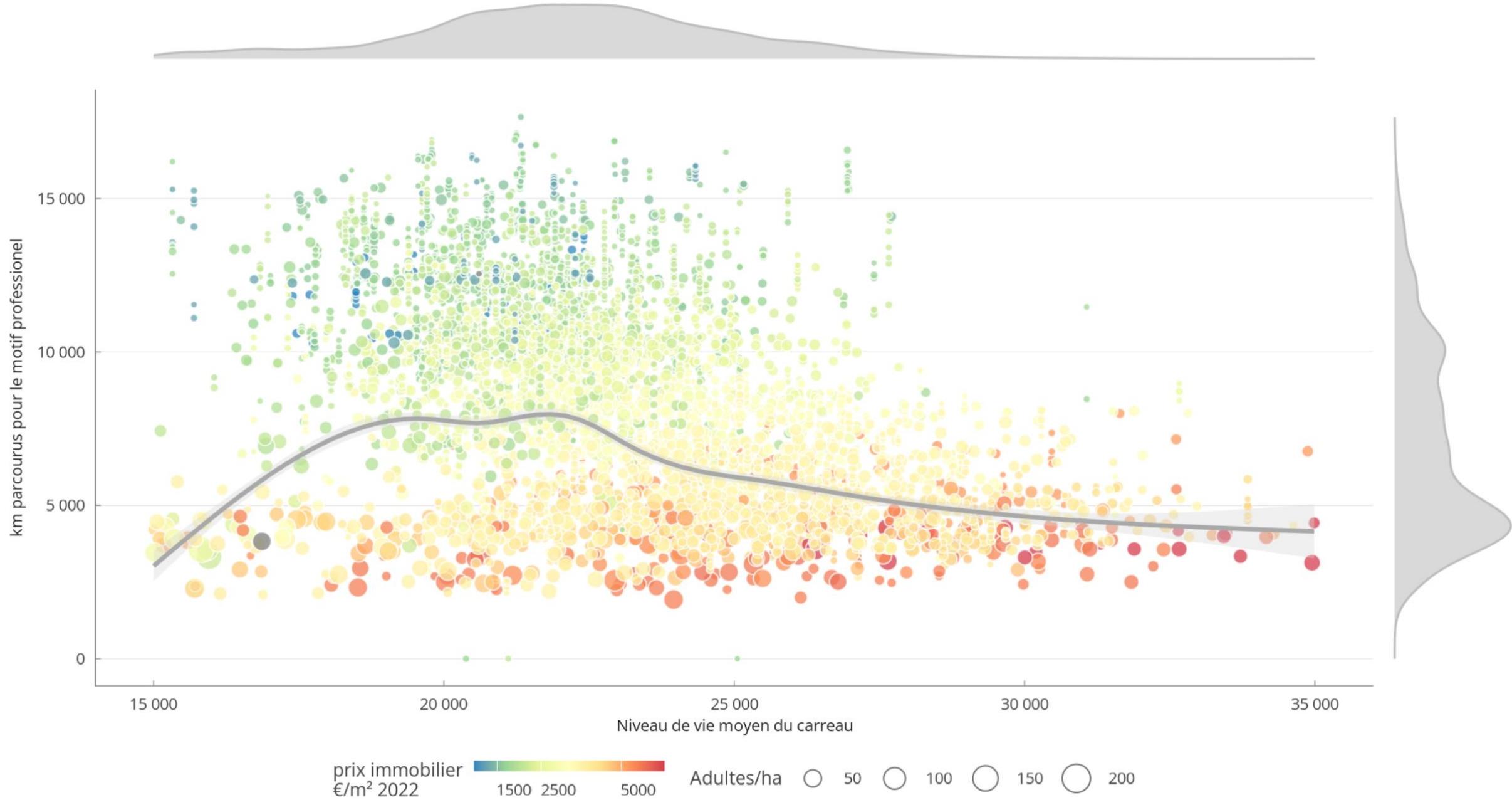
■ La méthode permet :

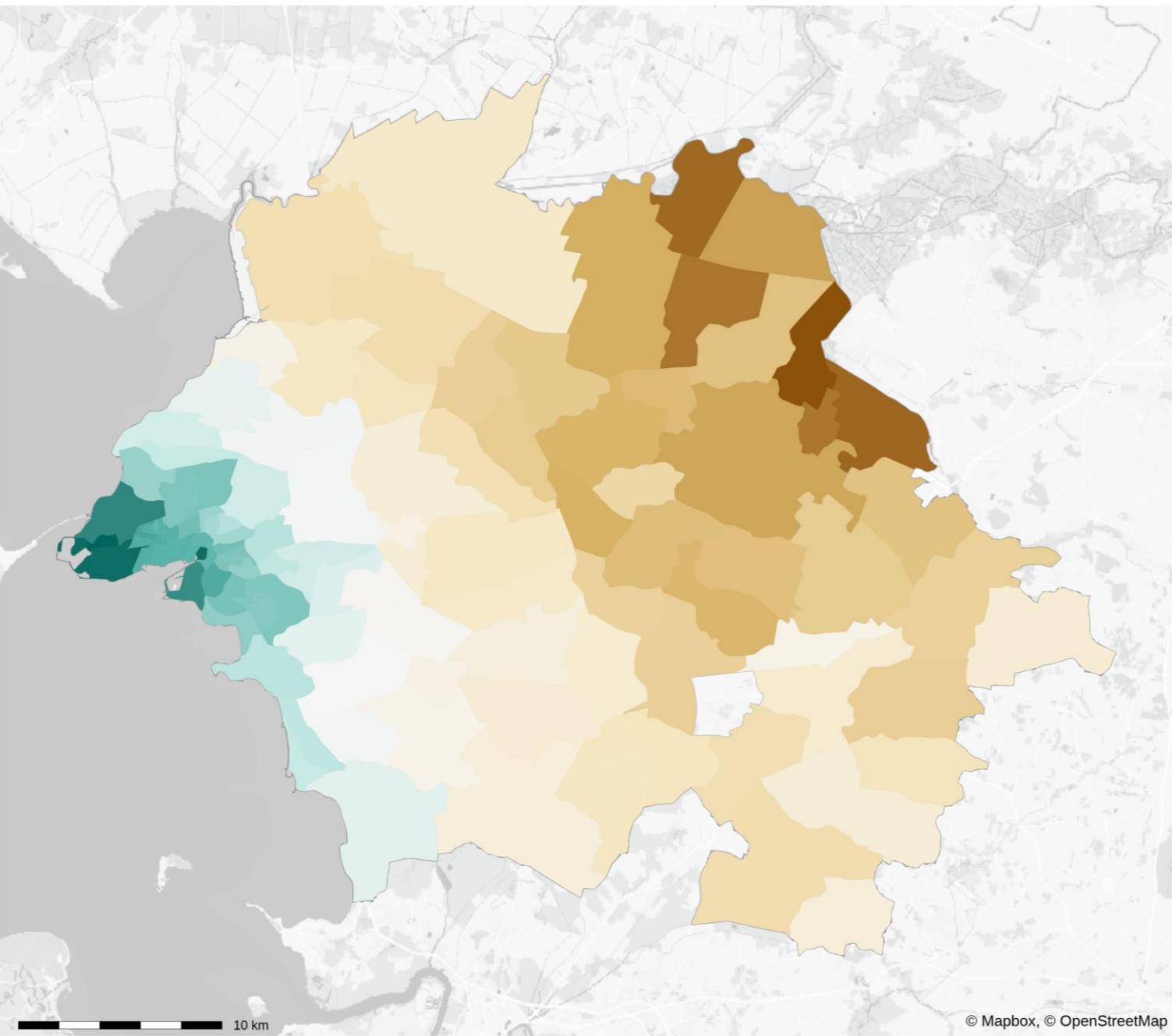
1. Reproduire les agrégats EMP de km ou de CO₂
2. de prendre en compte la géographie locale
3. De détailler par localisation et/ou par cat. Soc.
4. De prendre en compte des variations d'un élément

		très dense	intermédiaire	peu dense	très peu dense	total
Kilomètres par an par actifs (tous modes)						
uniforme		8 101	10 151	14 395	15 896	11 142
meaps 99%		8 702	10 478	14 933	17 578	11 650
meaps 2p		7 220	9 985	15 341	17 468	11 180
meaps 4p		6 859	9 688	15 121	17 291	10 892
gravitaire+furness		8 238	10 282	15 169	15 555	11 515
gravitaire		8 852	10 765	15 726	16 150	12 069
EMP2019		8 205 [7 012, 9 760]	12 134 [9 975, 14 872]	14 206 [11 938, 16 703]	15 438 [8 919, 25 358]	11 229 [10 143, 12 346]
Km/an/actif relatif à "très dense"						
uniforme		1	1.25	1.78	1.96	1.38
meaps 99%		1	1.2	1.72	2.02	1.34
meaps 2p		1	1.38	2.12	2.42	1.55
meaps 4p		1	1.41	2.2	2.52	1.59
gravitaire+furness		1	1.25	1.84	1.89	1.4
gravitaire		1	1.22	1.78	1.82	1.36
EMP2019		1 [1, 1]	1.5 [1.2, 2]	1.7 [1.3, 2.2]	1.9 [1, 3.2]	1.4 [1.2, 1.6]

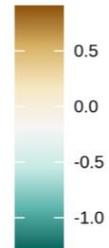
Source : MOPPRO 2018, EMP 2019, données géographiques et carroyées (INSEE, Fichiers Fonciers, GTFS, OSM), MEAPS, calculs des auteurs

KILOMÈTRES, REVENUS, DENSITÉ ET PRIX DE L'IMMOBILIER





élasticité km
population totale



Où augmenter la densité a-t-il le plus d'impact ?

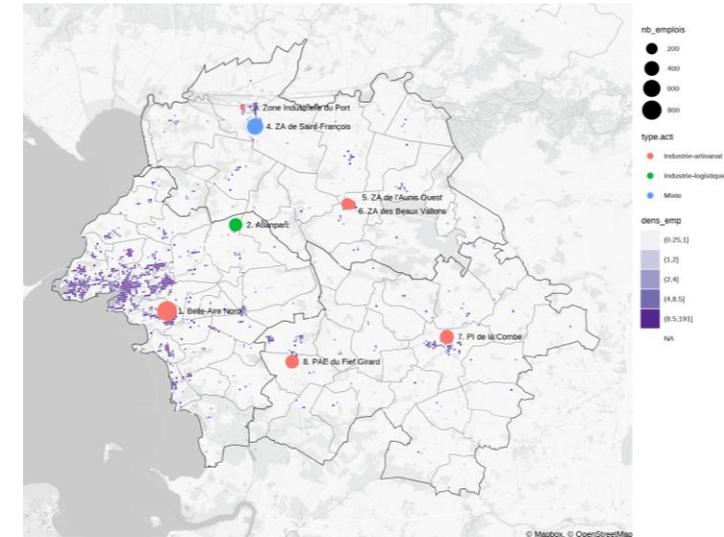
On regarde un accroissement de la population de 1% (de la population totale) à un endroit, -1% partout ailleurs (la population totale est inchangée) et on calcule le nombre de km (en %) qui en résulte et donc l'élasticité qui les relie

Proche de 1 en agglomération dense, négative en zone éloignée

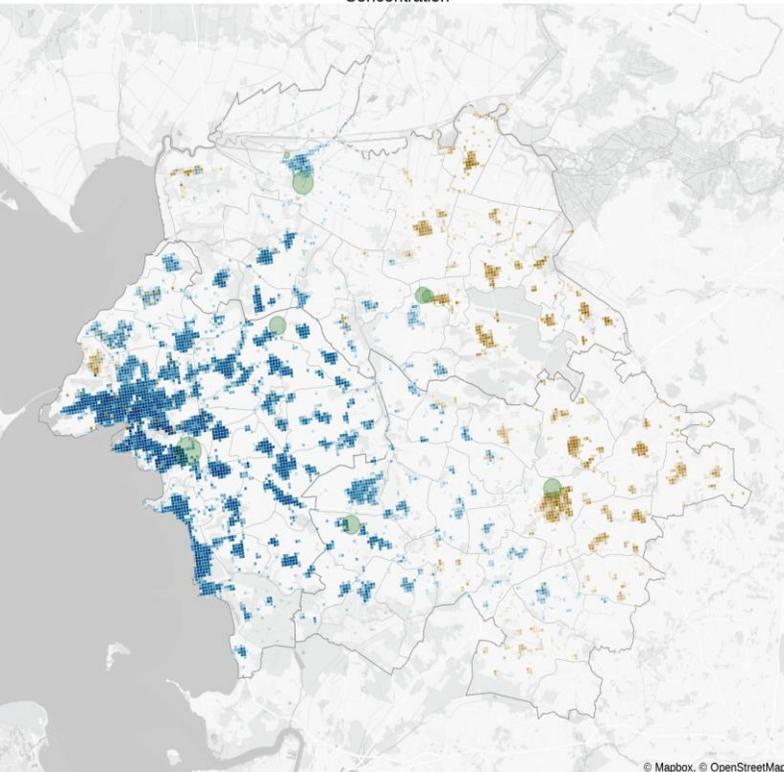
LOCALISATION DES ZONES D'ACTIVITÉ SELON LE SCOT

■ Trois scénarios de développement de l'emploi

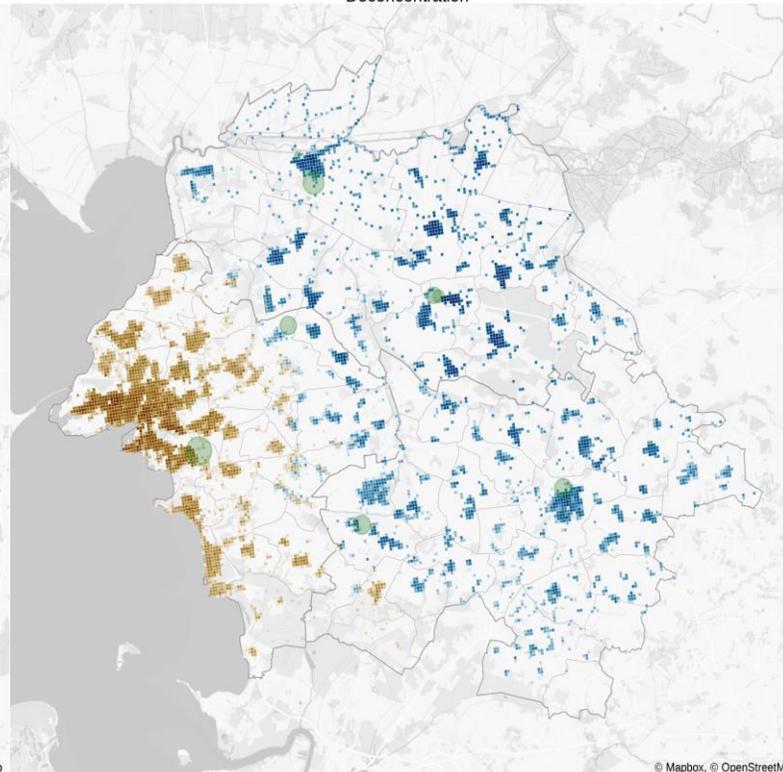
- SCoT, 3 EPCI, 8 zones d'activités
- Concentration dans les ZA d'activités proches de la ville centre
- Déconcentration dans les territoires peu denses
- Répartition proportionnelle à l'existant



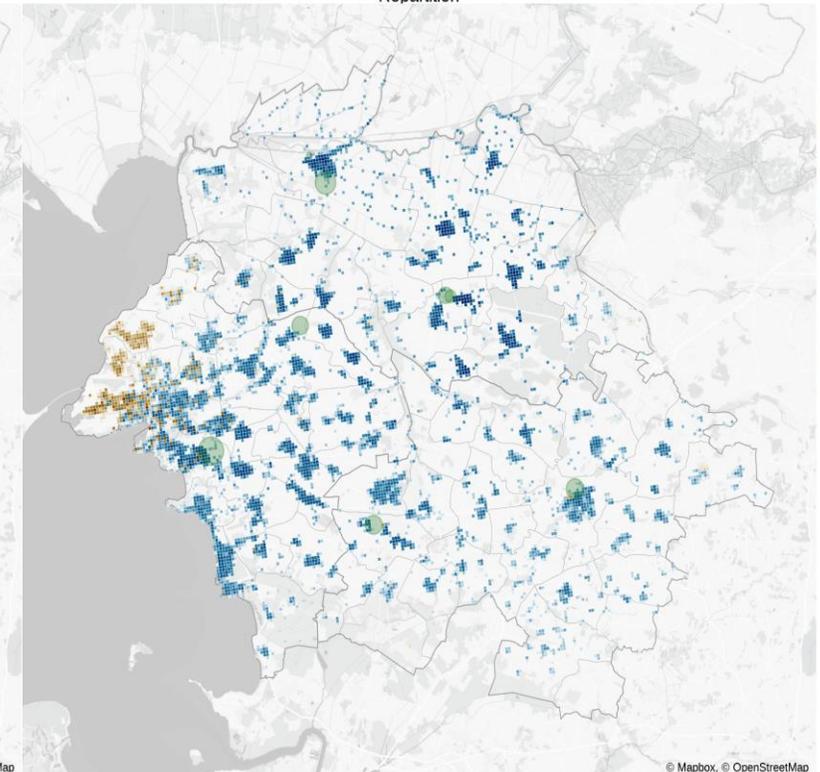
Concentration



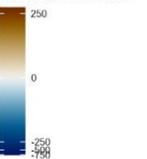
Déconcentration



Répartition



Scénario répartition
Déplacements domicile-travail
Ecart de km/semaine/actif



- **Donner à voir les territoires permet d'ouvrir les débats**
 - Interaction avec les acteurs
 - Amener les données au plus près de leurs perceptions

- **Quantifier permet de mettre en rapport les outils**
 - Politique de changement modal vers des mobilités douces
 - Densification des zones de résidences : construire la Ville Compacte, la Ville du quart d'heure
 - Développement des zones d'activités, qui pourrait être décliné selon le secteur d'activité
 - Intensification des réseaux de transport en commun, à l'échelle de l'arrêt de bus
 - Implantation de zones commerciales

- **Absorber de nouvelles données**

