



Est
Ensemble
Grand Paris

Pour le climat
et la justice sociale!

Révision du Plan Climat Air Énergie Territorial d'Est Ensemble

Annexe 2 – Impact potentiel de
la ZFE sur la mobilité des
ménages vulnérables d'Est
Ensemble

Etude complémentaire sur la qualité de l'air
et les impacts d'une ZFE sur la mobilité

2022



Table des matières

1.	Résumé exécutif	2
2.	Introduction	3
3.	Contexte d’Est Ensemble	5
3.1.	Statistiques Crit’Air	5
3.2.	Rapide état des lieux de l’usage de la voiture individuelle et des transports et commun	7
3.3.	Distanciers et isochrones.....	9
4.	Étude de la mobilité domicile-travail à Est Ensemble, et impact potentiel de la ZFE.....	13
4.1.	Exploitation des données du recensement	13
4.2.	Estimation des parts modales locales par la simulation.....	18
5.	Estimation des effets de la ZFE par calculs d’accessibilité	24
5.1.	Méthodologie.....	25
5.2.	Différentiels d’aménités accessibles	27
5.3.	État du parc automobile et revenus disponibles des ménages	32
5.4.	Analyse de la vulnérabilité potentielle des ménages à la ZFE	34
5.5.	Extension du réseau de transports en commun.....	37
6.	Annexe A : cartes d’accessibilités pour différents modes de transport	38
6.1.	Voiture particulière	38
6.2.	Transports en commun : bus	39
6.3.	Transports en commun : ferré	40
6.4.	Transports en commun : tous.....	41
6.5.	Vélo.....	42
7.	Annexe B : cartes pour les différents motifs calculés et pour les différentes durées de trajet	43

1. Résumé exécutif

Cette étude vise à étudier l’impact sur les ménages les plus vulnérables (pauvreté, localisation dans des zones mal desservies par les transports en commun, ancienneté des véhicules) de l’extension de la ZFE aux véhicules Crit’Air 4, 5 et non-classés au 1^{er} juin 2021.

La méthodologie consiste à comparer les performances relatives de la voiture et des transports en commun pour desservir l’Ile-de-France, en considérant les emplois réellement occupés dans un premier temps (avec une localisation à la commune), et un ensemble complet d’aménités dans un second temps (avec une localisation au carreau de 200 m de la grille INSEE).

Est Ensemble est particulièrement concernée par l’extension de la ZFE, car d’après l’enquête « plaques », entre 16,9% et 25,1% des véhicules des communes du territoire étaient non-classés, Crit’Air 4 ou Crit’Air 5 au début de l’année 2019.

Selon les communes, **entre 21% et 37% des actifs occupés résidant sur territoire utilisent la voiture pour aller travailler**. Les transports en commun ne représentent pas une alternative raisonnable (c’est-à-dire que le temps de trajet en transports en commun est significativement plus long qu’en voiture) pour environ 1 à 10 % des actifs occupés. De manière symétrique, environ 2% à 11% des actifs travaillant sur le territoire (quelle que soit leur commune de résidence) n’ont pas d’alternative raisonnable à la voiture. Bondy et Bobigny sont les communes les plus dépendantes de la voiture pour les trajets domicile-travail.

Il est possible de caractériser de manière synthétique l’accessibilité du territoire depuis chaque carreau de 200m de côté du maillage INSEE à différentes aménités, et pour différentes durées de déplacement. **Les zones depuis lesquelles l’accessibilité en transports en commun est la plus faible sont le sud de Romainville, le nord de Montreuil, et le nord-est de Bondy et Bobigny.**

En croisant la caractérisation de l’accessibilité avec la part de ménages pauvres (au sens de l’INSEE), il est possible d’étudier la vulnérabilité des ménages à la mise en place de la ZFE. **La part des ménages qui se trouvent dans une situation de pauvreté (au sens de l’INSEE) et résident dans des zones mal desservies par les transports en commun est de l’ordre de 10% à 15% pour Bondy, Bagnole, Bobigny, Noisy-le-Sec et Romainville**, et de 3% à 4% pour les autres communes. Ces proportions sont corrélées avec la proportion de véhicules impactés par la ZFE, avec environ 25% de véhicules non-classés, Crit’Air 4 ou Crit’Air 5 pour Bondy et Bobigny, et à peine moins pour Bagnole et Noisy-le-Sec (données 2019).

Il existe donc un risque réel de précarité liée à la mobilité, avec des conséquences potentielles sur la mobilité quotidienne et l’accès à l’emploi. Par ailleurs, les projets de développement des transports en commun (extensions de métro et tramway) n’apporteront a priori que très partiellement une solution à ces problèmes.

2. Introduction

La mise en place d’une zone de faibles émissions (ZFE) dans la métropole du Grand-Paris interdit depuis le 1^{er} juin 2021 la circulation des véhicules non classés et classés Crit’Air 4 ou Crit’Air 5 sur l’ensemble du territoire d’Est Ensemble, du lundi au vendredi de 8 h à 20 h, exceptés les jours fériés.

Le Crit’Air, ou « certificat de qualité de l’air » est, contrairement à ce que cette appellation pourrait laisser penser, une classification qui n’a pas de lien univoque avec les émissions de polluants, particules fines, ou gaz à effets de serre des véhicules, puisqu’elle dépend uniquement de l’ancienneté du véhicule et du type de motorisation (elle est construite en fonction des normes Euro et de l’âge du véhicule¹). Le lien entre Crit’Air et émissions est surtout un lien statistique. Par exemple, les calculs du SDES² révèlent, sur la base d’émissions conventionnelles de gaz à effet de serre, que les Crit’Air 3 et 4 sont extrêmement proches. La classification ne prend en compte ni le poids ni la cylindrée des véhicules, si bien que des véhicules d’une même classe peuvent avoir des émissions de particules fines très différentes, étant donné que près de la moitié de ces particules peuvent provenir des freins, des pneumatiques, et de l’embrayage (lorsque le moteur est thermique), et est donc directement liée au poids des véhicules³.

Par ailleurs, les véhicules automobiles ne sont responsables que d’une minorité des émissions de particules fines, la majorité venant du chauffage (notamment bois, individuel et collectif), de l’industrie et de l’agriculture. L’expérience du premier confinement de 2020, pendant lequel la circulation routière a chuté drastiquement, a montré que les NO_x ont baissé dans toutes les régions de 30 à 50 %, mais les particules fines de 10 à 25 % au mieux (communiqué de presse du 27 mars 2020 de ATMO France). A Londres, la ZFE a apporté, cinq ans après sa mise en place, une baisse de quelques pourcents des particules fines⁴, et certaines études suggèrent que les effets sur la santé des enfants ne sont pas significatifs⁵.

Les ZFE sont de fait des mesures politiques. **Il convient donc de les évaluer dans toutes leurs dimensions, dont l’accroissement éventuel des inégalités socio-spatiale, ce qui est l’objet de cette étude.** La Fabrique de la Cité souligne dans un article récent⁶ de synthèse de la littérature scientifique que la ZFE a un impact sur la logistique urbaine, et pas uniquement sur les particuliers, ce qui peut avoir des effets économiques importants. Pour la Fabrique de la Cité, il ressort de l’exemple londonien que l’effet principal de la ZFE est très modeste en ce qui concerne la qualité de l’air, et que cette faible amélioration est acquise au prix d’un accroissement de la vulnérabilité des plus fragiles, et d’une diminution forte de l’accessibilité des villes.

¹ La norme Euro implique un certain plafonnement des émissions de polluants mais ne donne pas une évaluation du niveau d’émission d’un véhicule

²<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-12/datalab-essentiel-197-vignette-crit-air-decembre2019.pdf>

³ L’Express, 2018; Freins et pneus, l’autre pollution aux particules fines

⁴ Zhai, M., Wolff, H. Air pollution and urban road transport: evidence from the world’s largest low-emission zone in London. Environ Econ Policy Stud (2021). <https://doi.org/10.1007/s10018-021-00307-9>

⁵ Mudway, I. S., Dundas, I., Wood, H. E., Marlin, N., Jamaludin, J. B., Bremner, S. A., ... & Griffiths, C. J. (2019). Impact of London's low emission zone on air quality and children's respiratory health: a sequential annual cross-sectional study. The Lancet Public Health, 4(1), e28-e40.

⁶<https://www.lafabriquedelacite.com/publications/zones-a-faibles-emissions-sommes-nous-en-train-de-rendre-les-villes-inaccessibles/>

La ZFE touche davantage les ménages les plus modestes⁷, qui ne peuvent renouveler leurs véhicules. Elle impacte donc potentiellement les actifs résidant ou travaillant dans la ZFE lorsque leur emploi est dans une zone mal desservie par les transports en commun, ou lorsque le trajet domicile-travail en transports en commun ne constitue par une alternative acceptable au trajet en voiture, pour des raisons de temps, mais aussi parfois de confort, de sécurité ou d’horaires. **Par ailleurs, la ZFE diminue les possibilités de mobilité de l’ensemble des membres des ménages concernés, et pas uniquement des adultes possédant le permis de conduire. Il est donc important de ne pas se focaliser sur la mobilité domicile-travail pour évaluer les impacts potentiels d’une telle mesure, mais de considérer l’ensemble des motifs de mobilité.**

Cette étude évalue donc d’une part l’impact de la ZFE sur l’emploi, à l’aide des fichiers de détail du recensement (étude à la commune, maille spatiale la plus fine disponible), et d’autre part le différentiel d’accessibilité à différentes aménités selon que l’on utilise la voiture ou les transports en commun et la marche, et ce pour différentes localisations résidentielles au sein d’Est Ensemble (étude au carreau de 200 m de côté), ce qui permet de mettre en évidence les disparités spatiales des effets de la ZFE. Elle croise ensuite ces données avec des informations sur les revenus et sur le parc automobile, pour estimer la population potentiellement concernée par ces différentiels d’accessibilité.

⁷ L’APUR souligne que les populations modestes sont aussi les premières à bénéficier de l’amélioration de la qualité de l’air (APUR, 2021 ; Synthèse des études sur les impacts sanitaires, sociaux et économiques)

3. Contexte d’Est Ensemble

✦ A retenir

- 📄 Sur le territoire, **16,9% à 25,1% des véhicules étaient non-classés, Crit’Air 4 ou Crit’Air 5** début 2019 (avant le lancement de la ZFE). Ces catégories de véhicules sont celles concernées par l’extension de la ZFE du 1^{er} juin 2021.
- 📄 Des calculs de distance depuis Est Ensemble vers les communes d’Ile-de-France, ainsi que des isochrones, pour les trajets en voiture et en transports en commun, depuis les carreaux de 200 m de la grille de l’INSEE, mettent en évidence de très fortes disparités locales de la desserte en transports en commun, et donc des possibilités de report modal vers les transports en commun très disparates.

3.1. Statistiques Crit’Air

Le taux de véhicules Crit’Air 4, 5 et non-classés est élevé à Est Ensemble. Les données de l’enquête « plaques », à la commune, de 2019, indiquent des proportions de véhicule de 16,9% à 25,1% concernées par l’extension la ZFE au Crit’Air 4 (Tableau 1).

Commune	Nombre total de véhicules particuliers	Véhicules particuliers classés non-classés et Crit’Air 5	Part des véhicules particuliers non-classés et Crit’Air 5	Véhicules particuliers non-classés, Crit’Air 4 et 5	Part des véhicules particuliers non-classés, Crit’Air 4 et 5
BAGNOLET	10 095	865	8,6%	2 168	21,5%
BOBIGNY	16 332	1 406	8,6%	4 072	24,9%
BONDY	18 431	1 674	9,1%	4 622	25,1%
LES LILAS	6 364	483	7,6%	1 078	16,9%
MONTREUIL	34 079	2 789	8,2%	6 530	19,2%
NOISY-LE-SEC	14 110	1 147	8,1%	3 182	22,6%
PANTIN	15 282	1 201	7,9%	3 043	19,9%
LE PRE-SAINT-GERVAIS	4 457	366	8,2%	870	19,5%
ROMAINVILLE	9 247	806	8,7%	1 935	20,9%
EST ENSEMBLE	128 397	10 737	8,4%	27 500	21,4%

Tableau 1 : Statistiques Crit’Air. (Source : enquête « plaques » janvier 2019, Métropole du Grand Paris)

L’enquête plaques de la Métropole du Grand Paris a été effectuée par observation vidéo, à partir de 12 sites instrumentés, et a permis d’identifier environ 1,4 millions de plaques, à partir de 7,4 millions d’observations, ce qui permet d’estimer le parc roulant. En interrogeant le fichier des immatriculations, il est possible d’attribuer à chaque véhicule une commune de localisation. A l’échelle

du territoire global, le taux d’échantillonnage est suffisant pour estimer avec une marge d’erreur inférieure à 1% le pourcentage de véhicules Crit’Air 4 et 5, ainsi que les non-classés.

Ces données ont ensuite été filtrées en ne conservant que les véhicules à jour de leur contrôle technique, et mises à jour. D’après le recensement de 2018, Est Ensemble comporte environ 136 000 voitures pour 174 579 ménages. L’estimation de 128 397 véhicules dans les données du parc 2019 est donc vraisemblable, bien qu’inférieure à celle du recensement de 2018.

La désagrégation de ces données à l’échelle communale pourrait poser problème si le nombre de véhicules observés était trop faible par rapport aux pourcentages observés. Dans le cas d’Est Ensemble, le pourcentage de Crit’Air 4, 5 et non classés est élevé (Figure 1 et Tableau 1), si bien qu’un tel biais statistique n’est pas à craindre et que les données sont représentatives à l’échelle de la commune.

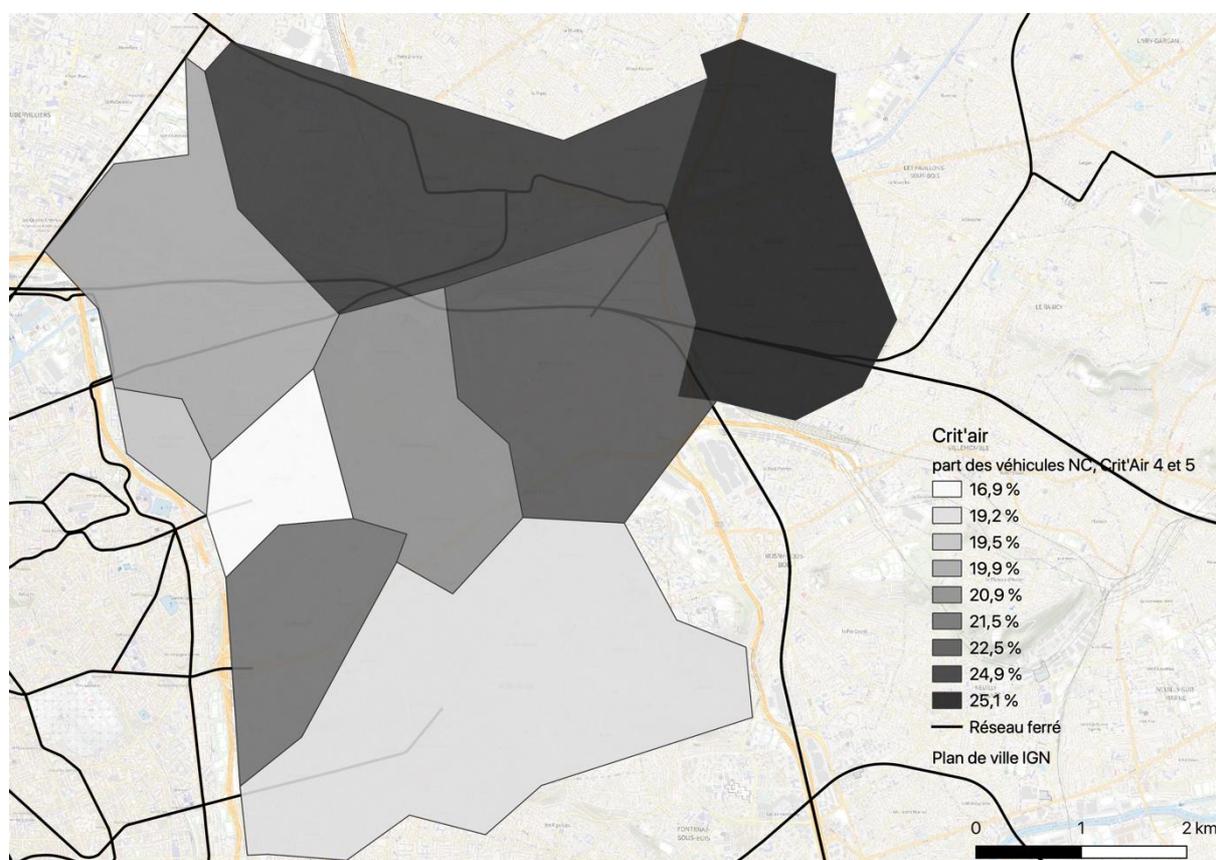


Figure 1 : Parts (en pourcentages) des véhicules Crit’Air 4 et 5 (et non classé) représentées à la commune. Sources : IGN, données de l’enquête « plaques » 2019. Réalisation Olivier Bonin.

Le choix a été fait d’utiliser les données du parc de véhicules de 2019 dans cette étude afin de regarder l’impact global de la ZFE sur la mobilité des habitants d’Est Ensemble. Le parc de 2021 a déjà connu un renouvellement partiel de ses véhicules les plus polluants (14,3% de véhicules classés Crit’Air 4, 5 ou non classés au premier janvier 2021 selon les données SDES), mais il est probable qu’une partie de ce renouvellement soit justement un effet de la mise en place de la ZFE poussant les habitants du territoire à acquérir des véhicules moins polluants. L’utilisation de données récentes éluderait ainsi une partie des impacts ayant déjà eu lieu.

3.2. Rapide état des lieux de l’usage de la voiture individuelle et des transports et commun

Les études effectuées en 2015 pour le plan local de déplacements d’Est Ensemble (Synthèse du projet de Plan Local de Déplacements, 15 décembre 2015, *ITEM Conseil*) mettent en évidence une forte utilisation des transports en commun dans le territoire, à l’image de la plupart des territoires de petite couronne. **Ainsi, 25 % des déplacements des résidents d’Est Ensemble sont réalisés en transports en commun (TC) et ce pourcentage est encore bien plus élevé dans les déplacements pendulaires (55,5 %)** ce qui correspond à une utilisation modeste de la voiture particulière (VP) tous motifs confondus, en particulier dans les déplacements internes à Est Ensemble (18,4 %). En effet, 44 % des habitants possèdent un abonnement de transport et 29 % disposent du pass Navigo d’après la synthèse du projet de Plan Local de Déplacements.

Toutefois, ce bilan est à nuancer. Les actifs entrant sur Est Ensemble utilisent plus faiblement les transports en commun que les actifs sortants (45,1 % contre 64,9 %) et seulement un tiers des emplois d’Est Ensemble sont occupés par les habitants et ainsi deux tiers des actifs travaillent en dehors d’Est Ensemble ce qui implique des flux d’échanges très élevés (d’après le PLD).

Si le diagnostic du PLD met en avant que le territoire d’Est Ensemble est bien desservi par les transports en commun, il faut souligner que ceci est seulement vrai en ce qui concerne le réseau de bus, mais que **la desserte est très inégale en ce qui concerne les systèmes de transport en commun ferrés tels que les RER, métros et tramways** qui doivent en outre être considérés comme axes structurants. A l’heure actuelle il n’existe qu’un couloir bien desservi au Nord autour des lignes 5 du métro, la ligne T1 et le RER E (Figure 2). Dans la partie Sud seul la ligne M9 entre vraiment dans le territoire tandis que les lignes de métro M3 et M11 ne relient que la périphérie Ouest d’Est Ensemble à Paris. Une grande partie des communes de Montreuil, Noisy-le-Sec et Romainville est largement à l’écart de ces réseaux.

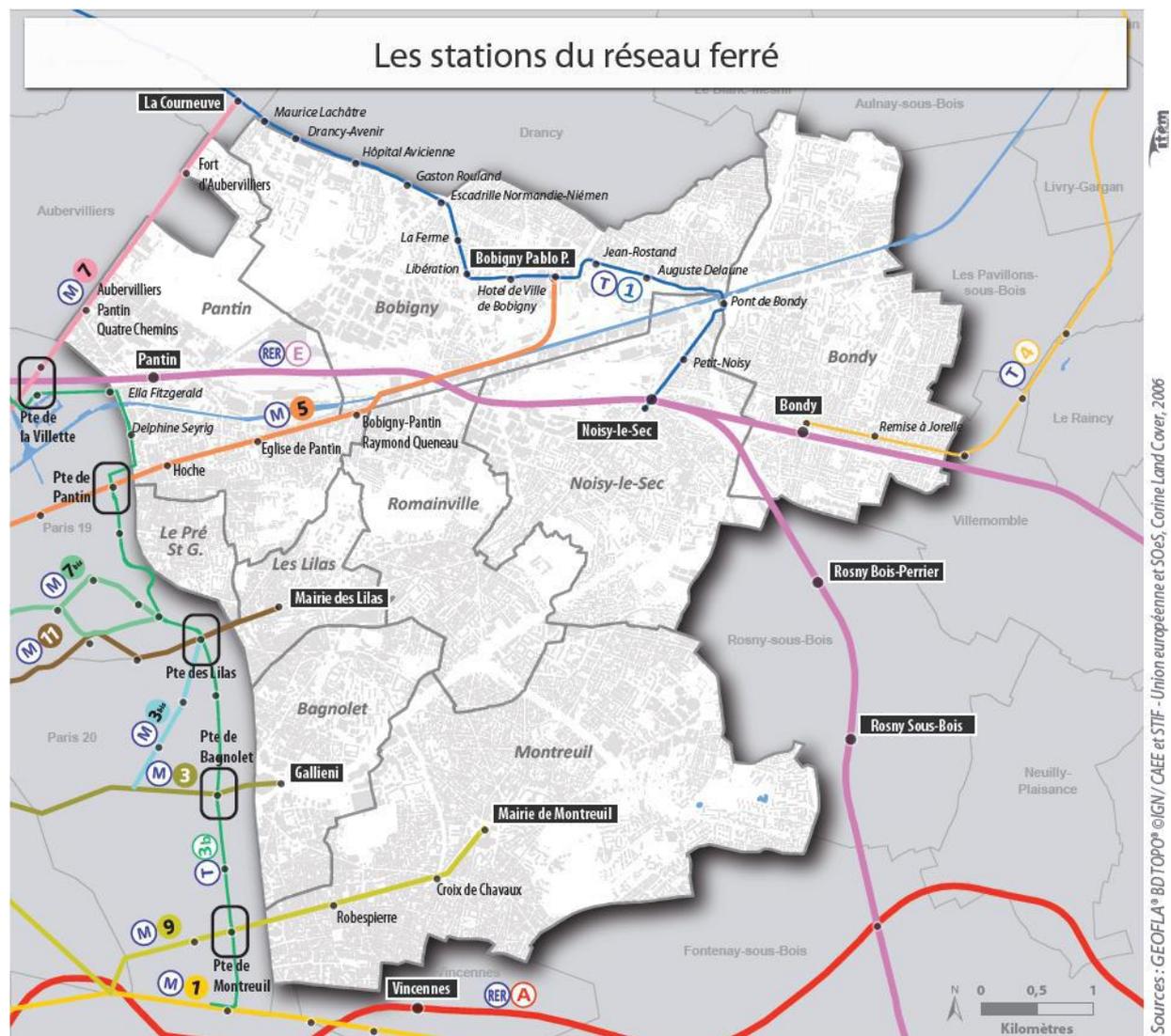


Figure 2 : Les stations du réseau ferré existant. Source : ITEM Conseil.

Le déficit d’infrastructures de transport lourdes (métro, tramway, etc.) a été identifié lors de l’élaboration des projets associés au « Grand Paris ». Ainsi, il est prévu de prolonger les lignes M11 et M9 ce qui représente outre une amélioration des offres de transport en commun, la mise en place de véritables « axes dorsaux » sur le territoire favorisant une structuration plus nette du territoire et la possibilité d’une diversification des fonctions. Pour d’autres projets, différentes variantes ont été discutées mais aussi partiellement contestées comme la prolongation de la ligne M3 par un téléphérique urbain, solution aussi proposée pour une ligne reliant Romainville à Bobigny. La prolongation de la ligne T1 avec 21 (dont 15 nouvelles) stations sur 10,7 km ajouterait une liaison Nord-Sud entièrement absente jusqu’ici et relierait les différents axes centrés sur Paris. L’intersection des lignes M11 et T1 renforcerait la centralité de Romainville et permettrait de créer un véritable pôle d’échange. Ceci est aussi le cas pour l’intersection des lignes M9/T1 à Montreuil et au terminus du téléphérique de Bagnolet et de la ligne T1.

3.3. Distanciers et isochrones

Afin d'analyser la mobilité sur le territoire et de déterminer dans quelle mesure un report modal de la voiture vers les transports en commun peut être nécessaire pour les ménages ne pouvant plus utiliser leur véhicule dans la journée du fait de la ZFE (et ne disposant pas des moyens financiers pour le remplacer), la présente étude a recours à des outils de calculs d'itinéraires et de temps de parcours.

Un serveur de calcul d'itinéraires a été mis en place avec le logiciel OpenTripPlanner, en version 1.5, les données GTFS fournies en open data par Ile-de-France Mobilités (IDF-M), qui décrivent l'ensemble du service transports en commun, ferré et bus, et le référentiel cartographique OpenStreetMap, lui aussi en open data (Figure 3). OpenTripPlanner est un logiciel de calcul d'itinéraires multimodal initialement développé pour la ville de Portland, aux États-Unis, et aujourd'hui en production dans de nombreuses villes, y compris en France.

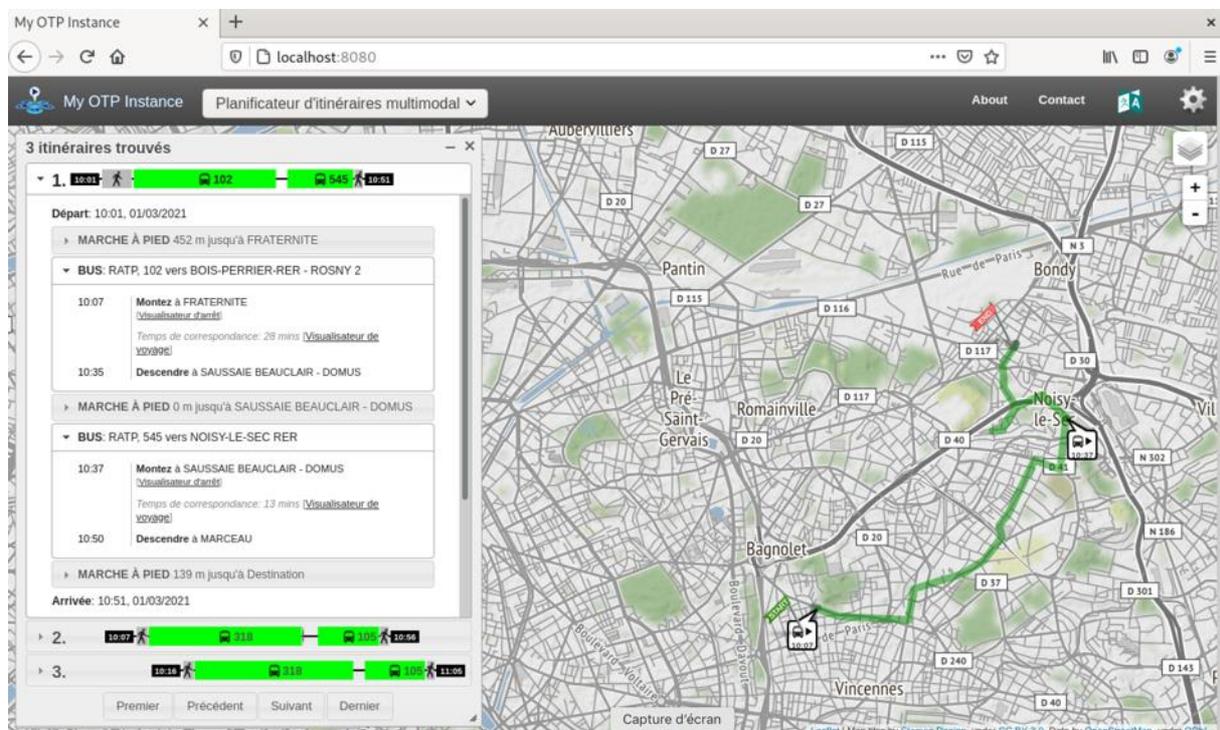


Figure 3 : Serveur OpenTripPlanner mis en place pour l'étude. Sur cette capture d'écran, calcul d'itinéraire en transports en commun le 1^{er} mars 2021 à 8h30 du matin dans Est Ensemble. Mise en œuvre : Olivier Bonin.

Ce serveur permet non seulement de calculer des itinéraires point à point, mais aussi de calculer des isochrones à partir d'un point donné, en spécifiant les durées de trajet. Les calculs effectués dans cette étude correspondent à des déplacements le lundi 1 mars à 8 h 30 du matin, avec un rabattement piéton vers les stations de transport en commun (gares, arrêts de bus, etc.) d'1 km maximum. Pour les déplacements en voiture, un paramétrage des vitesses pessimiste reflète une mobilité congestionnée, correspondant aux heures de pointe.

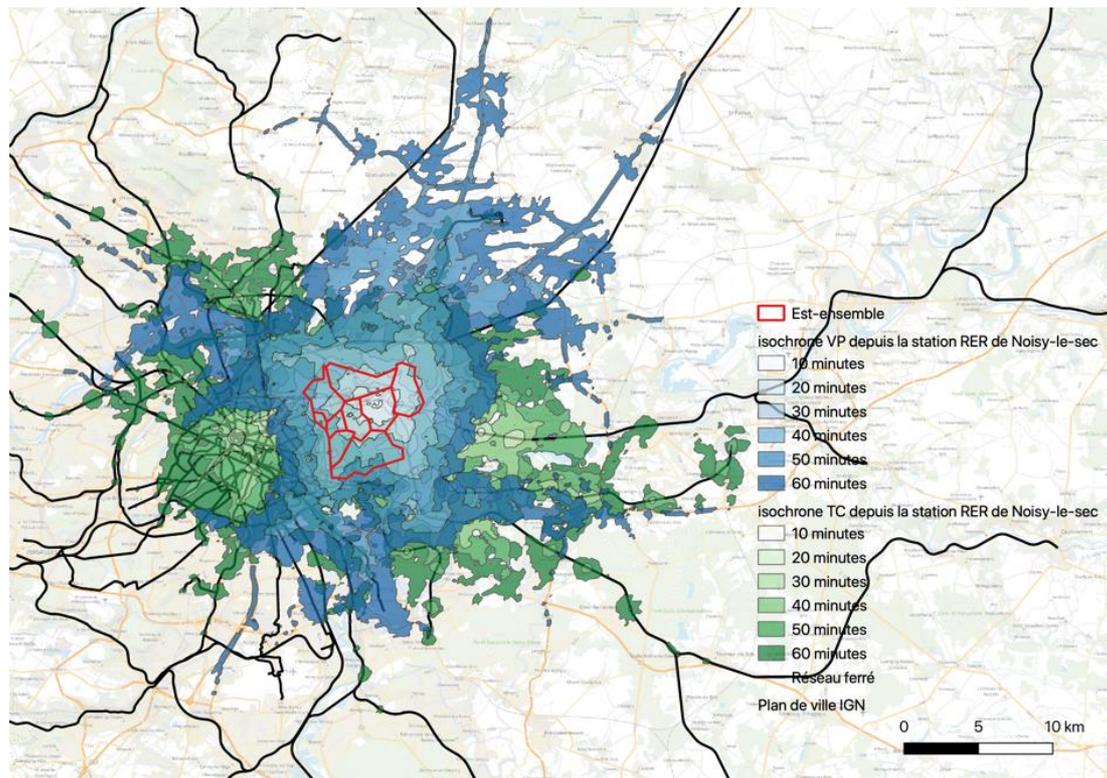


Figure 4 : Tracé des isochrones 10, 20, 30, 40, 50 et 60 minutes à partir de la station RER de Noisy-le-Sec, isochrones en bleu pour les voitures et en vert pour les transports en commun, avec 1 km de marche maximum. Calcul correspondant au 1er mars 2021 à 8 h 30. Sources : INSEE, IGN, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

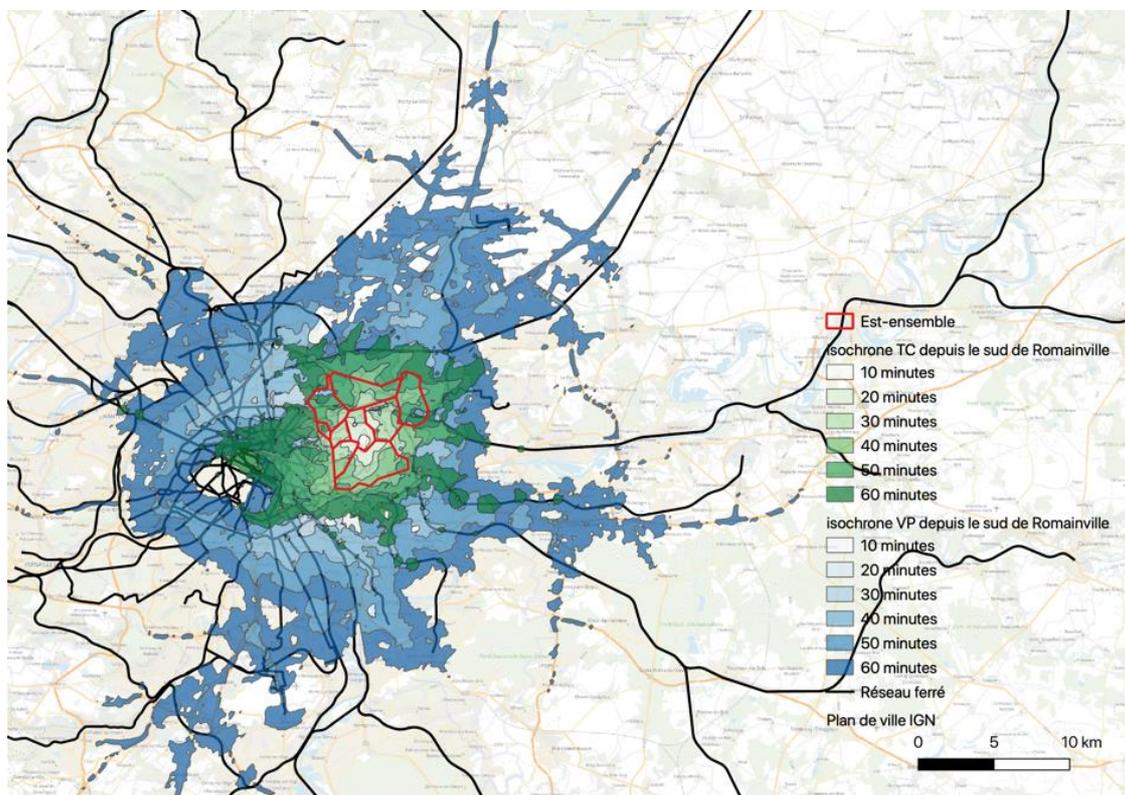


Figure 5 : Tracé des isochrones 10, 20, 30, 40, 50 et 60 minutes à partir du sud de Romainville, isochrones en bleu pour les voitures et en vert pour les transports en commun, avec 1 km de marche maximum. Calcul correspondant au 1^{er} mars 2021 à 8 h 30. Sources : INSEE, IGN, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

Les Figures 4 et 5 représentent les isochrones transport en commun et voiture depuis deux points de départ différents dans Est Ensemble. En différentes teintes de bleu, sont représentées les zones accessibles en voiture pour des temps de trajet donnés, et en vert les zones accessibles en transports en commun pour les mêmes temps de trajet. **On constate ainsi les écarts importants entre les isochrones selon le point de départ choisi.** Depuis le RER à Noisy-le-Sec (Figure 4), le territoire desservi en transports en commun (en vert) est bien plus important que celui desservi en voiture (la zone verte est plus large que la zone bleue). C’est le cas contraire sur la Figure 5, où le point de départ dans Romainville n’est desservi que par des bus, et donc où l’accessibilité en transports en commun est très faible, tandis que l’accès au réseau routier est relativement facile.

Deux stratégies alternatives de paramétrage des calculs ont également été testées : un paramétrage avec une distance de marche de 500m maximum, et un autre en effectuant les calculs pour le cas d’un dimanche à 12h. **Avec 500m de marche maximum, certaines zones d’Est Ensemble ne sont plus desservies du tout par les transports en commun, donnant donc une accessibilité en transports en commun nulle.** Les calculs le dimanche mettent en évidence la diminution d’accessibilité résultant du service réduit de transports en commun. La présente étude prend donc le parti de se placer dans une situation favorable du point de vue des transports en commun et défavorable du point de vue de la voiture individuelle (heure de pointe du matin, donc congestion).

Enfin, des calculs de temps de trajet en voiture et en transports en commun ont été effectués depuis chaque commune d’Est Ensemble vers l’ensemble des communes d’Ile-de-France, en prenant pour point de départ et d’arrivée des chefs-lieux de commune, pour calculer un distancier voiture et un distancier transports en communs. Les Figures 6 et 7 présentent la carte des temps depuis Romainville (Romainville est choisi à titre d’illustration, mais le calcul a été effectué pour toutes les communes d’Est Ensemble) pour la voiture et pour les transports en commun, avec les mêmes hypothèses que précédemment.

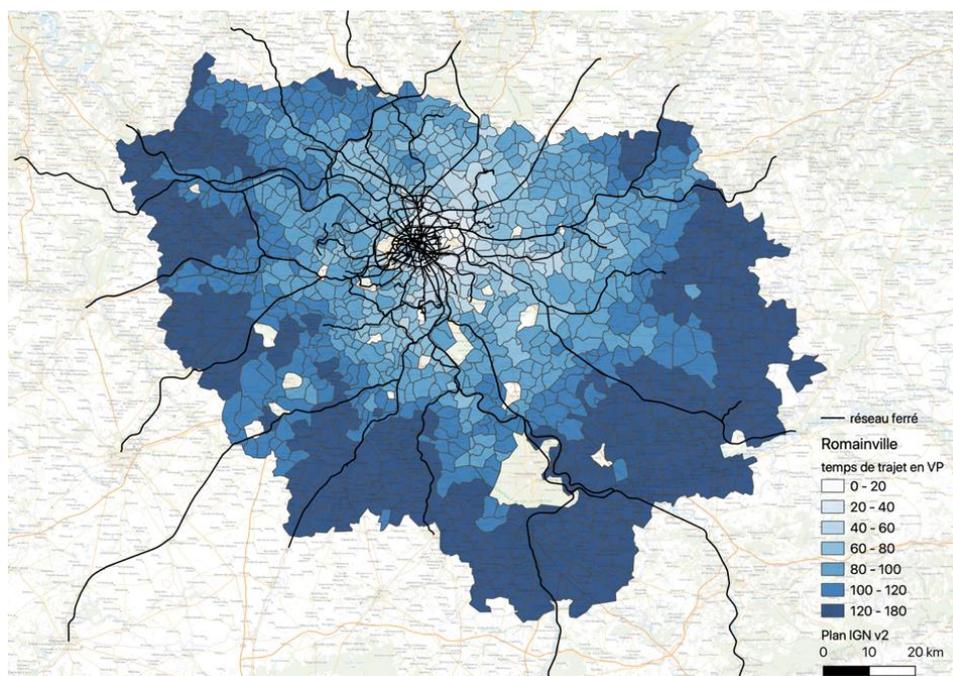


Figure 6 : Temps de trajet voiture depuis Romainville, de chef-lieu de commune à chef-lieu de commune. Sources : IGN.
Réalisation : Olivier Bonin.

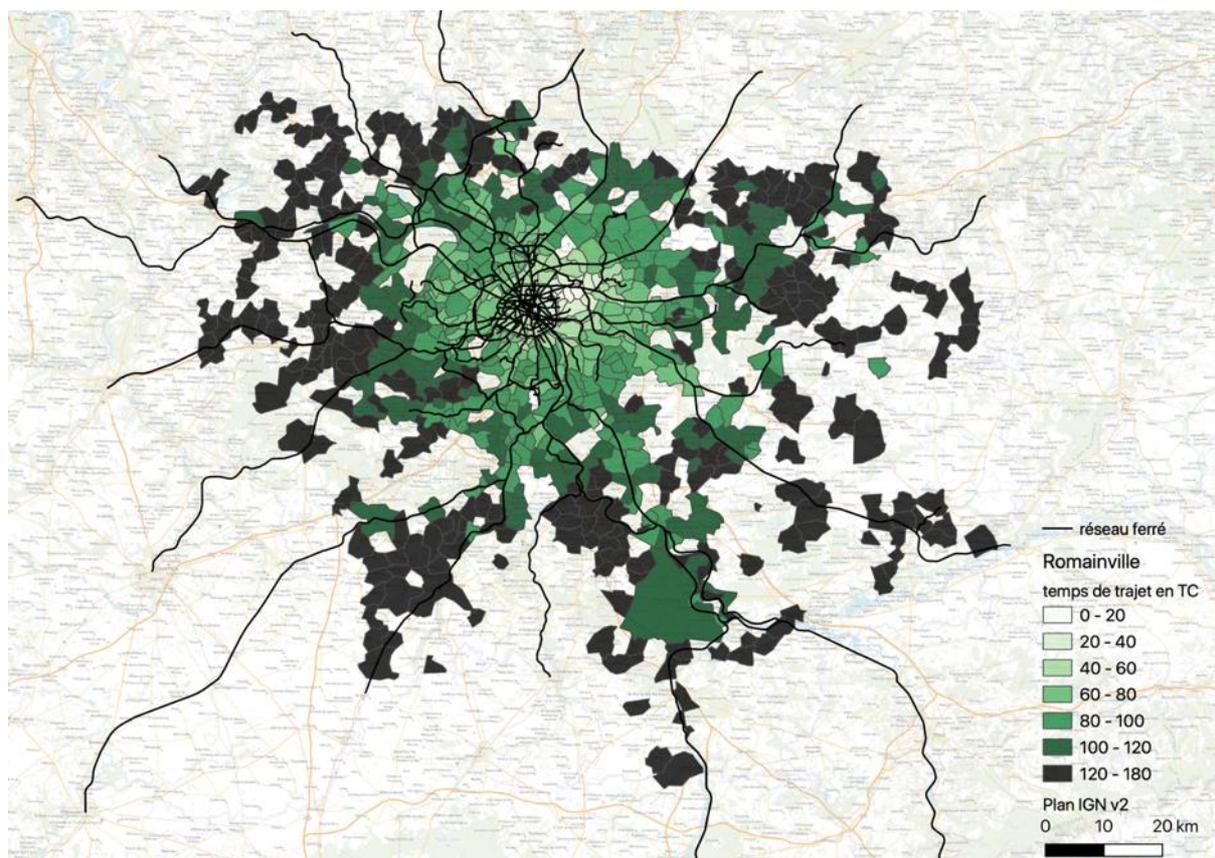


Figure 7 : Temps de trajet en transports en commun depuis Romainville, de chef-lieu de commune à chef-lieu de commune. Les trajets de plus de trois heures ne sont pas représentés. Sources : IGN. Réalisation : Olivier Bonin.

Les figures 6 et 7 montrent des performances de réseau qui ne sont pas radicalement différentes : pour des durées de trajet moyennes, les zones desservies sont relativement comparables. Cependant, du fait de la logique de ligne, les transports en commun desservent le territoire de manière moins continue que la voiture.

Dans la suite de cette étude, ces calculs sont reproduits pour toutes les communes d’Ile-de-France et sont utilisés pour comparer, pour chaque trajet de commune à commune, le temps nécessaire en voiture et en transports en commun, de manière à évaluer l’impact d’un report forcé vers les transports en commun.

4. Étude de la mobilité domicile-travail à Est Ensemble, et impact potentiel de la ZFE

✦ A retenir

- 📄 Selon les communes, **de 21% à 37% des actifs occupés du territoire utilisent la voiture pour aller travailler**. Estimées par la simulation, **les parts modales locales atteignent 35% à 45% dans les zones les moins bien desservies par les transports en commun**.
- 📄 **Pour environ 1% (Pantin) à 10% (Bobigny) des actifs occupés, les transports en commun ne représentent pas une alternative raisonnable**. A Romainville, près de 1% des actifs occupés ne peuvent pas du tout aller travailler en transports en commun.
- 📄 **Environ 2% à 11% de actifs travaillant sur le territoire** (quelle que soit leur commune de résidence) **n’ont pas d’alternative raisonnable à la voiture**.
- 📄 La ZFE risque de diminuer le bassin d’emploi disponible pour les actifs localisés dans des zones dépendantes à la voiture, et de rendre plus difficile l’accès aux emplois du territoire.

4.1. Exploitation des données du recensement

L’impact potentiel de la ZFE sur l’emploi est étudié dans un premier temps. Le recensement de la population fournit les informations sur la mobilité domicile-travail de commune à commune ; il n’est cependant pas possible dans cette partie obtenir de localisation géographique plus fine sans recourir à la simulation.

Le fichier de détail *MOBPRO* du recensement de la population, mis à jour tous les ans, indique pour chaque actif occupé la commune habituelle de travail et le mode de transport principal utilisé pour aller travailler. Ces données sont disponibles pour les actifs occupés de chaque commune, et chaque individu échantillonné est muni d’un poids (en moyenne égal à 2,5) permettant, à partir du fichier, de reconstituer l’ensemble des actifs. L’étude utilise les données de 2018 qui sont les dernières disponibles.

D’après le recensement de 2018, la mobilité domicile-travail des résidents d’Est Ensemble est effectuée pour 58,4 % en transports en commun et 25,5 % en voiture particulière.

Il est possible pour chaque commune d’Est Ensemble de connaître le nombre d’actifs occupés allant travailler dans chaque commune d’Ile-de-France. Les actifs considérés dans la suite de cette étude sont ceux travaillant en voiture : ce sont ceux qui sont concernés par la mise en place de la ZFE. La Figure 8 représente ces données pour la commune de Romainville, et il est possible de réaliser une carte de ce type pour chacune des communes d’Est Ensemble.

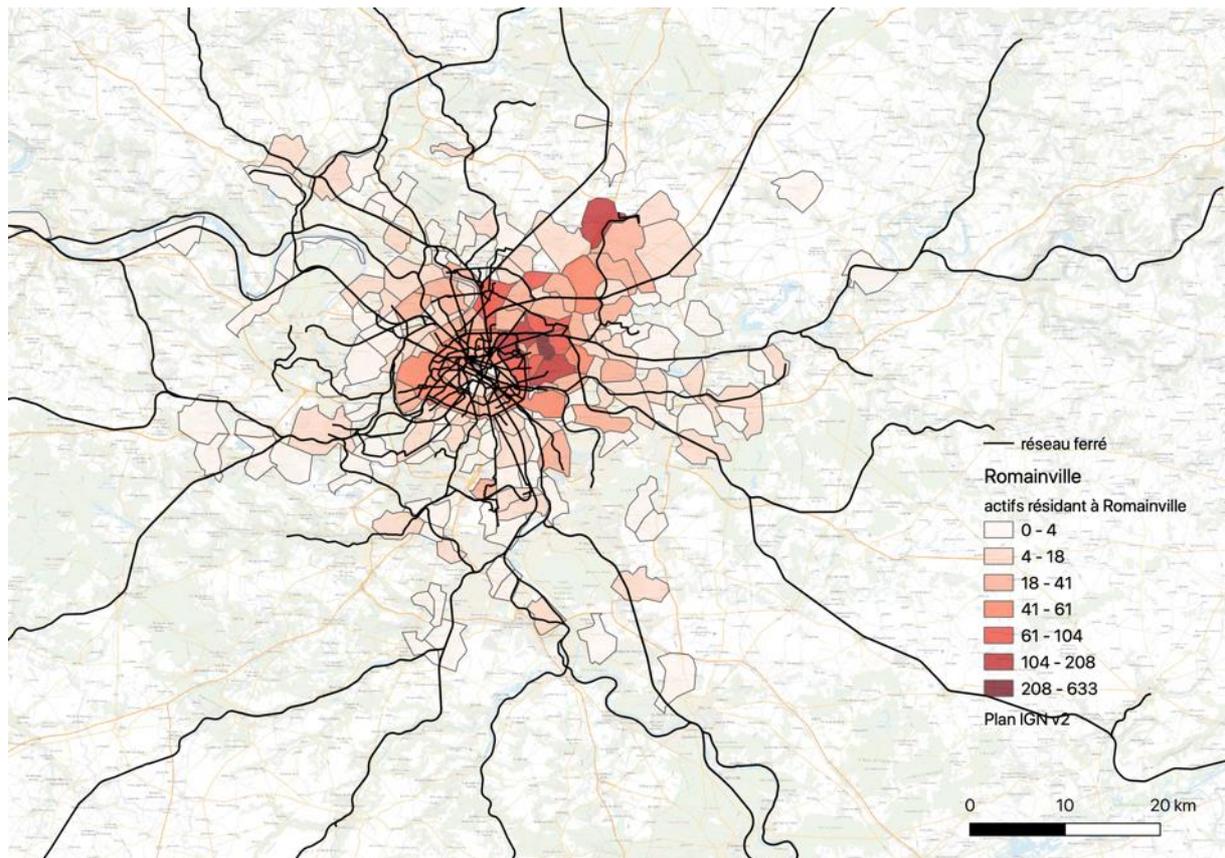


Figure 8 : Nombre d’actifs de Romainville travaillant dans les communes d’Ile-de-France et utilisant la voiture pour la mobilité domicile-travail d’après le recensement de 2018. Sources : INSEE, IGN. Réalisation : Olivier Bonin.

On peut également s’intéresser aux actifs des toutes les communes d’Ile-de-France qui occupent un emploi dans une des communes d’Est Ensemble, toujours en considérant ceux qui utilisent la voiture pour la mobilité domicile-travail. On obtient pour Romainville la carte de la Figure 9.

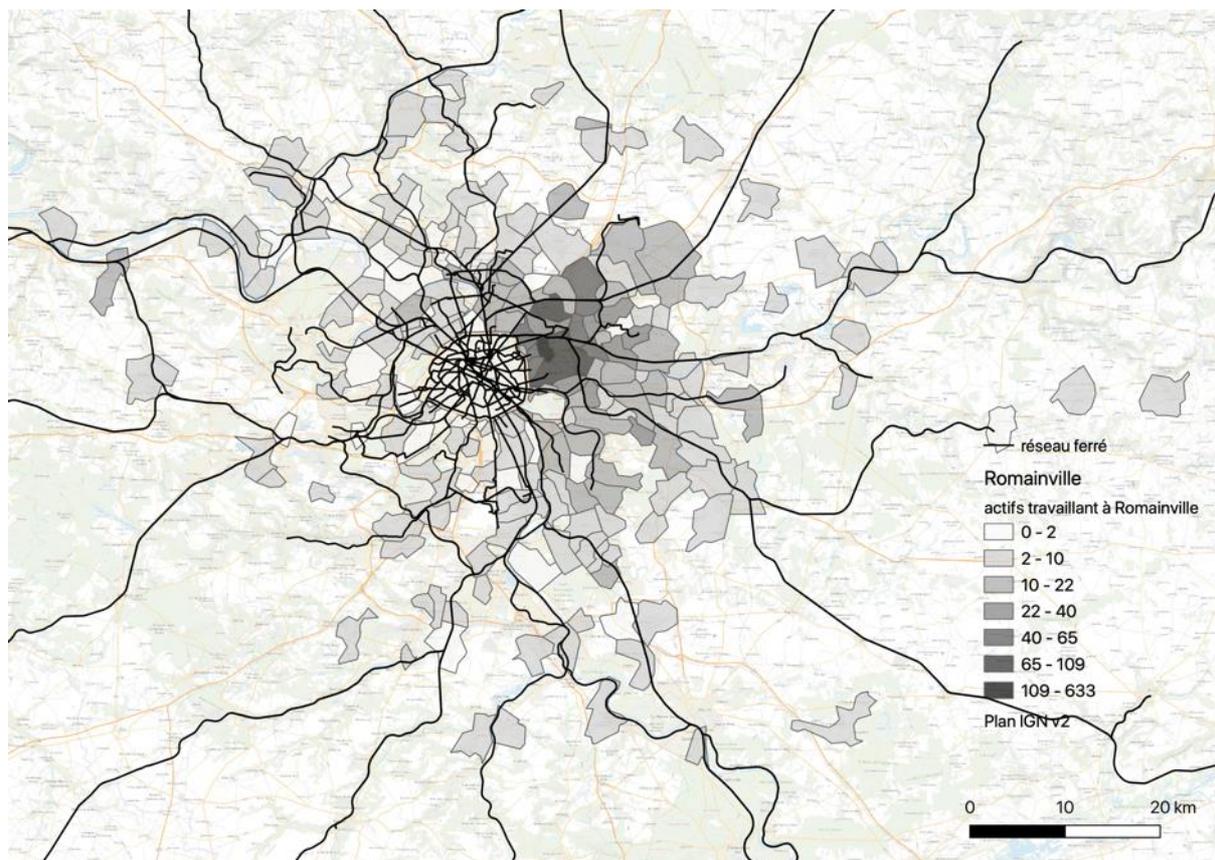


Figure 9 : Nombre d’actifs des communes d’Ile-de-France occupant un emploi à Romainville et utilisant la voiture pour leur mobilité domicile-travail d’après le recensement de 2018. Sources : INSEE, IGN. Réalisation : Olivier Bonin.

On constate en comparant les Figures 8 et 9 que le bassin d’attraction des emplois de Romainville est plus étendu que le bassin d’emploi de ses résidents. La situation est vraie également pour les autres communes d’Est Ensemble.

Les distanciers des Figures 6 et 7 permettent d’estimer, pour chaque liaison de commune à commune, le temps de trajet nécessaire en voiture et en transports en commun. Il est ensuite possible de calculer, pour chaque commune d’Est Ensemble, le nombre d’actifs occupés allant travailler en voiture particulière pour qui il n’existe pas de trajet alternatif acceptable en transports en communs, c’est-à-dire allant travailler dans une commune où le temps de trajet en transports en commun est supérieur de 50 % à celui en voiture. On obtient les résultats du Tableau 2.

Commune de résidence	Nombre d'actifs occupés	Nombre d'actifs utilisant la VP pour les trajets domicile-travail	Part modale voiture des actifs occupés	Nombre d'actifs utilisant la VP pour qui les TC ne constituent pas une alternative raisonnable	Part des actifs utilisant la VP pour qui les TC ne constituent pas une alternative raisonnable	Nombre d'actifs utilisant la VP travaillant dans une commune non desservie	Part des actifs utilisant la VP travaillant dans une commune non desservie
BAGNOLET	15 174	3 248	21,4 %	846	5,6%	14	0,1%
BOBIGNY	18 383	6 038	32,8 %	1 785	9,7%	69	0,4%
BONDY	19 789	7 394	37,3 %	1 171	5,9%	58	0,3%
LES LILAS	10 594	2 128	20,0 %	788	7,4%	8	0,1%
MONTREUIL	48 090	10 102	21,9 %	2 015	4,2%	73	0,2%
NOISY-LE-SEC	17 168	5 415	31,5 %	499	2,9%	40	0,2%
PANTIN	25 695	4 591	17,9 %	118	0,5%	43	0,2%
LE PRE-SAINT-GERVAIS	7 819	1 669	21,3 %	203	2,6%	34	0,4%
ROMAINVILLE	11 867	3 890	32,8 %	733	6,2%	97	0,8%
Ensemble	174 579	44 475		8 158		436	

Tableau 2 : Statistiques pour les actifs occupés résidant dans une des communes d’Est Ensemble. Source : recensement de 2018, calculs des auteurs.

Le Tableau 2 révèle que si les trajets sont toujours possibles en transports en commun dans la grande majorité des cas, ils peuvent être significativement plus longs qu’en voiture. On constate également que les communes desservies par le RER, comme Noisy-le-Sec, sont nettement moins impactées.

Le choix d’une augmentation de 50% du temps de trajet peut sembler sévère, mais c’est déjà une charge très importante pour les ménages. Par ailleurs, l’hypothèse d’une circulation en heure de pointe du matin implique déjà des temps de calcul relativement allongés par rapport aux temps optimaux. Avec le critère d’une augmentation de 100% (doubler le temps de trajet), les populations concernées sont entre 1 % et 6 %. Rappelons que les calculs sont effectués de chef-lieu de commune à chef-lieu de commune, et ne sont donc qu’indicatifs des trajets réellement effectués.

Il est possible d’effectuer l’opération symétrique : étudier la mobilité des actifs occupés travaillant dans une des communes d’Est Ensemble, et déterminer la part de ces actifs pour qui les TC ne constituent pas une alternative raisonnable. Cette approche donne une indication de la perte d’attractivité économique découlant de la ZFE. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.

Commune de travail	Nombre d'actifs occupés (nombre d'emplois occupés)	Nombre d'actifs utilisant la VP pour les trajets domicile-travail	Part modale voiture des actifs occupés	Nombre d'actifs utilisant la VP pour qui les TC ne constituent pas une alternative raisonnable	Part des actifs utilisant la VP pour qui les TC ne constituent pas une alternative raisonnable	Nombre d'actifs utilisant la VP travaillant dans une commune non desservie	Part des actifs utilisant la VP travaillant dans une commune non desservie
BAGNOLET	13 904	4 271	30,7%	928	6,7%	61	0,4%
BOBIGNY	29 651	13 584	45,8%	3 111	10,5%	240	0,8%
BONDY	12 848	6 629	51,6%	1 153	9,0%	106	0,8%
LES LILAS	5 420	1 810	33,4%	603	11,1%	44	0,8%
MONTREUIL	55 503	16 073	29,0%	1 779	3,2%	282	0,5%
NOISY-LE-SEC	10 797	4 842	44,8%	450	4,2%	86	0,8%
PANTIN	29 437	8 096	27,5%	471	1,6%	201	0,7%
LE PRE-SAINT-GERVAIS	3 533	936	26,5%	65	1,8%	6	0,2%
ROMAINVILLE	7 174	3 162	44,1%	536	7,5%	47	0,7%
Ensemble	168 267	59 403		9 096		1 073	

Tableau 3 : Statistiques pour les actifs occupés travaillant dans une des communes d’Est Ensemble. Source : recensement de 2018, calculs des auteurs.

Le Tableau 3 révèle que la part d’actifs résidant dans des communes non desservies par les transports en commun est plus importante que pour les actifs résidant à Est Ensemble. Pour les communes desservies, la part d’actifs ayant des trajets non acceptables augmente également légèrement.

Cette première analyse montre que les communes d’Est Ensemble seront impactées de manière significative par la mise en place de la ZFE, tant du point de vue des actifs occupés résidant sur le territoire, que des actifs d’Ile-de-France occupant un emploi à Est Ensemble. Cependant, la source de données du recensement ne permet pas une localisation infra-communale, ce qui incite à approfondir cette étude d’une manière différente.

4.2. Estimation des parts modales locales par la simulation

L’impact de la ZFE sur Est Ensemble n’est pas homogène dans l’ensemble du territoire : habiter à proximité d’une station de transports en commun ferré diminue probablement la dépendance à l’automobile. L’étude de la mobilité domicile-travail à partir du recensement cache des disparités spatiales probablement importantes. Il est donc utile de chercher à déterminer des parts modales locales sur le territoire, ce qui ne peut se faire que par la simulation. Dans cette partie, les parts modales sont estimées pour chacun des carreaux de la grille de 200 m de l’INSEE. Dans la suite de l’étude, cette grille sera utilisée.

L’enquête globale transport (EGT) d’Ile-de-France ne permet pas, vu son échantillonnage spatial, de déterminer des parts modales sur une maille territoriale fine. Le modèle Mobisim, à base d’agents, a ici été utilisé et paramétré dans le cadre du projet de recherche SOFT. La modélisation des déplacements sur le territoire tient compte des types d’activités réalisées par les agents, et est calibré à partir de l’EGT 2010. Pour le secteur d’Est Ensemble, 738 personnes de 5 ans et plus ont été enquêtés dans l’EGT, pour 2 629 déplacements renseignés. Ce nombre modeste confirme bien qu’il est nécessaire de recourir à la simulation pour estimer des parts modales. Par ailleurs, les comportements pris en compte seront des comportements moyens. **À partir de cet échantillon, il est possible de calculer le nombre moyen de déplacements par jour et par type d’agent (individu) du modèle, la portée et la durée moyenne des déplacements selon le motif et le mode de transport utilisé.** Ces valeurs sont nécessaires pour paramétrer les plannings d’activité et le choix modal.

La classification des déplacements utilisée dans Mobisim compte 6 motifs pour 16 activités (Tableau 4) :

Motifs de déplacement	Types d’activité
Motif professionnel	Travail
Études	École maternelle et primaire
	Collège et lycée
	Enseignement supérieur
Loisirs	Activité sportive ou culturelle
	Spectacle, exposition, cinéma, musée
	Restauration hors domicile
Achats	Achats quotidiens
	Achats hebdo ou bi-hebdomadaires
	Achats occasionnels
Affaires personnelles	Démarches administratives
	Santé (hôpital, clinique)
	Santé autres (médecin, dentiste, etc.)
	Recherche d’emploi
Accompagnement	Affaires personnelles autres
	Accompagner quelqu’un

Tableau 4 : Motifs des déplacements et types d’activités. Source : rapport SOFT.

Les parts modales sont des indicateurs pouvant être définies de multiples manières. Elles désignent la proportion d’individus utilisant un mode donné pour leur mobilité, calculée soit sur la base du nombre de déplacements, soit sur la base du nombre de kilomètres parcourus. Ces deux visions sont complémentaires : elles concernent l’accès à la mobilité et l’intensité d’utilisation des modes pour les

parts modales en nombre de déplacements, et la consommation d’énergie pour les parts modales en kilomètres parcourus.

A Est Ensemble, les parts modales de la marche (Figures 10a et 10b) sont élevées, allant de 20% à 60% des déplacements (pour une moyenne d’un peu plus de 40%). Ces parts modales, logiquement, diminuent lorsqu’elles sont rapportées aux kilomètres parcourus, mais atteignent tout de même 20% à certains endroits à l’ouest du territoire : **la proximité de Paris est très manifeste pour cette partie du territoire, encourageant la marche.**

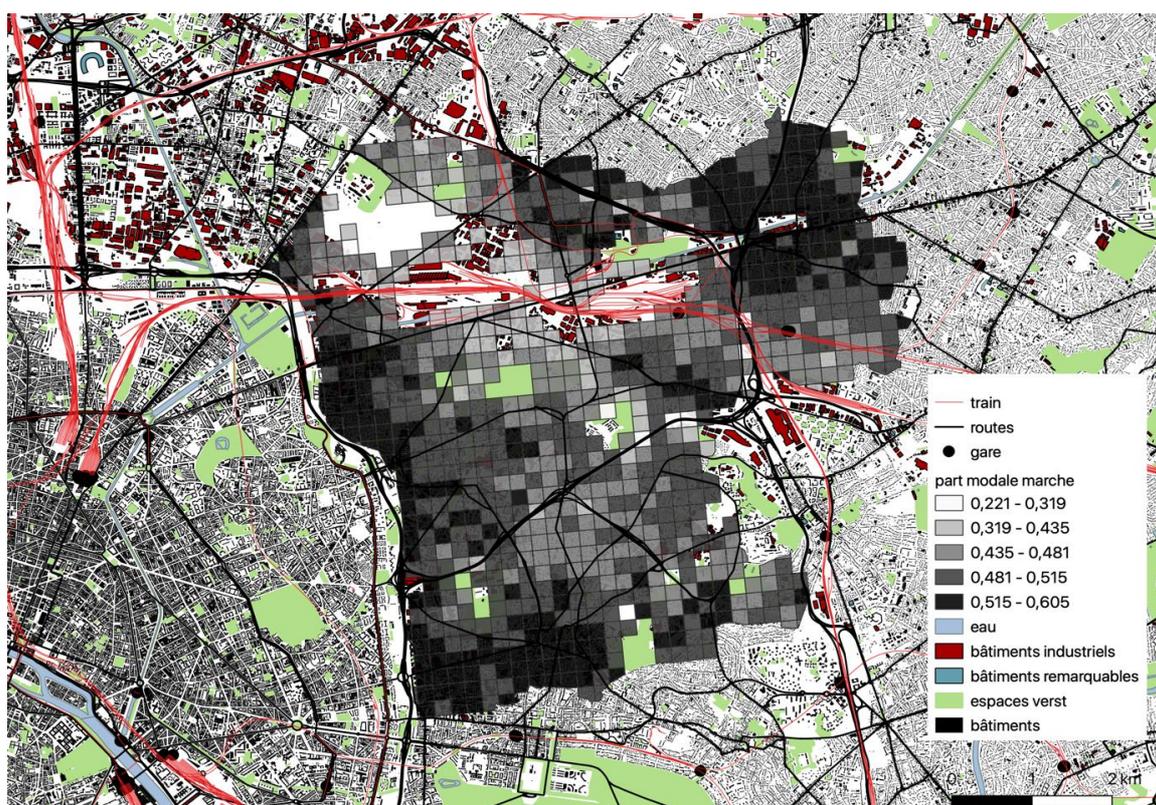


Figure 10a : Parts modales de la marche à pied, en nombre de déplacements. Source : rapport SOFT. Réalisation : Gilles Vuidel (mobisim), Olivier Bonin.

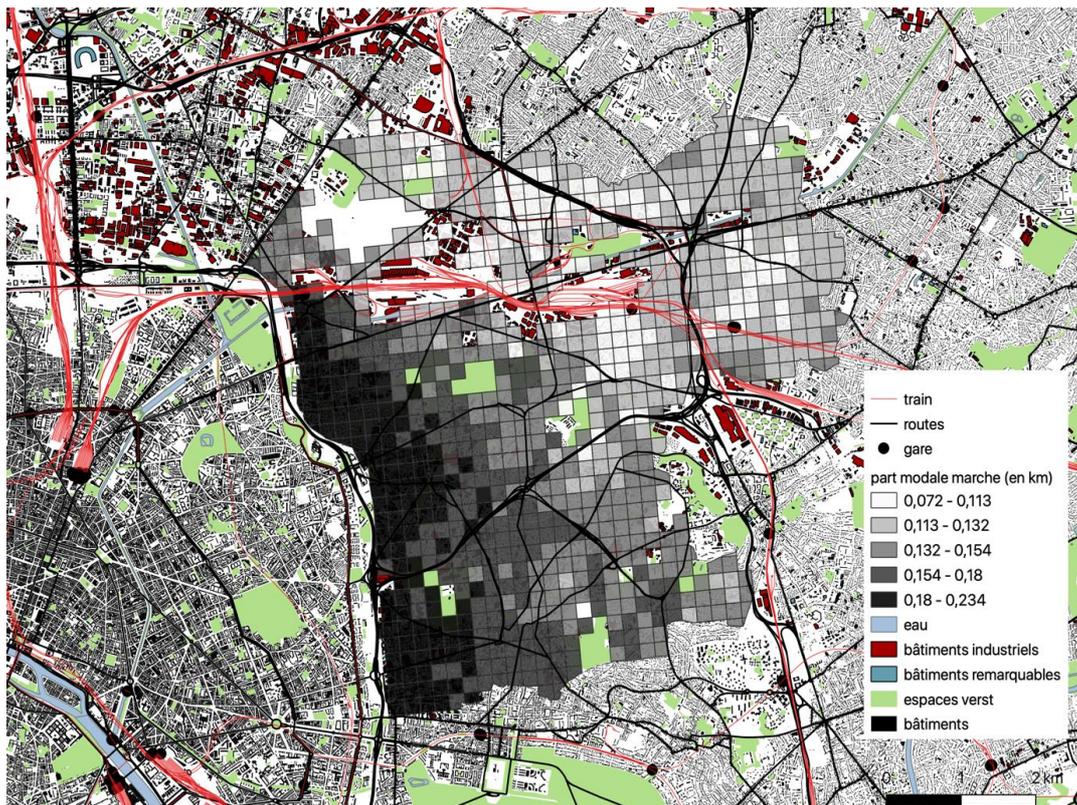


Figure 10b : Parts modales de la marche à pied, en kilomètres parcourus. Source : rapport SOFT. Réalisation : Gilles Vuidel (mobisim), Olivier Bonin.

Les parts modales des transports en commun (Figures 11a et 11b) reflètent la répartition inégale des gares et stations de métro sur le territoire. Le mode transports en commun tend à être lié au déplacements domicile-travail, comme le confirme la relative similitude entre les parts modales en nombre de déplacements et celles en kilomètres. Le RER E au nord-est capte visiblement la plus grande part des déplacements, tout comme la ligne 9 du métro au sud. Ces parts modales sont relativement peu dispersées, autour de 24% pour les parts modales en nombre de déplacements, et encore plus concentrées pour les parts modales en kilomètres, qui varient entre 35% et 45%. Rappelons que le recensement de la population montre une part modale des transports publics d’environ 55 % pour les déplacements domicile-travail, ce qui est tout à fait compatible avec ce modèle Mobisim basé sur l’EGT.

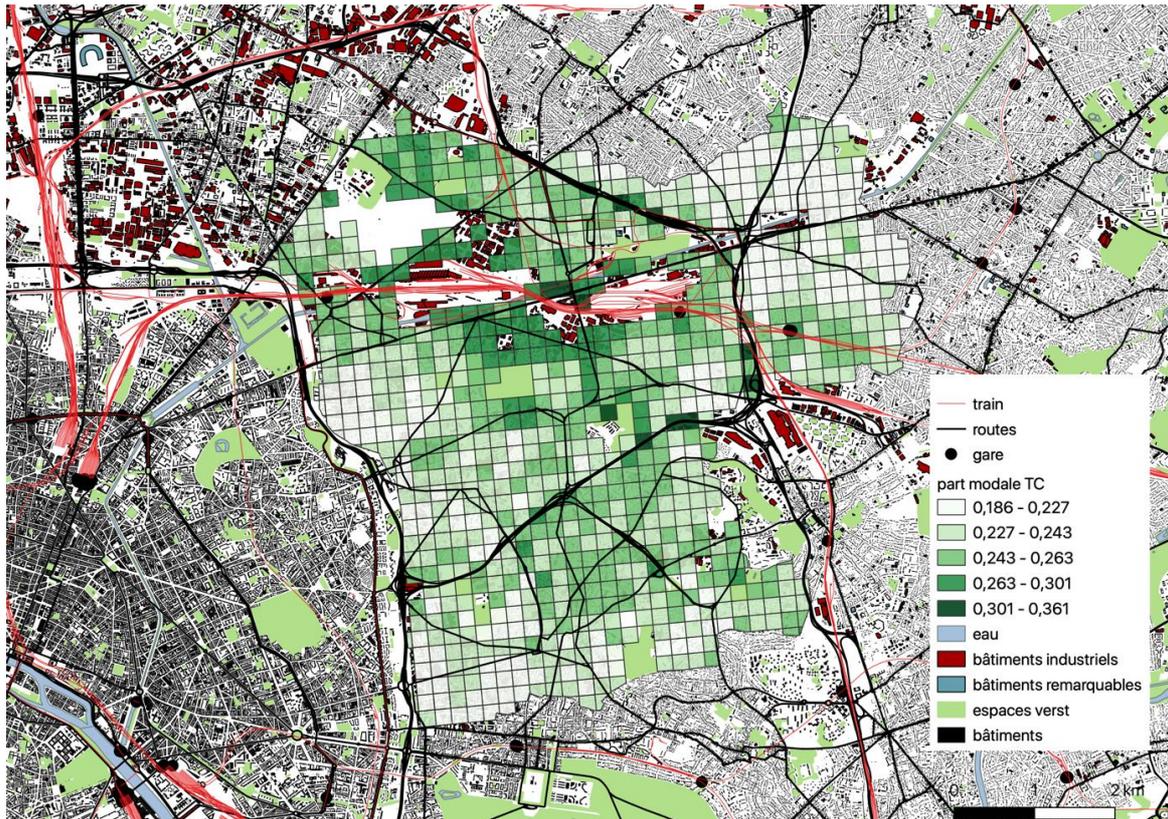


Figure 11a : Parts modales des transports en commun, en nombre de déplacements. Source : rapport SOFT. Réalisation : Gilles Vuidel (mobisim), Olivier Bonin.

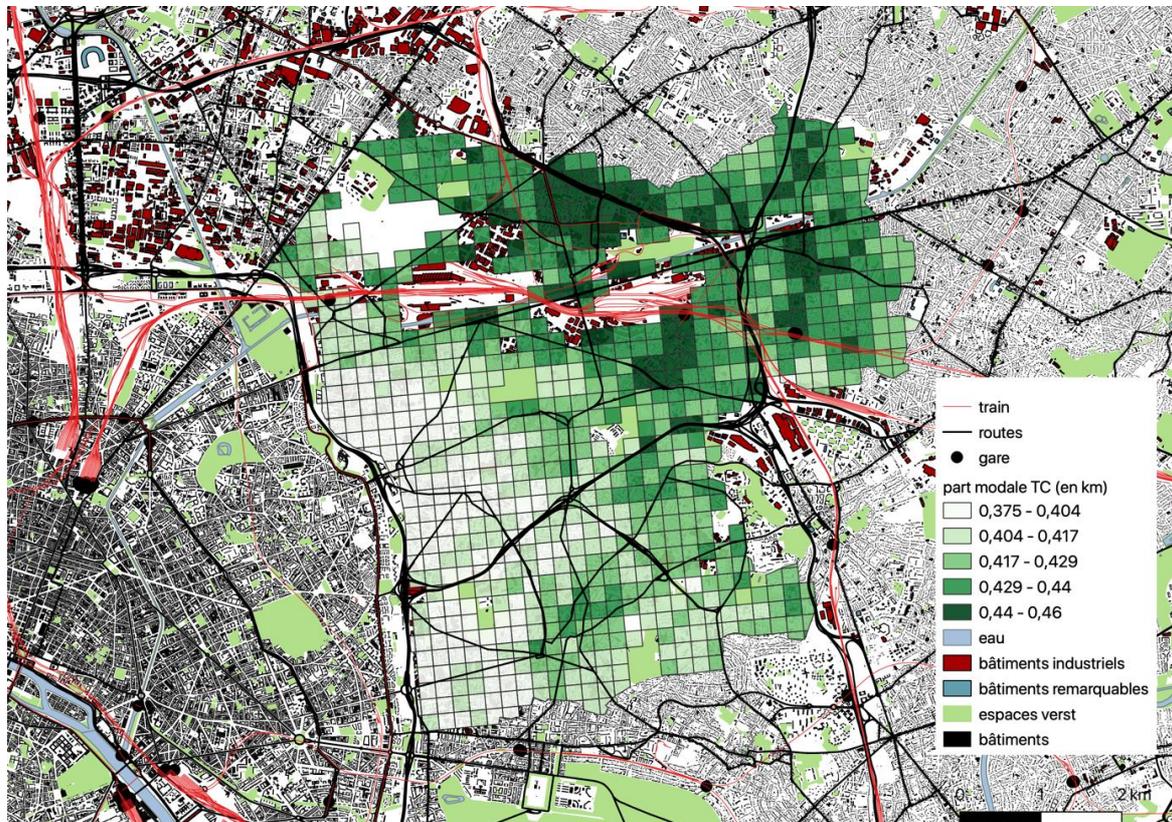


Figure 11b : Parts modales des transports en commun, en kilomètres parcourus. Source : rapport SOFT. Réalisation : Gilles Vuidel (mobisim), Olivier Bonin.

Les parts modales des voitures (Figures 12a et 12b) sont relativement faibles, entre 20% et 40% des déplacements, avec une moyenne autour de 28 %. Étant donné le faible taux de motorisation des ménages d’Est Ensemble, les véhicules particuliers sont utilisés pour la mobilité domicile-travail, dans une proportion comparable à celle des transports en commun (tous motifs confondus). Toutefois, les parts modales peuvent atteindre localement 35% à 40%, révélant des zones d’usage plus important de l’automobile, notamment dans la partie Est du territoire.

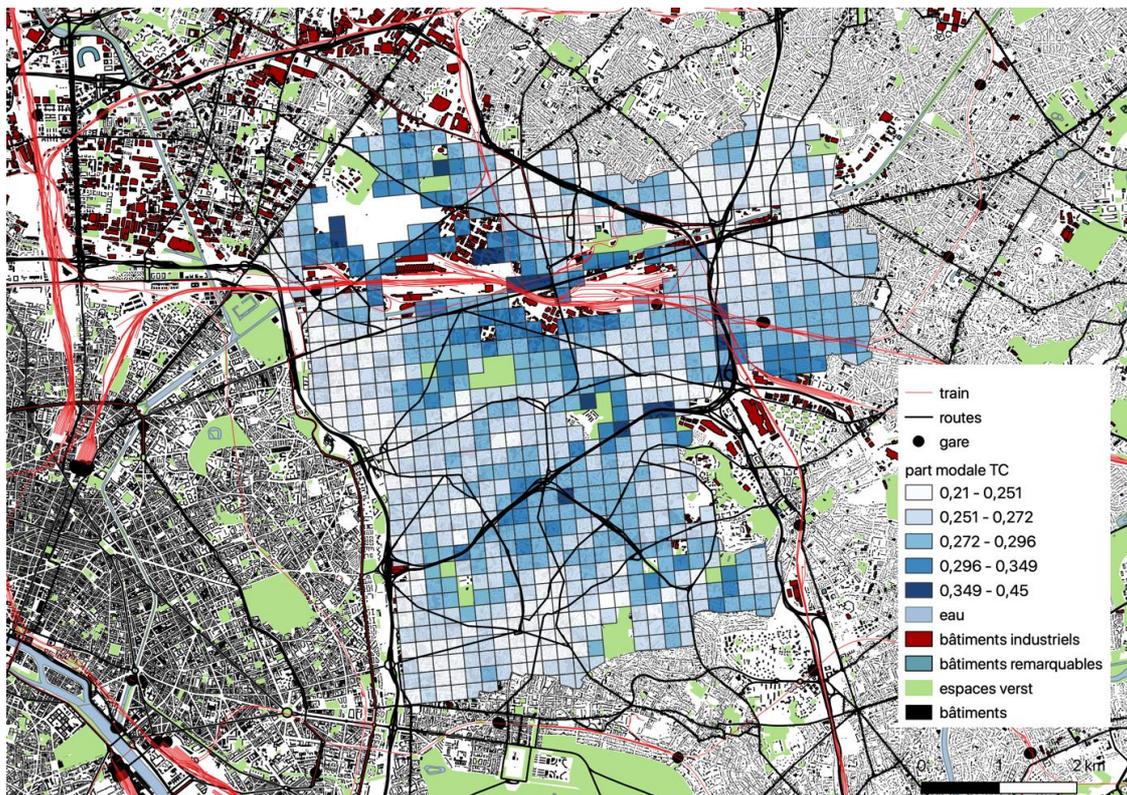


Figure 12a : Parts modales des véhicules particuliers, en nombre de déplacements. Source : rapport SOFT. Réalisation : Gilles Vuidel (mobisim), Olivier Bonin.

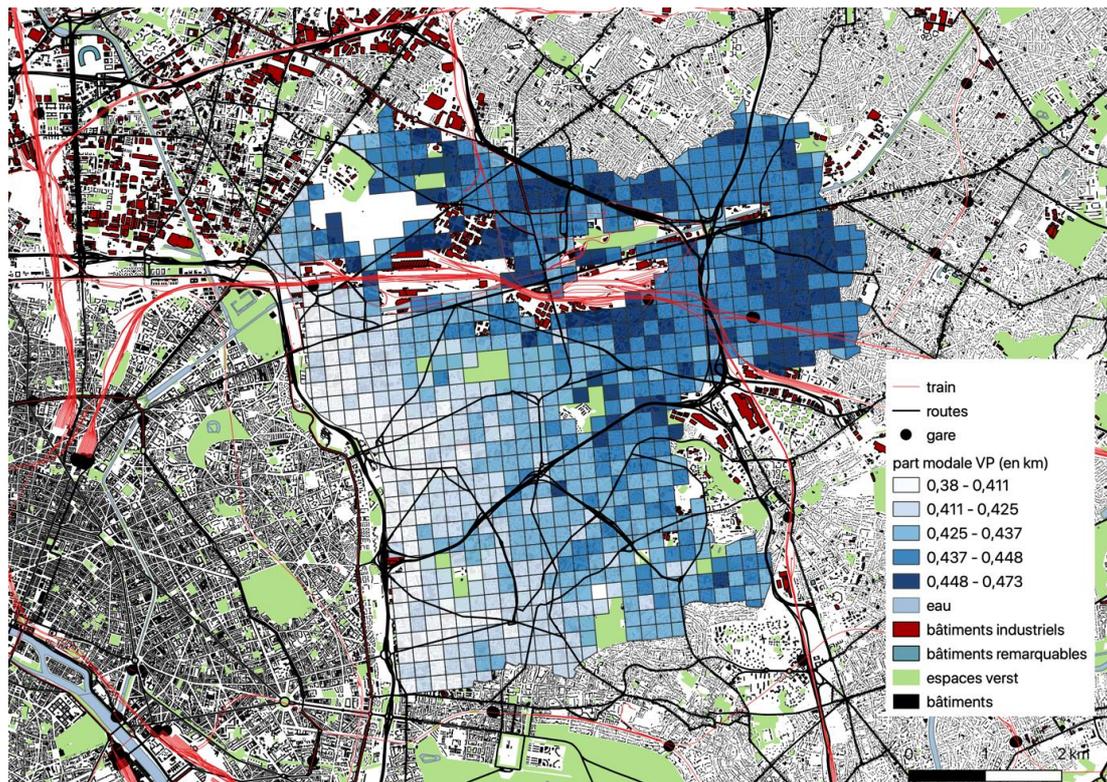


Figure 12a : Parts modales des véhicules particuliers, en kilomètres parcourus. Source : rapport SOFT. Réalisation : Gilles Vuidel (mobisim), Olivier Bonin.

La suite de cette étude approfondit les disparités locales avec une approche par l’accessibilité, qui combine inégale performance des réseaux de transport et inégale répartition spatiale des aménités sur le territoire.

L’estimation des parts locales révèle que les déplacements en VP peuvent constituer jusqu’à 45 % des déplacements, tous motifs confondus. Ne plus disposer de sa voiture n’est donc pas, pour certaines localisations, un problème marginal.

5. Estimation des effets de la ZFE par calculs d’accessibilité

✦ A retenir

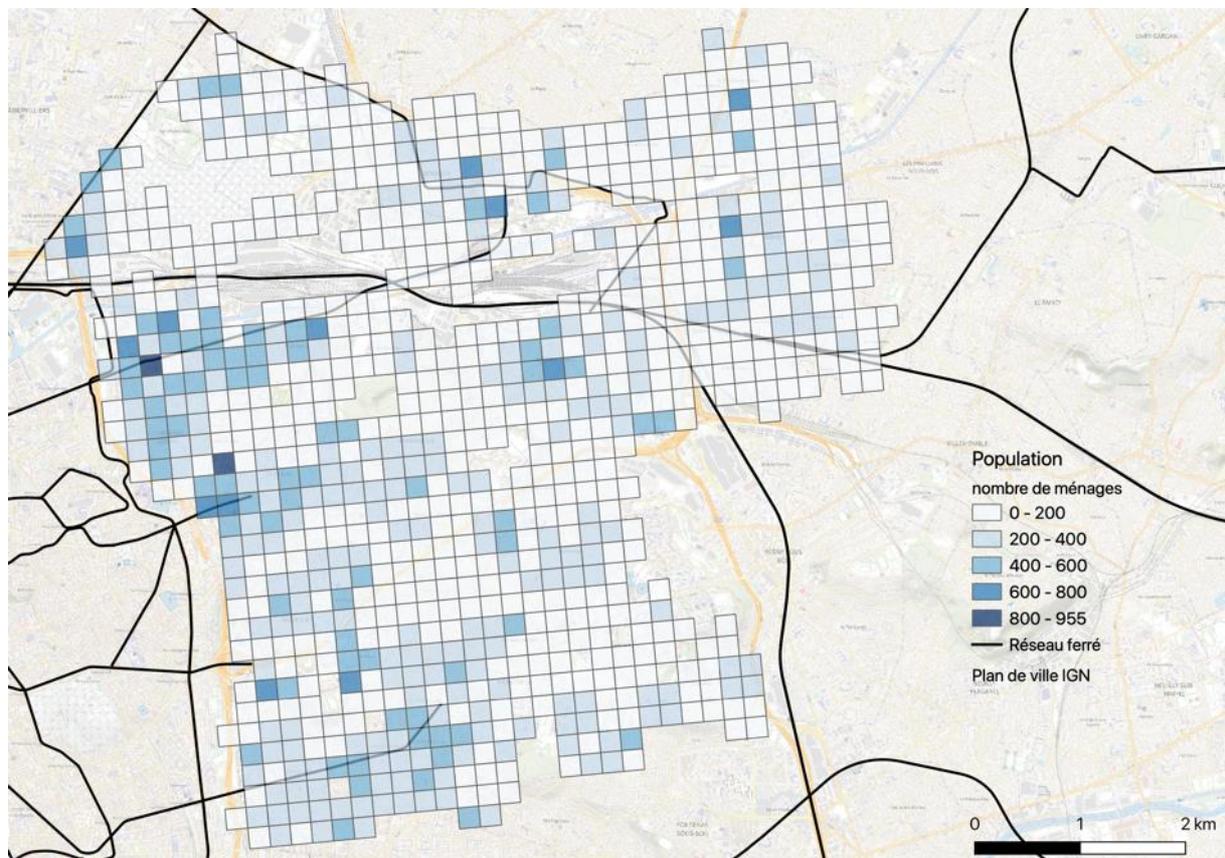
- ☞ L’approche par l’accessibilité permet de prendre en compte d’une part **l’inégale desserte du territoire par les transports en commun, et d’autre part l’inégale répartition des aménités dans la région Ile-de-France.**
- ☞ En prenant en compte divers motifs et diverses durées de déplacement, il est possible de caractériser l’accessibilité du territoire depuis chaque carreau de 200 m de côté du maillage INSEE.
- ☞ **Les zones les moins accessibles en transports en commun sont le sud de Romainville, le nord de Montreuil, et le nord-est de Bondy et Bobigny.**
- ☞ En croisant la caractérisation de l’accessibilité avec la part de ménages pauvres (au sens de l’INSEE), il est possible d’étudier la vulnérabilité des ménages à la mise en place de la ZFE.
- ☞ **La part des ménages qui se trouvent dans une situation de pauvreté (au sens de l’INSEE) et résident dans des carreaux mal desservis par les transports en commun est de l’ordre de 15 % pour Bondy, 10 % pour Bagnolet, Bobigny, Noisy-le-Sec et Romainville, et de 3 à 4 % pour les autres communes.**
- ☞ Ces proportions sont corrélées avec la proportion de véhicules impactés par la ZFE, avec 25% pour Bondy et Bobigny, et à peine moins pour Bagnolet et Noisy-le-Sec. Il existe donc un risque réel de précarité énergétique liée à la mobilité, avec des conséquences probables sur la mobilité quotidienne et l’accès à l’emploi.

Le panorama de la mobilité domicile-travail d’une part et des parts modales spatialisées sur Est Ensemble d’autre-part, révèle **un territoire hétérogène, du fait de sa desserte en transports en commun très polarisée, et de sa proximité immédiate à Paris.** Plutôt que d’utiliser un modèle de transport et de tenter de monétariser les pertes de temps (ou gains éventuels) engendrées par le recours aux transports en commun pour les ménages privés de l’usage de leur véhicule, l’approche suivie ici est d’étudier le différentiel d’accessibilité en marche/transports en commun et en voiture individuelle, de manière à comprendre de quelle manière la mobilité des habitants est affectée par la mise en place de la ZFE.

5.1. Méthodologie

L’approche de l’analyse de l’accessibilité se focalise sur un potentiel de mobilité, plutôt que sur des mobilités réellement effectuées. Elle présente de ce fait une certaine robustesse vis-à-vis des changements de population et de lieux de travail et de destination de la population du territoire (sachant que le temps moyen d’occupation d’un emploi est de l’ordre de 5 ans), et permet de prendre en compte l’ensemble des motifs de déplacement, et donc l’impact sur la population inactive ainsi qu’active non-occupée.

La grille de l’INSEE de 200 m de côté est choisie comme support d’analyse (Figure 13). Le centre de chacun des carreaux de la zone servira de point de départ des calculs d’itinéraire.



Une sélection d’aménités a ensuite été opérée, de façon à décrire de manière contrastée les potentiels de mobilité. Il a été choisi de se focaliser sur :

- 📦 les **commerces de centres urbains** et les achats alimentaires en supermarché et hypermarché, de manière à capter centres urbains et denses et zones commerciales ;
- 📦 les **services de santé** ;
- 📦 les **services d’enseignement supérieur**.

Les centres urbains sont approximés par la présence d’un commerce spécialisé, la bijouterie. Les services de santé sont mesurés par la présence des médecins spécialistes, des dentistes, des

laboratoires d’analyse et des hôpitaux. Ils correspondent donc pour partie aux centres d’emploi importants.

L’hypothèse retenue est que la mise en place de la ZFE va impacter les ménages pour les motifs de mobilité où la voiture est utile, voire irremplaçable : accès à l’emploi, mais aussi courses alimentaires dans des grandes surfaces (pour pouvoir emporter un grand volume de marchandises), accès aux centres où se concentrent les commerces spécialisés, ainsi que souvent des aménités culturelles et de loisir, accès à la santé. L’enseignement supérieur a été utilisé comme un autre marqueur de centralité des zones où les universités et écoles se sont installées.

Les isochrones ont été calculées pour chacun des carreaux de la grille INSEE de 200m de côté recouvrant le territoire (Figure 13). Pour chacune des isochrones (exemples représentés en Figure 4 et 5), le nombre d’aménités, par catégorie, est comptabilisé, ce qui permet, pour chaque zone du territoire, de déterminer le nombre d’aménités de type T accessibles en X minutes par le mode M. La combinatoire est naturellement élevée, mais le processus se prête aisément à la réalisation de cartes de synthèse. Le calcul est effectué pour chacun des 854 centres des carreaux de la grille INSEE recouvrant Est Ensemble, pour 6 durées différentes (moins de 10 minutes, moins de 20 minutes, moins de 30 minutes, moins de 40 minutes, moins de 50 minutes et moins d’une heure), ce qui donne 5124 isochrones calculées. Ensuite, le nombre d’aménités à l’intérieur de chaque isochrone est calculé, pour les 8 catégories d’aménités retenues (bijouteries, supermarchés, hypermarchés, spécialistes, dentistes, laboratoires, hôpitaux, enseignement supérieur). Enfin, le processus est appliqué pour chacun des modes. Le temps de calcul est de l’ordre de 24 h sur une machine de calcul.

Les cartes présentées dans les parties suivantes représentent le rapport entre le nombre d’aménités accessibles en transports en commun et marche, et le nombre d’aménités accessibles en voiture individuelle : un score de 1 traduit une accessibilité équivalente, et un score de 0 une localisation ne pouvant accéder aux aménités choisies dans le temps imparti sans voiture. Lorsque le score dépasse 1, les transports en commun offrent un accès à plus d’aménités que la voiture.

Le paramétrage et le choix des activités représente un parti-pris de calcul, mais l’objectif est de mettre en évidence des disparités territoriales, et la lecture des cartes de synthèse doit se faire davantage en relatif plutôt qu’en absolu. D’une part, les temps de trajets réels dépendent beaucoup selon la période du trajet dans la journée, et d’autre part n’est pas évident d’évaluer l’impact réel pour un ménage de voir son univers de choix de destination réduit de 70 % par exemple. Cependant, les temps de trajet ont été vérifiés par échantillonnage à partir de calculateurs d’itinéraire et sont raisonnables.

5.2. Différentiels d’aménités accessibles

Les calculs d’accessibilité donnent, pour chaque type d’aménité et pour chaque durée de trajet (moins de 10 minutes, moins de 20 minutes, etc.) un nombre d’aménités accessibles, et le rapport entre le nombre d’aménités accessibles en transports en commun et le nombre d’aménités accessibles en voiture. Les cartes brutes sont fournies en annexe.

Les figures de ce rapport sont les cartes correspondant à un temps de déplacement de 30 minutes maximum, donc au nombre d’aménités accessibles en au plus 30 minutes. Ce temps de trajet, déjà important, correspond à des déplacements qui justifient l’usage de la voiture, mais restent raisonnables étant donné les durées moyennes de déplacement en Ile-de-France. Les cartes sont produites pour la situation du 1^{er} mars 2021 à 8h30 du matin.

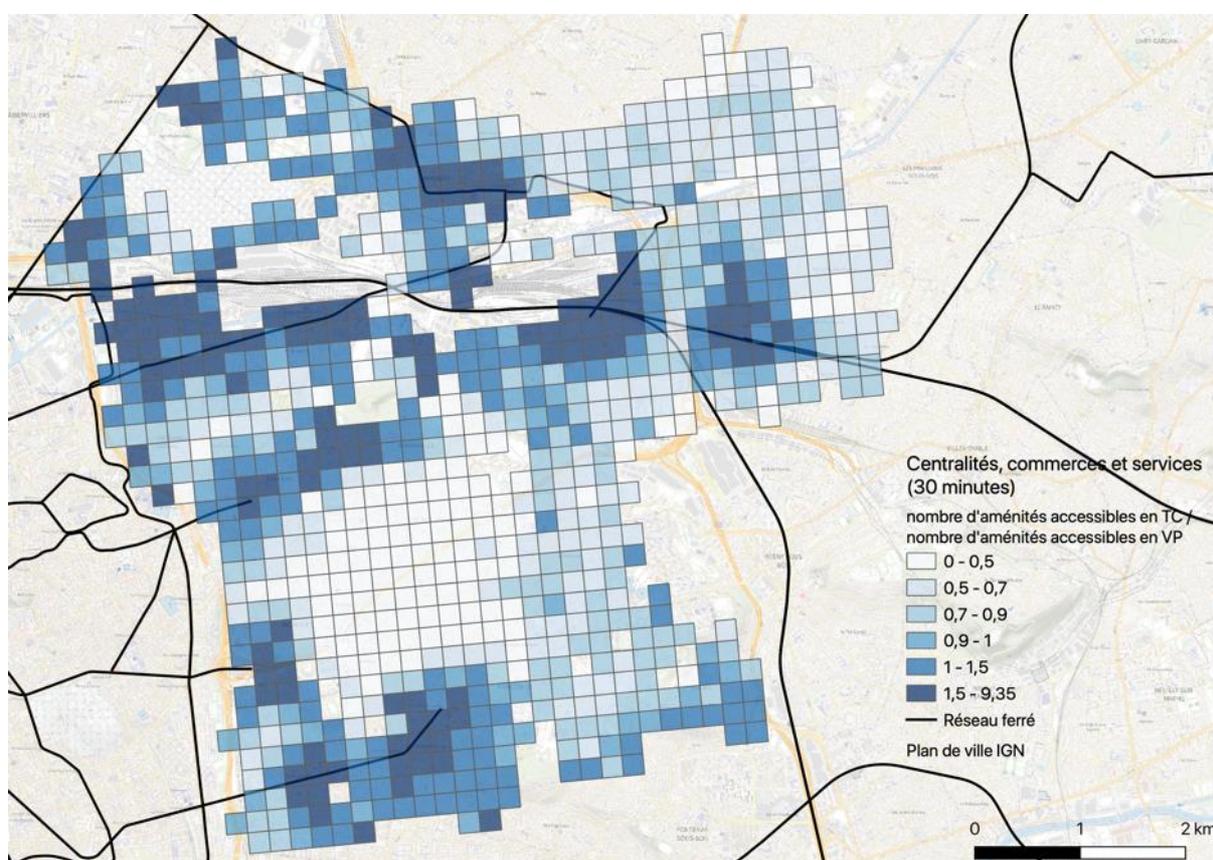


Figure 14 : Rapport entre les nombres de commerces et services (centres urbains, super et hypermarchés) accessibles en 30 minutes en transports en communs et en voiture, avec rabattement de 1 km maximum. Sources : INSEE, IGN, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

La cartographie des rapports entre le nombre d’aménités accessibles en 30 minutes en transports en commun et le nombre d’aménités accessibles en 30 minutes en voiture (Figure 14) pour les commerces et services ainsi que les centres urbains laisse apparaître **d’une part la desserte du territoire par les transports en commun ferrés, avec l’avantage procuré par la présence du métro, du RER E et du RER A, et d’autre part un clivage entre la façade ouest qui touche Paris, et le nord-est de la zone, plus ouvert et connecté à son environnement immédiat.** Ce n’est pas une simple zone tampon autour des stations de transports en commun ferré : le calcul prend en compte d’une part la performance de

desserte du territoire depuis chaque station, et d’autre part l’inégale répartition des aménités sur le territoire.

Les différentiels d’accessibilité sont majoritairement en défaveur des transports en commun. Le rapport ne dépasse 1 qu’au voisinage immédiat des transports en commun, plus performants que la voiture sur les mises en relation de longue distance. **Un secteur central du territoire, au centre, au sud de Romainville et au nord de Montreuil, apparaît être particulièrement dépendant de l’automobile pour cette durée** (trajets de moins de 30 minutes) et ce motif : l’accessibilité en transports en commun y est très faible.

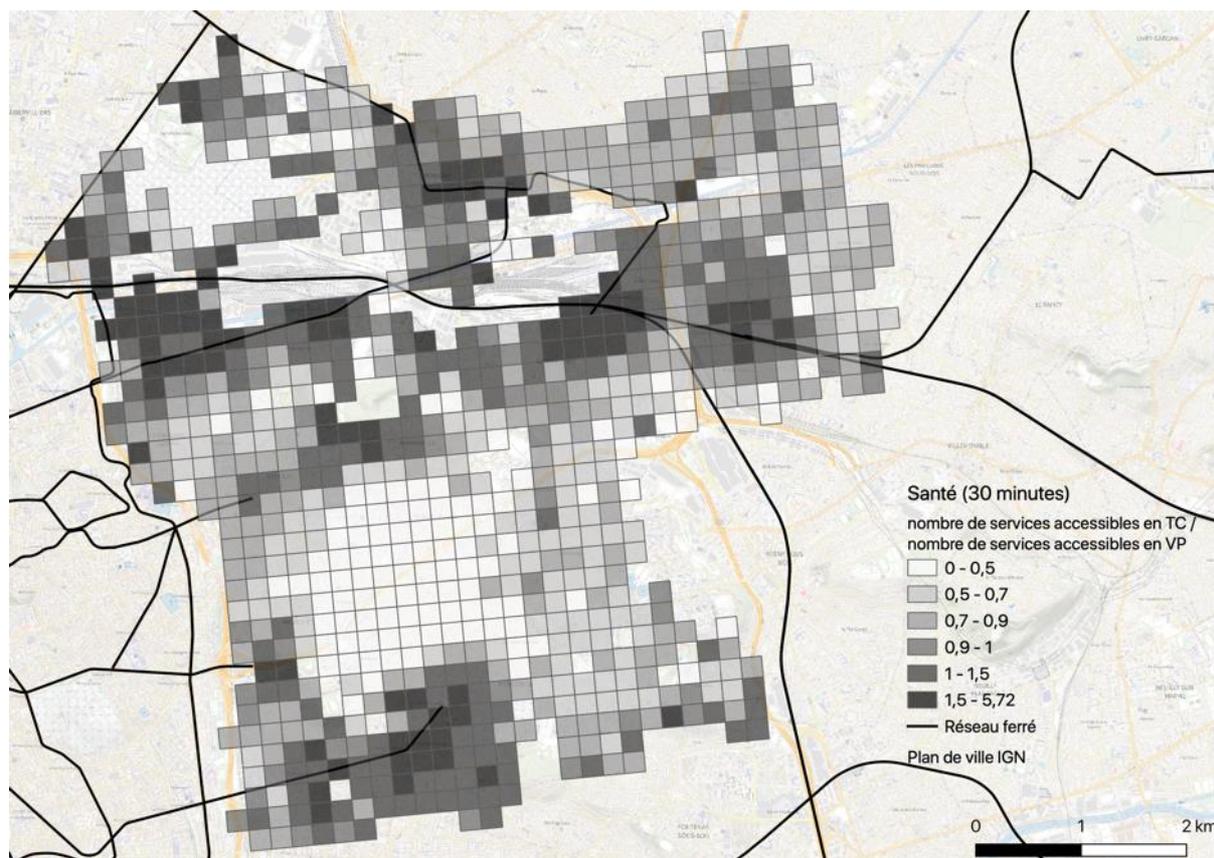


Figure 15 : Rapport entre les nombres de services de santé (spécialistes, dentistes, laboratoires d’analyse et hôpitaux) accessibles en 30 minutes en transports en communs et en voiture, avec rabattement de 2 km maximum. Sources : INSEE, IGN, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

La carte du différentiel d’accessibilité aux services de santé en 30 minutes est globalement équivalente (Figure 15), avec toutefois une situation peu meilleure du fait **du meilleur maillage spatial** de ces services, notamment au nord-est.

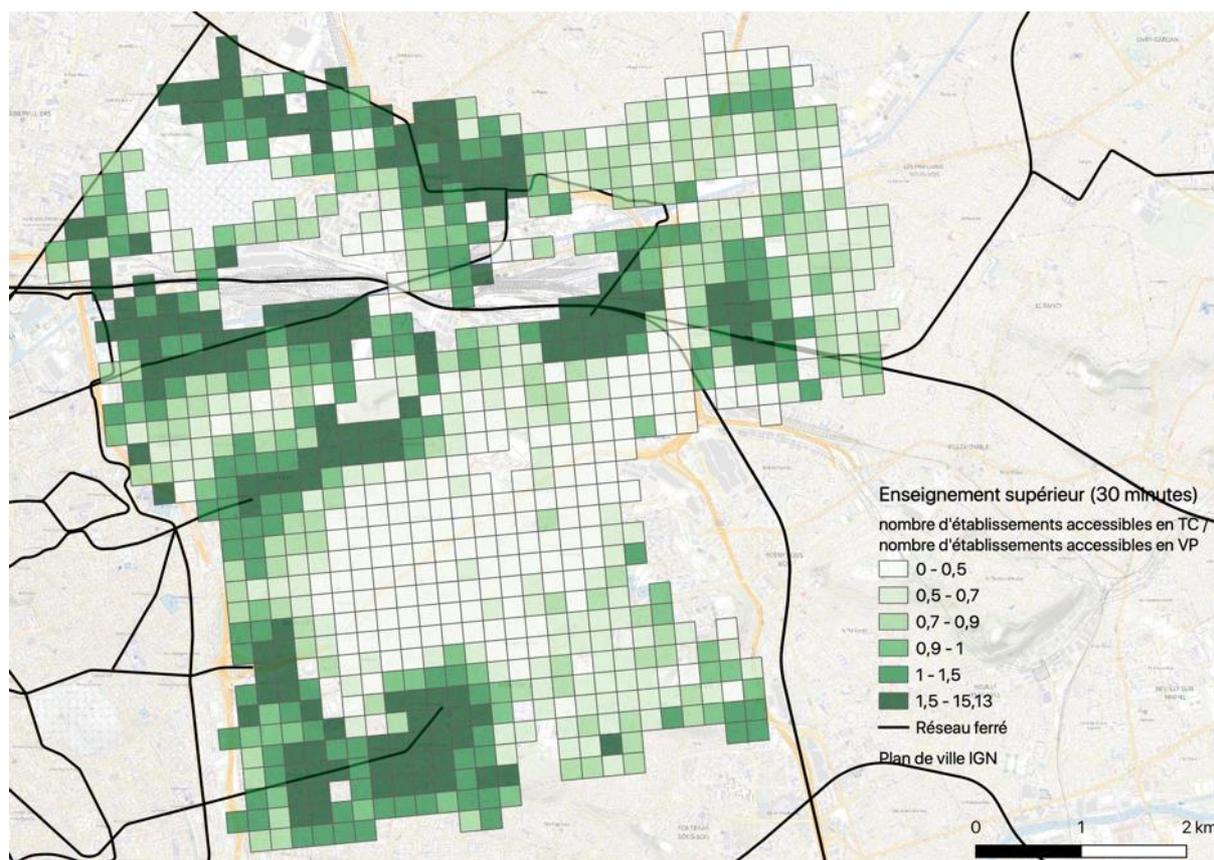


Figure 16 : Rapport entre les nombres d'établissements d'enseignement supérieur accessibles en 30 minutes en transports en communs et en voiture, avec rabattement de 2 km maximum. Sources : INSEE, IGN, calculs des auteurs.
Réalisation : Olivier Bonin.

Enfin, la carte de différentiel d'accès aux établissements d'enseignement supérieur (Figure 16) est globalement très contrastée, avec des scores plus faibles que dans les cas précédents : on observe que **le cœur du territoire souffre d'une mauvaise accessibilité en transports en commun en dehors des stations ferrées**. Les restrictions imposées à l'usage de la voiture peuvent avoir un impact particulièrement fort dans les zones blanches marquées par une faible accessibilité en transports en commun.

Cette analyse visuelle porte ici sur l'accessibilité en 30 minutes. Toutefois, il convient de prendre en compte l'ensemble des durées, de 10 minutes à 60 minutes. Une analyse en composantes principales⁸ de l'ensemble des rapports d'accessibilité, par catégorie d'aménité et par durée de trajets, révèle les corrélations entre les scores d'accessibilités mais également des différences (Figure 17).

⁸ L'analyse en composantes principales est une méthode géométrique de visualisation et d'analyse d'un nuage de points décrits par un grand nombre de variables, qui possède également une interprétation statistique. Ici, les points sont les carreaux, chaque carreau étant décrit par les différentiels d'accessibilité aux catégories d'aménités (centralités, santé, enseignement supérieur), pour différentes durées (10 minutes, 20 minutes, etc.). L'analyse en composantes principales permet d'analyser les corrélations éventuelles entre ces variables, et de créer de nouvelles variables qui sont les meilleurs résumés statistiques de l'information étudiée. Ces nouvelles variables serviront ensuite à classer les carreaux en fonction de leur niveau d'accessibilité, en prenant en compte toutes les durées et tous les motifs, ainsi que les corrélations.

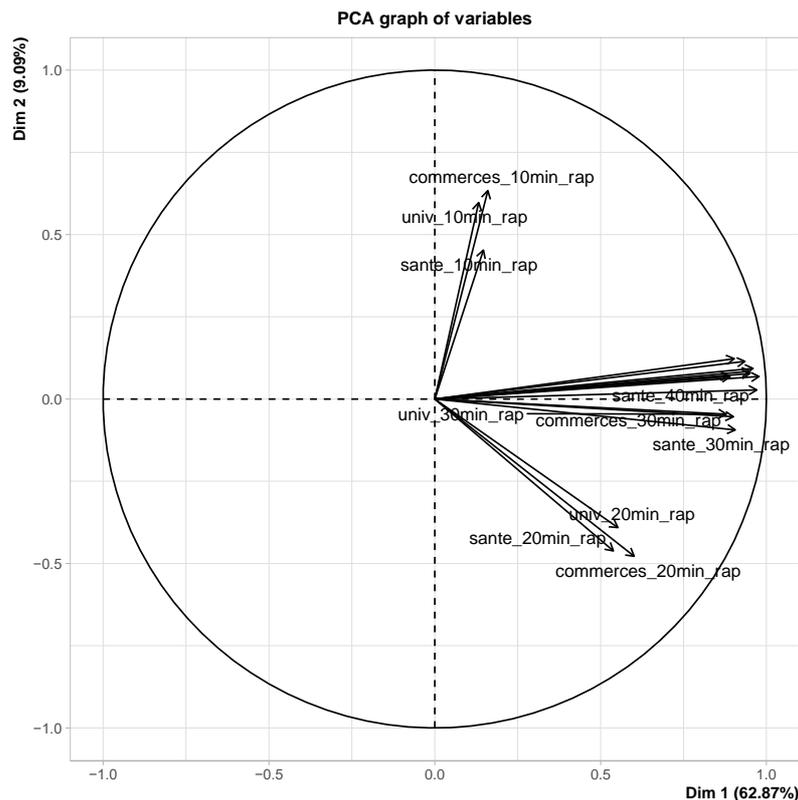


Figure 17 : Premier plan factoriel de l’analyse en composantes principales des rapports de nombres d’aménités accessibles en transports en commun et en voiture en 10, 20, 30, 40, 50 et 60 minutes pour les trois catégories considérées : commerces et services, santé et enseignement supérieur. Réalisation : Olivier Bonin.

Les deux paragraphes suivants résument comment cette analyse par composante principale permet de faire ressortir des zones du territoire ayant des niveaux d’accessibilité comparables.

Le premier axe principal (l’axe horizontal) représenté sur la Figure 17, qui explique 63 % de l’inertie totale du nuage (l’inertie mesure les variations d’accessibilité entre les carreaux), est corrélé positivement à l’ensemble des indicateurs : des valeurs positives (vers la droite du graphe) indiquent une perte d’accessibilité globale faible, et des valeurs négatives une perte d’accessibilité importante. Globalement, cela s’interprète par le fait que les zones du territoire bénéficiant d’une meilleure accessibilité ont une meilleure accessibilité aussi bien pour des courts trajets et pour des longs trajets.

Le deuxième axe principal (l’axe vertical), qui explique 9 % de l’inertie totale, est corrélé positivement aux scores d’accessibilité de courte durée, et négativement aux scores d’accessibilités de moyenne durée. On peut tirer deux conclusions principales. D’abord, au-delà de 30 minutes, le temps de trajet n’entraîne pas de différence significative entre les carreaux d’Est Ensemble. Ensuite, les différentiels d’accessibilité en 10 minutes sont relativement décorrélés de ceux en 20 minutes : les carreaux avec une bonne accessibilité sur des trajets très courts ne sont pas forcément les mêmes que ceux avec une bonne accessibilité sur des trajets moyens.

Il est donc possible de créer une classification spatiale du territoire en fonction de son accessibilité, par une classification ascendante hiérarchique à partir de l’analyse en composantes principales précédente. **Cette étude retient une classification en trois classes, qui correspondent à trois niveaux globaux d’accessibilité.** Cette classification est représentée spatialement sur la Figure 18.

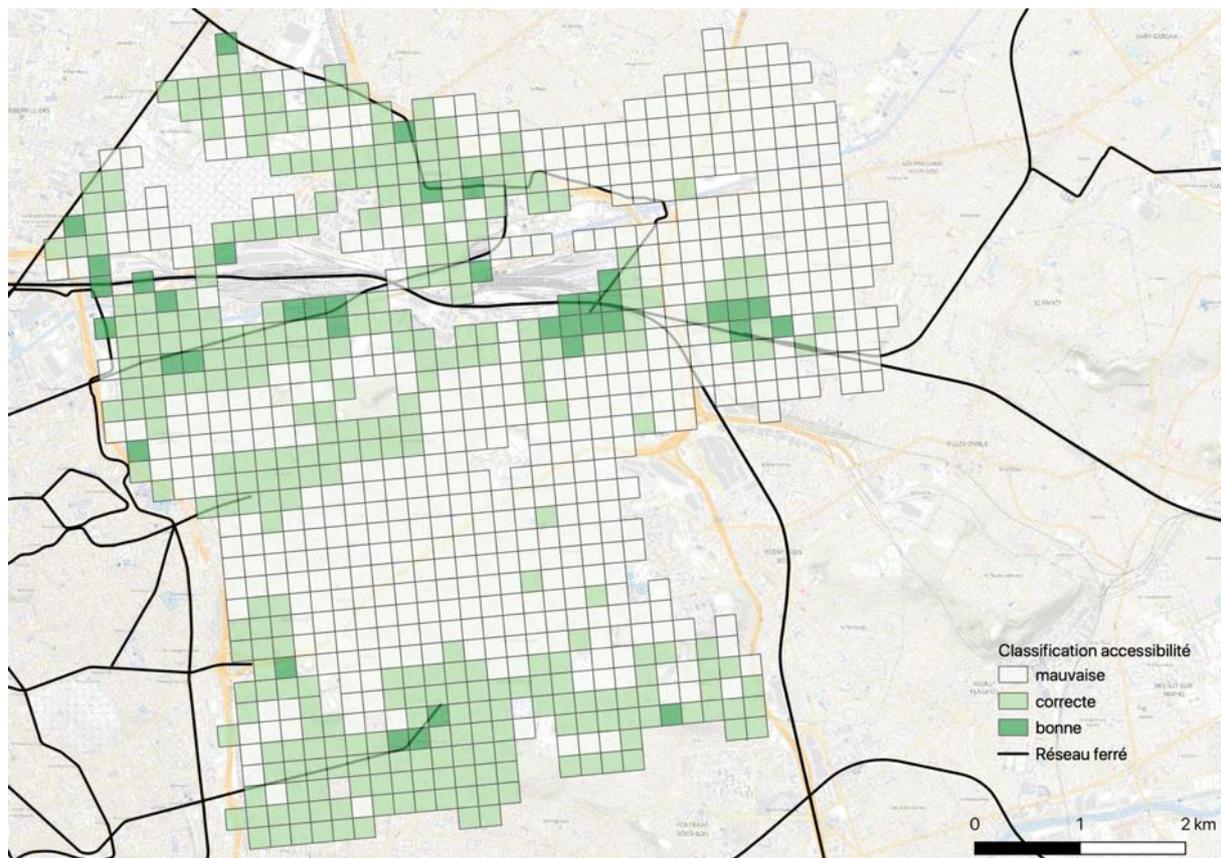


Figure 18 : Représentation synthétique de l’indicateur d’accessibilité TC ; classification obtenue par classification ascendante hiérarchique sur l’analyse en composante principale de l’ensemble des indicateurs de comparaison de la desserte TC et de la desserte VP pour différentes destinations et différentes durées. Sources : INSEE, IGN, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

La Figure 18 met bien en évidence d’une part l’influence des stations de transport en commun déjà relevée, ainsi que l’importance de la proximité à Paris. Le secteur du sud de Romainville et du nord de Montreuil, déjà mis en évidence sur les cartes d’accessibilité en moins de 30 minutes, souffre effectivement d’une mauvaise accessibilité, de même que celui au nord-est à Bondy et Bobigny.

Cette carte d’accessibilité synthétique, qui représente l’importance des pertes d’accessibilité induites par l’usage des transports en commun plutôt que de la voiture, peut ensuite avec des données socioéconomiques permettre d’évaluer la population potentiellement impactée par la ZFE.

En complément de cette étude, les cartes d’accessibilité du territoire correspondant à différents modes de transport (bus, transports ferrés, vélo...) sont présentées en Annexe de ce document.

5.3. État du parc automobile et revenus disponibles des ménages

Les statistiques Crit’Air concernant le parc automobile, à la commune, sont transférées sur la grille INSEE de 200m de côté. Il est ensuite possible de faire différents croisements entre les niveaux d’accessibilité et la vulnérabilité des populations face à la ZFE. Le critère de vulnérabilité retenu pour cette étude est celui du revenu des ménages : les zones du territoire où la proportion de ménages pauvres (au sens de l’INSEE) dépasse 25 % sont identifiées comme particulièrement vulnérables. Étant donné l’incertitude sur l’estimation des parts de véhicules concernés, qui varient selon la méthode retenue, aucun seuillage ne sera effectué sur cet indicateur.

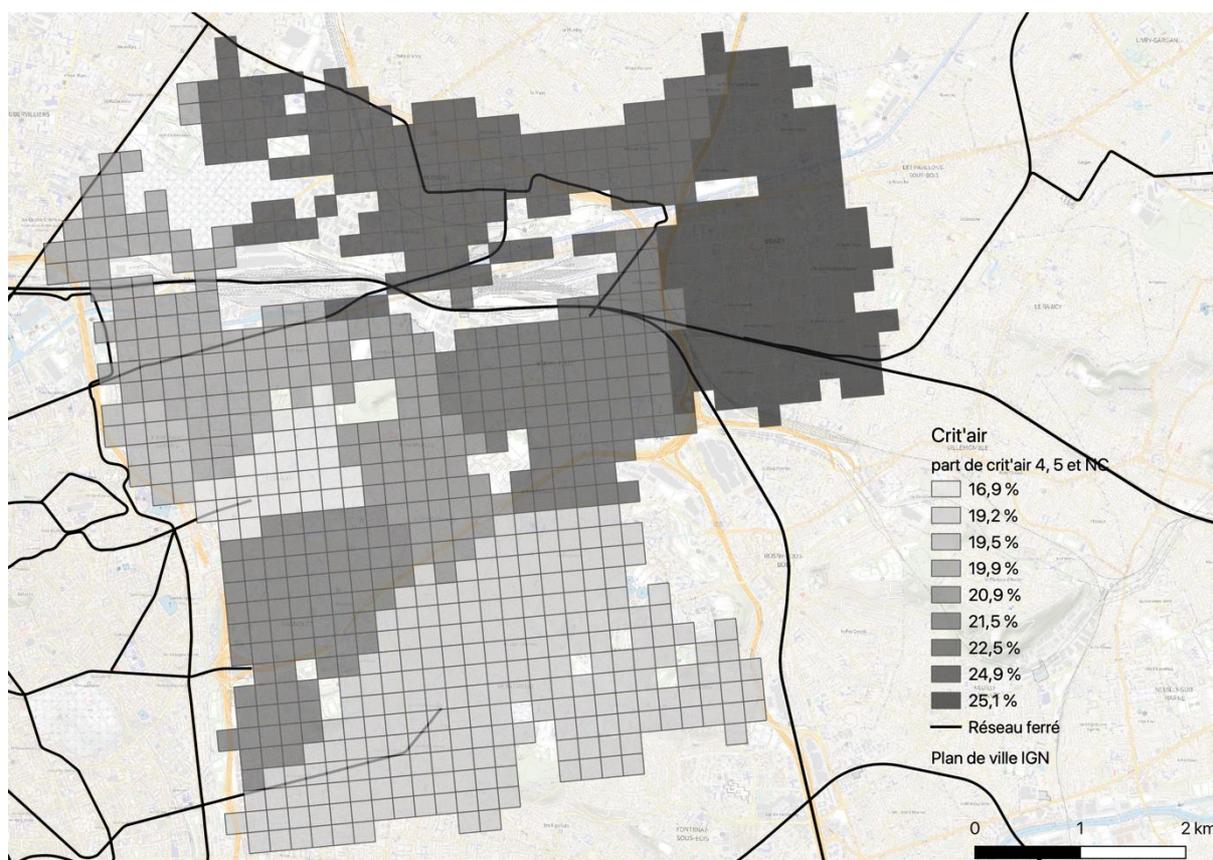


Figure 19 : Transfert des parts des véhicules Crit’Air 4 et 5 sur la grille INSEE de 200 m de côté. Sources : INSEE, IGN, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

Les données de la Figure 19 sont symbolisées par la suite par un figuré ponctuel, placé sur chaque centre de carreau. La teinte du point correspond à la part de véhicules concernés par la ZFE (après juin 2021). La Figure 20 croise ainsi la proportion de ménages pauvres (au sens de l’INSEE⁹) et la part de véhicules concernés par la ZFE.

⁹ Un ménage ou un individu est considéré comme pauvre si son niveau de revenu est inférieur à 60% du revenu médian de la population française (INSEE)

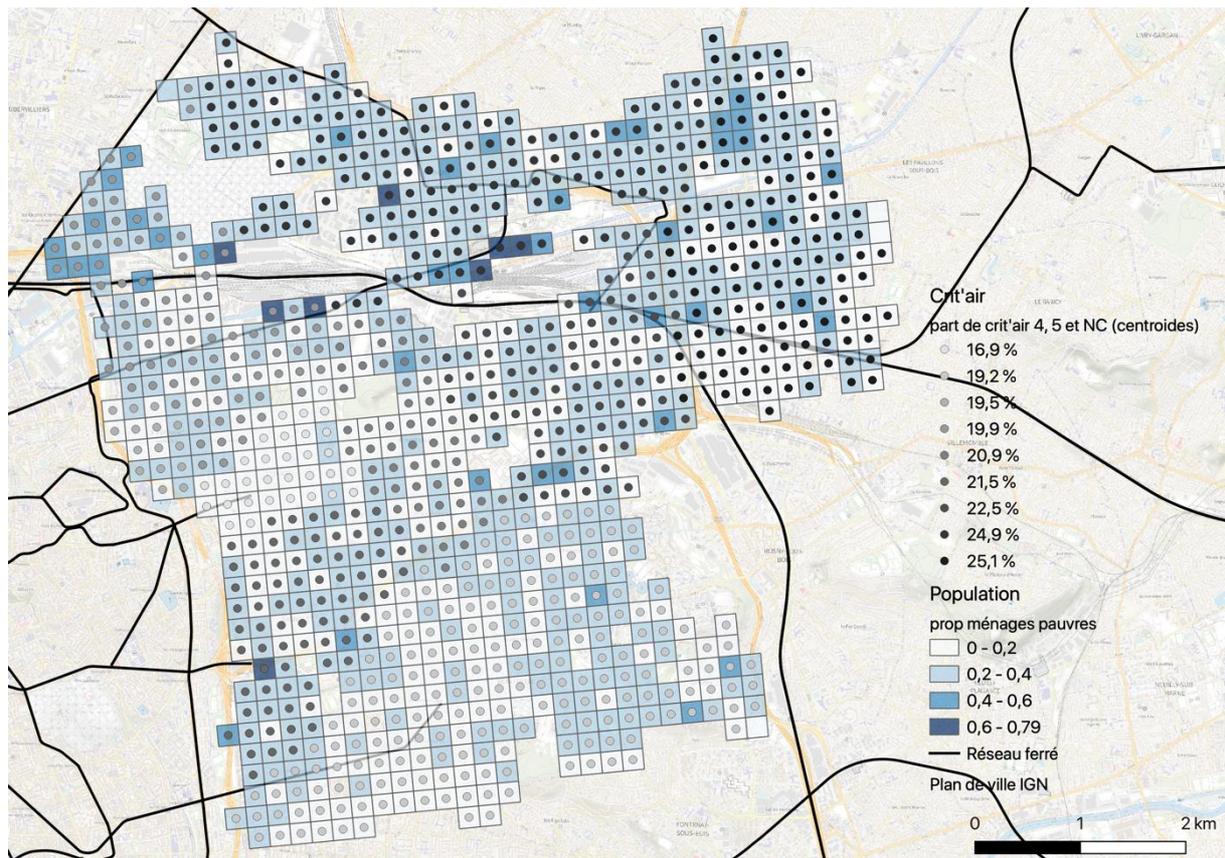


Figure 20 : Croisement des parts des véhicules Crit’Air 4 et 5 et de la proportion des ménages pauvres. Sources : INSEE, IGN, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

On constate une forte corrélation spatiale entre les données (Figure 20), ce qui confirme que, statistiquement, ce sont souvent les ménages les moins aisés qui possèdent les véhicules les plus anciens. Il est donc à craindre que leurs faibles revenus les empêchent de remplacer ce véhicule ancien par un véhicule plus récent qui aurait l’autorisation de rouler. La corrélation entre ces deux variables est de 0,55 sur l’ensemble des carreaux de la grille. Elle est du même ordre entre la part de ménages pauvres et la part de logements sociaux. En revanche, la part de Crit’Air 4 et 5 et la part de logement sociaux sont totalement décorréliées.

5.4. Analyse de la vulnérabilité potentielle des ménages à la ZFE

Les analyses précédentes d'accessibilités peuvent être croisées avec les cartes de vulnérabilité vis-à-vis des restrictions de la ZFE pour déterminer les zones du territoire où les ménages seront les plus vulnérables et impactés par la mise en place de la ZFE (Figure 21).

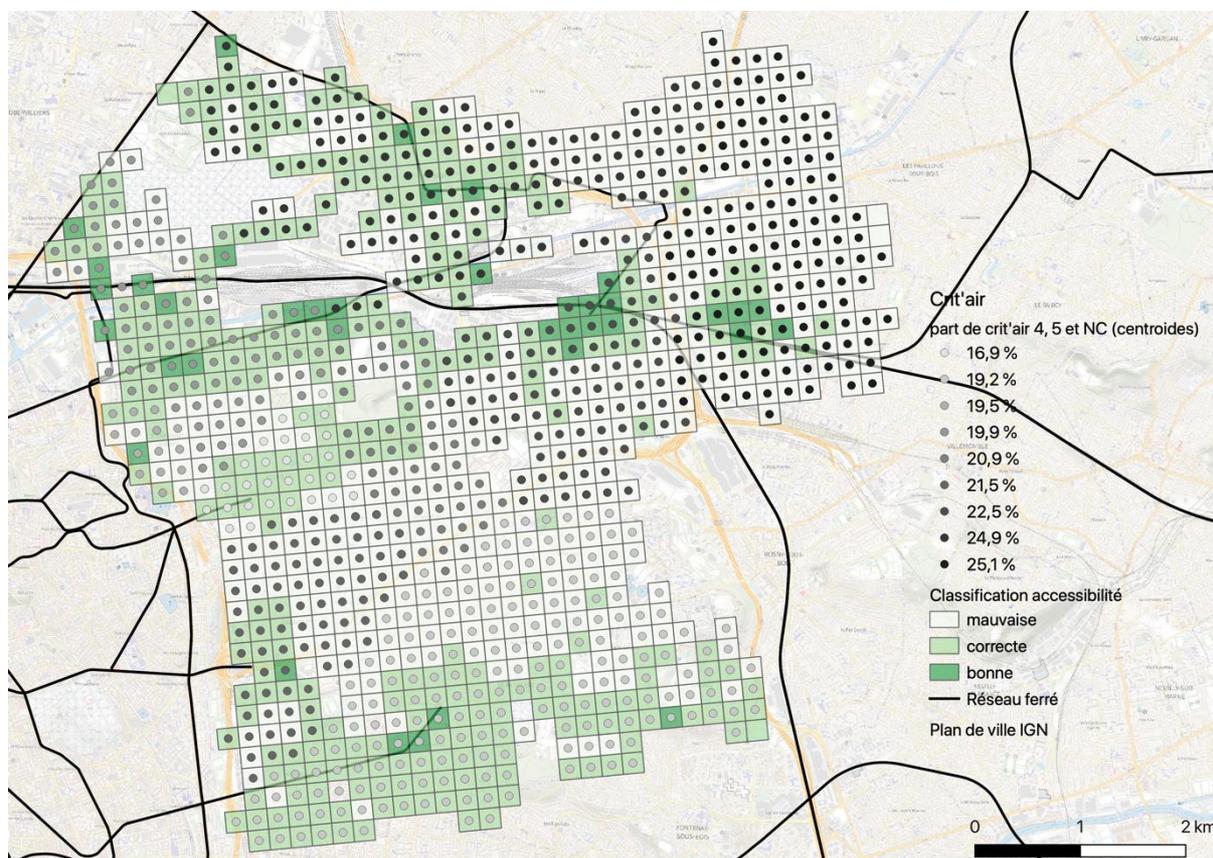


Figure 21 : Croisement de la classification de l'accessibilité et de la proportion de Crit'Air 4, 5 et non-classé. Sources : INSEE, IGN, enquête plaques 2019 calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

On constate dans les secteurs ayant une moins bonne accessibilité que les proportions de Crit'Air sont variables. **Le secteur nord-est est très fortement impacté, tandis que le cœur de l'agglomération, peu accessible, comporte des proportions plus faibles (toutefois élevées), et plus variables de véhicules concernés par les restrictions de la ZFE.** Enfin, les secteurs desservis par le RER au nord compensent leur vulnérabilité élevée par une bonne accessibilité.

Il est difficile de croiser les informations sur la proportion de ménages pauvres (au sens de l'INSEE) avec la carte précédente, ce qui nécessiterait de représenter trois variables simultanément. Pour représenter également ce paramètre, la carte de la Figure 22 est obtenue à partir de la carte de la Figure 21 en ne retenant que les carreaux où la part de ménages pauvres dépasse 25 %.

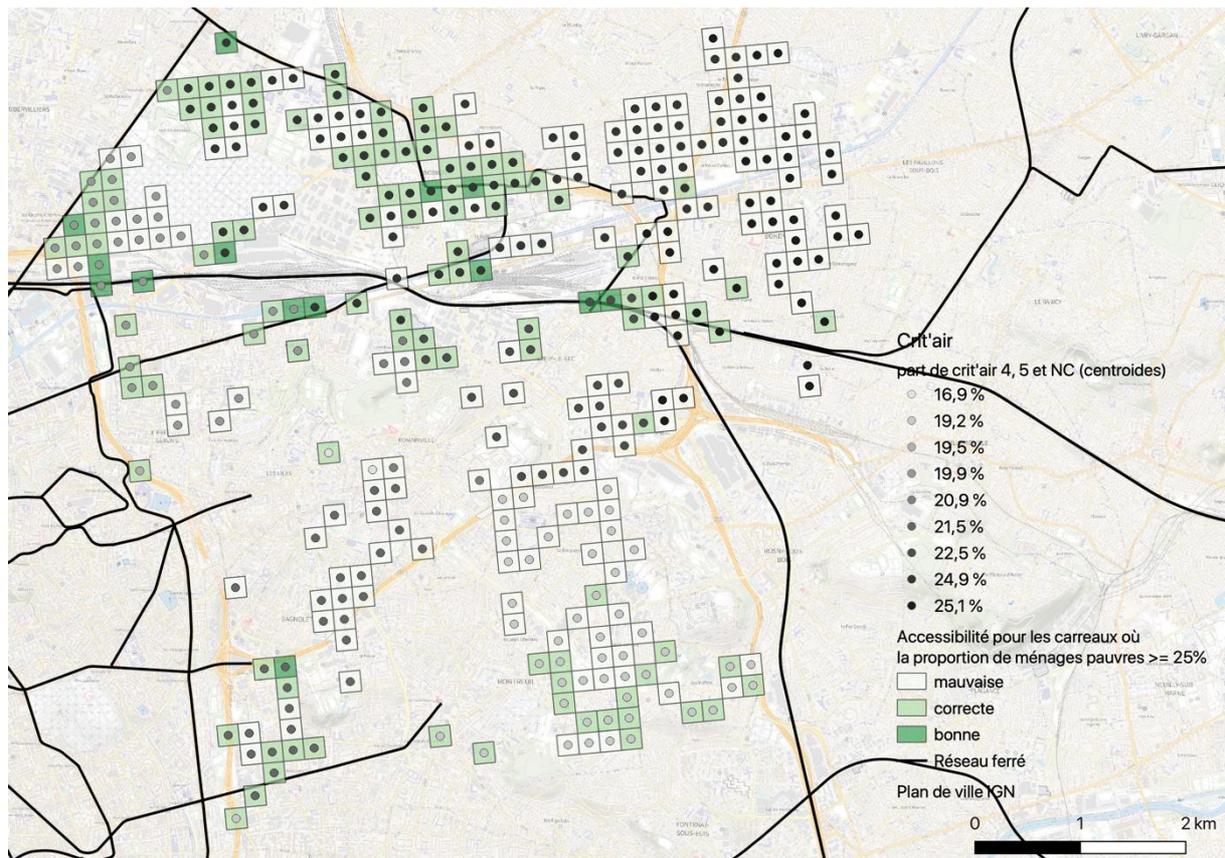


Figure 22 : Croisement de la classification de l’accessibilité et de la proportion de Crit’Air 4, 5 et non-classé, pour les carreaux où la proportion de ménages pauvres (au sens de l’INSEE) dépasse 25 %. Sources : INSEE, IGN, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

On constate alors que le secteur nord-est cumule ménages pauvres, part de véhicules concernés élevée et mauvaise accessibilité, que les secteurs autour des RER sont relativement vulnérables, mais bénéficient d’une bonne accessibilité, et enfin qu’une partie du cœur de l’agglomération cumule également proportion de ménages pauvres élevée, mauvaise accessibilité et part de véhicules concernés importante.

Le Tableau 5 recense le nombre de ménages pauvres (au sens de l’INSEE) situés dans les zones de mauvaise accessibilité, mis en regard de la part des véhicules concernés par la ZFE.

Commune	Part des véhicules particuliers non-classés, Crit’Air 4 et 5	Nombre de ménages	Nombre de ménages pauvres situés dans des zones d’accessibilité faible en transports en commun	Part de ménages pauvres situés dans des zones d’accessibilité faible en transports en commun
BAGNOLET	21,5%	14 092	1 392	9,9%
BOBIGNY	24,9%	17 602	1 724	9,8%
BONDY	25,1%	18 599	2 748	14,8%
LES LILAS	16,9%	9 622	0	0,0%
MONTREUIL	19,2%	43 440	1 846	4,2%
NOISY-LE-SEC	22,6%	15 791	1 481	9,4%
PANTIN	19,9%	22 354	692	3,1%
LE PRE-SAINT-GERVAIS	19,5%	7 746	183	2,4%
ROMAINVILLE	20,9%	10 353	962	9,3%
EST ENSEMBLE	21,4%	159 599	11 028	6,9%

Tableau 5 : Part des véhicules concernés par la ZFE, nombre de ménages et nombre de ménages pauvres (au sens de l’INSEE) résidant dans des zones mal desservies par les TC. Source : données carroyées INSEE. (Nota bene : le nombre total de ménages issu des données carroyées est inférieur à celui du recensement de 2018.)

La part des ménages qui se trouvent dans une situation de pauvreté (au sens de l’INSEE) et résident dans des carreaux mal desservis par les transports en commun est de l’ordre de 15 % pour Bondy, 10 % pour Bagnolet, Bobigny, Noisy-le-Sec et Romainville, et de 3 à 4 % pour les autres communes. Elle est d’un peu moins de 7 % sur l’ensemble du territoire. Ces proportions sont corrélées avec la proportion de véhicules impactés par la ZFE, avec 25 % pour Bondy et Bobigny, et à peine moins pour Bagnolet et Noisy-le-Sec. Il y a donc conjonction, dans ces communes, d’une part d’un enjeu de précarité lié à une proportion élevée de ménages modestes et à une part importante de véhicules impactés par la ZFE, et d’autre part d’un effet spatial de mauvaise desserte en transports en commun augmentant la vulnérabilité de ces ménages à la mise en place de la ZFE.

5.5. Extension du réseau de transports en commun

Deux extensions des réseaux de transport en commun sont susceptibles de modifier significativement l’accessibilité d’une partie d’Est Ensemble : le prolongement de la ligne 11 du métro, ainsi que le tram T1 Est. Si ces nouvelles lignes et stations desserviront bien des zones assez peu accessibles aujourd’hui, elles n’apporteront qu’une réponse partielle au problème de précarité de mobilité lié à la ZFE, puisque ces zones n’étaient pas celles où la proportion de Crit’Air 4, 5 et NC est la plus importante (Figure 23), mais dans des niveaux intermédiaires.

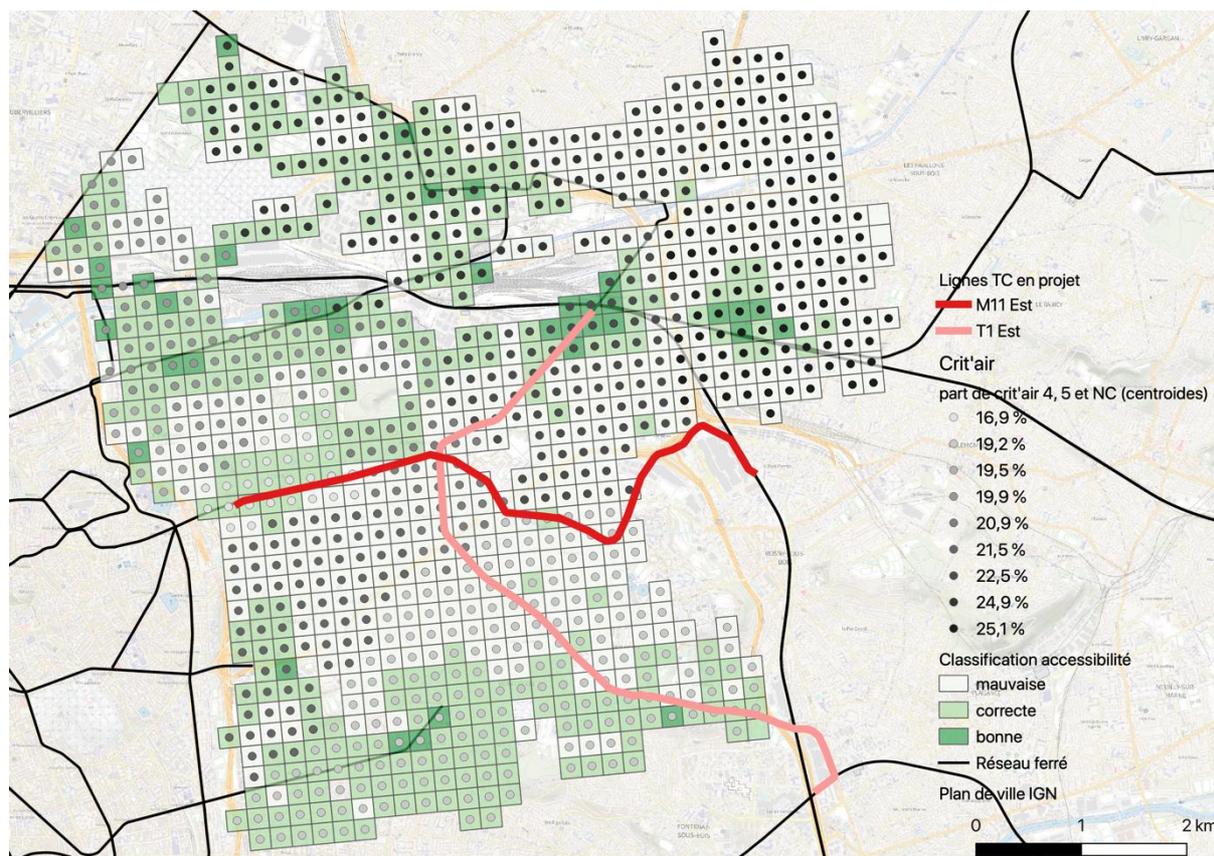


Figure 23 : Accessibilité et part de véhicules concernés, et tracé des nouvelles lignes et stations de du métro ligne 11 et du tram T1 Est. Sources : INSEE, IGN, APUR, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

Par ailleurs, ces projets n’apportent pas de solution au secteur nord-est. Précisons que la carte d’accessibilité correspond à l’accessibilité avec l’offre actuelle de transports en commun, et n’a pas été recalculée pour prendre en compte le nouveau service à venir (auquel cas les secteurs des futures stations seraient vert foncé). Une nouvelle étude avec une offre de service de transports en commun permettrait d’affiner cette analyse. Les simulations Mobisim, prenant en compte l’ensemble des motifs de mobilité, mettent en évidence une augmentation locale de la part modale des transports en commune à proximité de la nouvelle station de Romainville de seulement quelques pourcents.

6. Annexe A : cartes d’accessibilités pour différents modes de transport

6.1. Voiture particulière

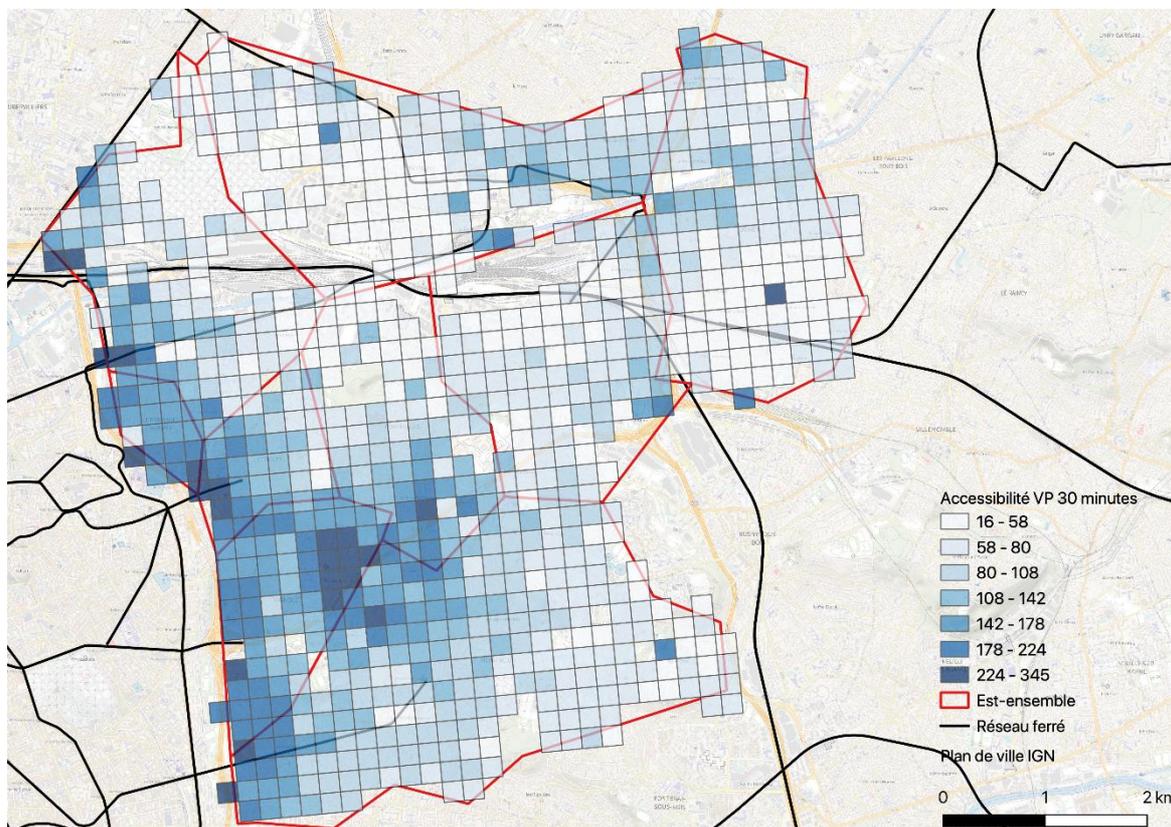


Figure 24 : Niveaux d’accessibilité en voiture particulière sur le territoire en 30 minutes. Sources : INSEE, IGN, APUR, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

Cette carte met en lumière le gain d’accessibilité lié à la proximité du Paris à l’ouest du territoire. L’entrée de l’autoroute A3 à l’est de Bagnolest permet également une bonne accessibilité autour de cette zone.

Les zones souffrant d’une plus faible accessibilité en voiture sont le nord-ouest du territoire à proximité du technicentre de la SNCF à Bobigny et le long du canal de l’Ourcq, qui constituent des obstacles à la circulation. Le même phénomène s’observe au sud de Bondy, traversé par des voies de chemin de fer. Malgré cette hétérogénéité, la présence de nombreux axes routiers importants sur ou à proximité d’Est Ensemble permet une accessibilité globalement satisfaisante sur le territoire.

6.2. Transports en commun : bus

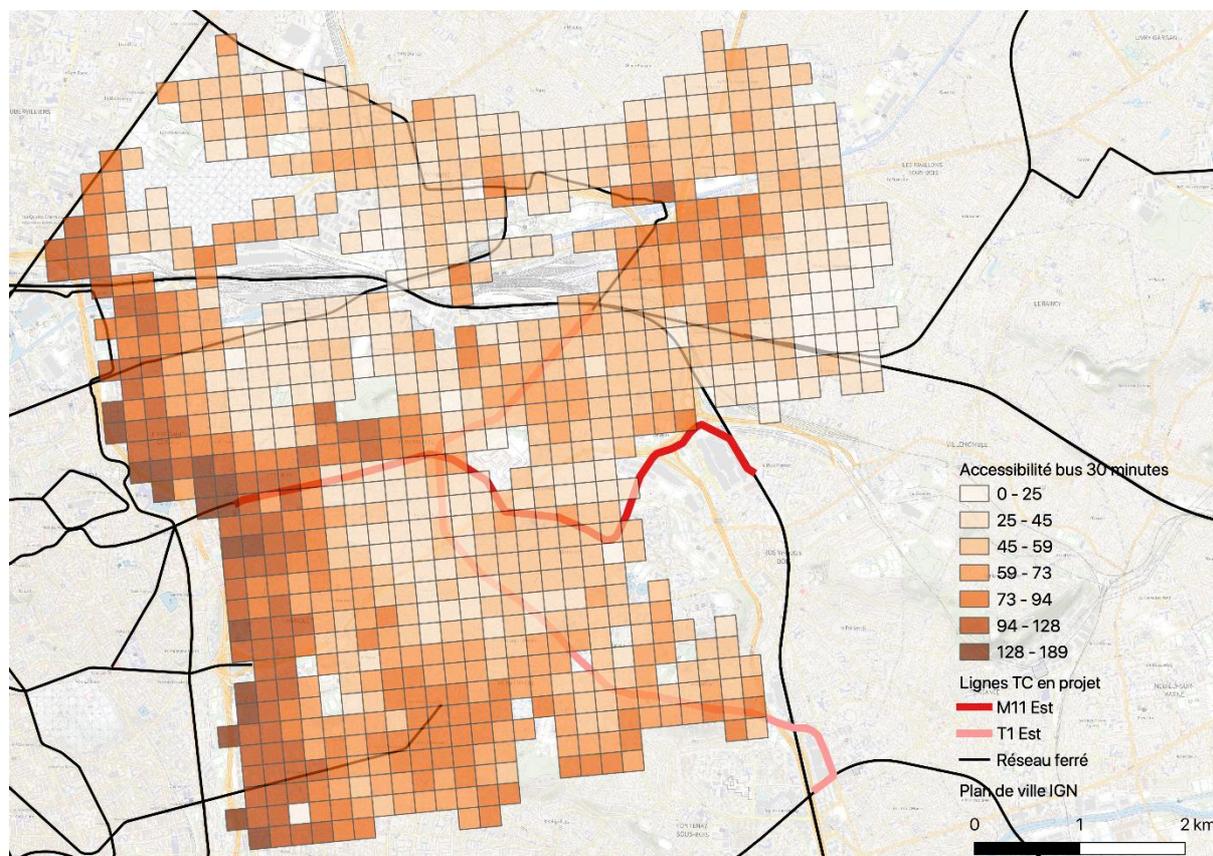


Figure 25 : Niveaux d’accessibilité en bus sur le territoire en 30 minutes, et tracé des projets de lignes de transport en commun. Sources : INSEE, IGN, APUR, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

La carte d’accessibilité liée à l’usage du bus à Est Ensemble fait également ressortir le bénéfice de la proximité de Paris pour l’ouest du territoire, qui dispose d’une très bonne accessibilité. Le reste du territoire dispose cependant d’un maillage correct grâce aux nombreuses lignes de bus qui traversent les communes d’Est Ensemble. Le sud de Pantin, le sud-est de Bondy et l’est de Bagnolet semblent les zones les moins accessibles en bus pour des trajets de moins 30 minutes.

6.3. Transports en commun : ferré

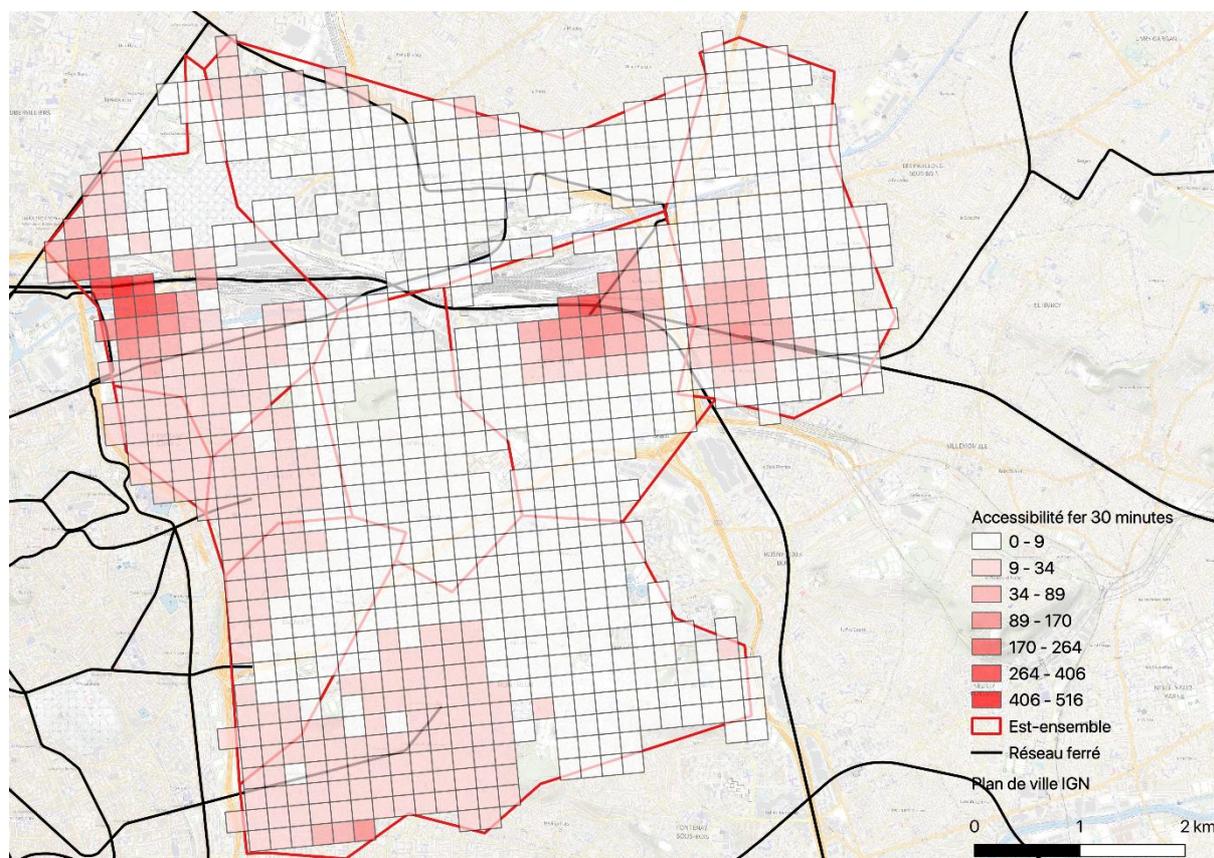


Figure 26 : Niveaux d’accessibilité en transports ferrés sur le territoire en 30 minutes. Sources : INSEE, IGN, APUR, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

Si le réseau de bus offrait un maillage relativement homogène du territoire, l’hétérogénéité dans les transports en commun à Est Ensemble vient de l’offre de transports ferrés. L’ouest du territoire, desservi par les extrémités des lignes de métro parisiennes (M5, M9, M11) et les zones de Pantin, Noisy-le-Sec et Bondy reliées au RER E disposent d’une très bonne accessibilité par ce mode de transport.

Les projets d’extension de la ligne 11 et du tramway 1 (voir Figure 25) devraient permettre d’améliorer l’accessibilité du centre et du sud-est du territoire en transports ferrés. Cependant ces projets ne corrigeront pas le manque d’accessibilité du nord et du nord-est du territoire (à Bobigny et Bondy).

6.4. Transports en commun : tous

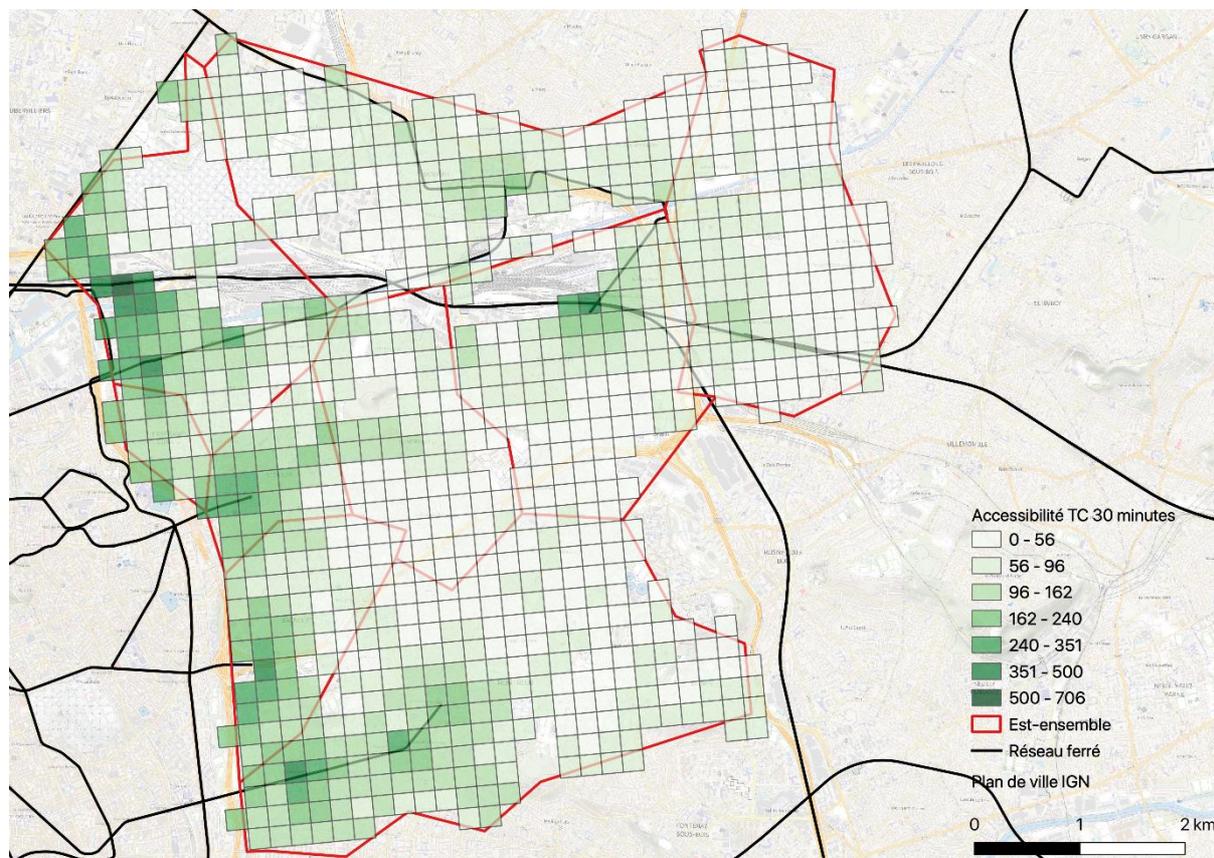


Figure 27 : Niveaux d'accessibilité en transports en commun (bus et ferrés) sur le territoire en 30 minutes. Sources : INSEE, IGN, APUR, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

La combinaison des transports ferrés et des bus permet d'améliorer l'accessibilité globale en transports en commun du territoire, mais d'importantes hétérogénéités demeurent. L'ouest du territoire et les zones rapidement connectées au RER E disposent de la meilleure accessibilité, au contraire du cœur du territoire (sud de Romainville et de Noisy-le-Sec, nord de Montreuil) et de l'est et du nord de Bondy.

6.5. Vélo

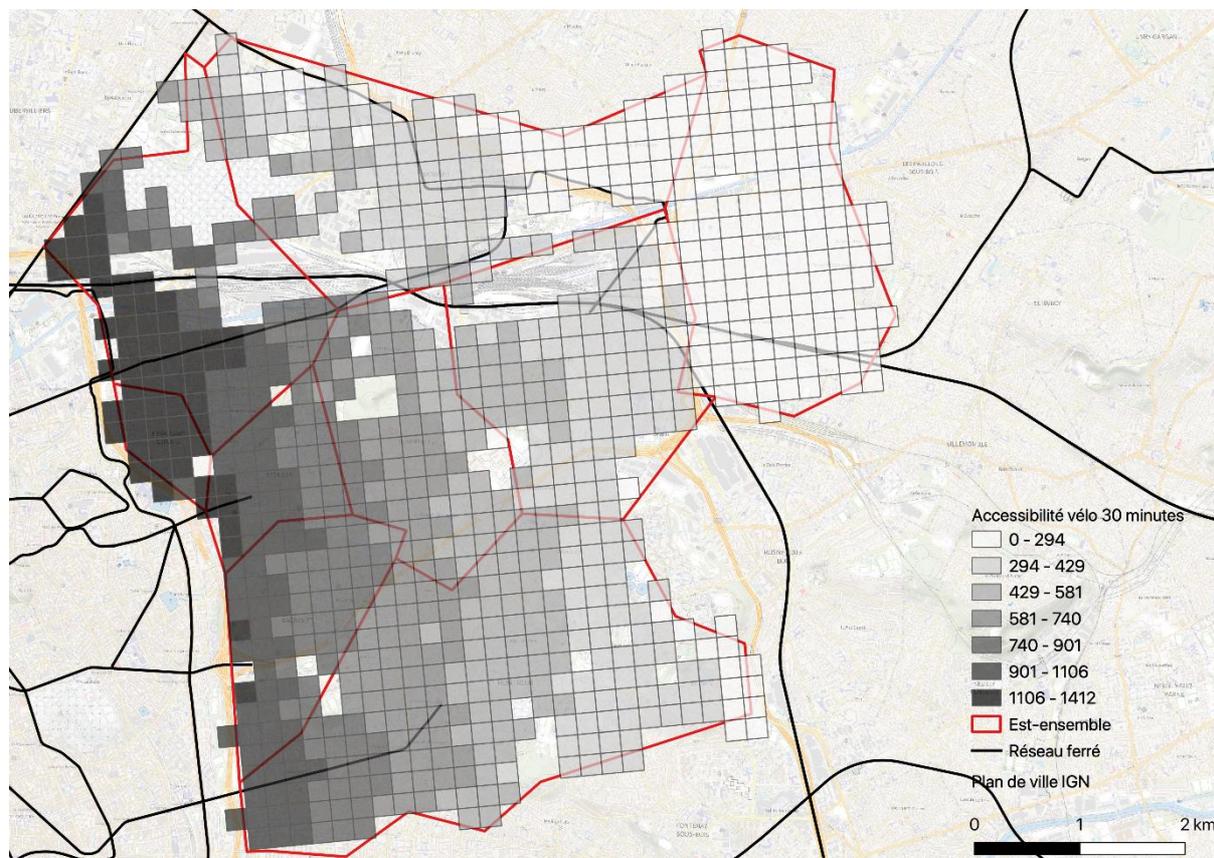


Figure 28 : Niveaux d'accessibilité à vélo sur le territoire en 30 minutes. Sources : INSEE, IGN, APUR, enquête plaques 2019, calculs des auteurs. Réalisation : Olivier Bonin.

Sur la base de la méthodologie utilisée dans cette étude, la cartographie de l'accessibilité à vélo sur le territoire fait clairement apparaître le gradient est-ouest d'accessibilité lié à la présence de Paris : en 30 minutes à vélo l'ouest du territoire a accès à un nombre important d'aménités parisiennes.

En comparant cette cartographie à la précédente (Figure 27), on note que le vélo offre une alternative bas carbone aux transports en commun au cœur du territoire où l'accessibilité en transports en commun est faible, mais il ne permet a priori pas d'améliorer l'accessibilité du nord et de l'est de Bondy, trop éloignés de Paris (en tout cas pour des trajets de moins de 30 minutes). Il faut également prendre en compte dans l'analyse de cette cartographie certains aspects spécifiques au vélo : non accessibles aux personnes à mobilité réduite (ou aux personnes temporairement invalidées par des blessures ou maladies), pas toujours adéquat pour des déplacements avec des enfants en bas âge ou des transports de biens, peu propices aux déplacements par mauvais temps ou forte chaleur...

Le vélo est un mode de déplacement très bénéfique pour rendre la mobilité moins polluante mais il ne peut se suffire à lui-même y compris dans des zones du territoire disposant d'une très bonne accessibilité à vélo.

7. Annexe B : cartes pour les différents motifs calculés et pour les différentes durées de trajet

Les figures 24, 25 et 26 représentent les rapports d’accessibilité entre transports et commun et voiture le 1^{er} mars 2021 à 8h30 du matin, en gamme de bleu, avec de gauche à droite et de bas en haut un temps de trajet de 10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min et 60 min. Ce sont ces cartes qui ont été combinées par une méthode statistique pour produire la classification d’accessibilité de la Figure 18

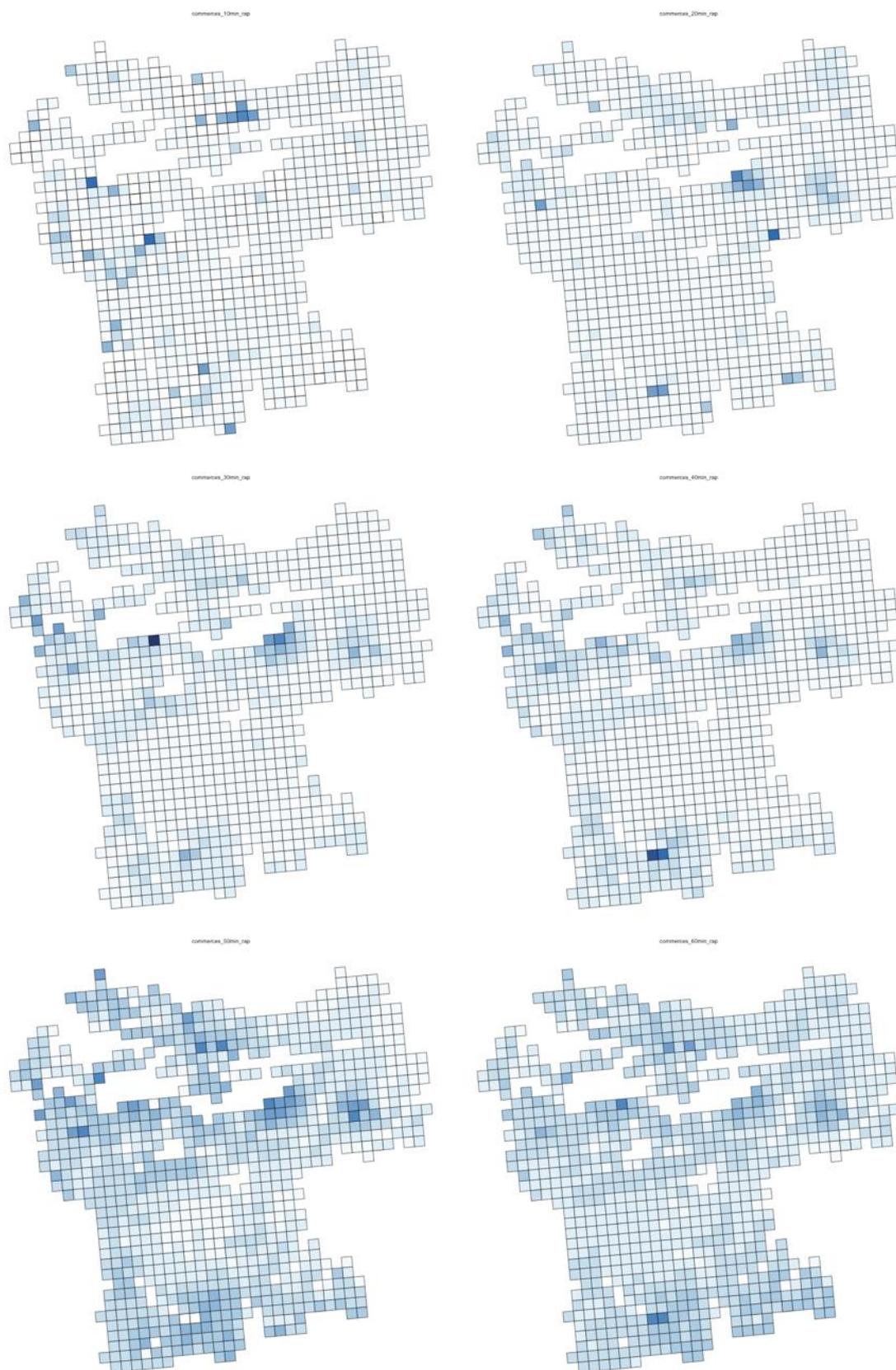


Figure 24 : Différentiel d’accessibilité aux centralités, commerces et services, temps de trajet de gauche à droite et de bas en haut de 10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min et 60 min. Calculs et réalisation : Olivier Bonin.

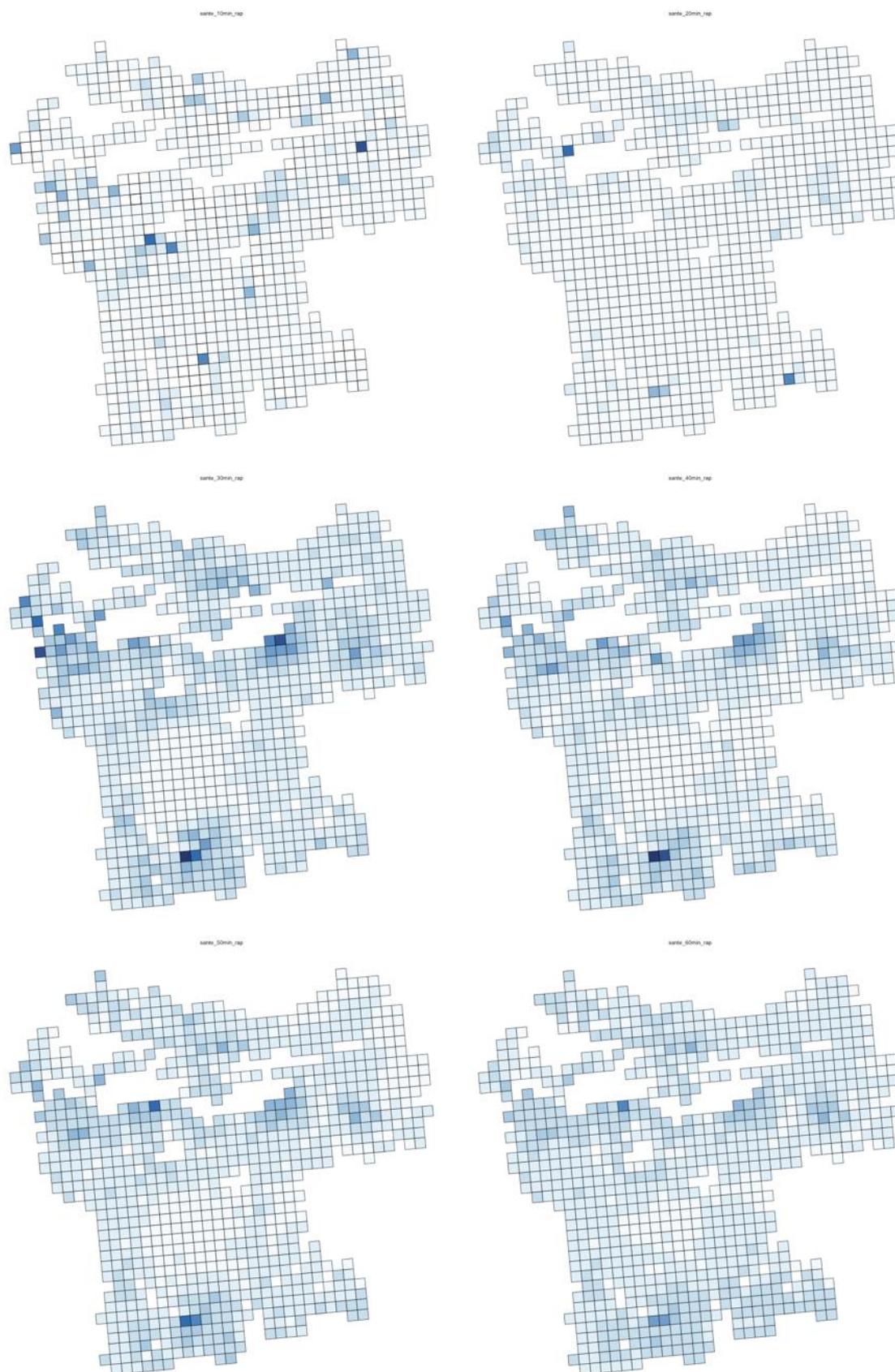


Figure 25 : Différentiel d’accessibilité aux services de santé, temps de trajet de gauche à droite et de bas en haut de 10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min et 60 min. Calculs et réalisation : Olivier Bonin.

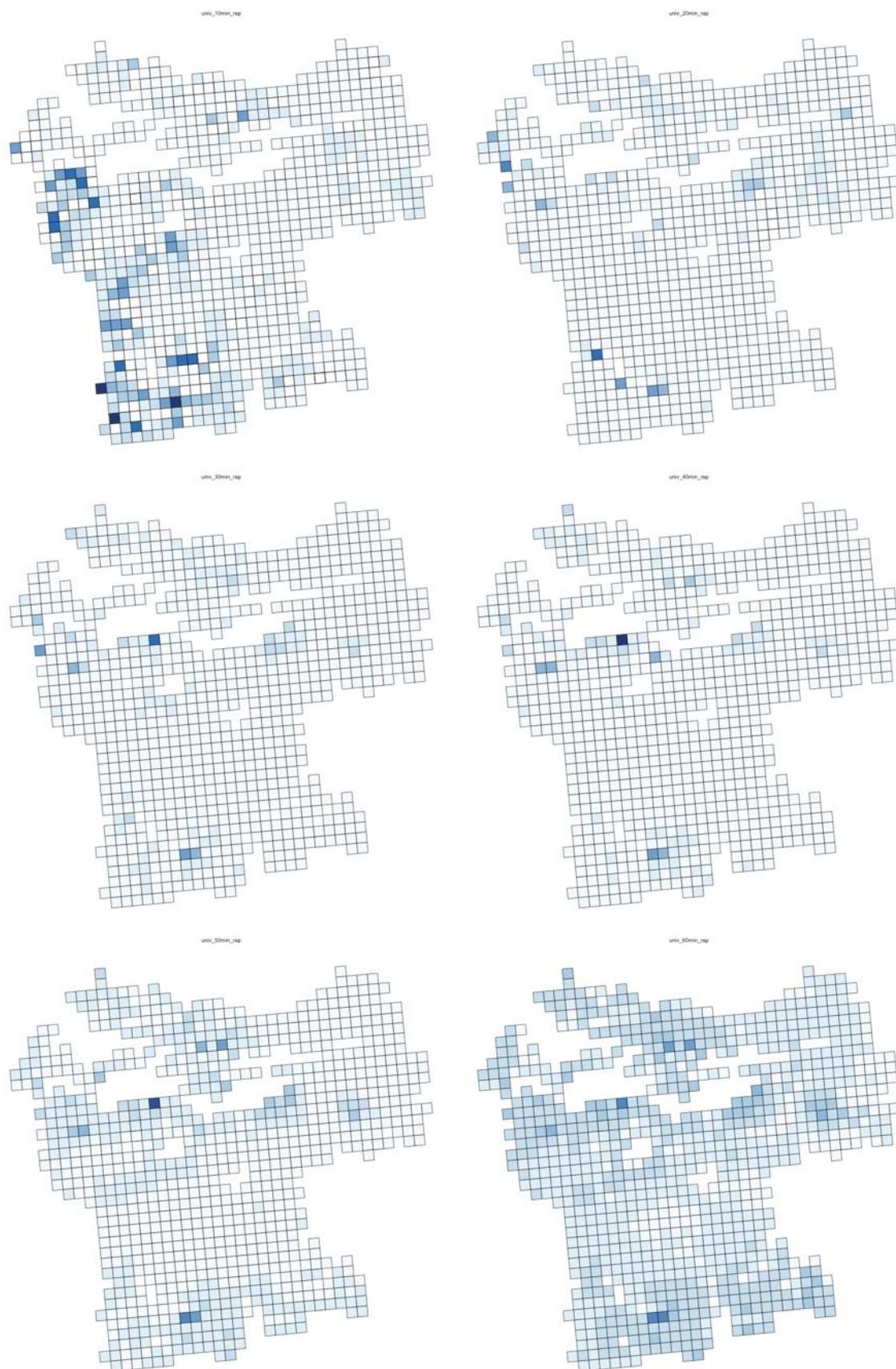


Figure 26 : Différentiel d’accessibilité à l’enseignement supérieur, temps de trajet de gauche à droite et de bas en haut de 10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min et 60 min. Calculs et réalisation : Olivier Bonin.

Produit par Olivier Bonin, LVMT et Efficacity pour l’Etablissement Public Territorial Est
Ensemble

Support technique : Thomas Leysens et Xavier Lehmann

Relecture : Suez Consulting