



HAL
open science

Les liens entre densité et transports publics : intérêt et limites de la notion de densité pour expliquer les pratiques de mobilité et le choix d'un système de TCSP

Aline Gillette

► To cite this version:

Aline Gillette. Les liens entre densité et transports publics : intérêt et limites de la notion de densité pour expliquer les pratiques de mobilité et le choix d'un système de TCSP. Gestion et management. 2014. dumas-02914337

HAL Id: dumas-02914337

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02914337>

Submitted on 11 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES LIENS ENTRE DENSITE ET TRANSPORTS PUBLICS

Intérêt et limites de la notion de densité pour expliquer les
pratiques de mobilité et le choix d'un système de TCSP

Aline GILLETTE

Master 2 TURP
Transports urbains et régionaux de personnes

2013/2014

Mémoire soutenu le 11/09/2014

Membres du Jury :

Maria KOUVIELOU – SAFEGE TVT
Louafi BOUZOUINA – LET
Pascal POCHE – LET

Stage de fin d'études réalisé à



SAFEGE
Ingénieurs Conseils

SAFEGE Territoires Villes et Transports

FICHE BIBLIOGRAPHIQUE

[Intitulé du diplôme] Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes (TURP)		
[Tutelles] <ul style="list-style-type: none"> ○ Université Lumière Lyon 2 ○ Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) 		
[Titre] Les liens entre densité et transports publics		
[Sous-titre] Intérêt et limites de la notion de densité pour expliquer les pratiques de mobilité et le choix d'		
[Auteur] Aline GILLETTE		
[Membres du Jury (nom et affiliation)] <ul style="list-style-type: none"> ○ Maria KOUVIELOU (SAFEGE Territoires Villes et Transports) ○ Pascal POCHET (LET) ○ Louafi Bouzouina (LET) 		
[Nom et adresse du lieu du stage] SAFEGE TVT – Territoires Villes et Transports 26 rue de la Gare 69009 LYON		
[Résumé] <p>L'impact des formes urbaines sur mobilité a toujours préoccupé les urbanistes et spécialistes du transport. Dans cette étude, nous mesurons l'impact de divers indicateurs de densité sur d'une part les pratiques de mobilité (niveau de motorisation des individus, parts modales des transports collectifs et de la voiture) et d'autre part sur le choix d'un système de TCSP par les autorités organisatrices de transport. Les résultats sont construits grâce à des tests de corrélation entre variables, mais aussi alimentés par les précédents travaux de recherche sur les liens entre densité et mobilité.</p> <p>La mise en relief de l'influence de la densité mais aussi de ses limites pour expliquer ces phénomènes est l'occasion de souligner les autres facteurs déterminant les pratiques de mobilité et la complexité de l'environnement de choix pour les AOT lorsqu'elles se dotent d'un TCSP. L'ensemble des résultats abonde dans le sens d'une plus grande articulation entre politiques d'urbanisme et de déplacements.</p>		
[Mots clés] Transports urbains, TCSP, Densité, Formes urbaines, Pratiques de mobilité, Choix d'un système de transport	Diffusion : <ul style="list-style-type: none"> ○ papier : [oui/non]* ○ électronique : [oui/non]* (* : Rayer la mention inutile) Confidentiel jusqu'au : Non confidentiel.	
[Date de publication] 31 août 2014	[Nombre de pages] 76 (sans annexes)	[Bibliographie (nombre)] 56

PUBLICATION DATA FORM

[Entitled of Diploma] Master Degree Diploma in Urban and Regional Passenger Transport Studies		
[Supervision by authorities] <input type="radio"/> Université Lumière Lyon 2 <input type="radio"/> Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)		
[Title] The relationships between density and public transportation systems		
[Subtitle] To what extent can the concept of urban density account for travel practices and the choice of a public transport system?		
[Author] Aline GILLETTE		
[Members of the Jury (name and affiliation)] <input type="radio"/> Maria KOUVIELOU (SAFEGE Territoires Villes et Transports) <input type="radio"/> Pascal POCHET (LET) <input type="radio"/> Louafi Bouzouina (LET)		
[Place of training] SAFEGE TVT – Territoires Villes et Transports 26 rue de la Gare 69009 LYON		
[Summary] <p>The relationships between urban forms and travel practices have always interested urban planners and transit specialists. In our study, we try to measure the specific impact of density on both travel practices and on the choice of public transport systems (and in particular reserved-lanes transport systems).</p> <p>The method of the study consists in testing several indicators of density and mobility and to assess the strength of the various correlations. At the same time, we rely on previous research works on the same topic so as to both guide and enrich our findings.</p> <p>The results show that the variable of density cannot entirely take account for travel practices or for the choice of a public transport system. Therefore, we will also present the main other variables that influence travel practices, and the main issues at stake when choosing for a reserved-laned transport system. The overall conclusions call the urge for a closer integration between urban and transport policies.</p>		
[Key Words] Public transport systems, Reserved-lane transport systems, Urban forms, Density, Travel practices, Transport mode choice, Transport system choice	Distribution statement : <input type="radio"/> Paper : [yes / no]* <input type="radio"/> Electronic : [yes / no]* (* Scratch the useless mention) Declassification date : Not confidential.	
[Publication date] August, 31st, 2014	[Nb of pages] 76 (without appendices)	[Bibliography] 56

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Maria KOUVIELOU, chargée d'études à Safège Territoires Villes et Transports et tutrice du stage, pour la qualité de ses conseils tout au long de la réflexion et de l'élaboration du mémoire. Ses remarques constructives et régulières m'ont notamment aidé à clarifier et à mieux cibler mon propos.

Mes remerciements vont aussi à Emeric CHINCHOLLE, ancien élève du master TURP aujourd'hui chargé d'études à Safège TVT, dont le dynamisme, l'intérêt pour le sujet mais aussi la grande curiosité m'ont régulièrement permis de trouver de nouvelles données et angles d'attaque pour approfondir la réflexion.

Au sein du pôle socio-économie, je remercie également Vincent LICHERE, pour m'avoir accueillie au sein de l'équipe et avoir partagé son regard enrichissant sur les problématiques abordées.

Ces remerciements seraient incomplets sans mentionner l'ensemble de l'équipe, et notamment Valérie DUBOUCHET, Claudia DIAS et Valentine JARDOT, avec lesquelles nous avons travaillé à l'étude de préfaisabilité pour le BHNS de Bourges, et Corinne DUPONT, assistante de direction, pour son soutien technique et sa bonne humeur. Je salue également la disponibilité du directeur de SAFEGE TVT, Denis FUENTES, avec qui nous avons pu échanger sur le positionnement du bureau d'études SAFEGE TVT.

Je salue et remercie enfin M. Pascal POCHET, enseignant-chercheur au LET/ENTPE et tuteur académique du stage, pour ses commentaires et conseils bibliographiques précieux lors des premiers pas de ma réflexion.

Sans oublier Patrick BONNEL, responsable du Master TURP, dont la réactivité et le dévouement sans faille envers les étudiants contribue à faire du Master non seulement une formation de qualité, mais aussi un environnement où il est agréable d'étudier.

SOMMAIRE

Sommaire.....	1
Introduction : Pourquoi lier densité et transport	3
PARTIE I – La notion de densité en lien avec l'étude des mobilités	7
I.A. La densité : une multiplicité de définitions.....	7
I.B. Densité et pratiques de mobilité : des liens déjà établis dans la recherche.....	15
PARTIE II – Les liens entre densité et pratiques de déplacements	19
II.A. Nos observations de communes françaises.....	19
II.B. Discussion : la densité parmi d'autres déterminants des pratiques de mobilité	39
III.C. Les effets de la densité sur l'offre et la fréquentation des réseaux de TC	41
II.D. Premières conclusions en matière de planification des transports et de l'urbanisme	45
PARTIE III – Les liens entre densité et choix d'un système de transport.....	47
III.A. Caractéristiques des agglomérations ayant fait le choix de TCSP – Echelle des PTU	48
III.B. Densités locales autour de lignes de TCSP – Echelle des quartiers et communes	55
II.C. Discussion: la densité parmi d'autres critères de choix du système et du tracé	65
Conclusion.....	73
Références bibliographiques	77
Annexes.....	81
Table des matières	96
Table des tableaux	100
Liste des sigles et acronymes	101
Définitions.....	102

INTRODUCTION : POURQUOI LIER DENSITE ET TRANSPORT

CONTEXTE : UNE RELATION ENTRE DENSITE ET PRATIQUES DE DEPLACEMENTS QUI CONDUIT A PROMOUVOIR DES VILLES DENSES

A la fin des années 1980, une relation décroissante a été démontrée entre la consommation énergétique par habitant liée aux déplacements et la densité, sur une trentaine de villes dans le monde¹. Les chercheurs australiens P. Newman et J. Kenworthy ont montré que moins les villes étaient denses, plus leur consommation d'énergie pour les déplacements était élevée, ceci s'expliquant par un usage accru de la voiture, plus consommatrice en énergie, dans les situations de faibles densités.

De là, de nombreux chercheurs en ont tiré des conclusions sur les avantages de la ville « compacte » (de forte densité) par rapport à des territoires de faibles densités, non seulement pour la réduction des consommations énergétiques, mais aussi pour l'efficacité des transports en commun, la masse de population à desservir assurant a priori un meilleur taux de remplissage des véhicules et in fine, une meilleure rentabilité. D'autres ont aussi mis en garde sur les effets de renforcement entre ces facteurs : une plus forte densité incite au développement de l'offre en transport public; le niveau d'offre incite ensuite à leur utilisation; cette plus forte utilisation incite elle-même au renforcement de l'offre, et ainsi de suite...

La relation démontrée par Newman et Kenworthy a en tous cas ouvert la voie à une abondante littérature sur les liens entre formes urbaines et densité et a lancé le débat sur les avantages de la ville compacte. D'après Guillaume Pouyane², ces travaux ont permis un renouveau de l'intérêt pour le sujet des formes urbaines (en économie, en urbanisme, ou en géographie) celles-ci ayant été auparavant délaissées au profit d'une définition de la ville plus immatérielle, en rapport avec ses flux.

Ce type de travaux, qu'il s'agisse de Newman et Kenworthy ou plus tard d'Aguilera et de Mignot³, ont aussi fourni des arguments en faveur de villes denses. De ces théories a parfois même découlé l'idée que le déploiement des transports publics n'était pertinent qu'au-delà d'une certaine densité⁴. En France, ces théories n'ont pas été autant développées. Mais l'idée de la ville compacte est fortement ancrée comme une « bonne pratique » de développement urbain, en grande partie en raison de la desserte facilitée en transport et est aujourd'hui promue par de nombreuses collectivités locales.

Les enjeux de ces questionnements sont de plusieurs ordres. Environnemental d'abord, avec l'enjeu de réduire les consommations et pollutions liés à l'usage de la voiture. Economique aussi, le choix d'un système de transport adapté au territoire permettant d'optimiser les coûts d'exploitation. Mais aussi social : comment offrir aux habitants des territoires peu denses des alternatives à la voiture individuelle ? et urbain, avec l'enjeu de donner une place de choix à d'autres modes que la voiture en ville, que celle-ci soit dense... ou moins.

NOTRE REFLEXION

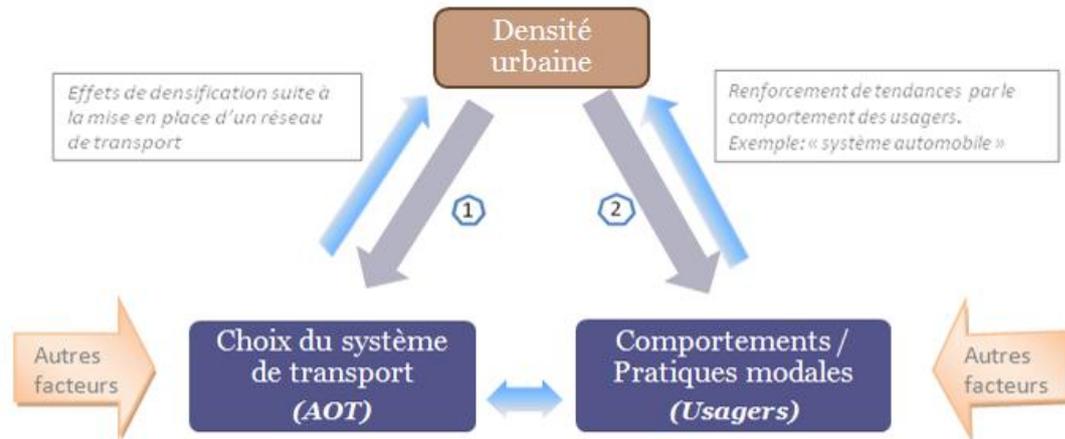
La difficulté du sujet est que les interactions entre densité et transports jouent souvent à double sens, au sein de systèmes où de nombreux facteurs entrent en jeu :

¹ Travaux de P. Newman & J. Kenworthy sur 32 villes dans le monde en 1989, plus tard actualisés sur 46 villes (1998)

² Pouyane, 2005

³ AGUILERA, MIGNOT (2003).

⁴ Newman & Kenworthy mentionnent un seuil minimal de 35 habitants et emplois/hectare pour la pertinence des transports publics.. D'autres institutions, comme la «Commission for Architecture and the built environment» (britannique) ont avancé des densités minimales de 100 habitants/ha pour faire circuler un bus, de 240 habitants/ha pour un tramway. Nous reviendrons plus loin sur ces théories.



Nous avons retenu pour notre réflexion deux principaux points liant densité et transport :

- D'une part **l'influence de la densité sur les pratiques des déplacements des individus** (relation 2)
- D'autre part **l'influence de la densité sur le choix d'un système de transport** (relation 1). Sur ce point, nous étudierons l'influence de la **densité globale** (à l'échelle de l'agglomération) sur le choix d'un TCSP et l'influence de la **densité locale** (autour des lignes), sur le choix du système et du tracé.

Au-delà de ces deux relations, le choix du système peut lui-même induire des effets de densification, ainsi que modifier les comportements de mobilité des usagers (flèches en bleu clair). Nos hypothèses sont :

- qu'il existe bien un lien entre densité et parts modales et choix d'un système de transport
- mais que ce lien ne peut expliquer seul ces deux situations, car il existe de nombreux autres facteurs influant sur la décision d'une AOT d'opter pour un système de transport, ou sur celle des usagers d'utiliser un mode de transport (flèches orange).

La problématique sera justement de savoir **jusqu'à quel point la densité peut expliquer les pratiques de mobilité des usagers et le choix du système par les AOT**. Compte tenu des nombreux indicateurs et données qu'il serait possible de confronter pour rendre compte des pratiques de mobilité ou expliquer le choix d'un système, il ne s'agira pas de tester toutes les variables et de mesurer l'influence de la densité par rapport à chacune d'entre elles. Cependant, un objectif du mémoire sera bien de :

- **tester la force de la corrélation entre plusieurs indicateurs simples de densité et d'autres indicateurs sur les pratiques de mobilité et de préciser ces conditions de maximisation**: si cette corrélation a maintes et maintes fois été prouvée, avec quels indicateurs de densité et de mobilité est-elle la plus pertinente ? Pour quel type de communes ? Que faut-il en conclure ?
- **tester la pertinence de l'association entre certaines gammes de densité (locales, à l'échelle de villes-centres et à l'échelle de périmètres de transports urbains – PTU) et le choix d'un système de TCSP**.

Dans chaque cas, la mise en relief de l'importance de la densité sera l'occasion de présenter les autres facteurs ayant une influence déterminante sur le choix du système ou les pratiques de mobilité.

Ce sujet peut intéresser en particulier deux types de publics :

- **Les autorités organisatrices de transport**, qui se lancent souvent dans des projets de TCSP avec des idées préconçues sur le système à déployer (entre tramway et BHNS, BHNS ou simple restructuration du réseau). Il pourrait tout d'abord leur être utile de situer leur territoire par rapport à d'autres villes ou PTU s'étant dotés d'un TCSP (en termes de taille, de densité ou d'autres critères) afin de les **guider dans le choix du système**, ensuite de connaître les densités locales autour de TCSP existants afin de les

guider dans le choix des tracés. Concernant l'exploration des déterminants des pratiques de déplacements, l'intérêt pour des AOT est aussi de se situer par rapport aux relations observées, et de mesurer, au regard d'autres villes « sorties du cadre de la relation densité-pratiques de mobilité » leur marge de manœuvre, pour par exemple faire progresser la part modale des transports collectifs.

- **Le bureau d'études Safège TVT.**

Créé en 1947, le bureau d'études en ingénierie SAFEGE intervient dans les secteurs de l'eau, de l'environnement et des déchets de l'aménagement urbain, du transport et des énergies. Aujourd'hui filiale de Suez Environnement, il compte 1400 collaborateurs dont 900 en France et réalise un chiffre d'affaires de 100M€, dont les deux-tiers en France⁵. Au sein de ce bureau d'études soixantenaire, l'unité Territoires Villes et Transports (TVT) a été créée à Lyon en 2011. Son cœur d'activité concerne les études amont à des projets de transport public. Et sa particularité est que la dimension transport des études s'accompagne systématiquement d'une vision stratégique des déplacements et d'une analyse urbaine et territoriale poussée. Safège TVT a pour cela une équipe aux profils variés (architectes, urbanistes, ingénieurs transport), afin de prendre en compte toutes les dimensions d'un projet de transport. Le double questionnement du mémoire peut intéresser Safège TVT d'une part pour mieux conseiller les AOT lors du choix de leur système de TCSP, d'autre part pour mieux cerner l'influence de facteurs comme la densité d'un territoire sur les pratiques de déplacements.

La réponse à la problématique sera également l'occasion de tirer des conclusions sur l'importance de l'articulation entre transport et urbanisme, qui peuvent intéresser les deux types d'acteurs.

ORGANISATION DU MEMOIRE

La réflexion se déroule en trois parties.

- **La première partie** rappelle les précautions à prendre avec la notion de densité, quelques éléments sur le phénomène d'étalement urbain et résume des travaux de recherche ayant exploré les liens entre mobilité et densité ou entre mobilité et d'autres critères de formes urbaines.
- **La seconde partie** s'attaque au premier questionnement : les liens entre densité et certaines pratiques de mobilité, en s'appuyant sur les observations d'un échantillon restreint d'entre 3000 et 7000 communes urbaines en France. Après un rappel méthodologique, elle présente les principales corrélations observées, puis resitue l'importance de la densité parmi de nombreux autres facteurs déterminant les pratiques de déplacements des individus. Cette partie sera aussi l'occasion de tester les liens entre quelques indicateurs sur le niveau d'offre et de fréquentation d'un réseau et la densité (à l'échelle de PTU ou à l'échelle locale).
- **La dernière partie** explore les liens entre densité et le choix d'un système de transport et de son tracé. Suivant la même organisation que la Partie II, nous rappelons d'abord la méthodologie et les indicateurs utilisés, avant de détailler les résultats des observations à l'échelle des PTU puis le long des tracés de TCSP. Nous nous appuyons sur les limites de ces résultats pour discuter d'autres grands déterminants du choix du système, du point de vue des AOT.

Nous concluons par une synthèse de nos observations, et proposons quelques idées à en dégager en matière de planification de l'urbanisme et des transports.

⁵ Plus de détails sur www.safège.fr

PARTIE I – LA NOTION DE DENSITE EN LIEN AVEC L'ETUDE DES MOBILITES

Cette partie s'attache d'une part à clarifier les concepts de densités et d'étalement urbain, d'autre part à dresser un rapide état des lieux des travaux ayant mis à jour des liens entre densité et pratiques de mobilité. En effet, nos observations s'inscrivent dans un large corpus de relations déjà démontrées entre divers critères de morphologie urbaine et d'une part l'organisation des réseaux de transport, d'autre part les pratiques de déplacements des individus. Il convient de les garder en mémoire pour voir ce que nous pouvons y rajouter. Nous commençons par quelques rappels sur la notion de « densité ».

I.A. LA DENSITE : UNE MULTIPLICITE DE DEFINITIONS

I.A.1. DEFINITIONS QUANTITATIVES : «UN RAPPORT ENTRE UN INDICATEUR STATISTIQUE ET UNE SURFACE »

DENSITE DE QUOI ? LA DIVERSITE DES INDICATEURS STATISTIQUES

Comme le présente Vincent Fouchier dans une étude sur les définitions de la densité et ses perceptions⁶, « si le terme de densité est très bien défini pour les chimistes, ou physiciens, il est bien moins clair pour les sociologues, géographes ou urbanistes ». Le Dictionnaire de l'urbanisme de Pierre Merlin et François Choay⁷ définit la densité de manière ouverte comme « un rapport entre un indicateur statistique et une surface ». Il existera donc autant de définitions de la densité que d'indicateurs et de surfaces considérées... Parmi les indicateurs les plus couramment utilisés en lien avec l'étude de la ville, on peut néanmoins citer :

- **La densité de population**, mesurée par le nombre d'habitants par unité de surface (un îlot, un quartier, une ville, une région, etc.) ;
- **La densité de construction** ou « résidentielle », mesurée par le nombre de logements par unité de surface.

C'est à partir de cette dernière définition que l'urbanisme réglementaire définit un « **coefficient d'occupation des sols** » (COS) : la surface maximale de m² constructible par parcelle, inscrit dans chaque document d'urbanisme. On peut aussi tirer de cette définition le « **coefficient d'emprise au sol** » (CES), qui ne représente pas la construction possible mais effective : il correspond à l'emprise au sol des bâtiments, multipliée par leur hauteur moyenne, rapportés à la surface d'une parcelle ou d'un îlot.

De nombreuses autres définitions sont possibles. On peut en mentionner plusieurs autres souvent utilisées :

- **La densité d'emplois**, mesurée par le nombre d'emplois, par unité de surface (hectare, commune, département, etc.);
- **La « densité d'activité humaine »** ou urbaine, mesurée par la somme du nombre d'habitants et d'emplois, rapportée à une unité de surface (Figure 1). Cette densité permet de se représenter l'**usage d'un espace**, car elle prend en compte toutes les personnes fréquentant potentiellement un site. D'après l'IAU IDF, elle est utile pour mesurer l'impact d'équipements ou d'infrastructures sur une population donnée⁸.

⁶ Fouchier, in FOUCHIER, MERLIN (1994)

⁷ CHOAY, MERLIN (2012)

⁸ IAU Ile-de-France (2005), p.2

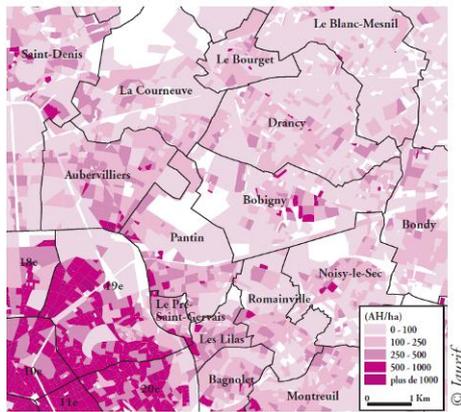


FIGURE 1– CARTOGRAPHIE DE LA DENSITE HUMAINE, EST PARISIEN, IAURIF

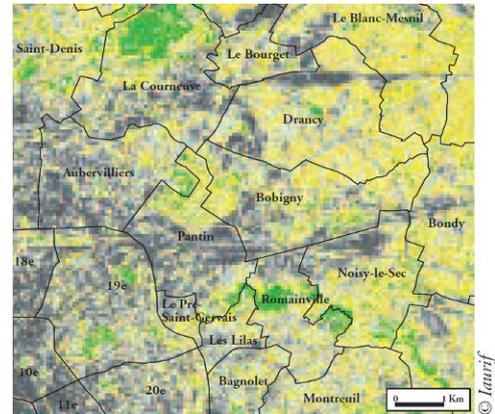


FIGURE 2– CARTOGRAPHIE DE LA DENSITE VEGETALE, EST PARISIEN, IAURIF

Une autre définition, peu utilisée mais recommandée pour évaluer la dotation d'un site en espaces verts, est la **densité végétale** (Figure 2). Grâce à de la télédétection par image satellite, elle mesure toutes les masses végétales d'un territoire (en volume et en quantité, qu'il s'agisse d'espaces publics ou privés)

DENSITE RAPPORTEE A QUOI ? L'IMPORTANCE DE L'UNITE DE REFERENCE

Si l'indicateur statistique utilisé pour calculer la densité semble clair, la surface à laquelle le rapporter l'est moins et rend « délicate l'utilisation du concept de densité »⁹. Tout d'abord, l'unité de surface aura une influence sur les résultats: on ne verra pas apparaître les mêmes résultats selon que l'on mesure une densité à l'échelle de l'agglomération, de la commune, de la parcelle. Ce possible biais est illustré Figure 3, avec des densités de population rapportées chaque fois à une unité de surface différente : à la commune (3A), à l'hectare (3B) ou aux seules superficies occupées par le logement (3C).

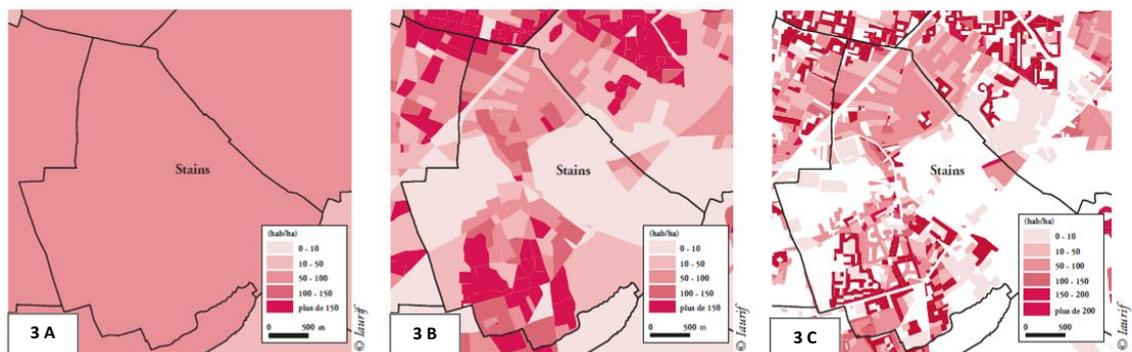


FIGURE 3– DENSITES DE POPULATION A DIFFERENTES UNITES DE REFERENCE – COMMUNE DE STAINS, IAURIF

Le choix de l'échelle sera révélateur de l'approche choisie et des objectifs de la démarche. Le fait de rapporter le nombre d'habitants à la **superficie occupée par le logement** (Figure 3C) rend compte de manière plus précise de la répartition de la population au sein d'un quartier, et peut commencer à renseigner sur les types d'habitats. Cet exemple montre aussi que l'usage de densités moyennes rapporté à de larges surfaces peut « masquer » des variations au sein d'un même ensemble territorial (3A).

DENSITE NETTE ET DENSITE BRUTE

Pour préciser la notion de densité, il est possible de rapporter l'indicateur statistique à **une partie seulement de l'unité de surface**. Par exemple, tandis que la densité brute aurait consisté à rapporter le nombre d'habitants à toute la superficie (logements, voirie, espaces publics compris), le fait de le rapporter, comme Figure 3C, à la seule surface occupée par le logement, est une **définition nette de la densité**.

⁹ CHOAY, MERLIN (2012).

UNE RELATION AVEC LES FORMES URBAINES PAS AUTOMATIQUE

Il convient d'être prudent avec la notion de densité et ce qu'elle peut représenter. En effet, selon l'indicateur et l'unité de surface retenus, une certaine densité ne renverra pas vers une même forme urbaine. Un exemple d'illustration, fourni par l'IAU Ile-de-France (Figure 4)¹⁰, montre qu'un même coefficient d'occupation des sols peut produire des formes urbaines différentes selon la taille et la forme des parcelles. En effet, même si le rapport densité résidentielle/parcelle est le même, les formes urbaines et la perception de la densité seront variables selon que l'on a affaire à des immeubles de 1, 2 ou 3 niveaux. Un autre exemple, fourni par l'AUCAME (Figure 5), illustre aussi la diversité des formes urbaines, avec des COS de même valeur et des parcelles de même superficie. On voit qu'un COS de 0,5 sur une parcelle de 5000 m² peut aussi bien donner comme typologies une tour de onze étages, que de petits immeubles collectifs en R+2 ou encore que des pavillons R+1 en bande non continue.

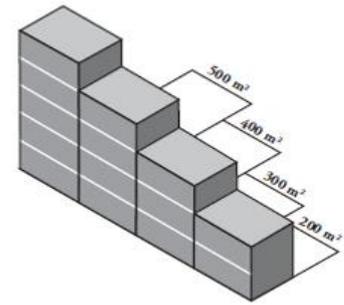


FIGURE 4– DES FORMES URBAINES DIFFÉRENTES POUR UN MEME COS – EXEMPLE 1

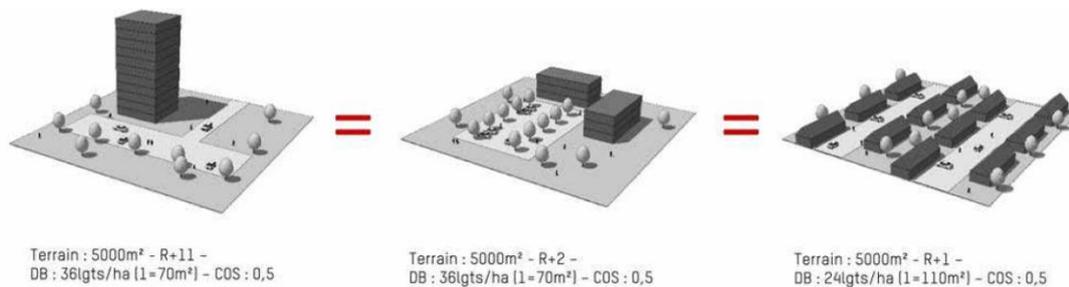


FIGURE 5– DES FORMES URBAINES DIFFÉRENTES POUR UN MEME COS ET UNE MEME PARCELLE – EXEMPLE 2

On peut ajouter à ces observations le fait que **certains types d'habitat sont souvent perçus comme plus denses qu'ils ne le sont réellement**. Les grands ensembles paraissent ainsi souvent denses de par la hauteur et le long front bâti de certains immeubles, alors qu'ils le sont moins que d'autres habitats, comme des maisons de ville ou des immeubles semi-collectifs. A l'inverse, des tissus comme les immeubles haussmanniens, paraissent moins denses qu'ils ne le sont réellement (densité autour de 400 logements/ha). La frise ci-dessous permet de situer les densités de différents tissus urbains (en logements/ha).



FIGURE 6– ECHELLE DE DENSITÉS RESIDENTIELLES (LOGEMENTS/HA) SELON LE TYPE DE TISSU URBAIN (CERTU, 2010)

¹⁰ Note rapide n° 383 de l'IAU IDF sur l'occupation des sols, Juin 2005,

Cette échelle est cependant à prendre avec précaution, certains types d'habitat pouvant présenter de grandes variétés de densité (notamment les grands ensembles et le pavillonnaire). Nous verrons plus en détail (I.A.3) comment différentes densités peuvent s'incarner dans différents tissus.

I.A.2. MAIS AUSSI QUALITATIVES

DENSITE REELLE ET DENSITE PERÇUE

Comme on l'a vu, la correspondance n'est pas toujours évidente entre densité et forme urbaine, ni entre densité réelle (mesurée par des indicateurs quantitatifs) et densité perçue par les individus. Le CERTU va jusque dire que « la mesure de la densité est souvent sans rapport avec la densité ressentie ». Et cite de nombreux facteurs de perception entrant en ligne de compte dans la perception de la densité : « l'image du quartier, la qualité des espaces publics et du bâti, l'animation urbaine, la présence ou non d'espaces verts ou naturels, etc. » (CERTU, 2010).

Dans son article sur les implications sociales de la densité, Vincent FOUCHIER ajoute à ces éléments la dimension personnelle, subjective, et situationnelle à l'œuvre dans la perception de la densité, s'appuyant sur d'autres travaux¹¹. Différents éléments entrent en jeu, comme le type de personnes auxquelles l'individu a affaire (amis, neutres, ennemis), la notion de contrôle (densité subie comme dans les transports en commun, ou voulue, à une fête), le fait de considérer une densité externe ou interne (dans un logement ou à l'extérieur) ou encore la provenance de l'individu (Paris peut sembler tranquille et peu dense à un Hongkongais, mais invivable car trop dense à un habitant d'une petite ville française rurale).

Face à ces difficultés pour rendre compte de la densité telle que perçue par les individus et à l'enjeu d'acceptabilité sociale de la densité, plusieurs concepts ont émergé pour préciser la notion densité, en la complétant par des éléments plus qualitatifs.

DE LA DENSITE A L'« INTENSITE URBAINE »

Pour un certain niveau de densité « acceptable » par les individus, plusieurs auteurs, chercheurs ou urbanistes ont ajouté à la densité qu'ils souhaitent promouvoir d'autres principes : comme la « qualité », la proximité, la « mobilité » offerte par les tissus urbains. Un quartier durable ne serait ainsi pas seulement dense, mais combinerait d'autres qualités, comme l'expriment Rémi le Fur et Paul-Antoine Lecuyer :

« Au terme de densité il est préférable d'employer l'expression "d'intensité urbaine" qui répond de façon plus pertinente à l'ambition d'une ville durable quant aux enjeux de mobilité, d'accessibilité, de sociabilité, de temporalité, de richesses des fonctions et des usages, de variété architecturales et paysagères [...]» (LE FUR, LECUYER, 2011)

Pour caractériser un territoire, on utiliserait ainsi non seulement des indicateurs quantitatifs de densité (nombre d'habitants, d'emplois, de logements/ha ou km²), mais aussi d'autres aspects participant à l'intensité sociale. La DDE de l'Oise définit l'intensité urbaine par «de fortes densités démographiques et urbaines » mais aussi par «un poids culturel, intellectuel, commercial et politique important »¹². Appliquant ce concept au département, la DDE représente la densité brute de population et plusieurs équipements qui contribuent à faire vivre le territoire : patinoires, piscines, crèches, cinémas, collèges/lycées, etc. Cette carte met ainsi en relief certains lieux plus « intenses » que d'autres, pour une même densité de population.

¹¹ Stokols, Waden par exemple, cités par FOUCHIER, in MERLIN et FOUCHIER (1994).

¹² DDE de l'Oise (2008).

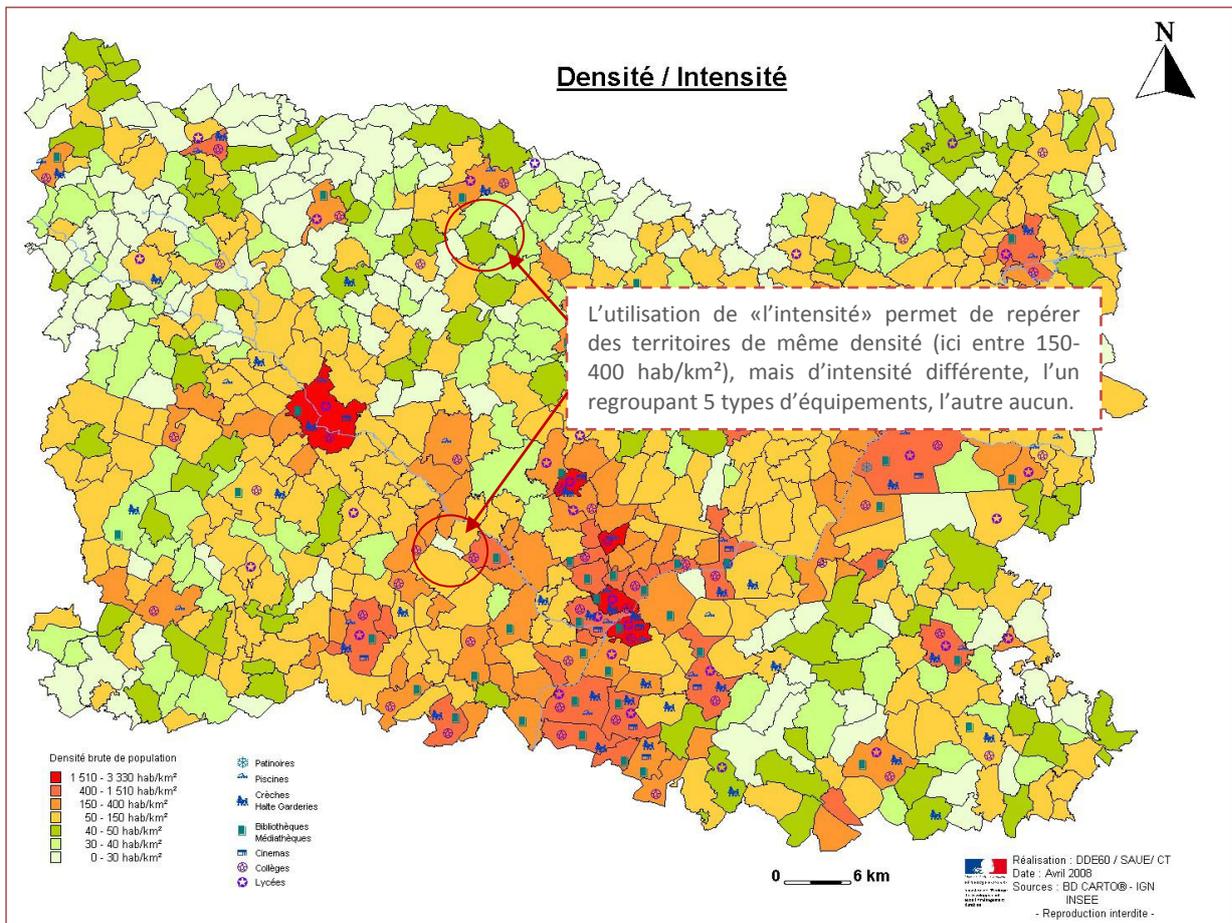


FIGURE 8– DENSITE ET INTENSITE (EXTRAIT DES CAHIERS DE L'OISE, DDE DE L'OISE, JANVIER 2008)

I.A.3. EXEMPLES « D'INCARNATIONS » DE DENSITES

On peut tout de même établir quelques repères entre la densité et le type de tissu urbain. L'Agence d'urbanisme de Caen Métropole (AUCAME) s'est prêtée à cet exercice en produisant un référentiel montrant différents de densités (exprimées en logements et en habitants/ha) pour différents types d'habitat, avec des exemples dans l'agglomération Caen-la-Mer. Une partie des exemples est reproduite ci-dessous. Nous y avons ajouté des cartes resituant le quartier par rapport au centre de l'agglomération.

TYPE D'HABITAT ET GAMMES DE DENSITES	EXEMPLE DANS L'AGGLOMERATION DE CAEN-LA-MER
<p>HABITAT INDIVIDUEL ISOLE</p>  <p><5 logements/ha < 8 habitants/ha</p>	<p>L'urbaniste chargé de l'étude distingue dans cette typologie l'<u>habitat individuel isolé</u> de l'<u>habitat individuel avec procédure</u>. Pour ce dernier, les densités sont légèrement supérieures (mais restent inférieures à 8 logements/ha et à 15 habitants/ha).</p>

<p>HABITAT INDIVIDUEL GROUPE</p>  <p>10 logements/ha < 20 habitants/ha</p>	<p>Le lotissement périurbain Le Clos d'Avonde à Cambes-en-Plaine</p>  <p>< 12 logements/ha</p>
<p>HABITAT INDIVIDUEL EN BANDE</p>  <p>15-60 logements/ha 25-140 habitants/ha</p>	<p>Le quartier Sainte-Thérèse à Caen</p>  <p>25 logements/ha</p> <p>La rue du 20^{ème} siècle à Caen</p>  <p>32 logements/ha</p>
<p>HABITAT COLLECTIF PEU DENSE</p> <p>40-80 logements/ha 90-180 habitants/ha</p>	<p>Le quartier de la Guérinière à Caen</p>  <p>59 logements/ha</p>
<p>HABITAT COLLECTIF CLASSIQUE</p> <p>50-150 logements/ha 115-345 habitants/ha</p>	<p>La Cité Gardin à Caen</p>  <p>110 logements/ha</p>
<p>HABITAT COLLECTIF DENSE</p> <p>>150 logements/ha >345 habitants/ha</p>	<p>Rues du centre-ville à Caen</p>  <p>180 logements/ha</p>

TABLEAU 1– ECHELLES DE DENSITES SELON LE TYPE D'HABITAT, CAEN-LA-MER (AUCAME/SABATIER, 2010)

Ce référentiel fournit donc des repères sur les correspondances entre tissu urbain et densités. Mais encore une fois, cela ne permet pas d'associer automatiquement une densité à un tissu. On voit que des quartiers d'habitat collectif peuvent aller de **90 habitants/ha à plus de 300** (soit plus que certains centres-villes historiques). De même, l'habitat individuel peut varier de **moins de 8 à plus d'une centaine d'habitants/ha** (selon si les pavillons sont isolés, avec ou sans procédure ou en bande plus ou moins continue...).

SYNTHESE : AUTANT DE DEFINITION QUE D'APPROCHES ET DE METIERS

Comme le résume bien l'IAU d'Île de France sur la notion de densité :

« Parler de «forte ou de faible densité», sans préciser si l'on parle d'habitants, de logements ou de bâti, conduit souvent à des incompréhensions entre les différents acteurs de l'aménagement. [...] La densité n'est qu'un indicateur ; c'est un outil de mesure qui produit des analyses bien différentes selon l'objet dénombré. [...]. Il existe presque autant d'indicateurs que d'acteurs ou d'usagers de l'espace. Il n'existe aujourd'hui pas d'indicateur global permettant de rendre compte de la perception de la densité et des réalités multiformes qu'elle recouvre ».

IAU IDF (2005).

D'où l'intérêt, pour toute analyse utilisant la densité comme facteur explicatif, de **bien préciser à fois l'indicateur et l'unité de référence choisis**. Nous nous attacherons donc, dans la démonstration de liens entre densité et pratiques de mobilité ou densité et choix d'un système de TCSP (Parties II et III), de toujours bien **préciser quelle définition de densité nous utilisons**. L'utilisation de plusieurs définitions de densité permettra aussi de vérifier, pour chaque relation étudiée, laquelle est la plus pertinente.

Mais intéressons-nous à présent à l'évolution de situations de densité dans le temps...

I.A.4. DES VILLES DE MOINS EN MOINS DENSES ? LE PHENOMENE D'ETALEMENT URBAIN

Une fois éclairci le concept de densité, il convient de resituer pourquoi de plus fortes densités apparaissent désirables pour les villes. Le discours en faveur d'une ville dense a émergé en réaction au **phénomène d'étalement urbain**, constaté depuis une cinquantaine d'année dans la plupart des villes françaises. Mais de la même façon que la densité peut s'appréhender par plusieurs indicateurs, l'étalement urbain « peut s'exprimer aussi bien en densités, qu'en populations, logements, emplois ou déplacements », explique le chercheur Yves Bussièr¹³. Il définit l'étalement urbain comme « **une faible densité d'occupation du sol, accompagnée d'une dispersion de la population et des fonctions urbaines, qui a pour conséquences un accroissement des distances de déplacements** ». Etudiant le phénomène à Montréal, il note que le poids démographique des couronnes par rapport au centre est passé en 40 ans 14% à 43%. Une autre observation de l'étalement urbain peut se faire par **l'évolution de l'artificialisation des sols**, comme ci-dessous dans la métropole lilloise, à peu près sur la même période (1950-2001) :

¹³ BUSSIERE, BONNAFOUS (1993).

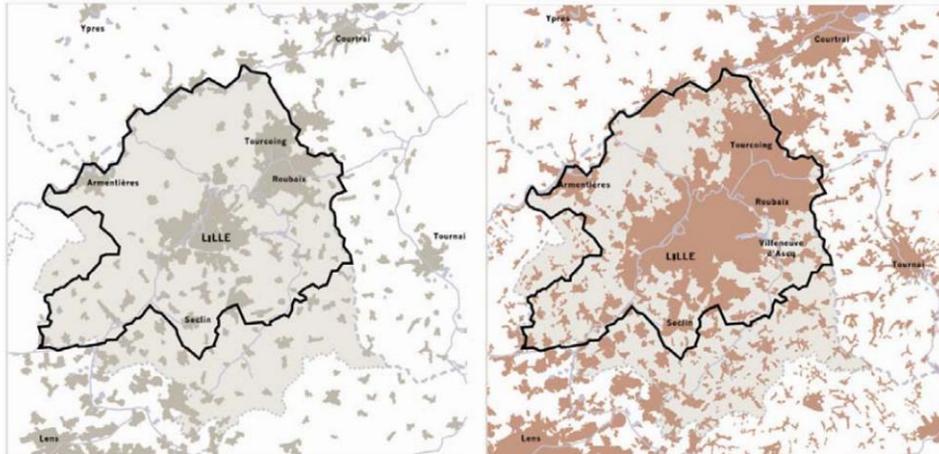


FIGURE 9— EVOLUTION DE LA SURFACE ARTIFICIALISEE DE LA METROPOLE LILLOISE (1950-2001). SOURCE : SCHEMA DIRECTEUR DE DEVELOPPEMENT ET D'URBANISME DE LILLE METROPOLE, 2002.

Ce phénomène de dispersion des activités et d'extensions des zones d'habitat dans des secteurs auparavant non urbanisés, va de pair avec plusieurs autres évolutions : un plus faible taux d'occupation des logements, une augmentation de la taille des logements, une diminution de la taille des ménages. Et est généralement décrié pour les surcoûts et externalités négatives (notamment environnementales) engendrés : artificialisation des sols, consommation d'espaces naturels et agricoles, sous-utilisation des équipements en raison de la dispersion des populations, etc. Mais intéressons nous aux conséquences de ce phénomène sur les mobilités. Quelles sont les relations observées entre ce desserrement de l'habitat et cette baisse des densités et les pratiques de déplacements des individus ? En quoi la notion de densité peut-elle être un point d'entrée intéressant pour l'étude des systèmes de transport et des comportements de mobilité dans ce contexte ?

I.B. DENSITE ET PRATIQUES DE MOBILITE : DES LIENS DEJA ETABLIS DANS LA RECHERCHE

I.B.1 DEPENDANCE AUTOMOBILE VERSUS ENJEUX DE DURABILITE

Poursuivant le diagnostic de l'étalement à Montréal, Yves Bussière décrit comment ce phénomène est all  de pair avec une plus forte motorisation (et ce de façon plus prononcée dans les couronnes périphériques) et avec un allongement des distances, qui reflète l'éloignement croissant des lieux d'emplois et de résidence. La forte progression de la motorisation se constate en France également, avec au plan national un doublement de la part de ménages multimotorisés et division par deux du nombre de ménages non-motoris s¹⁴. Certains chercheurs ont théorisé l'évolution vers une plus forte utilisation de la voiture par la théorie des trois «  ges de la ville »¹⁵. Nous serions entrés, dès les années 1950, dans l'âge de la « ville automobile », caractérisée par une urbanisation diffuse, par de faibles densités (de 1000 à 2000 habitants/km²) et par des déplacements plus nombreux en voiture. Cette phase, liée à de nouveaux modes de vie et d'habitat et à la démocratisation de la voiture, vient à la suite de deux autres âges :

- o La ville piétonne (pré-industrielle), très dense (entre 10 000 et 20 000 habitants/km²), développée sur quelques hectares et caractérisée par des relations et déplacements de proximité ;
- o La ville des transports en commun (de 1860 à 1940), développée en étoile à partir de la ville piétonne, avec de faibles densités (1000 et 2000 habitants/km²) et des déplacements essentiellement en tramway, en vélo ou par rail.

Ces formes de villes ne s'excluent pas mais s'hybrident, les formes récentes gardant la trace des âges précédents. D'après Julien Allaire¹⁶, les Etats Unis auraient un héritage moins important de la ville piétonne et de la ville des transports en commun, le pays ayant été façonné très tôt par l'automobile.

NEWMAN & KENWORTHY : FAIBLES DENSITES ET DEPENDANCE AUTOMOBILE

Les pratiques de vie, d'habitat et de mobilité accompagnant l'étalement urbain peuvent poser des problèmes variés. En dépit de ses performances et d'un accès facilité à de nouveaux lieux, la voiture est en effet plus polluante, consommatrice en énergie et coûteuse pour l'individu¹⁷. Les chercheurs australiens Newman & Kenworthy ont produit dès 1989, une courbe de comparaison de 32 villes (plus tard étendue à 46), qui fera date : cette courbe qui relie la consommation d'énergie par habitant liée au transport et la densité (habitants/hectares) fait apparaître que plus les villes sont denses, moins elles sont consommatrices d'énergie, en raison d'une moindre utilisation de la voiture pour les

déplacements, et que moins les villes sont denses et plus elles consomment. Leur comparaison met

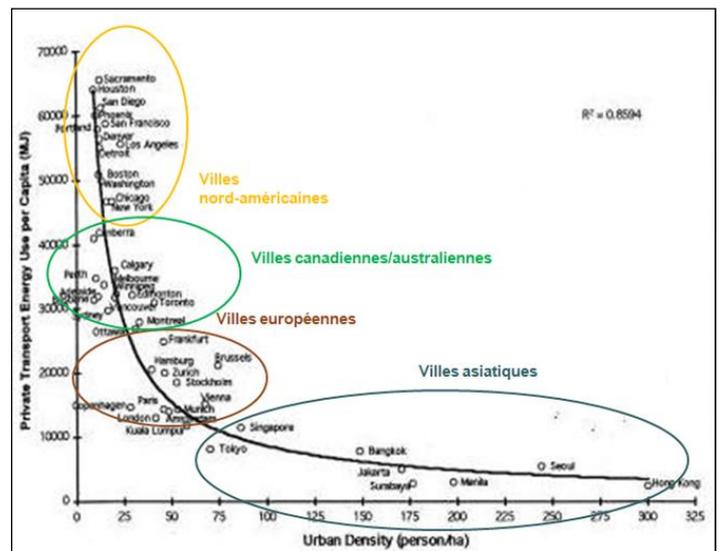


FIGURE 10– DENSITE ET CONSOMMATION D'ENERGIE POUR 46 VILLES DANS LE MONDE (NEWMAN & KENWORTHY, 1998. DONNEES ACTUALISEES EN 1990)

¹⁴ Voir Tableau sur l'évolution de l'équipement automobile des ménages de 1980 à 2009 (INSEE) en annexe.

¹⁵ Marc WIEL, La transition urbaine, cité dans ALLAIRE, 2006.

¹⁶ ALLAIRE, 2006.

¹⁷ Lire à ce propos les remarques de Jean-Pierre Orfeuil sur les conséquences à la fois environnementales et budgétaires de la dépendance automobile, ORFEUIL (2004).

également en évidence plusieurs « modèles de villes » : les villes américaines, plus étalées, consommeraient deux fois plus de carburant pour le transport que les australiennes, 4 fois que plus que les européennes et 6 fois plus que les villes asiatiques, (les plus denses et les moins utilisatrices de la voiture). Ces chercheurs avancent aussi l'idée d'une **dépendance automobile dans les territoires peu denses** : « Dans les zones les moins denses de la ville, la configuration du bâti est telle que l'automobile est devenue une nécessité, et non plus un choix » écrivent-ils¹⁸.

ELLISON : DE FORTES DENSITES FAVORISENT L'USAGE DES TRANSPORTS COLLECTIFS

Dans une étude sur Melbourne, R. Ellison a illustré la relation entre la proportion de déplacements pour le motif travail, la variation de densité urbaine et la part modale entre l'auto et le transport public (Figure 10). Il en déduit **une relation croissante de l'usage des transports collectifs avec la densité**.

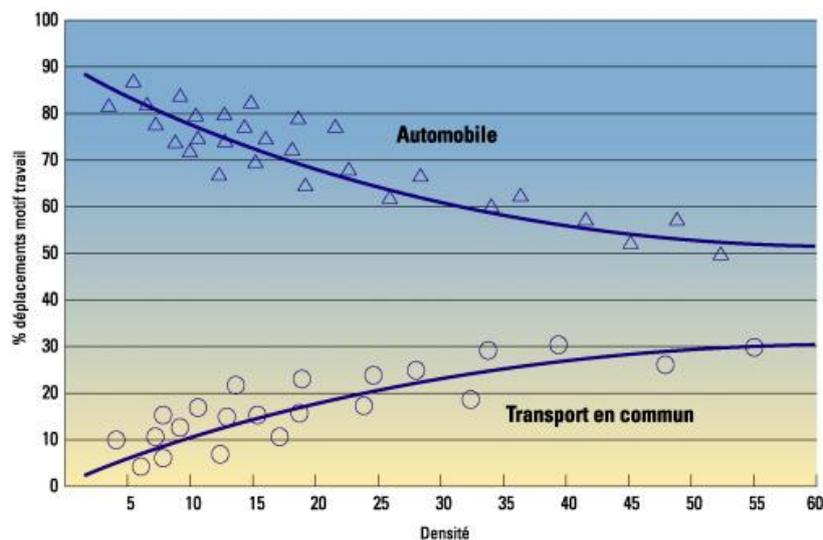


FIGURE 11– REPARTITION MODALE SELON LA DENSITE, MELBOURNE (D'APRES ELLISON 1986, CITE DANS CERVERO, 1998)

«Hors la ville, explique-t-il, le transport public offre de piètres performances. A un niveau de 10 personnes par hectare, situation typique des banlieues, le transport public n'accapare que 10 à 20 % des déplacements. A l'inverse lorsque la densité dépasse 40 personnes par hectare, cette part remonte à 30% des déplacements ». Cette plus forte utilisation des transports collectifs fournit un autre encouragement à densifier la ville, pour être en mesure d'offrir des alternatives à la voiture individuelle.

I.B.2 DES « SEUILS MINIMAUX DE DENSITE » POUR DEVELOPPER LES TRANSPORTS EN COMMUN ?

LA NON PERTINENCE DES TRANSPORTS EN COMMUN POUR LES ZONES PEU DENSES...

A la suite de Newman & Kenworthy, divers chercheurs et théoriciens ont tenté de définir ce que pourrait être **la densité optimale pour une ville durable**. Newman & Kenworthy avaient mentionné un seuil d'environ 30 ou 40 habitants et emplois/hectare, au-dessous duquel « les contraintes espace-temps faisaient de l'usage de l'automobile la norme ». Ceci notamment parce qu'il ne serait ni pertinent ni rentable de proposer des alternatives à la voiture dans une configuration territoire aux longues distances et avec peu de personnes, alors que ce mode individuel souple y serait le plus adapté. Dans cette veine, d'autres auteurs ont estimé que de tenter de développer les transports collectifs en dessous de certains seuils de densité était impossible. Ci-dessous est présenté un tableau de divers « seuils minimaux de densité », formulés par différents acteurs de

¹⁸ NEWMAN & KENWORTHY (1998, p. 28) cité dans POUYANNE (2005)

l'aménagement ou auteurs. Il faut noter que ces débats agitent surtout des pays anglo-saxons (Angleterre, Australie), où le système de financement des transports est plus tourné vers l'adaptation à un certain niveau de population, afin d'être rentable (sans subventions).

	CATS (Chicago, US, 50s-60s)	University of the West of England (UK), 1985	Commission for Architecture and the Built environment (UK)	Alan MORAN (thinktank australien)
Bus	96,5 hab/ ha	100 hab/ ha	100 pers/ ha	
Bus express				260 hab/ha
Tram				
Ferré type RER			240 pers/ ha	400 hab/ha

TABLEAU 2– SEUILS MINIMAUX DE DENSITE POUR DEPLOYER TEL OU TEL SYSTEME DE TRANSPORT (SOURCES DIVERSES)

OU UNE NECESSITE POUR DESSERVIR UN PLUS GRAND NOMBRE DE TERRITOIRES ?

Néanmoins, ces théories de « seuils minimaux » ont été très critiquées, car, sous couvert de rationalité dans l'organisation de la desserte, elles peuvent justifier la non-intervention pour faire évoluer des situations où la voiture est le mode dominant. L'australien Paul MEES a pointé à la fois des erreurs dans les données initiales à partir desquelles Newman et Kenworthy ont établi leur comparaison internationale, et a également critiqué les extrapolations faites à partir de leur premier seuil de densité. Il dénonce la posture d'abandonner tout investissement dans les transports publics, sous prétexte que le contexte n'est pas adapté. La faiblesse de l'utilisation des transports collectifs constatée dans les zones peu denses, ne résulte pas selon lui d'un contexte inadapté, mais d'un non-choix politique en faveur des transports collectifs :

« En dehors de Londres, les transports publics sont peu attractifs et n'offrent pas d'alternative sérieuse à la voiture individuelle [...] Mais beaucoup de défenseurs des transports publics britanniques semblent plus intéressés par la densification de l'habitat plutôt que d'améliorer l'offre de transport »

(MEES, 2010, traduction par nous-mêmes)

Il cite dans ses ouvrages des exemples de villes aux densités moyennes (comme Zurich, à la densité de 67 hab./ha dans la ville-centre, 32 hab./ha dans l'agglomération), où le niveau d'utilisation des transports en commun est parmi l'un des plus hauts d'Europe¹⁹. Cette ville a construit son armature urbaine autour d'un système de transport rapide par voie ferré (le S-Bahn, 380 km de lignes), complété plus tard par des lignes de tramway, qui ne s'étendent pas au-delà de 5 km d centre ville. Ces systèmes ont mené à une forme d'urbanisation linéaire le long des axes de transport public plutôt qu'à une forme étalée. Ce type d'urbanisation a été qualifié « d'urbanisme du rail » ou rentre sous le vocable de « modèle de Karlsruhe, cette dernière ville ayant suivi le même type de développement, autour d'axes ferroviaires²⁰.

I.B.3 AUTRES TRAVAUX SUR LES LIENS ENTRE FORMES URBAINES ET TRANSPORTS

Le champ des liens entre formes urbaines et transports a été assez développé durant les années 1990, dont en France. La plupart des travaux sont allés dans le sens de la relation établie par Newman et Kenworthy, avec une influence négative de la densité sur les distances parcourues et sur la part modale de l'automobile, et positive sur la part modale des transports en commun, et parfois également sur la marche à pied.

¹⁹ MEES (2010), pp 129-144.

²⁰ CERTU (2007), pp 23-27 : Description des modèles d'urbanisation en lien avec les transports de Zurich et de Karlsruhe.

LES TRAVAUX DU BUDGET ENERGIE ENVIRONNEMENT DEPLACEMENTS

Le travail de recherche français mené dans les années 1990 sur le « BEED », « Budget Energie Environnement Déplacements »²¹ a permis de mesurer la consommation énergétique, les émissions de polluants par ménage ou individu pour les transports dans une journée de semaine ordinaire. L'accroissement du BEED par individu a été confirmé avec l'augmentation de la distance au centre. Ce critère de distance au centre est d'ailleurs souvent utilisé indifféremment à celui de la densité, les densités diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre-ville d'une agglomération.

LES TRAVAUX DE VINCENT FOUCHIER EN ILE-DE-FRANCE

A l'échelle de l'Ile-de-France, Vincent Fouchier a aussi confirmé la relation de Newman et Kenworthy : il montre que plus les communes sont denses, moins les ménages sont motorisés et plus les parts de déplacements en voiture sont faibles. Mesurant les différences dans les caractéristiques de déplacements entre couronnes peu denses et communes très denses, il en tire aussi des conséquences sur la plus grande pollution et consommation énergétique des zones peu denses.

DENSITE ET AUTRES CRITERES

Une autre série de travaux a exploré **d'autres critères de morphologie urbaine que la densité, pour rendre compte des pratiques de déplacements**. Guillaume Pouyanne²², dans sa thèse sur les liens entre formes urbaines et mobilité, teste ainsi de nombreuses variables socio-démographiques, regroupées en modèles pour expliquer les caractéristiques de mobilité : modèle de revenus, modèle de population (chômeurs, retraités, mineurs, étudiants, femmes), modèle de « taille » (plus ou moins grosses entreprises, plus ou moins de population, de surface habitable par personne, etc.).

De la même façon, des projets européens comme SESAME, même si leur priorité est d'établir le poids de critères urbains sur les déplacements, en viennent à présenter de nombreux autres facteurs pouvant les influencer également, nous y reviendrons.

D'autres chercheurs encore se sont penchés sur les caractéristiques des ménages et préférences individuelles pouvant influencer sur les pratiques de mobilité et leur évolution²³. Vincent Kaufmann et Christophe Jemelin ont cherché à déterminer jusqu'à quel point l'étalement urbain résultait d'une préférence des individus pour un habitat plus vaste et loin des centres, ou de contraintes, concluant qu'une partie de l'étalement en tous cas était subie plutôt que souhaitée. D'autres chercheurs ont mis en évidence la participation de certains facteurs socio-démographiques sur les pratiques de mobilités. Dans l'agglomération lyonnaise, Bouzouina et alii repèrent, en plus de l'éloignement du centre, les critères du statut professionnel, du sexe et de l'âge (les évolutions de la contribution de ces groupes aux émissions CO2 liés au transport pouvant elles-mêmes résulter d'évolutions dans leur nombre, leurs pratiques ou leurs lieux d'habitat...).

En nous restreignant à quelques données disponibles, et en ciblant notre analyse sur le critère de la densité, regardons à présent si nous pouvons, à l'échelle interurbaine, vérifier la force des relations établies par le passé entre densité et pratiques de mobilité.

²¹ GALLEZ et HIVERT (1998).

²² POUYANNE (2005).

²³ KAUFMAN, JEMELIN et alii (2001).

PARTIE II – LES LIENS ENTRE DENSITE ET PRATIQUES DE DEPLACEMENTS

II.A. NOS OBSERVATIONS DE COMMUNES FRANÇAISES

II.A.1. METHODOLOGIE: INDICATEURS ET ECHANTILLON UTILISES

DES INDICATEURS SUR LA MOBILITE, DES DENSITES BRUTES ET NETTES

Nous avons d’abord vérifié la relation entre densité et certaines pratiques de mobilité au niveau communal. Sur les communes considérées, l’objectif était de **vérifier la force de la corrélation entre densité et pratiques de mobilité**, en utilisant les indicateurs simples suivants sur les mobilités :

- Les parts modales des transports collectifs pour le motif domicile-travail
- Les parts modales en voiture individuelle pour le motif domicile-travail
- Les taux de motorisation des ménages et des individus *

Les parts modales étant issues des données du recensement, au niveau communal.

Pour les indicateurs de densités, nous avons calculé, **en plus de densités brutes de population et de population et d’emplois²⁴, des densités nettes**, c’est-à-dire-rapportées à la surface urbaine des communes. En effet certains auteurs ayant croisé des indicateurs sur les pratiques de mobilité et la densité ayant trouvé que les densités nettes étaient plus pertinentes, nous avons voulu de même nous doter de plusieurs définitions de la densité pour pouvoir comparer leur pertinence. Pour cela nous nous sommes servis de la base CORINE Land Cover, qui détaille pour chaque commune les modes d’occupation du sol²⁵. Pour calculer la surface nette, nous avons retenu trois modes d’occupation: les zones urbanisées, les zones industrielles et commerciales et les espaces verts artificialisés (hors zones agricoles). La somme de ces trois espaces fournit l’unité de référence à laquelle rapporter le nombre d’habitants ou d’habitants et d’emplois:

	SUPERFICIE TOTALE (BRUTE)	SUPERFICIE URBAINE (NETTE)	POURCENTAGE DE SURFACE ARTIFICIALISE	DENSITE BRUTE DE POPULATION	DENSITE NETTE DE POPULATION
PARIS-1ER	182	163	90%	98	109
LYON	4810	4436	92%	102	109
LA ROCHELLE	5591	2415	43%	24	30
BLOIS	3 760	1 893	50%	13	24,5

TABLEAU 3– EXTRAIT DU TABLEAU PRESENTANT LES DENSITES BRUTES ET NETTES

On voit que l’utilisation d’une surface nette peut conduire à diminuer la densité de moitié, pour des villes relativement peu articialisées (La Rochelle ci-dessus), comme elle peut ne quasiment pas changer le niveau de densité (Paris 1^{er} et Lyon, presque totalement artificialisés).

ECHANTILLON: LES COMMUNES URBAINES OU LES COMMUNES URBAINES DONT ON PEUT CALCULER LA DENSITE NETTE

Parmi les 36 699 communes françaises (Insee 2010), nous avons d’emblée exclu les communes corses et des départements et collectivités territoriales d’outre mer, en raison d’éventuels biais liés à la situation géographique. Les arrondissements de Paris (20) ont été considérés comme des communes, tandis que ceux

²⁴ Données du recensement RGP 2009 pour la population données IRIS, pour l’emploi, sommées au niveau communal.

²⁵ Voir les détails des postes en annexe.

de Lyon (9) et Marseille (16) n'ont pas été comptabilisés de manière séparée : Lyon et Marseille figurent comme des éléments uniques.

Le fait d'avoir retenu une définition nette de la densité exclut ensuite un certain nombre de communes. En effet, avec notre définition de « surface urbanisée », 12 665 des 36 235 communes n'en possèdent pas. Nous les laissons donc de côté ces communes, ce qui réduit l'échantillon à 23 570 communes.

Ensuite, nous nous sommes intéressés plus précisément **aux communes « urbaines »**, au sens de l'INSEE²⁶, étant donné que notre sujet concerne des réseaux de transports publics urbains. En 2010, l'INSEE comptait environ 7200 communes urbaines en France métropolitaine. En leur retranchant celles ne présentant pas de territoire urbanisé (une centaine), nous arrivons à un **échantillon d'analyse de 7009 communes**.

QUELLE PERTINENCE DE LA DENSITE URBAINE NETTE POUR DE PETITES COMMUNES ?

Cependant, sur ces 7009 communes, l'indicateur de densité urbaine nette n'est pas toujours pertinent. Ci-dessous sont présentées les densités brutes et nettes de population pour quelques communes présentant toutes de fortes densités nettes (entre 200 et 500 habitants/ha urbain). On voit que des petites communes atteignent des densités nettes de même niveau que des arrondissements de Paris ou des villes de petite couronne très denses. Cette densité nette élevée ne signifie pas une forte occupation du territoire, mais découle juste d'une faible superficie urbaine, d'après notre définition.

INSEE_COM	LIBELLE_COM	POP_RGP	DENSITE BRUTE DE POPULATION	DENSITE NETTE DE POPULATION
75117	PARIS-17E-ARRONDISSEMENT	170 218	302	301,1
42326	VERANNE	782	0,5	431,1
78391	MERICOURT	404	1,6	427,3
92026	COURBEVOIE	87 638	210,7	222,4

TABLEAU 4– EXTRAIT DU TABLEAU PRESENTANT LA POPULATION ET LES DENSITES BRUTES ET NETTES

Afin d'éviter toute mesure tronquée par cette définition nette, l'usage de cet indicateur sera donc réservé aux communes d'une certaine taille. L'observation des résultats nous incline à choisir **un minimum de 2500 habitants**. Selon que nous utilisons les densités brutes ou nettes, nous utiliserons donc soit l'échantillon de **7009 communes**, tantôt celui sans les communes de moins de 2500 habitants de **3864 communes**.

²⁶ Les communes urbaines sont définies par l'INSEE comme « appartenant à une aire urbaine », c'est-à-dire à un « ensemble de communes d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain de plus de 10000 emplois, et par des communes rurales ou unités urbaines dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci »

II.A.2. DENSITE ET MOTORISATION DES MENAGES

Grâce aux données Insee du recensement, nous connaissons le nombre de ménages disposant de zéro, un, deux ou de trois véhicules et plus. Nous pouvons en déduire le nombre moyen de véhicules par ménages et différents indicateurs de motorisation (non-motorisation, mono-motorisation, multimotorisation).

UN LIEN ENTRE FAIBLE DENSITE – FORTE MOTORISATION CONFIRME

Nous avons testé la corrélation entre ces situations de motorisation et plusieurs indicateurs de densité, tout d'abord sur l'échantillon réduit des 3864 communes urbaines de plus de 2500 habitants (pour pouvoir comparer la pertinence des densités nettes par rapport aux brutes). Les résultats sont les suivants :

COEFFICIENT DE CORRELATION R ²		ECHANTILLON : Communes urbaines ≥ 2500 habitants (3864 communes)				
Indicateur motorisation	Indicateur densité	Sens de la relation	Densité brute Population	Densité brute P+E	Densité nette Population	Densité nette P+E
% ménages non motorisés		Croissante	0,581 (linéaire)	0,572 (linéaire)	0,501 (linéaire)	0,540 (linéaire)
% ménages multimotorisés		Décroissante	0,535 (expo.)	0,407 (expo.)	0,284 (expo.)	0,396 (expo.)
Nombre moyen de véhicules /ménages		Décroissante	0,4963 (expo.)	0,411 (expo.)	0,3021 (expo.)	0,416 (expo.)

TABLEAU 5– RESULTAT DES CROISEMENTS ENTRE INDICATEURS DE MOTORISATION ET DENSITES

On voit déjà que, pour tous les indicateurs retenus, la relations mise en évidence par les précédents travaux de recherche est confirmée : **la motorisation (et donc a priori l'utilisation de la voiture) est d'autant plus forte que la densité des communes est faible**. Ceci se vérifie autant pour le taux de ménages multimotorisés (défini comme la part de ménages possédant au moins 2 véhicules²⁷) que pour le nombre de véhicules par ménages. A l'inverse, on observe un lien positif entre taux de non-motorisation et densité : **on trouve d'autant plus de ménages sans véhicules que la densité des communes augmente**.

Cependant, les résultats sont plus ou moins pertinents selon le type d'indicateurs utilisés :

- **La densité brute de population est l'indicateur de densité le plus explicatif**. Il est ensuite suivi par la densité brute de population et d'emplois). En tous cas les densités nettes semblent moins pertinentes pour expliquer la motorisation. Seule la densité nette P+E explique légèrement mieux le nombre moyen de véhicules par ménages, par rapport à une densité P+E brute.
- **Le taux de ménages non-motorisés est le plus corrélé à la densité**

Ci-dessous sont représentées les corrélations aux plus forts coefficients : entre le taux de ménages multimotorisés et la densité brute de population (corrélation de 0,535, fonction exponentielle), entre le taux de ménages non-motorisés et la densité brute de population (coefficient de 0,58, fonction linéaire).

²⁷ Les données du recensement ne permettent pas de connaître le nombre exact de véhicules : au-delà de trois, la catégorie renseignée se limite à « 3 voitures ou plus ». Ceci a pour effet de diminuer légèrement le nombre moyen de véhicules par ménages (le nombre de 3 étant retenu pour la catégorie « 3 voitures ou plus »).

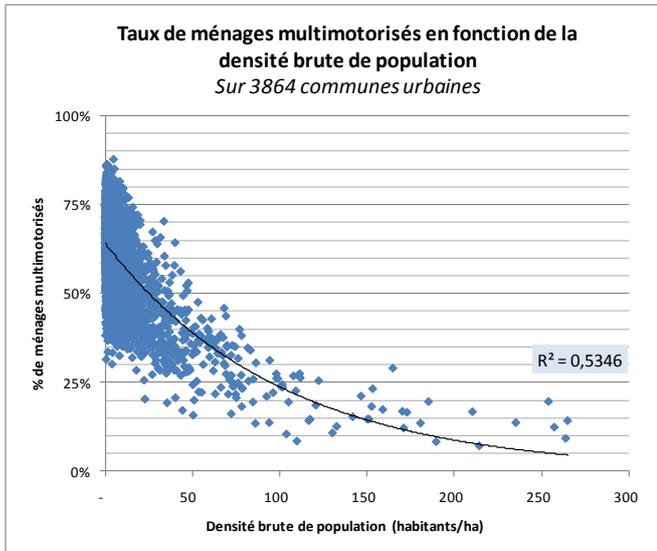


FIGURE 13– POURCENTAGE DE MENAGES MULTIMOTORISES EN FONCTION DE LA DENSITE BRUTE DE POPULATION

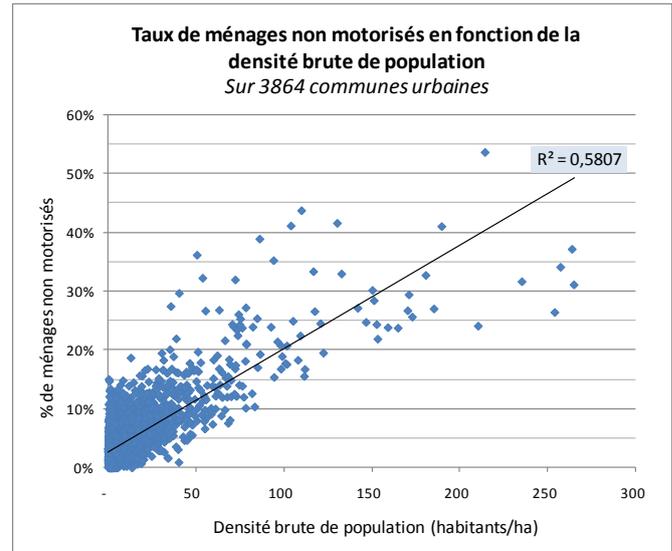


FIGURE 12– POURCENTAGE DE MENAGES MOTORISES EN FONCTION DE LA DENSITE BRUTE DE POPULATION

Au-delà de la relation décroissante classique entre densité et motorisation, regardons à présent plus en détail quelles sont les caractéristiques des communes qui présentent des situations « extrêmes » au regard de leur motorisation : un fort taux de ménages non-motorisés ou un fort taux de ménages pluri-motorisés. Nous retournons pour cela à l'échantillon plus complet des 7009 communes urbaines.

REGARD SUR LES COMMUNES TRES MOTORISEES ET TRES PEU MOTORISEES

LES COMMUNES OU TOUT LE MONDE A UNE VOITURE ET OU BEAUCOUP EN ONT PLUSIEURS: DES COMMUNES DENSES ET PETITES

Sur les 7009 communes, 1050 ne contiennent aucune situation de non-motorisation. Ces communes ont comme points communs d'être de petite taille (1000 habitants en moyenne, mais si certaines comme Neuville-sur-Saône (69) vont jusqu'à 7000 habitants) et très peu denses (1,5 habitants/ha en moyenne). 96% d'entre elles sont aussi situées en dehors de l'Ile-de-France.

Si l'on s'intéresse aux communes présentant de fort taux de multimotorisation (les 610 communes ayant un taux de multimotorisation à plus de 80%), on voit qu'elles sont encore de petite taille (1400 habitants en moyenne) et de faible densité (1,65 habitants/ha en moyenne). 98% d'entre elles sont hors Ile-de-France.

LES COMMUNES OU L'ON PEUT VIVRE SANS VOITURE OU AVEC PEU DE VOITURES : PARIS, LA PETITE COURONNE ET QUELQUES GRANDES VILLES DE PROVINCE

A l'inverse, lorsque l'on s'intéresse aux communes présentant un **fort taux de non-motorisation**, soit avec une grande part de ménages ne possédant pas de voitures, on voit que toutes celles ayant plus de 20% de ces ménages (77 communes) se trouvent **en Ile-de-France ou en petite couronne, à l'exception de Lyon et Lille**. Une situation encore plus forte de non-motorisation, soit un tiers des ménages sans voiture, n'est atteinte que pour trente communes, et cette fois, toutes sont à Paris ou dans des communes voisines.

L'observation de **faibles taux de multimotorisation**, soit les communes où peu de ménages ont plusieurs véhicules, fait ressortir le même type de communes : toutes celles au taux de multimotorisation inférieur à 20% sont à Paris ou en petite couronne (hormis Beausoleil, près de Monaco). Les arrondissements parisiens ont même un taux de multimotorisation inférieure à 10% : c'est-à-dire que moins d'un ménage sur 10 a plus d'une voiture (à l'exception des 7^{ème}, 8^{ème} et 16^{ème} arrondissements, ce qui peut s'expliquer par la richesse relative de ces quartiers, avec une présence probablement plus forte de garages et parkings privés). Dans la catégorie des communes ayant encore seulement entre 1 ménage sur cinq ou 1 sur 4 de ménages

multimotorisés, on voit apparaître quelques grandes villes comme Lille et Lyon (densités respectives de 67 et 102 habitants/ha) et d'autres comme Rouen et Grenoble (densités respectives de 52 et 85 habitants/ha).

L'IMPORTANCE DU POIDS DEMOGRAPHIQUE DES COMMUNES

Au-delà du critère de densité, il convient de souligner l'influence de la taille des communes sur la motorisation, comme l'ont montré des chercheurs comme Vincent Fouchier: **moins les communes sont peuplées, plus leur nombre de voiture par ménages augmente.** Nous avons pu vérifier cette relation en segmentant l'échantillon par classes de communes selon leur population (Paris et 8 autres classes de population).

Hormis la situation spécifique de Paris, on peut constater la forte variation du nombre de voitures par ménages entre les communes de plus de 200 000 habitants et celles de moins de 2500 habitants. A noter que si l'on s'était intéressé au **nombre de voitures par habitant** et non par ménages, les mêmes tendances auraient été

Nombre de voitures par ménages selon la taille de la commune, RGP 2009	
Paris	0,54
Plus de 200 000 habitants	1,17
De 100 à 200 000 habitants	1,22
De 50 à 100 000 habitants	1,26
De 20 à 50 000 habitants	1,38
De 10 à 20 000 habitants	1,56
De 5 à 5 000 habitants	1,69
De 2 500 à 5000 habitants	1,76
Moins de 2 500 habitants	1,85

TABLEAU 6– NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGES SELON LE NOMBRE D'HABITANTS (SUR 7009 COMMUNES)

observées, mais dans des écarts moins grands : en effet, la taille des ménages varie en fonction de la répartition spatiale : plus petits ménages à Paris et dans les grandes villes, plus grands ménages dans les communes petites et rurales.

UNE AUGMENTATION DU TAUX DE MOTORISATION D'AUTANT PLUS FORTE QUE LES COMMUNES SONT PEU DENSES

Convoquant des travaux extérieurs à nos observations, nous pouvons aussi ajouter que l'évolution des niveaux de motorisation a été d'autant plus forte que les communes étaient denses. Ceci a notamment été constaté par Vincent Fouchier pour l'Île-de-France de 1982 à 1990²⁸. L'auteur explique que ces évolutions sont dues à plusieurs facteurs cumulatifs différenciés entre les secteurs :

- **Dans les secteurs peu denses**, les facteurs qui ont conduit à augmenter plus fortement le nombre de voitures sont : une forte motorisation initiale cumulée à une forte croissance démographique et à une forte augmentation du taux de motorisation (les évolutions socio-démographiques faisant passer d'une logique de voiture familiale à une logique de voitures individuelles)
- **Dans les secteurs denses**, les facteurs cumulatifs étaient à l'inverse un faible taux de motorisation initial, une faible croissance démographique et une plus faible augmentation de la motorisation.

L'IMPORTANCE DE LA DENSITE DES COMMUNES

Suite à la mise en évidence de l'importance de la taille des communes, on peut de nouveau mettre en relief l'influence de la densité en segmentant l'échantillon par classes de communes selon la densité (11 classes).

Densité (habitants/ha)	% Ménages non motorisés	% Ménages multimotorisés	Nombre de véhicules/ménages	Echantillon
300 et plus	53,2%	7,2%	0,55	6 arrondissements parisiens
250 à 300 exclus	45,6%	8,2%	0,63	4 arrondissements parisiens et 4 villes petite couronne
200 à 250 exclus	39,1%	11,7%	0,74	4 arrondissements parisiens et 2 petite couronne
150 à 200 exclus	27,8%	17,9%	0,92	1 arrondissement parisien et 12 petite couronne

²⁸ Fouchier(1998), p.153

100 à 150 exclus	28,1%	19,1%	0,93	3 arrondissements parisiens, 17 petite couronne, 2 autres
50 à 100 exclus	18,7%	28,9%	1,14	97 communes
30 à 50 exclus	12,3%	35,7%	1,28	146 communes
10 à 30 exclus	7,6%	47,0%	1,47	622 communes
5 à 10 exclus	4,6%	57,3%	1,63	351 communes
1 à 5 exclus	2,7%	65,6%	1,76	3963 communes
0,1 à 1 exclus	2,2%	67,7%	1,79	1435 communes

TABLEAU 7 – INDICATEURS DE MOTORISATION PAR TRANCHE DE DENSITE

Les résultats pour les trois indicateurs de motorisation confirment les observations précédentes : on repère d'une part la situation particulière de Paris et de communes de petite couronne, à la fois en termes de densité (ce sont les seuls territoires au-dessus de 150 habitants/ha) et de motorisation : moins d'une voiture par ménage, faibles taux de multimotorisation, d'autre part la forte motorisation des territoires à faible densité (plus de 1,5 voitures par ménages lorsque l'on passe sous la barre des 5 habitants/ha).

Même si nous avons pu vérifier le lien densité-motorisation pour l'ensemble de l'échantillon, avec une plus forte motorisation à mesure que la densité diminue, on peut à présent se poser la question de savoir si ce lien est aussi pertinent quelque soient les communes auxquelles on s'intéresse, en découpant notre échantillon selon le poids démographique des différentes communes.

DETAIL PAR CLASSES DE COMMUNES SELON LEUR POPULATION

UNE RELATION PERTINENTE SEULEMENT POUR LES VILLES DE PLUS DE 20 000 HABITANTS

Reprenant la segmentation de l'échantillon par nombre d'habitants (7 catégories, sans compter Paris), on voit apparaître des coefficients de corrélation variés selon les classes. Les plus élevés concernent **les communes entre 50 et 200 000 habitants** (R^2 de 0,7 et 0,68, voire Figure 15 ci-contre). A l'inverse, les coefficients de corrélations pour les petites communes ne sont plus très pertinents (0,296 pour les villes entre 10 et 20 000 habitants et 0,1 pour les communes de moins de 10 000 habitants). Les villes de plus de 200 000 habitants ont un coefficient de corrélation moyen, à 0,55.

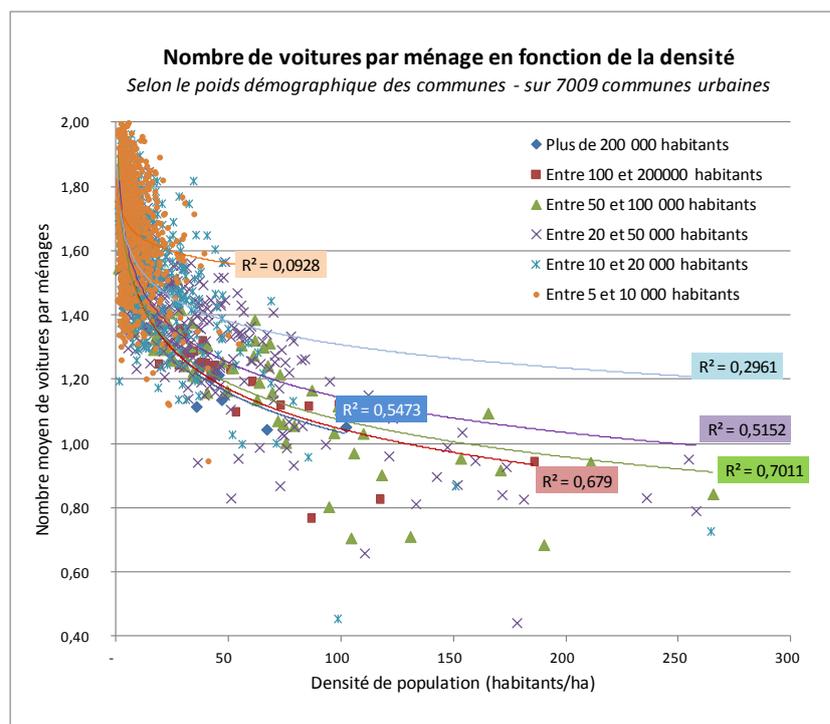


FIGURE 14 – NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGES EN FONCTION DE LA DENSITE, PAR CLASSES DE POPULATION (SUR 7009 COMMUNES)

AFFINAGE DE L'ÉCHANTILLON

Si l'on répète l'exercice, en ne gardant que les classes de villes pour lesquelles la relation est pertinente (soit les villes de plus de 20 000 habitants) et les communes hors Ile-de-France, on obtient alors des coefficients de corrélations différents : celui des communes de plus de 200 000 habitants s'améliore (0,736), mais ceux des communes entre 20 et 50 000 et 50 et 100 000 habitants se détériorent (Figure X).

Pour regarder plus en détail la situation des communes par tranche de population, nous affinons donc l'échantillon ainsi :

- Nous excluons les communes franciliennes pour la catégorie de villes entre 100 et 200 000 habitants. En effet leurs fortes densités (Boulogne est trois fois plus dense que Rouen, Saint-Denis trois fois plus dense que Reims ou Amiens) masque les différences plus ténues entre les autres villes et empêche d'observer les cas à part dans chaque classe.
- Nous gardons en revanche les communes franciliennes pour les villes qui comptent entre 20 000 et 100 000 habitants, car leur intégration à l'échantillon semble assurer un meilleur coefficient de corrélation.

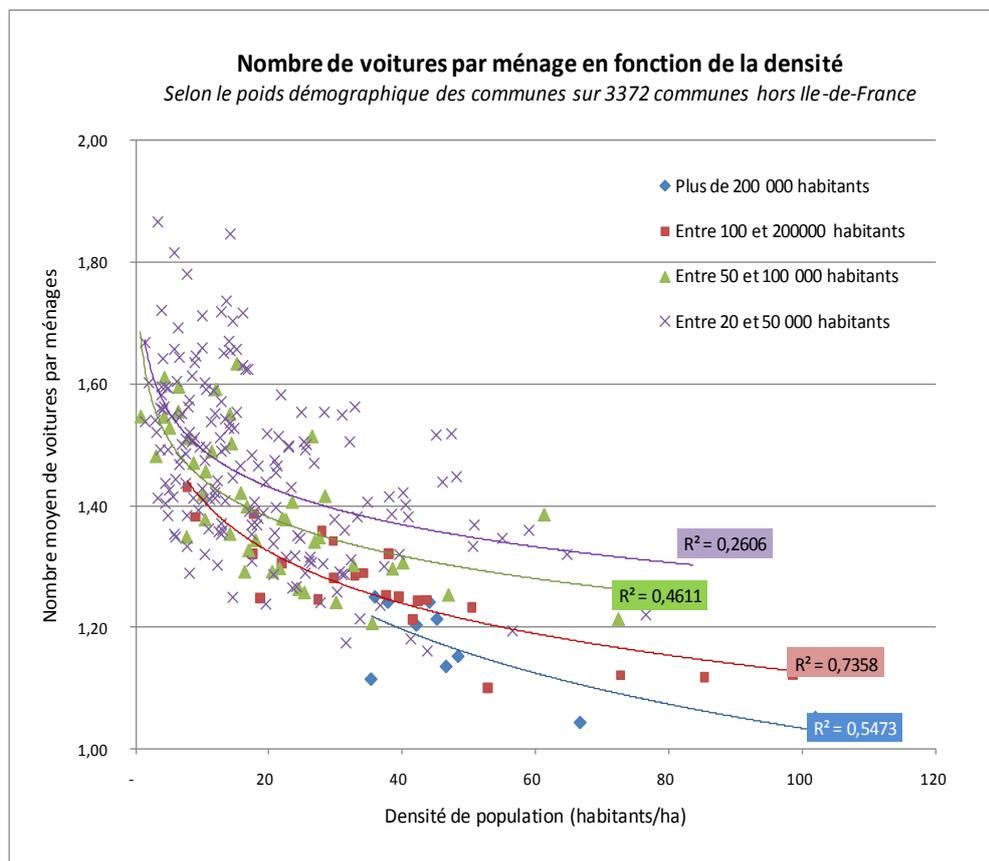


FIGURE 15– NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGES EN FONCTION DE LA DENSITÉ, PAR CLASSES DE POPULATION (SUR 3372 COMMUNES HORS IDF)

VILLES DE PLUS DE 200 000 HABITANTS : FAIBLE MOTORISATION DE STRASBOURG ET LILLE

Dans cette catégorie, les deux communes qui ressortent sont Strasbourg et Lille, avec à la fois **un faible nombre de voitures par ménages** (1,12 pour Strasbourg, 1,02 pour Lille), **de forts taux de non-motorisation** (20% pour Strasbourg, 21,5% pour Lille, pour une moyenne à 16%) et **de faibles taux de multimotorisation** (23,5% et 27,5% contre des moyennes à 30%). Même si les indicateurs de motorisation de Lille et à plus forte raison de Lyon montrent une moindre dépendance générale à l'automobile, ces deux villes ressortent tout de même moins de la courbe que Strasbourg, en raison de leurs plus fortes densités.

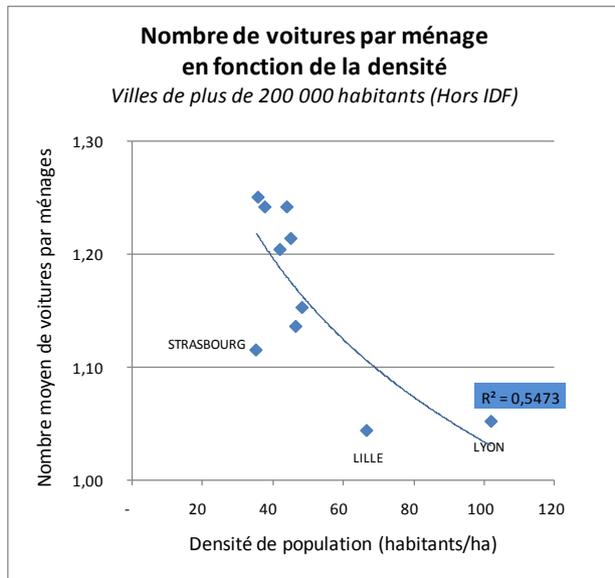


FIGURE 16– NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGE EN FONCTION DE LA DENSITE, VILLES DE PLUS DE 200 000 HABITANTS (HORS IDF)

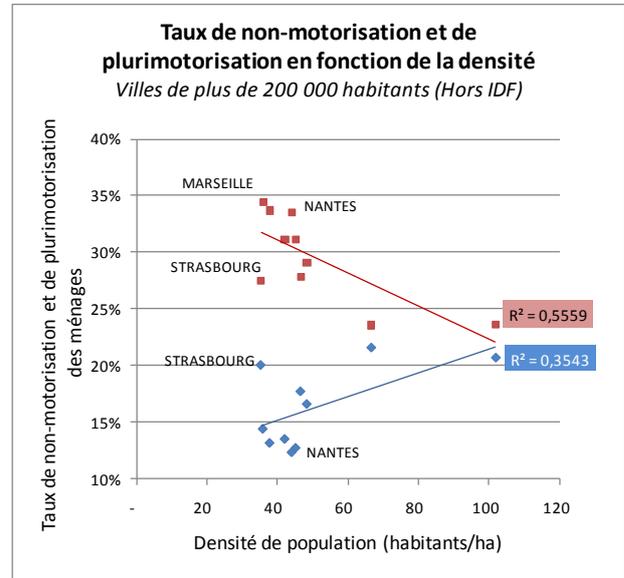


FIGURE 17– TAUX DE NON-MOTORISATION ET DE MULTIMOTORISATION EN FONCTION DE LA DENSITE, VILLES DE PLUS DE 200 000 HABITANTS (HORS IDF)

A l'inverse, on voit s'écarter un peu de la droite Marseille et Nantes, avec des taux de plurimotorisation supérieurs à la moyenne et des taux de non-motorisation légèrement inférieurs à la moyenne (mais néanmoins proches de plusieurs autres villes de la catégorie, comme Rennes, Montpellier, Toulouse...).

VILLES ENTRE 100 000 ET 200 000 HABITANTS : L'ORIGINALITE DE ROUEN

Que ce soit en s'intéressant au nombre de voitures par ménage, au taux de monomotorisation ou de multimotorisation, les trois indicateurs répartissent les villes d'une façon proche. Nous n'illustrerons donc que le lien entre densité et nombre moyen de voitures par ménage (Figure X ci-contre). On voit sortir du lot Rouen, avec un très **faible nombre de voitures par ménage** (1,10, contre une moyenne de 1,26), au vu de sa densité. D'autres villes à l'inverse, comme Le Mans, Toulon, Brest) ont des nombres de véhicules par ménage un peu supérieurs à la norme par rapport à la courbe de corrélation.

Ceci peut s'expliquer par **des variations dans le niveau d'offre**. Même si les PKO par habitant sont comparables dans les agglomérations de

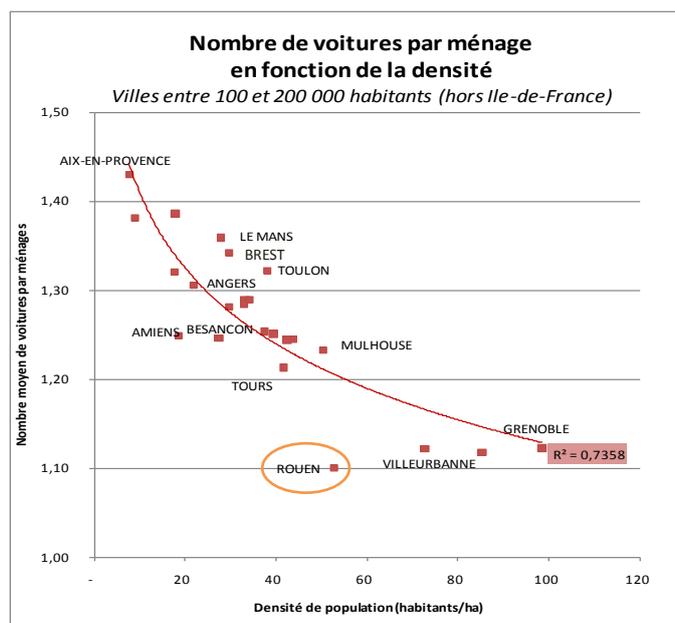


FIGURE 18– NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGES EN FONCTION DE LA DENSITE, VILLES DE 100 A 200 000 HABITANTS HORS ILE-DE-

Brest et de Rouen, le nombre total de kilomètres et de PKO y sont bien plus élevés. Un élément qui peut induire en erreur est le fait que le PTU de Rouen est plus étendu et peuplé que ceux des autres villes. Mais il semblerait néanmoins que Rouen présente un meilleur niveau d'offre, avec en conséquence un nombre total de voyages plus élevé. L'abondante d'offre en transports en commun (en valeur absolue et pas forcément par habitant du PTU), qui pourrait lui assurer une plus grande visibilité et une plus forte attractivité relative par rapport à la voiture, peut expliquer le faible nombre de véhicules par ménages.

VILLES ENTRE 50 ET 100 000 HABITANTS: L'IMPORTANCE DU REVENU EN ÎLE-DE-FRANCE

Même si nous avons vu que le coefficient de corrélation était plus important lorsque l'on étudiait ensemble les communes d'Île-de-France et les communes hors Île-de-France, nous les étudierons séparément dans cette classe, car les grands différentiels de densité rendent peu lisibles les exceptions sinon.

- **Les communes d'Île-de-France**

Commençons par les communes d'Île-de-France. On observe d'emblée une répartition assez éclatée du nombre de véhicules par ménages en fonction des densités (notamment par rapport aux communes hors-Île-de-France qui, de par leurs plus faibles densités sont regroupées en haut à gauche du graphique).

En se penchant sur la catégorie de communes franciliennes situées au-dessous de la courbe (c'est-à-dire dont le nombre de voitures est faible au regard de leur densité), par rapport à celles du haut de la courbe (nombre de voitures élevé par rapport à la densité), on s'aperçoit que les communes ont des caractéristiques différentes. Celles au faible nombre de véhicules sont presque toutes des communes de l'est parisien qui ont, pour des tailles similaires, de bien plus fortes densités (entre 80 et 130 habitants/ha).

Celles au fort nombre de véhicules sont soit des Hauts-de-Seine soit du Val-de-Marne et ont des densités comprises entre 50 et 80 habitants/ha. Surtout, elles ont un revenu net par habitat près de deux fois supérieur à celui des communes de l'est parisien (18 000 € / habitant contre 11 000 € / habitant).

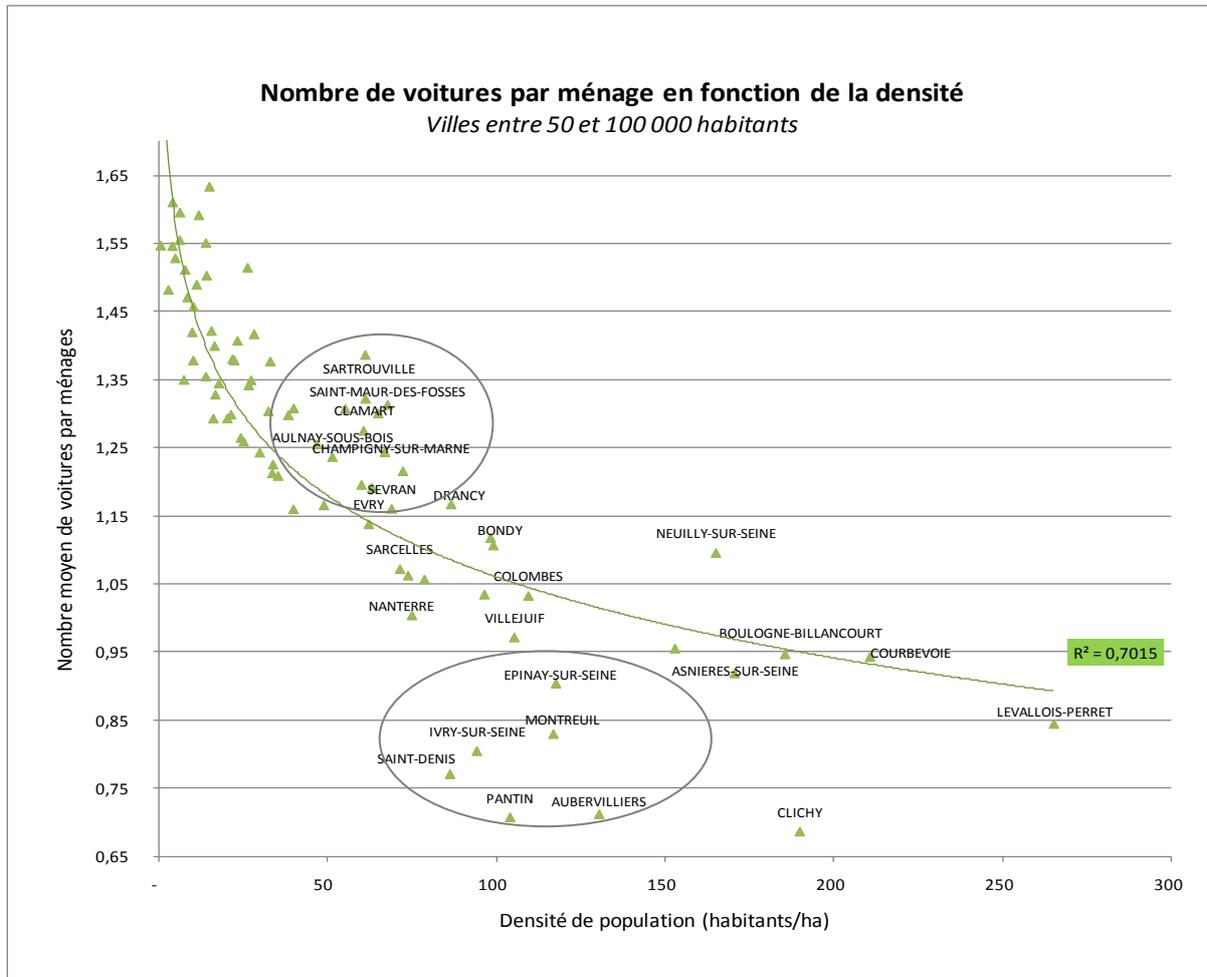


FIGURE 19– NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGES EN FONCTION DE LA DENSITE, VILLES DE 50 A 100 000 HABITANTS

A ceci s'ajoutent d'autres caractéristiques pouvant influencer sur le taux de motorisation comme le niveau de diplôme, le statut, l'âge, etc. Les habitants des communes présentant le plus faible nombre de véhicules, sont dans le cas d'analyse présent sans doute plus jeunes, moins diplômés et connaissent de plus forts taux de chômage que l'autre catégorie. A Paris et dans quelques communes denses, peuplées et proches, c'est peut-être justement parce qu'il est encore possible de vivre et de se déplacer sans voiture, qui apparaît dès lors comme un « luxe » que seules les populations aisées peuvent s'offrir, que le niveau de motorisation semble particulièrement sensible à des caractéristiques comme le revenu²⁹.

- **Les communes hors Ile-de-France**

Hors Ile-de-France, on constate aussi **d'importantes différences dans le nombre de véhicules par ménages, même pour des communes aux densités voisines**. A titre d'exemple, nous avons d'une part Belfort ou La Rochelle, d'autre part La Seyne-sur-Mer, cette dernière étant bien plus motorisée, alors que les densités avoisinent toutes les 25-30 habitants par hectare, ou Charleville et Pessac (nombre de véhicules passant de 1,3 à 1,6, pour une même densité de 15/16 habitants/ha).

Un autre cas est celui de villes ayant le **même niveau de nombre de véhicules par ménages, pour des densités différentes** : Tourcoing et Bourges ont un nombre moyen de 1,4 véhicules par ménage alors que Bourges est 4 fois moins dense. Tourcoing présente donc un niveau anormalement haut de motorisation.

²⁹ Nous laissons cette remarque au statut d'hypothèse, les tests que nous avons effectués entre le revenu et le nombre de voitures par ménages sur l'ensemble de l'échantillon (7009 communes) ne s'étant pas avérés concluants.

Mais nous commençons à toucher ici aux limites du seul indicateur de motorisation pour expliquer les variations observées. Il convient d'être prudent avec cet indicateur : le fait de posséder un véhicule ne veut en effet pas dire que l'on va l'utiliser. Nous allons donc préciser dans la partie suivante les corrélations et exceptions observées, par un examen du lien entre densité et parts modales.

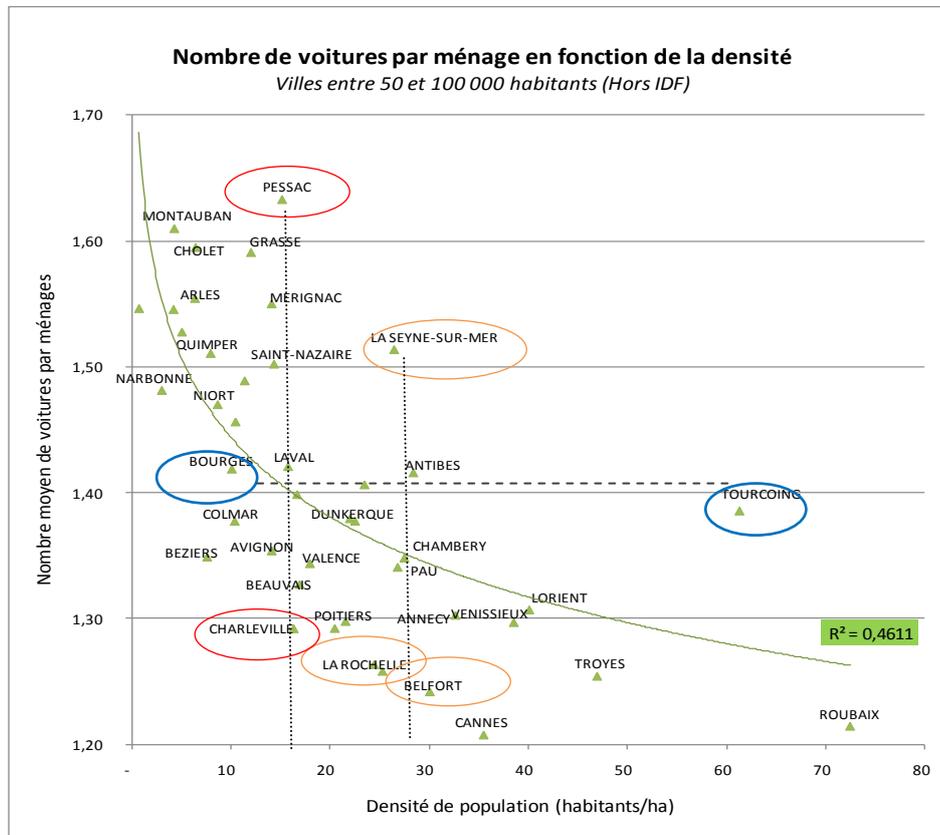


FIGURE 20—NOMBRE DE VOITURES PAR MENAGES EN FONCTION DE LA DENSITE, VILLES ENTRE 50 ET 100 000, ZOOM HORS IDF

À retenir sur les liens entre motorisation et densité

- **Des résultats de non-motorisation qui confirment la dépendance automobile des villes peu denses.** Parmi les indicateurs de motorisation, le taux de ménages non-motorisés est le plus sensible à la densité, ce qui signifie que la densité déterminera plus fortement le fait de pouvoir se passer ou non d'une voiture. Le fait que les situations de non-motorisation soient absentes uniquement dans des communes petites et peu denses confirme de plus l'idée d'un phénomène de dépendance automobile spécifique à ces territoires.
- **Des résultats sur la plurimotorisation et le nombre de véhicules par ménages qui confirment la place moins forte de la voiture pour les villes denses.** A l'inverse, l'évolution croissante de ces indicateurs avec la densité (mais aussi avec la taille de la commune) montre qu'on trouve moins de détenteurs de voitures dans des communes plus denses.
- **Des résultats plus pertinents pour les communes entre 50 et 200 000 habitants, et sous une densité de 100-110 habitants/ha,** qui laissent à penser que c'est sur ces communes que la marge de manœuvre pour faire évoluer la situation est la plus forte, et qu'à l'inverse au-delà d'une certaine densité, il est difficile de réduire encore le taux de possession de la voiture.
- **Des exceptions qui introduisent d'autres facteurs influant sur la motorisation :** le niveau de revenu des ménages et d'autres facteurs individuels, l'offre en transports en commun...

II.A.3. DENSITE ET REPARTITION MODALE

Le premier croisement entre les indicateurs de densité et les parts modales de la voiture particulière (VP) et des transports collectifs (TC) a été réalisé sur l'échantillon de **3864 communes** pour lesquelles on pouvait disposer de densités nettes, afin de comparer la pertinence des différents indicateurs de densité. Les parts modales TC et VP étant issues du fichier MOBPRO de l'Insee, **elles ne recouvrent que le motif domicile-travail**. Toutes les parts modales présentées dans cette partie le seront donc uniquement pour ce motif.

UN LIEN DENSITE -FORTES PARTS MODALES TC - FAIBLES PARTS VP CONFIRME

La relation entre densité et parts modales des transports collectifs et de la voiture se place dans la continuité des résultats de nombreux chercheurs : nous observons, quelque soient les indicateurs employés, que **plus les villes sont denses, plus elles présentent une forte part d'utilisation des transports collectifs**. A l'inverse, **moins elles sont denses, plus elles présentent une forte part modale en voiture**.

Les résultats des croisements entre les différents indicateurs sont présentés ci-dessous :

Indicateur parts modales	ECHANTILLON : Communes urbaines ≥ 2500 habitants (3864 communes)			
	Densité brute Population	Densité brute P+E	Densité nette Population	Densité nette P+E
Part VP (sur les déplacements mécanisés*)	0,531	0,478	0,479	0,455
Part TC (sur les déplacements mécanisés)	0,522	0,434	0,469	0,391
Part VP (sur déplacements TC et VP)	0,591	0,518	0,536	0,479
Part TC (sur déplacements TC et VP)				

TABLEAU 8—RESULTAT DES CROISEMENTS ENTRE PARTS MODALES ET DENSITE – SUR 3864 COMMUNES

*A noter : nous avons utilisé deux définitions des parts modales : l'une rapportée à l'ensemble des déplacements mécanisés (tous les déplacements effectués autrement qu'en marchant), l'autre aux seuls déplacements TC et VP, ce qui explique le coefficient R^2 identique entre part VP et TC.

Ci-dessous est représenté le croisement présentant le plus fort taux de corrélation : entre la densité brute de population des communes et les parts modales TC et VP rapportées aux seuls déplacements TC/VP.

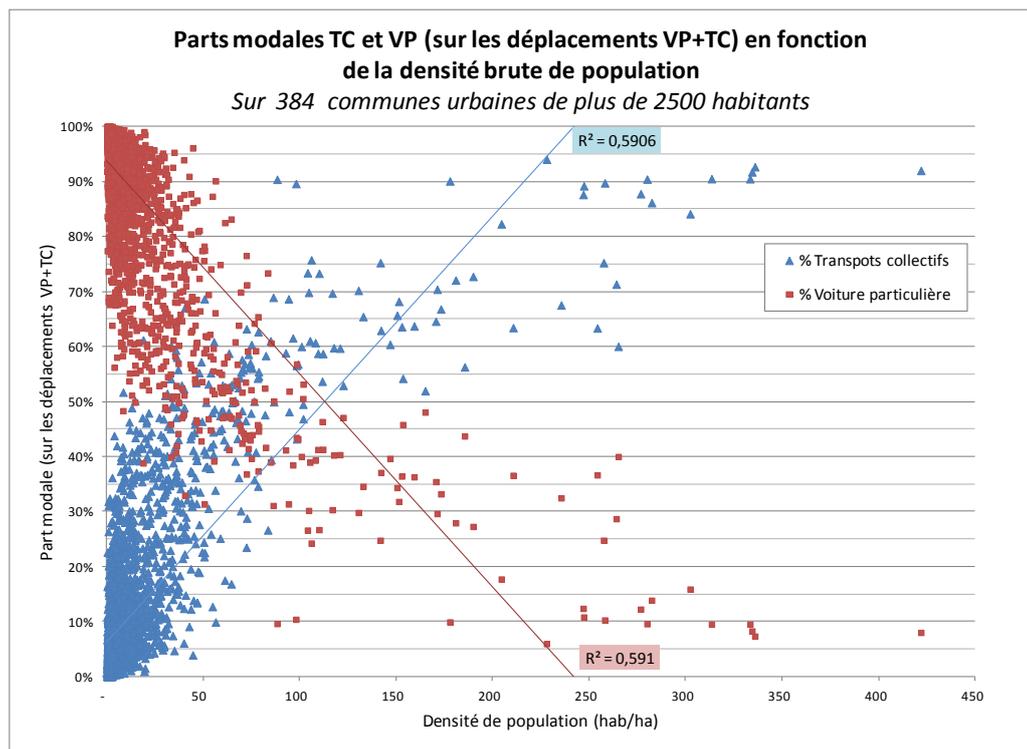


FIGURE 21– REPARTITION MODALE EN FONCTION DE LA DENSITE BRUTE DE POPULATION – SUR 3864 COMMUNES URBAINES

On observe en effet des corrélations plus ou moins fortes selon les définitions utilisées. Les indicateurs pour lesquels la relation densité-part modale se vérifie le mieux sont :

- Pour la densité : **la densité brute de population** (et non la nette, ni la densité de population et d'emplois) avec un coefficient de corrélation de 0,59, qui chute si l'on regarde avec la densité brute P+E, et encore plus avec la nette P+E.
- Pour les parts modales : **les parts modales rapportées aux seuls déplacements TC/VP.**

Les autres remarques pouvant être faites sur les résultats des croisements sont les suivantes :

- Lorsque l'on rapporte les parts modales aux déplacements mécanisés, on observe que **la part VP est légèrement plus sensible à la densité que la part TC.**
- Même si les densités brutes de population sont pertinentes pour rendre compte des parts modales, le coefficient maximal observé, de 0,591, reste peu élevé. Nous essaierons de voir plus loin d'une part pour quels types de communes la corrélation est la plus pertinente, d'autre part quels sont les autres facteurs entrant en ligne de compte dans la détermination des parts modales.

REGARD SUR LES COMMUNES TRES UTILISATRICES DES TRANSPORTS EN COMMUN OU TRES UTILISATRICES DE LA VOITURE

Pour compléter l'approche par recherche de corrélations, nous pouvons, comme pour la motorisation, repérer, sur notre échantillon, quelles sont les caractéristiques des communes présentant des situations extrêmes, c'est-à-dire soit de très fortes parts TC ou de très fortes parts VP.

FAIBLE UTILISATION DES TC POUR DES COMMUNES PETITES ET PEU DENSES

Sur l'échantillon des 3864 communes, 28 n'ont pas du tout de déplacements effectués en transports collectifs et 272 en ont une part négligeable (1% ou moins). Leurs caractéristiques communes sont de faibles densités (jamais plus de 20 habitants/ha, moyenne à **1,9 habitants/ha**) et des populations assez modestes (jamais plus de 15 000 habitants, moyenne à 4150 habitants).

FORTE UTILISATION DES TC: LA SPECIFICITE FRANCILIENNE (ET A PLUS FORTE RAISON DE PARIS ET DE SES COMMUNES LIMITOPHES)

Si l'on s'intéresse à l'inverse aux communes présentant une forte part de déplacements en transports collectifs et une faible part en voiture, on voit qu'elles partagent aussi des points communs :

- Sur les 71 qui ont **plus de 50% des déplacements domicile-travail en transports en commun**, toutes sont **franciliennes** et la quasi-totalité (94%) se trouve en petite couronne. Ces communes présentent une densité élevée, en moyenne de **150 habitants/ha**. Tous les arrondissements de Paris ont une part en TC supérieure à 50% et 9 d'entre eux atteignent même une part TC à 66%.
- On peut pousser plus loin spécificité francilienne, en élargissant aux communes dont la **part modale en TC est supérieure à 40%**. Sur ces 79 communes, 77 sont franciliennes et 80% sont en petite couronne. Leur poids démographique est variable (moyenne de 35 000 habitants), mais les densités sont, là encore, relativement élevées : **60 hab/ha en moyenne.**
- **Entre 30 et 40% de part TC** (125 communes), l'échantillon se diversifie, avec 7 communes hors Ile-de-France (notamment autour de Lille). Les densités avoisinent alors les **40 habitants/ha** et le poids démographique, les 25 000 habitants.
- Il faut atteindre les **parts modales TC entre 20 et 30%** pour avoir un panel plus large de communes avec 30% de communes non franciliennes sur les 180. Le nombre d'habitants est alors plus élevé, mais la densité chute, elle, à **19 habitants/ha**. Dans cette catégorie, les communes franciliennes sont cette fois réparties équitablement entre petite et grande couronne.

Pour confirmer la particularité de l'Ile-de-France, les niveaux moyens de parts modales entre l'Ile de France (avec des distinctions entre Paris la petite et la grande couronne) et les autres communes sont résumées ici.

	TOUTES COMMUNES	COMMUNES HORS ILE DE FRANCE	GRANDE COURONNE	PETITE COURONNE	PARIS INTRA MUROS
Densité moyenne	10 habitants/ha	6 habitants/ha	14 habitants/ha	47 habitants/ha	239 habitants/ha
Moyenne parts modales TC	9,1 %	5,5 %	26,5%	34,3%	63,2%
Moyenne parts modales VP	79,8 %	83,2 %	64,7%	55,5%	9,4%

TABLEAU 9 – PARTS MODALES TC ET VP SELON LA LOCALISATION DES COMMUNES EN FRANCE

Les communes franciliennes présentent donc à la fois de fortes densités et de très fortes parts TC (surtout dans Paris et la petite couronne). On peut aussi repérer cette situation particulière en grande couronne, où, même si la densité n'est pas très éloignée de la densité moyennes des autres communes françaises, les parts modales y sont bien plus hautes (3 fois plus importantes).

Une hypothèse explicative simple tient à l'excellent niveau d'offre en Ile-de-France, et à un réseau d'autant plus maillé et présentant un haut niveau d'offre à mesure que l'on se rapproche de la Ville de Paris. A titre de comparaisons, et ce même si l'Ile-de-France n'est pas répertoriée dans l'annuaire TCU produit chaque année par le Cerema.

RESULTATS PRESENTES PAR DENSITES MOYENNES

Une autre façon de présenter les résultats, pour obtenir des repères de parts modales selon les densités est en procédant par tranche, en établissant la moyenne des parts modales pour chaque tranche. Nous avons séparé l'ensemble des 7209 communes urbaines en 14 tranches de densité (par tranches de 15 habitants/ha au début, où les communes sont plus nombreuses, puis de 30 habitants/ha puis de 50 habitants/ha). Les résultats figurent sur le graphique ci-dessous :

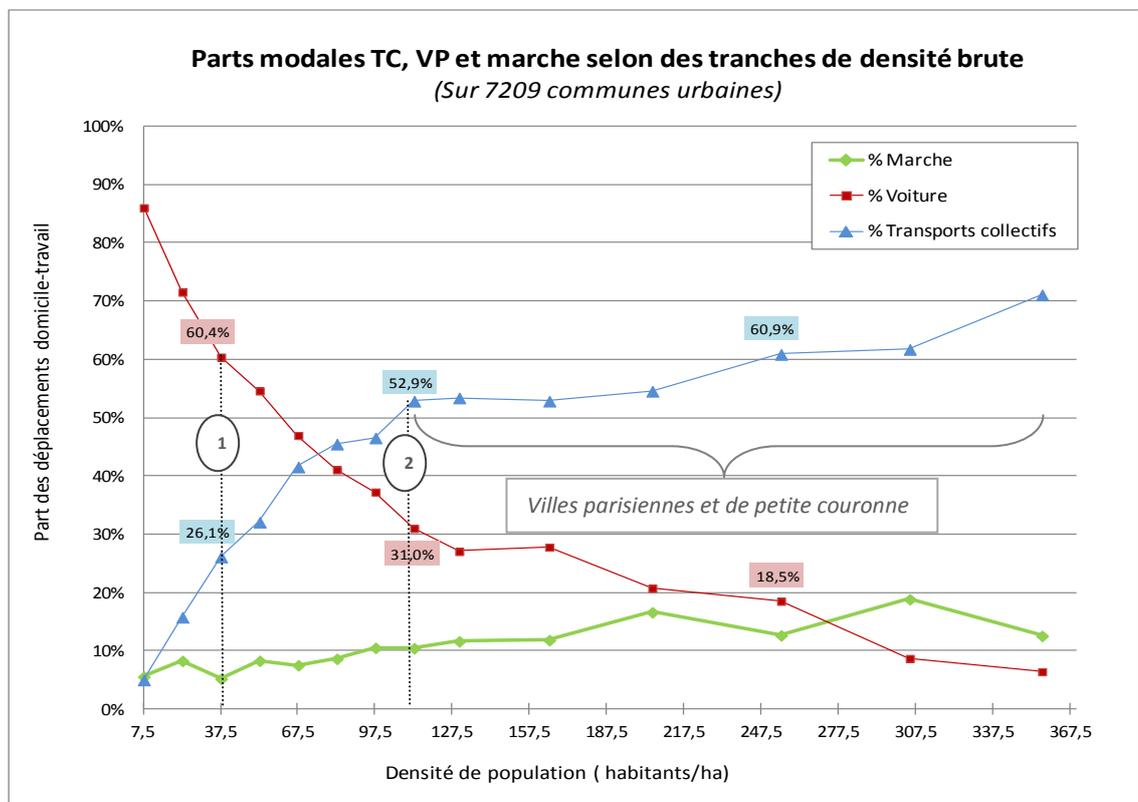


FIGURE 23– PARTS MODALES TC, VP ET MARCHÉ SELON DES TRANCHES DE DENSITÉ – SUR 7209 COMMUNES

On voit que pour les **communes présentant une densité entre 30 et 45 habitants/ha** où figurent de nombreuses grandes et moyennes villes françaises³⁰, la moyenne des **parts modales TC se situe autour de 26%, et de la voiture particulière autour de 61%** (Figure 23, 1).

La relation entre densité et part modale de la voiture (décroissante) et des TC (croissante) évolue ensuite de façon quasi linéaire, jusqu'à atteindre **un seuil, à partir duquel la courbe s'aplatit** (Figure 23, 2). Ce seuil se situe autour de 100-110 habitants/ha, avec un équilibre des **parts modales TC à 53% et voiture à 31%**.

Cette densité de 100-110 habitants/ha est aussi celle à partir de laquelle on ne trouve plus de communes autres que franciliennes. Les plus hautes densités pour des villes de province sont en effet atteintes par des villes du Nord, dans l'agglomération Lille-Roubaix-Tourcoing (La Madeleine, Mons-en-Barœul, autour de 85 habitants/ha, Lannoy, 101 habitants/ha) puis par Lyon et Villeurbanne (100 habitants/ha).

Cette évolution moins marquée des parts modales à mesure que la densité augmente, à partir de ce seuil peut faire l'objet de plusieurs hypothèses. Soit, à partir d'une certaine densité les marges progressions dans l'évolution des parts modales sont épuisées, les villes très denses ayant déjà atteint un maximum structurel pour leur part TC (la part VP résultante de l'ordre d'une part incompressible). Soit il ne sert à rien, au-delà d'un certain seuil, d'être dense pour atteindre de meilleures parts TC.

UNE RELATION MOINS EVIDENTE ENTRE DENSITE ET MARCHE A PIED

Concernant la marche à pied, pour laquelle un zoom est reproduit ci-dessous, la relation observée est moins évidente. On observe une relation croissante entre la densité et la marche à pied (dans le même sens que la part des TC) mais surtout pour les communes d'une densité **entre environ 35 habitants/ha et 130 habitants/ha**. Ainsi, alors que la densité triple, la part de la marche à pied double (de 5,2 à 11,6%).

Mais avant (en dessous de 35) comme après (à partir de 130 habitants/ha, soit les communes parisiennes et de petite couronne), la part modale de marche à pied oscille et, même si elle tend à augmenter à mesure que les densités augmentent, ne suit pas l'évolution des densités de façon linéaire.

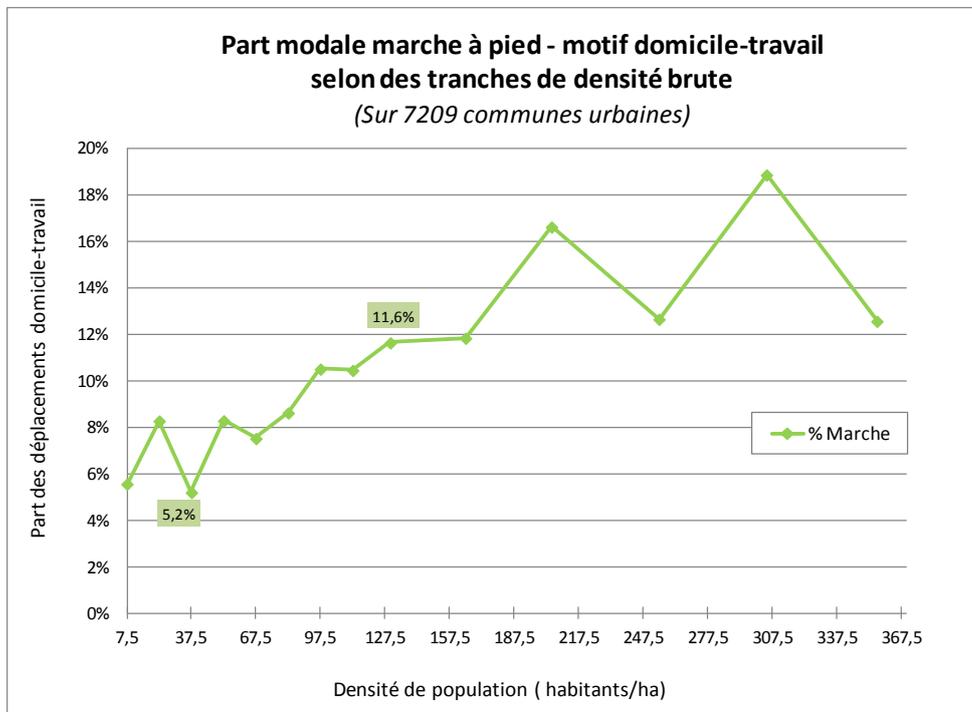


FIGURE 24 – PART MODALE DE LA MARCHE A PIED SELON DES TRANCHES DE DENSITES BRUTE DE POPULATION

³⁰ (Agen, Angers, Annecy, Arras, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Le Havre, Lorient, Marseille, Nantes, Orléans, Reims, Rennes, Strasbourg, Toulon, Tours, etc.)

Cette corrélation plus ou moins pertinente selon les tranches de densité n'est pas surprenante, dans le sens où le croisement entre la densité brute et la part modale de la marche à pied dégage un coefficient de corrélation non significatif (valeur à 0,022, voir Annexe II.2).

D'autres chercheurs ont cependant mis en évidence de façon plus convaincante les liens entre densité et part modale de la marche à pied. Mathieu Iglesias³¹, dans une étude sur les liens entre formes urbaines et mobilité sur le canton de Genève, a ainsi mis en évidence que, pour le motif professionnel, la densité urbaine **mais aussi la mixité des fonctions** expliquaient le mieux la part modale de la marche.

DETAIL PAR CLASSES DE COMMUNES SELON LEUR POPULATION

Si la relation est démontrée de façon globale, nous avons voulu vérifier s'il en était de même selon les communes. Comme pour la motorisation, nous avons donc segmenté l'échantillon en classes, selon le nombre d'habitants des communes (sept classes, dont six seulement sont représentées ci-dessous).

UNE CORRELATION MOINS EVIDENTE A MESURE QUE LES COMMUNES SONT MOINS PEULEES

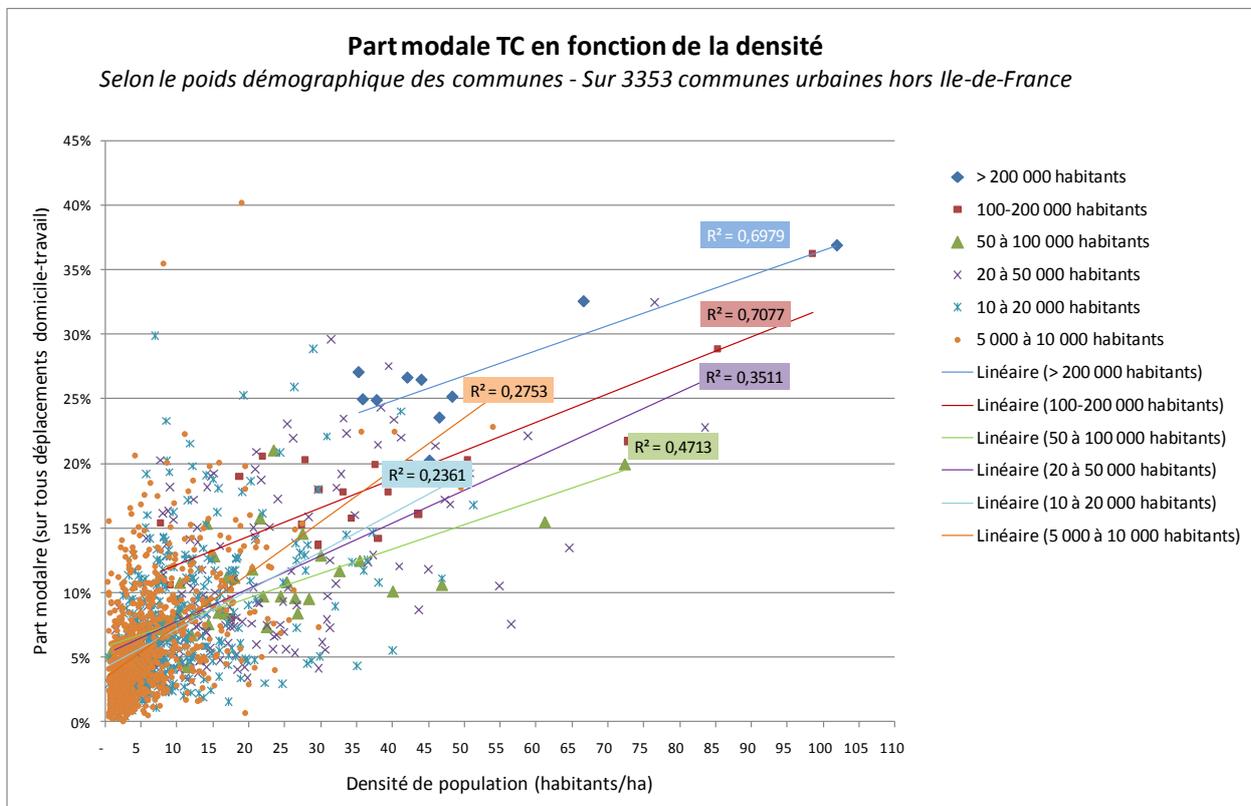


FIGURE 26 –PART MODALE DES TRANSPORTS COLLECTIFS SELON LA DENSITE BRUTE – PAR CLASSE DE POPULATION

On voit d'emblée que la **relation croissante entre densité et part modale des transports collectifs, observée précédemment, fonctionne d'autant mieux que la commune est peuplée** : on atteint des coefficients de corrélation élevés pour les communes de plus de 100 000 habitants (0,708 pour celles de 100 à 200 000, 0,698 pour celles de plus de 200 000 habitants). A l'inverse, à mesure que le nombre d'habitants diminue, la relation est moins pertinente : les R² descendent en dessous de 0,5 dès que l'on passe sous 100 000 habitants. Seule la catégorie des 5-10 000 habitants fait exception, avec un coefficient de corrélation plus fort que les villes de 10-20 000 habitants. Pour celles de moins de 5 000 habitants (non représentées), la relation n'est plus pertinente, avec un coefficient de corrélation proche de 0.

³¹ IGLESIAS (2007)

Les observations sont les mêmes si l'on croise part modale VP et densité, mais dans une relation inverse³²

Ces observations nous amènent à nous pencher sur les catégories de communes pour lesquelles la relation entre densité et parts modales est la plus pertinente (coefficient de corrélation presque supérieur à 0,5 pour la densité et la part TC) : les communes de plus de 50 000 habitants.

Dans chaque catégorie, il peut être intéressant de voir quelles villes sortent de la droite de corrélation et d'avancer des hypothèses à ces exceptions, qui éclaireront sur d'autres déterminants aux parts modales.

VILLES DE PLUS DE 200 000 HABITANTS : DES DIFFERENCES QUI S'EXPLIQUENT PAR LE NIVEAU D'OFFRE ET PAR LES POLITIQUES DE DEPLACEMENTS

Dans cette catégorie, Strasbourg se distingue des autres villes par une faible part VP et une forte part TC au regard de sa densité. Ceci s'explique sans doute par un développement ancien d'un réseau maillé et hiérarchisé de TCSP (6 lignes de tramway, 1 ligne de BHNS) et de lignes de bus. Le fait que la part TC soit légèrement plus haute, tandis que la part VP est vraiment plus faible s'explique aussi sans doute par une politique active de promotion du vélo. Nous ne disposons pas dans les données INSEE sur les parts modales cyclables isolées³³ pour valider cette hypothèse mais un rapide coup d'œil aux dernières enquêtes ménages déplacements fait état d'une part modale pour le vélo (tous motifs confondus) très élevée par rapport à d'autres villes, que ce soit à l'échelle de la ville de Strasbourg (14%) ou de la communauté urbaine (8%)³⁴.

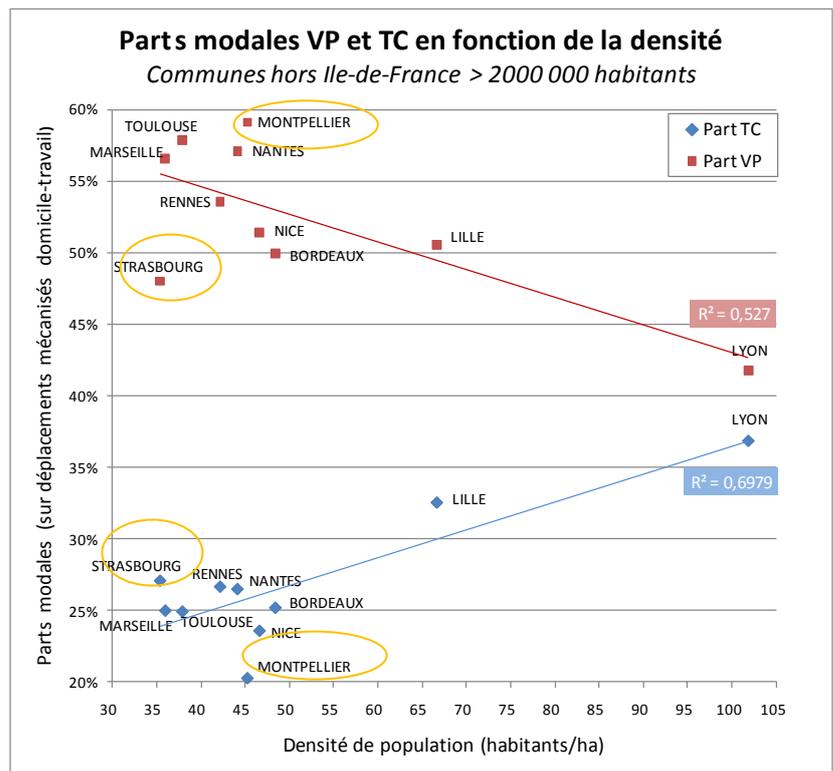


FIGURE 27 –PART MODALE VP ET TC SELON LA DENSITE BRUTE – VILLES DE PLUS DE 200 000 HABITANTS HORS IDF

A titre de repère, la moyenne pour les villes françaises est de 5% et de grandes agglomérations comme Lyon peinent à dépasser les 2%. La faible part VP confirme aussi les données observées en section IIA sur le faible nombre de véhicules par ménages pour cette ville.

Montpellier à l'inverse, présente une part VP élevée compte tenu de sa densité, en dépit d'un bon niveau d'offre en TCSP (4 lignes de tramway). On voit cependant, qu'à densité légèrement supérieure, le PKO par habitant en TCSP de Montpellier n'égale pas celui de Strasbourg : 3028 contre 3853³⁵.

On voit aussi pour de nombreux cas, qu'une part « anormalement haute » de TC dans les déplacements ne signifiera pas toujours une part « anormalement basse » de VP : exemples pour Lille, plus encore pour Nantes, qui a une forte part de déplacements en VP mais aussi une forte part de déplacements en TC. **Ce constat laisse supposer l'existence de facteurs différenciés pour expliquer l'utilisation de chaque mode.**

³² Voir en annexe la représentation des croisements entre part modale VP et densité brute de population, pour trois catégories de villes de plus de 50 000 habitants.

³³ Les parts modales vélo sont regroupée dans la catégorie « Deux Roues », aux côtés des deux roues motorisés.

³⁴ «Esprit pionnier», Synthèse du schéma directeur vélo pour la Communauté urbaine de Strasbourg à l'horizon 2020.

³⁵ Données de l'annuaire TCU

VILLES DE 100 A 200 000 HABITANTS : DES DIFFERENCES LIEES A L'OFFRE, MAIS AUSSI A L'HISTOIRE DES VILLES ET AUX CARACTERISTIQUES DES INDIVIDUS

Même si le très bon coefficient de corrélation pour cette catégorie répartit plutôt bien les villes le long de la droite, on voit que certaines villes, pour la même densité, ont des parts TC et VP très différentes.

Perpignan, Limoges et Besançon, ont ainsi la même densité, mais leurs parts TC (sur les déplacements mécanisés) s'échelonnent de 8% à 19%. Le même constat vaut dans une moindre mesure pour des villes comme Aix et Nîmes.

On peut là encore imputer ces différences au niveau d'offre (PKO de 468 000 à Perpignan, contre un PKO presque deux fois plus élevé à Besançon de 719 000), mais dans ce cas assez extrême, ce facteur semble imparfait à expliquer les différences d'utilisation des transports collectifs. Pour un petit réseau et une ville d'assez faible densité, Besançon semble en effet se distinguer par un fort taux d'utilisation des transports collectifs, ce qui fut d'ailleurs un des éléments avancés pour justifier la mise en place d'un tramway.

Dans d'autres villes, comme **Saint-Etienne, on observe aussi une forte part TC et une faible part VP** par rapport à la densité. Une hypothèse explicative peut ici être les caractéristiques sociales et démographiques de la population : des revenus moindres que dans d'autres villes rhône-alpines comme Grenoble ou Lyon, un plus fort taux de non-emploi et un profil d'usagers plus jeunes que la moyenne des villes de même taille.

Toulon, Brest, Caen et Nancy présentent dans l'ensemble des parts TC un peu faibles au regard de leur densité. Ceci peut s'expliquer soit par l'absence de TCSP (par rapport à de nombreuses autres villes de la catégorie qui en sont dotées) comme à Toulon, soit peut-être par une mauvaise image lié à des difficultés techniques rencontrées par le système de TCSP, comme avec les TVR de Caen et de Nancy. Le cas de Brest enfin pourrait s'expliquer par le caractère récent du TCSP (tramway mis en service en 2012), qui n'a peut-être pas encore produit les effets attendus sur l'augmentation des déplacements en transports collectifs.

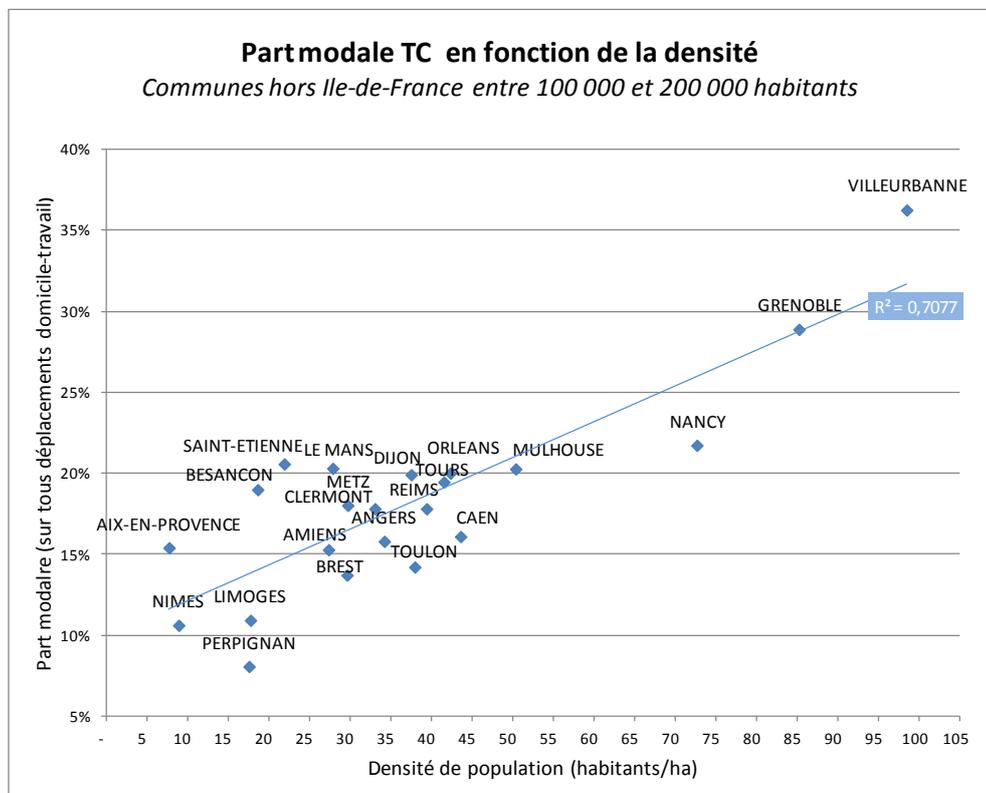


FIGURE 28 –PART MODALE TC SELON LA DENSITE BRUTE – VILLES ENTRE 100 ET 200 000 HABITANTS, HORS IDF

VILLES ENTRE 50 ET 100 000 HABITANTS : DES DIFFERENCES EXPLICABLES PAR LE RATTACHEMENT DE CERTAINES COMMUNES A DES PTU PLUS VASTES ET DENSES

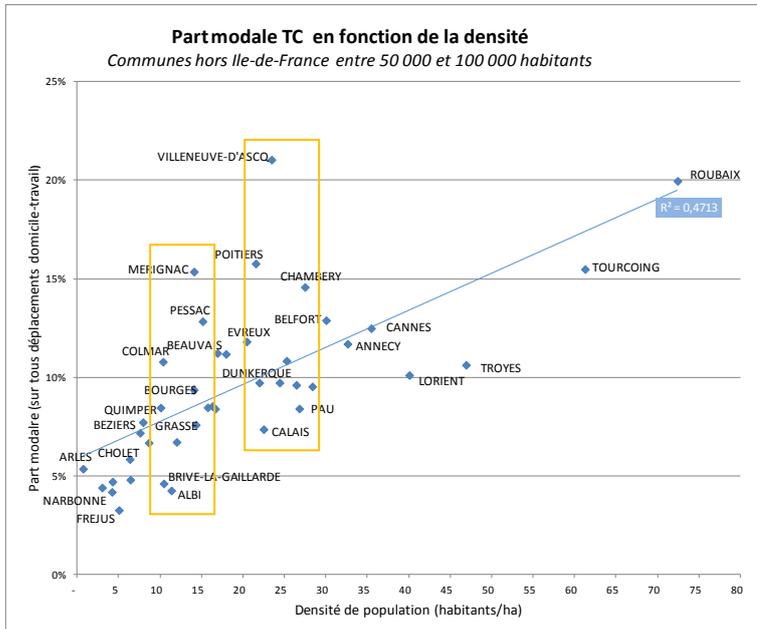


FIGURE 30 –PART MODALE TC EN FONCTION DE LA DENSITÉ – VILLES ENTRE 50 ET 100 000 HABITANTS, HORS IDF

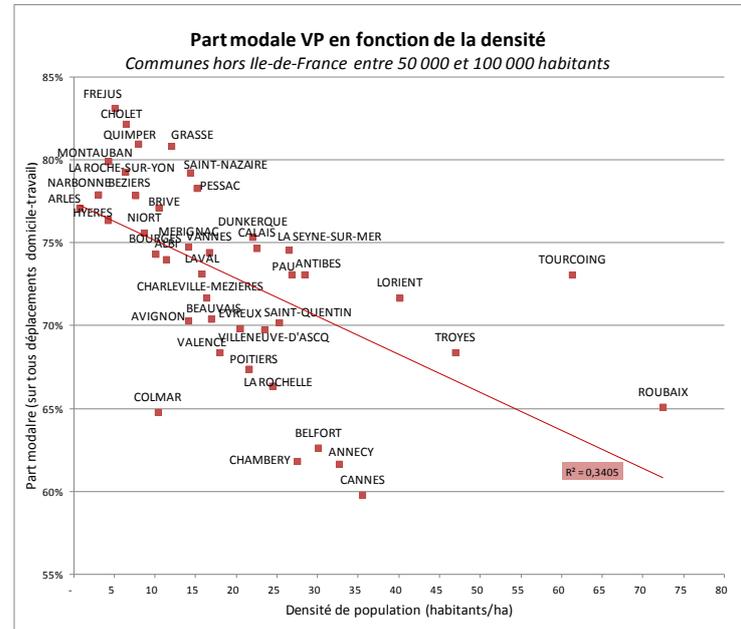


FIGURE 29 –PART MODALE VP EN FONCTION DE LA DENSITÉ – VILLES ENTRE 50 ET 100 000 HABITANTS, HORS IDF

Dans cette catégorie, où l'on note déjà que le coefficient de corrélation est plus faible (avec donc de nombreuses exceptions à attendre par rapport à la relation linéaire) on voit ressortir quelques cas extrêmes. Certaines villes présentant de fortes densités se différencient par des parts TC très différentes. **C'est le cas de Villeneuve d'Asq où la part TC est très forte (21%) par rapport à Calais (7,4%)**. Ceci s'explique en partie par le fait que Villeneuve d'Asq est intégrée à la métropole lilloise, avec une offre en transport lourd à laquelle une ville-centre isolée comme Calais n'a pas accès. Elle partage donc plutôt les caractéristiques de mobilité d'une grande communauté urbaine comme Lille, que celles de villes de sa taille et densité. On voit ainsi apparaître une limite importante à notre traitement : de l'avoir fait uniquement au niveau communal et non au niveau de PTU (travail à l'échelle interurbaine plutôt qu'à l'échelle intraurbaine). Mais nous reviendrons sur quelques liens entre des indicateurs de densité et d'autres indicateurs à l'échelle de PTU plus loin.

Une exception similaire se retrouve **entre Mérignac, intégrée à l'agglomération bordelaise et Albi** (même densités mais part TC trois fois plus importante à Mérignac. Ces deux exemples sont aussi intéressants dans la mesure où de fortes parts TC, tant à Mérignac qu'à Albi, ne signifient pas nécessairement des parts VP anormalement basses. Les parts VP de Mérignac et de Villeneuve d'Asq sont ainsi comparables à celles d'Albi et de Calais (autour de 75%, sauf à Villeneuve d'Asq où elles sont plus faibles).

Il semblerait donc que si un bon facteur explicatif à la part TC est le niveau d'offre et l'intégration de la commune à une plus grande agglomération, ce facteur ne soit pas pertinent pour rendre compte de l'usage de la voiture individuelle.

D'autres exemples comme **Bourges et Lorient** (parts TC voisines entre 8 et 10%, alors que Lorient a un plus fort PKO, et que les densités sont très différentes, Lorient étant quatre fois plus dense au niveau de la ville-centre, deux fois plus dense au niveau du PTU) laissent supposer que d'autres facteurs explicatifs entrent en jeu. On peut avancer comme facteur explicatif à un relativement bon niveau d'utilisation des transports à

Bourges le poids de la ville centre : elle représente, en termes de population par rapport à l'agglomération 63%, alors que la ville de Lorient ne compte que pour 31% de la population du PTU.

On voit aussi pour ces deux villes, que leurs parts TC sont voisines alors que leurs niveaux de motorisation sont très différents. Bourges présente ainsi un plus fort nombre de véhicules par ménages (1,42 contre 1,31 à Lorient) et une forte multimotorisation (42,3% des ménages vs 37,3% à Lorient). Ceci appuie l'idée de facteurs explicatifs différenciés pour la motorisation et pour le niveau TC. Dans ce cas, une politique peu contraignante en termes de circulation et de stationnement à Bourges peut expliquer la motorisation.

A retenir sur les liens entre répartition modale et densité

- **Une relation confirmée forte densité – forte part TC – faible part VP** (et à l'inverse faible densité – faible part TC – forte part VP), avec une part VP légèrement plus sensible à la densité que la part TC.
- **Mais de façon plus forte encore pour les villes de plus de 50 000 habitants.** Si l'on compare ce résultat avec celui obtenu sur la motorisation (corrélation plus forte surtout pour les villes entre 50 et 200 000 habitants, mais ensuite moins pour les villes de plus de 200 000 habitants et au-dessus de 100 habitants/ha), ceci laisse penser, qu'autant au-delà d'une certaine taille et densité, il devient difficile de réduire plus la voiture en ville, autant il est toujours possible de faire évoluer les parts modales.
- **Des exceptions qui introduisent d'autres facteurs influant sur les parts modales:** surtout le niveau et qualité d'offre en transport en commun (par habitant du PTU mais aussi le niveau d'offre global), avec la présence plus ou moins ancienne de TCSP.
- **Un haut niveau de motorisation ne signifie pas nécessairement une forte part VP, une faible part TC, ce qui renseigne sur l'existence de facteurs différenciés (et autres que la densité) sur les deux.**

II.B. DISCUSSION : LA DENSITE PARMIS D'AUTRES DETERMINANTS DES PRATIQUES DE MOBILITE

LIMITE AUX OBSERVATIONS

UN CROISEMENT AVEC DEUX INDICATEURS DE MOBILITE SEULEMENT

Premièrement, une des limites de notre croisement est de n'avoir utilisé que deux types d'indicateurs pour caractériser les pratiques de déplacements : la motorisation et la répartition modale (et seulement sur le motif domicile-travail). D'autres indicateurs, comme la longueur des déplacements et les parts modales sur d'autres motifs de déplacements auraient été précieux pour vérifier également leur lien avec la densité.

En particulier, des chercheurs ont montré que la longueur des déplacements (en kilomètres) était très sensible à la densité des communes. Vincent Fouchier a ainsi montré en Ile-de-France que les individus qui résident dans les communes de densités les plus faibles parcourent quotidiennement des distances 2,3 fois plus grandes que ceux qui résident en forte densité : 35 km par jour contre 15³⁶.

D'autres chercheurs, comme Mathieu Iglesias pour le canton de Genève, ont aussi **distingué l'influence de la densité selon les motifs** de déplacements³⁷. Ainsi, s'il a montré que la densité était, comparativement à d'autres critères de formes urbaines, le facteur le plus explicatif la part TC tous motifs confondus, ce n'était pas toujours le cas pour le motif professionnel (importance de la mixité, de l'emprise au sol...), pour le motif loisirs (emprise au sol et interaccessibilité) et pour le motif achats (encore l'importance de l'emprise au sol et de l'interaccessibilité). Généralement, il a souligné que les indicateurs de forme urbaine expliquaient mieux les parts VP que TC, qui dépendent beaucoup des caractéristiques socio-économiques des individus et de l'offre disponible en TC.

UNE ANALYSE COMMUNALE, ALORS QUE LES OFFRES EN TC SONT DEFINIES AU NIVEAU DES PTU

Une seconde limite à notre travail est d'avoir regardé les situations en au niveau communal. Quoiqu'intéressante pour montrer les grandes tendances sur des échantillons larges (et surtout pour l'obtention des données...), cette méthode peut être aussi trompeuse sur la situation des différentes communes. Nous l'avons vu avec certaines communes entre 50 et 100 000 habitants, qui n'étaient pas des « villes-centres » d'agglomérations mais des villes rattachées à de plus grandes agglomérations (Villeneuve d'Ascq avec Lille, Mérignac avec Bordeaux) et bénéficiaient ainsi par exemple d'une offre de transport accrue, compte tenu de leur taille et de leur densité (qui pouvait ensuite influencer sur leur motorisation...).

LIMITE AUX CORRELATIONS OBSERVEES : LES AUTRES FACTEURS INFLUANT SUR LA MOTORISATION ET SUR LA REPARTITION MODALE

Les nombreuses exceptions mises en évidence grâce à nos « zooms » par catégorie de population, ont pu mettre en évidence d'autres facteurs expliquant la motorisation et les parts modales. En effet, les croisements ont fait ressortir plusieurs situations « hors tendances » dans les communes observées. Parmi les autres grands critères expliquant la motorisation ou la répartition modale, nous pouvons énoncer, d'après nos observations et les autres travaux scientifiques sur le sujet :

- **Le niveau d'offre de transports collectifs** et l'attractivité relative par rapport aux d'autres modes, et notamment au mode routier.

Sur ce point, nous avons pu observer l'influence par exemple d'un haut ratio PKO / habitant, mais aussi d'une bonne offre globale sur les parts modales (comme à Rouen). Les différentiels dans l'offre

³⁶ FOUCHIER in FOUCHIER ET MERLIN (1997), p. 26. Il utilise la définition de « densité humaine nette » pour ce constat (densité d'habitants et d'emplois rapportés à la seule surface urbaine des communes).

³⁷ IGLESIAS (2007).

en TC semblaient en tous cas bien expliquer à la fois les variations dans les parts modales, mais également certains écarts dans la motorisation des communes.

- **Les politiques de déplacements et d'aménagement** et notamment :
 - Des politiques plus ou moins contraignantes en matière de stationnement.
 - Des plans de circulation adaptés en centre-ville pour limiter la circulation automobile.
 Les différences entre deux villes comme Bourges et Lorient semblent ainsi résulter de politiques plus ou moins contraignantes en matière de circulation et de stationnement, qui influent d'ailleurs sur la place de la voiture en ville, mais pas nécessairement sur le niveau d'utilisation TC.
 - Les aménagements en faveur de tel ou tel mode : configuration de voirie et design urbain plus ou moins favorable à la marche à pied ou au vélo.

L'exemple de Strasbourg, aux faibles parts VP compte tenu de sa densité était à ce titre parlant.

- **Les caractéristiques socio-démographiques et les facteurs de préférence des individus.**
Ce facteur, influant notamment beaucoup sur les situations de motorisation, a été repéré entre des communes de petite couronne francilienne, mais aussi pour de grandes villes comme Saint-Etienne.

DES INTERACTIONS COMPLEXES, DIRECTES OU INDIRECTES

Les résultats de certains projets de recherche, comme le projet européen SESAME, qui a étudié les liens entre forme urbaine et pratiques de mobilité pour plusieurs villes européennes, confirment et quantifient l'importance respective des différents facteurs influant sur la répartition modale et les pratiques de déplacements. Le projet les répartit en cinq catégories: les facteurs de forme urbaine, l'offre de transport en commun, l'offre du réseau routier, les caractéristiques socio-démographiques de la population et les caractéristiques des déplacements. Sont également étudiés l'impact des politiques de déplacements sur les parts modales (et en leur sein le développement de parcs pour vélo, des plans de modération de la vitesse, la gestion du stationnement, l'existence de voies réservées au covoiturage, de système de TCSP, de politiques pour promouvoir les TC ou le vélo).

Dans ce projet, l'interaction à multiples directions dont nous parlions en introduction est aussi mise en évidence: il est montré que, parmi les facteurs influençant l'offre des transports en commun, on trouve la taille de l'agglomération et la densité urbaine : « plus la densité urbaine de l'agglomération est élevée, plus l'offre de transports en commun est importante » [...] « L'amélioration concerne autant la présence de modes lourds que des fréquences de passage plus élevées » (SESAME, p.44). Or nous avons vu que l'offre influe ensuite elle-même directement sur le niveau de fréquentation. On se retrouve donc avec ce type d'interactions, où la densité influence les parts modales TC de façon directe, mais aussi indirecte, par le biais du niveau d'offre en TC.

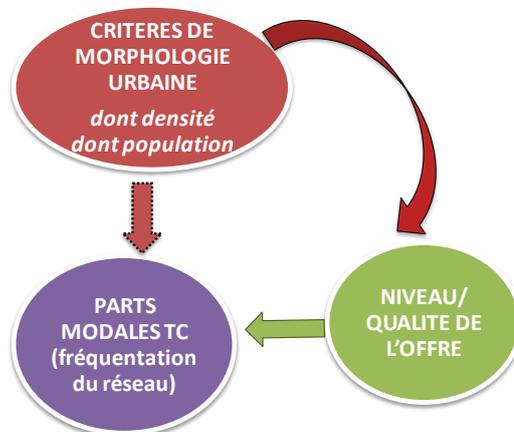


FIGURE 31 – INFLUENCE DIRECTE ET INDIRECTE DE LA DENSITÉ SUR L'OFFRE TC ET LES PARTS MODALES TC

III.C. LES EFFETS DE LA DENSITE SUR L'OFFRE ET LA FREQUENTATION DES RESEAUX DE TC

Afin d'expliciter ce lien, direct ou indirect de la densité sur à la fois la fréquentation des réseaux de transport, à la fois le niveau d'offre, nous avons essayé de croiser quelques indicateurs de densité (à l'échelle de PTU ou locales) et quelques indicateurs sur la fréquentation et l'usage des réseaux de transport. Les données utilisées ont été, pour les indicateurs sur les réseaux, celles de l'annuaire des transports collectifs urbains du CEREMA (données d'offre et de fréquentation à l'échelle des PTU) et pour les indicateurs de densité, les données de population (INSEE RGP 2009), conglomérées à l'échelle des PTU, et pour les densités locales, les données que nous avons obtenues dans nos recherches (précisions sur les méthodes dans la partie suivante).

III.D.1 DENSITE ET OFFRE ET FREQUENTATION A L'ECHELLE DES PTU

Les indicateurs retenus, à l'échelle des PTU, sont les suivants :

Indicateur sur les réseaux de transport ³⁸	Indicateurs de densités
Total de voyages	Densité brute de population – Ville-centre
Total de PKO (place/kilomètres offertes)	Densité brute de population – PTU
Total de kilomètres (dont haut-le-pied)	Densité brute de populations et d'emplois – Ville-centre
	Densité brute de populations et d'emplois – PTU

Sur ces trois indicateurs sur les réseaux, le total de voyages, renseigne plutôt sur la fréquentation (donnée de demande), les deux autres sont plutôt des données d'offre. Mais ces indicateurs sont intimement liés.

Concernant les indicateurs de densité, même s'il a été vu que les densités nettes n'avaient, sur des échantillons larges de nombreuses communes, pas un meilleur pouvoir explicatif que les densités brutes, nous avons aussi vu qu'elles permettaient de réduire les écarts de densité entre et pensons, que pour de grandes communes, elles reflètent mieux l'utilisation réelle des sols que des densités brutes. Le critère du **nombre d'habitants** (pour les ville-centres et PTU) a aussi été testé, conformément à l'hypothèse que comme la densité, il influe à la fois sur le niveau d'offre et le niveau de mobilité des habitants d'un PTU.

PRINCIPAUX RESULTATS

Pour l'ensemble des indicateurs testés, la relation observée est décroissante :

- **Plus les villes-centres/PTU sont peuplés, plus le nombre de voyages, de km et de PKO sont élevés**
- **Plus les villes-centres/PTU sont denses, plus ces variables sont élevées**

On observe cependant des coefficients de corrélation variables selon les croisements, qui renseignent sur la plus ou moins grande pertinence des relations. Les coefficients trouvés sont les suivants :

Variable explicative		Variable à expliquer		
		Nombre de voyages	Total PKO	Nombre de km
Densité nette Population	<i>Ville-centre</i>	0,467	0,444	0,260
Densité nette P+E	<i>Ville-centre</i>	0,457	0,464	0,221
Densité nette Population	<i>PTU</i>	0,301	0,306	0,301
Densité nette P+E	<i>PTU</i>	0,313	0,325	0,270
Nombre d'habitants	<i>Ville-centre</i>	0,571	0,545	0,556
	<i>PTU</i>	0,808	0,869	0,527

³⁸ Les définitions précises de ces indicateurs sont fournies dans le glossaire

L'IMPORTANCE DU NOMBRE D'HABITANTS

Le nombre d'habitants (ville-centre et PTU) a un plus fort pouvoir explicatif que la densité, qu'il s'agisse d'expliquer le nombre total de voyages, de PKO ou de kilomètres.

En particulier, le nombre d'habitants du PTU explique le mieux le PKO (R^2 de 0,87, ci-contre) et le nombre de voyages (R^2 de 0,8).

Ces résultats sont logiques, dans la mesure où le critère de population à desservir (« clientèle potentielle») est le premier utilisé pour calibrer l'offre de transport, comme nous le verrons plus tard.

Ces résultats sont aussi conformes aux moyennes établies par le CEREMA sur différentes classes de réseaux selon leur population³⁹, où l'on voit que plus la population des PTU augmente, plus les niveaux d'offre et de fréquentation augmentent. En revanche, le plus faible pouvoir explicatif de la population sur le nombre de kilomètres laisse supposer que d'autres critères, dont certains sans doute liés à la morphologie du territoire, participent à la détermination de cette variable.

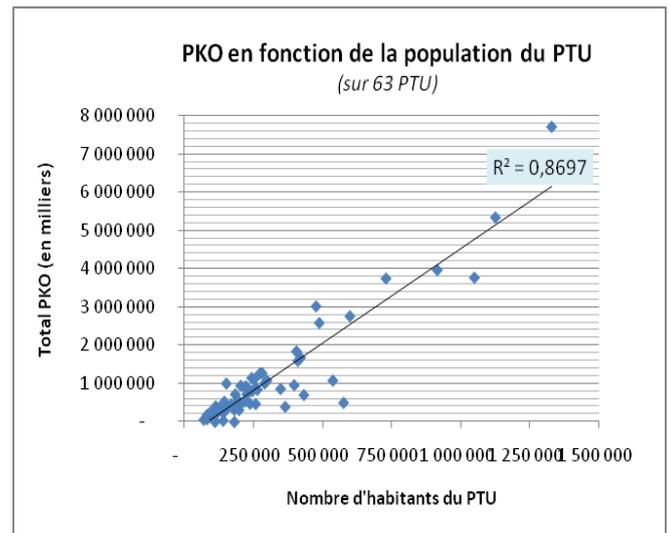


FIGURE 32 – PKO EN FONCTION DE LA POPULATION DU PTU SUR 63 PTU

L'IMPORTANCE DE LA DENSITE

Si l'on s'intéresse aux densités, on voit que parmi les critères, la densité nette de la ville-centre explique le mieux le Total de PKO et le nombre de voyages.

En revanche, la densité nette du PTU explique le mieux le nombre de kilomètres. A l'échelle du PTU, on voit également que la densité sommée population+emplois explique généralement mieux les indicateurs que la seule densité de population.

COMMENTAIRES

La corrélation tout de même correcte entre densité de la ville-centre et la fréquentation peut s'expliquer par le fait qu'une ville-centre plus dense, en tant qu'elle regroupe une masse importante et concentrée de population, favorisera a priori un fort taux d'utilisation du réseau de transport et influera donc sur le nombre total de voyages.

Ce type de configuration (des villes-centres denses) incitera aussi les exploitants à déployer un bon niveau d'offre (la densité assurant a priori de bons niveaux de remplissage), avec éventuellement des systèmes lourds capacitaires, et in fine un impact sur le niveau de PKO.

En revanche, le fait que ce soit la densité du PTU qui influe de manière plus importante sur le nombre total de kilomètres (kilomètres commerciaux + haut-le-pied), laisse imaginer qu'un PTU dense dans sa globalité nécessitera le développement d'un réseau plus maillé et plus étendu.

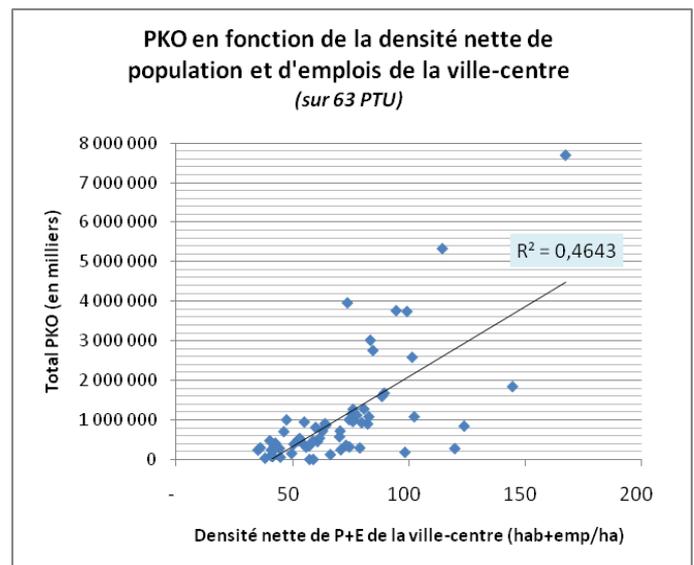


FIGURE 33 – PKO EN FONCTION DE LA DENSITE NETTE P+E DE LA VILLE-CENTRE - SUR 63 PTU

³⁹ Voir ce document, extrait de l'annuaire des TCU 2012 et reproduit en annexe, avec les principaux éléments synthétisés.

Au sujet du **relativement faible pouvoir explicatif de la population sur le nombre de kilomètres**, ceci peut s'expliquer par le fait qu'une simple donnée de population ne préjuge pas de la forme de la ville, ni du réseau.

TESTS D'AUTRES CRITERES DE MORPHOLOGIE URBAINE

Afin d'exploiter au maximum les données dont nous disposons, nous avons aussi testé d'autres critères pouvant compléter la définition de la densité pour décrire la morphologie des différents PTU :

- Le rapport entre la population de la ville-centre et celle du PTU (en %) ;
- Le rapport entre le nombre d'emplois de la ville-centre et celui du PTU (en %) ;
- Le rapport entre la superficie de la ville-centre et celle du PTU (en %) ;
- Le rapport entre la superficie urbaine nette et la superficie brute d'un PTU (en %).

Sur les quatre indicateurs croisés avec les mêmes indicateurs que précédemment sur les réseaux de transport (nombre total de kilomètres, nombre total de voyages, total de PKO), **seul l'indicateur de superficie nette rapportée à la superficie brute des PTU apparaît légèrement pertinent** : coefficients entre 0,22 et 0,27, pour expliquer le nombre de voyages, le nombre de km ou le total de PKO. Cela signifie que plus la superficie urbaine nette d'un territoire se rapproche de sa superficie brute c'est à dire **plus le territoire est investi par des occupations urbaines** (ce qui constitue une autre définition de la densité) **plus le nombre de voyages, le nombre de PKO et le nombre de kilomètres seront élevés**. Entre les trois variables de transport, la relation se vérifie de mieux pour le total de PKO.

En appliquant ce croisement à différentes classes de réseaux selon la population du PTU, on s'aperçoit que l'indicateur est **plus pertinent pour les PTU les plus peuplés** (coefficient R^2 de 0,6 pour ceux de plus de 400 000 habitants, de 0,38 pour ceux de 200-400 000 habitants, mais pas significatif en-dessous de 200 000 habitants)⁴⁰. Ces résultats se vérifient aussi avec le nombre de voyages .

D'une façon générale, même si des corrélations peuvent être mises à jour, **les indicateurs simplifiés de population et de densité utilisés, semblent atteindre leurs limites pour explorer de manière satisfaisante les liens entre offre et fréquentation** d'un réseau de transport et morphologie urbaine.

Ainsi **d'autres facteurs pouvant intervenir** sur les grands indicateurs que nous testons sont : la superficie du PTU, une organisation polycentrique ou monocentrique de l'agglomération, la localisation et la répartition de l'emploi et de l'habitat, etc., comme d'autres projets de recherche comme SESAME l'ont montré.

⁴⁰ Voir schémas en annexe.

III. D.2. DENSITE ET NIVEAU DE FREQUENTATION, A L'ECHELLE DE LIGNES

A l'échelle de lignes, nous nous sommes appuyés sur les données de la base des arrêts des transports collectifs du CEREMA⁴¹, pour croiser une donnée de densité locale autour des arrêts (nombre d'habitants à 300 mètres, fourni par la base) au niveau de fréquentation de cet arrêt (également compris dans la base).

TEST AVEC LES DONNEES DE LA BASE ATC : DES RESULTATS PEU CONCLUANTS ... EN RAISON D'UN MANQUE DE FIABILITE DES DONNEES ?

Les résultats des croisements effectués, à la fois sur les réseaux avec TCSP ou sans TCSP disponibles dans la base ATC donnent des coefficients de corrélation souvent peu significatifs (autour de 0,15, au maximum de 0,24 sur le réseau de bus d'Aubagne et de Rennes). Ces résultats peu concluants sont peut-être dus à un manque de fiabilité des données de la base ATC sur les fréquentations aux arrêts (de rapides vérifications ont ainsi montré qu'on trouvait parfois le même nombre total de passagers par jour, pour des arrêts distincts).

DONNEES RECOLTEES MANUELLEMENT : UNE CORRELATION TOUJOURS LIMITEE

Nous avons réessayé de tester, mais avec une autre source de donnée la correspondance entre densité à proximité des arrêts et fréquentation des lignes. Ces données ont été récoltées par nous-mêmes au fur et à mesure de nos recherches sur les TCSP, les densités locales autour des lignes et leur niveau de fréquentation, comme il sera mieux expliqué en Partie III. Lors de nos recherches, nous avons ainsi pu trouver ces données (fréquentation des lignes et densités autour des lignes) pour 21 TCSP.

Mais le croisement entre variables donne un coefficient de corrélation de 0,2, toujours très faible. Encore une fois, on peut soit estimer que nos données (issues de sources d'informations diverses, sans certitude quant à leur exactitude) ne sont pas d'assez bonne qualité pour démontrer un lien, ou supposer que **le niveau de fréquentation d'une ligne est à chercher ailleurs que dans la densité locale.**

UNE FREQUENTATION PLUTOT LIEE AU NIVEAU D'OFFRE ? AUTRES DETERMINANTS DE LA FREQUENTATION D'UN ARRET OU D'UNE LIGNE

La fréquentation s'explique sans doute mieux **par le niveau d'offre à chaque arrêt.** Ne disposant dans la base ATC que de l'amplitude horaire (mais pas de la fréquence, du nombre de lignes, ou du nombre de services par jour), nous ne pouvons pas montrer précisément jusqu'à quel point la fréquentation est mieux déterminée par le niveau d'offre que par la densité locale. Cependant, le pouvoir explicatif important du niveau d'offre sur la fréquentation s'illustre déjà par celui de l'amplitude horaire comme constaté ci-dessous, avec l'exemple de Toulouse.

Mais comme pour le croisement précédent, cette relation n'a pas pu être vérifiée pour tous les réseaux de la base, sans doute en raison du manque de fiabilité des données. On peut aussi aisément avancer l'hypothèse que bien d'autres facteurs (hormis la densité locale, et même que le niveau de service) influent sur la fréquentation :

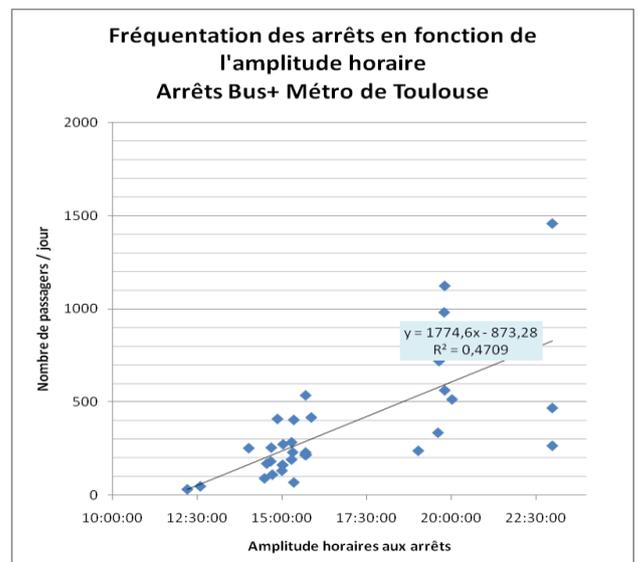


FIGURE 34 – FREQUENTATION DES ARRETS EN FONCTION DE L'AMPLITUDE HORAIRE – TOULOUSE

⁴¹ Voir explications sur cette base en annexe et dans la partie III suivante.

- **La place et la fonction de la ligne** au sein du réseau : centrale ou périphérique, radiale ou transversale, plus ou moins grand nombre de correspondances avec d'autres lignes, et avec des modes lourds ;
- **Les types de territoires desservis et les fonctions des lignes qui en résultent** (des déplacements domicile-travail, scolaires, desserte d'autres pôles générateurs), etc.

Même si de fortes densités locales à un arrêt contribuent sans doute à sa fréquentation, nous avons a priori vu que la densité locale ne peut expliquer seule le niveau de fréquentation d'une ligne.

II.D. PREMIERES CONCLUSIONS EN MATIERE DE PLANIFICATION DES TRANSPORTS ET DE L'URBANISME

UN ENJEU ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL...

La relation inverse ayant été confirmée entre densité et utilisation de la voiture, on peut en tirer des recommandations, tout comme d'autres chercheurs l'ont fait par le passé, quant à l'impact écologique de plus ou moins fortes densités. Vincent Fouchier avait ainsi, pour l'Île-de-France, établi un « bilan écologique de la mobilité », selon la densité, en prenant en compte plusieurs indicateurs de pollution liés aux déplacements. Il avait ainsi déterminé les écarts de valeurs suivants pour les indicateurs de pollution, entre densités (exprimées en population+emplois/ha urbain) les plus basses et les plus hautes :

– distance parcourue	x 2,3
– consommation énergétique	x 3,2
– CO ₂	x 4,4
– CO	x 4,4
– hydrocarbures	x 4,2
– NOx	x 6,0
– particules en suspension	x 2,7

Source : INRETS et Dense Cité : C Gallez et Vincent Fouchier, cité dans FOUCHIER,

On voit que non seulement les distances parcourues font plus de doubler entre les densités les plus fortes et les plus faibles, mais, aussi, qu'en raison de parts modales et de vitesses différentes, la consommation énergétique et les émissions augmentent dans des proportions plus importantes pour les tranches de densité les plus faibles.

... ET SOCIAL

D'autres chercheurs abordent les évolutions actuelles en matière de mobilité plus sous l'angle de l'équité sociale. Jean-Pierre Orfeuil et Eric Le Breton décrivent ainsi très bien de quelle façon le phénomène d'étalement urbain (qui concerne surtout des ménages moins aisés, devant fuir les centres-villes pour trouver des logements à prix abordables) et ses conséquences en matière de sur-utilisation de la voiture, fragilise un grand nombre de populations fragiles dans leur accès à la mobilité⁴². Eric Le Breton précise cette idée en distinguant des catégories de populations plus vulnérables: les femmes, les jeunes, les sans emplois, les étrangers, qui non seulement auraient plus besoin de se déplacer (pour assumer diverses tâches, professionnelles, extra-professionnelles, pour trouver un emploi, etc.) mais connaissent de plus grands freins dans l'accès à la mobilité.

⁴² ORFEUIL et alii (2004), LE BRETON (2005).

L'INJONCTION POUR DES VILLES DENSE ET MIXTES ET POUR UNE ARTICULATION ENTRE POLITIQUES D'URBANISME ET DE TRANSPORT

« De par l'ampleur des déplacements qu'il implique, l'étalement urbain est désormais devenu l'un des maux des sociétés modernes. Chronophage et dispendieux, ce mode d'habitat ne répond plus aux critères de développement durables. Pour pallier ces inconvénients il conviendrait de mettre en œuvre une véritable cohérence entre politiques de transports et les politiques d'urbanisme »,

Marc Wiel (2010), Etalement urbain et mobilité, cité dans CERTU (2012), p.46

Face à ces constats sur les effets néfastes de l'étalement urbain, on a vu ces dernières années monter en puissance le discours sur une ville plus dense et plus mixte, et sur la nécessité de mieux articuler les politiques d'urbanisme et de transport, afin de rationaliser les besoins en déplacements, comme l'exprime Marc Wiel.

En France, cet enjeu a été inscrit dans les lois Grenelle et constitue l'un des objectifs des plans de déplacements urbains (obligatoires pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants depuis 1996). Cette volonté s'est aussi matérialisée par des initiatives concrètes chez certaines villes porteuses de cette philosophie. L'un des exemples les plus connus concerne aujourd'hui les contrats d'axe de Grenoble, qui organisent le partenariat entre acteurs pour susciter des projets urbains autour de lignes de transport. Le Certu a récemment fait paraître un retour d'expériences sur quatre autres territoires s'étant doté de dispositifs de façon à planifier de façon intégrée transport et développement urbain. C'est aussi l'objectif actuel en Ile-de-France, dans le cadre de contrats de développements territoriaux autour des nouvelles gares du Grand Paris.

QUELLE ECHELLE PERTINENTE POUR REGULER LES POLITIQUES DE TRANSPORT ?

Ces politiques, combinées à la promotion de l'utilisation des transports en commun, semblent d'ailleurs déjà porter leurs fruits, du moins pour certaines villes. Malgré le phénomène généralisé d'étalement urbain et de progression de la motorisation, les dernières données sur la mobilité ont montré pour la première fois **une baisse de l'usage de l'automobile et une progression de la marche à pied dans les grandes villes** de plus de 100 000 habitants⁴³. Mais hors celles-ci, l'usage de l'automobile continue à progresser (+3 points dans les couronnes et les banlieues des grandes agglomérations, encore plus dans les couronnes des villes moyennes).

Dans un article collectif⁴⁴ sur l'évolution des comportements de mobilité selon la localisation de l'habitat dans l'agglomération lyonnaise, les chercheurs montrent de la même façon une **baisse globale des émissions liées au transport au centre de l'agglomération, mais une augmentation en périphérie**. Et ils supposent que cet allongement est plus important encore si l'on élargit le périmètre d'étude. Ceci permet de s'interroger sur l'échelle pertinente pour mener les politiques de déplacements. Les auteurs affirment ainsi qu'il faudrait privilégier des échelles d'action plus vastes que celles des actuels PTU, comme **les Schémas de Cohérence territoriale, voire les InterSCOT** pour influencer sur ces évolutions. Avec l'enjeu toujours de freiner la dissociation entre lieux d'emplois et d'habitat, et d'offrir des solutions alternatives à la voiture aux habitants, notamment pour certains (les femmes, les populations vieillissantes), plus nombreux qu'avant à utiliser la voiture.

Nous nous penchons à présent sur un autre élément-clé sur lequel la densité peut avoir un effet : le choix des systèmes de transport, et en particulier des systèmes de TCSP.

⁴³ CERTU (2012), p.44.

⁴⁴ RAUX, TRAINNEL et alii (2006).

PARTIE III – LES LIENS ENTRE DENSITE ET CHOIX D'UN SYSTEME DE TRANSPORT

Ce chapitre s'attache à déterminer l'influence de la densité, parmi d'autres facteurs, sur le choix d'un système de transport par une autorité organisatrice de transport, et en particulier d'un système de TCSP. Ce lien entre densité et choix du système va être testé à deux échelles :

- **A l'échelle des PTU**, tester la force du lien entre la densité (que ce soit du PTU ou de la ville centre) et le choix d'un ou de plusieurs systèmes de TCSP. L'enjeu est d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : Peut-on dégager des caractéristiques communes, en termes de densité, mais aussi de morphologie urbaine, entre les différents PTU ayant fait le choix du Métro, ou du Tramway, ou d'autres systèmes de TCSP ? Quelles limites à ces « catégories de profils » d'agglomérations ?
- **A l'échelle de lignes de TCSP**, tester la force du lien entre certaines gammes de densités locales (à proximité de lignes de TCSP) et le choix d'un système. L'enjeu est de répondre aux interrogations suivantes : A quel point la densité locale est-elle déterminante pour orienter d'une part le choix d'un système de TCSP (entre métro, tramway, BHNS...), d'autre part le choix de son tracé ? Quelles limites à ce lien entre densités (moyennes sur l'ensemble de la ligne ou localisées) et système de TCSP ?

L'objectif est double : de dégager des profils-types d'agglomérations selon les systèmes de transport choisis, qui pourront ensuite servir comme repère pour le bureau d'études, mais aussi de resituer l'importance de la densité par rapport à d'autres éléments qui participent au choix d'un système de TCSP. En effet, voir les limites aux grandes « classes de densité » et typologies trouvées, et s'intéresser à quelques exceptions, que ce soit à l'échelle macrolocale (villes et PTU) ou microlocale (les situations de densités à proximité de tracés existants ou en projet) va permettre de mettre en évidence les grands autres facteurs déterminant ce choix.

DONNEES SUR LES RESEAUX DE TRANSPORT

A l'échelle des PTU, nous nous sommes appuyés sur le **panorama des TCU du CERTU** (Edition 2013, avec des données datant de 2012), mis à jour par la connaissance des projets mis en service depuis.

A l'échelle de lignes de TCSP, nous avons convoqué diverses sources pour connaître les densités locales:

- Extraits des Dossiers d'enquête publique, de concertation ou DOCP pour l'Ile-de-France ;
- Articles de presse, divers documents de présentation des projets ;
- Et la base de données ATC (arrêts de transport collectif) du CEREMA, qui géolocalise les arrêts de plusieurs réseaux français, que nous avons superposées aux données de population locales (Insee, carroyage à 200m). Etant donné que la base ATC comprenait elle-même aussi des données sur les densités locales aux arrêts, l'utilisation en plus des données du carroyage nous a permis de vérifier ces informations, et de déterminer la meilleure méthode de calcul.

Pour distinguer entre les principaux systèmes de TCSP (entre métro, tramway, BHNS), nous utilisons la classification classique établie CERTU, reproduite en Annexe III.3.

DONNEES DE POPULATION, D'EMPLOI ET DE SUPERFICIE

Les informations concernant le nombre d'habitants, le nombre d'emplois et les densités, ont été récoltées à travers les données de l'Insee (RGP 2009 pour la population, données IRIS pour l'emploi).

La donnée fournie sur Corine Land Cover, a comme expliqué en partie II, été utilisée pour calculer des densités nettes, à partir de la surface artificialisée des communes.

III.A. CARACTERISTIQUES DES AGGLOMERATIONS AYANT FAIT LE CHOIX DE TCSP – ECHELLE DES PTU

Comme précisé en introduction à la partie, la principale source à l'échelle des PTU est la dernière édition de l'annuaire des transports collectifs urbains du CERTU. Les informations qu'il contient sont précisées en Annexe III.2. L'idée à partir de ces données est de regarder à quel point la taille et/ou la densité d'un PTU déterminent le choix d'un système de transport, en s'intéressant aux principales caractéristiques urbaines des agglomérations ayant fait le choix d'un système de TCSP.

III.A.1. PROFIL DES AGGLOMERATIONS A METRO

Le choix de la technologie « métro » a été fait par **cinq PTU en France** (hors Paris et Ile-de-France), depuis les années 1970 (1^{ère} ligne à Marseille en 1977) jusqu'aux années 2000 (ligne de métro rennais en 2002). La ligne de métro B à Rennes est aujourd'hui en projet, de même qu'une autre ligne de métro à Toulouse, mais on ne trouve à l'heure actuelle pas de projets de métro pour de nouvelles agglomérations.

POPULATION ET SUPERFICIE

Ces agglomérations présentent des caractéristiques communes en termes de population: les villes-centres pèsent toutes **plus de 200 000 habitants** et les PTU comptent **autour de 1 million d'habitants**, hormis Rennes, qui fait figure d'exception avec un PTU autour de 400 000 habitants seulement, et l'agglomération francilienne, plus peuplée. A noter que le Panorama des TCU produit par le CERTU ne traite pas de l'agglomération francilienne. Nous n'aurons pour cette partie pas d'éléments, à la fois du côté des critères morphologie urbaine mais aussi du niveau d'offre pour Paris et l'Ile-de-France.

En termes de superficie, les PTU de ces agglomérations figurent dans **le quart des PTU les plus vastes** (sur la soixantaine de PTU ayant ou projetant un TCSP). Mais c'est surtout leur **forte superficie nette** (occupée par des usages urbains)⁴⁵ qui les distinguent: elle est toujours supérieur à **200 km²** (sauf encore Rennes, dont la superficie urbaine nette atteint seulement 135 km²).

DENSITES DE POPULATION ET D'EMPLOI

La densité brute de population des villes-centre varie entre 36 habitants/km² (Marseille) et 101 habitants/km² (Lyon) Lyon avec une **moyenne à 57 habitants/km²**. A l'échelle des PTU, cette densité se situe entre 6 habitants/ km² et 22,5 habitants/km² avec une **moyenne à 15 habitants/km²**.

Ces écarts s'amenuisent si l'on s'intéresse à la densité nette, c'est-à-dire à la population rapportée à la surface urbanisée. La densité pour les ville-centres est alors entre 55 et une cinquantaine d'habitants/km², avec une **à 69 habitants/km² urbains**. A l'échelle des PTU, elle varie entre 27 et 50, avec une **moyenne à 38 hab/km² urbains**.

Si l'on s'intéresse à la densité nette de population+emplois/km², on observe des classements légèrement différents. Une ville assez peu dense en population (en brut) comme Marseille se retrouve alors la plus dense (en net) en termes de population et d'emplois.

Ces classements différents selon la définition nette ou brute s'expliquent par de fortes variations de pourcentage d'espace artificialisé selon les villes (Marseille est urbanisée à 53% par rapport à une moyenne de 88% pour les autres). Ces observations nous montrent quelques points sur l'usage des notions de densité :

⁴⁵ La surface nette étant définie de la même façon qu'en Partie II, à partir de la base Corine Land Cover.

- La morphologie de chaque territoire (par exemple la part des terrains urbanisés, la répartition des habitants et emplois entre la ville-centre et le reste des communes du PTU, l'étendue des PTU) aura des conséquences sur les résultats observés ;
- Par conséquent, le choix d'utiliser les notions de densité brute et/ou nette, de population et/ou d'emplois, à l'échelle de ville-centre ou du PTU, changera légèrement les résultats produits ;
- Mais afin d'avoir toujours les mêmes repères dans nos résultats (notamment par rapport à la partie II, où parce qu'elle était la plus explicative, nous avons souvent utilisé l'indicateur simple de « densité brute de population », nous utiliserons par la suite seulement celui-ci pour décrire les caractéristiques villes-centres et PTU.

Les principales caractéristiques observées pour les villes et agglomérations à métro sont résumés ci-dessous :

LES AGGLOMERATIONS A METRO – SYNTHESE*			
<i>* Sur Cinq métros Données hors Ile-de-France</i>			
Synthèse Métro	Population	Ville-centre PTU	Au moins 200 000 habitants Au moins 1 million d'habitants (sauf Rennes, 400 000 habitants)
	Surface <u>nette</u>	PTU	Entre 200 km² et 330 km² de surface artificialisée
	Densité <u>brute</u> de population	Ville-centre PTU	Moyenne : 57 habitants/ha Moyenne : 15 habitants/ha

TABLEAU 10 – PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES VILLES ET AGGLOMERATIONS A METRO

III.A.2. PROFIL DES AGGLOMERATIONS A TRAMWAY

En 2012, le choix du tramway comme principal mode de transport concernait **18 PTU** (nous sortons de l'analyse Paris, Lille, Lyon et Marseille, traités précédemment car le mode le plus lourd est le métro). Suite à leurs premières versions, les tramways en France ont en effet été peu à peu réintroduits, depuis Nantes en 1985 et Grenoble en 1987, jusque notre décennie, avec de nombreuses mises en réserve récentes (les derniers recensés dans le panorama sont les tramways de Brest, Dijon et Le Havre, tous mis en service en 2012)⁴⁶. Depuis 2012, cependant, plusieurs projets ont été concrétisés, comme à Annemasse, Besançon, Orléans et Tours. Le système est par aussi à l'étude ailleurs de façon plus ou moins avancée. On peut citer les cas d'Amiens, d'Aubagne, du PTU d'Artois en Gohelle (Lens-Béthune) ou encore de Toulon et Valenciennes.

Nous compléterons donc les 18 tramways recensés par le CERTU par deux catégories : les **tramways réalisés depuis 2012** (4 cas) et les **tramways à l'étude** (6 cas retenus, non exhaustif). Parmi les tramways en projet, il n'est cependant pas sûr que les TCSP se réaliseront sous cette forme ni à quelle échéance. Les débats battent encore leur plein, comme à Amiens, où le projet a été remis en cause suite aux élections municipales, ou Aubagne, où la construction a démarré, mais a depuis été interrompue, avec une remise en question du système. Mais rien que le fait que des aient été menées et, qu'à un moment, un consensus ait existé autour du choix du tramway, rend l'étude de ces cas intéressants.

POPULATION ET SUPERFICIE : DES TRAMWAYS POUR DES VILLES DE MOINS EN MOINS PEULEES ET AU TERRITOIRE DE PLUS EN PLUS REDUIT ?

⁴⁶ Pour plus d'informations sur la « renaissance » des tramways en France, voir l'atlas de François Laisney (2012).

Pour les 18 tramways existants, les villes-centres font toutes plus de **100 00 habitants** et les PTU **plus de 200 000 habitants**. Les superficies nettes des PTU varient entre 60 km² (Reims, Nancy) et 170-190 (Nantes, Rouen), à l'exception de Bordeaux, qui sort du lot avec ses 27 0 ha nets. La moyenne est à **112 km² urbanisés**.

Pour les tramways récents, on observe une **diminution de la taille et du poids démographique des villes-centres et des PTU, ainsi que des superficies**. Les PTU d'Annemasse et de Besançon font ainsi moins de 200 000 habitants, et la moyenne des superficies des PTU diminue à 78 km² urbanisés. L'exception la plus notable est le PTU d'Annemasse, très ramassé avec 28 km² urbanisés.

Les tramways en projet ont des niveaux de population disparates. On trouve de très petites villes-centres (36 500 habitants à Lens) et d'autres plus importantes (170 000 habitants à Toulon). Au niveau des PTU, la population varie de 105 000 (Aubagne) à près de 600 000 habitants (PTU de Lens-Béthune, très vaste, avec ses 115 communes sur plus de 75 000 ha). En termes de superficie, cette catégorie revient dans la moyenne des tramways anciens (sauf Aubagne, qui comme Annemasse se distingue par une faible surface nette).

DENSITES DES VILLES-CENTRES ET DES PTU : DES TRAMWAYS POUR DES TERRITOIRES DE MOINS DE MOINS DENSES

La densité brute de population pour les villes-centres de tramways en place avant 2012 est comprise entre 22 et 85 habitants/ha (moyenne à **43 habitants/ha**). La densité brute des PTU est en moyenne de 10 habitants / ha. Pour les tramways récents on observe **de plus faibles densités : moyenne à 35 habitants/ha** pour la ville-centre et à 7,5 pour les PTU. Les tramways en projet présentent des densités brutes plus faibles encore, avec une moyenne autour de **27 habitants/ha pour la ville-centre** (seulement 8 habitants/ha pour la Ville d'Aubagne !) et à 7 pour les PTU. Les principaux éléments à retenir pour la catégorie des agglomérations à tramway figurent ci-dessous :

LES AGGLOMERATIONS A TRAMWAY – SYNTHÈSE*				
Synthèse Tramways	Population	2012	Ville-centre PTU	Au moins 100 000 habitants Au moins 200 000 habitants, moyenne à 360 000 habitants
		2012-2014	PTU	Deux PTU passent sous les 200 000 habitants et la moyenne chute à 210 000 habitants
		En projet	PTU	La moyenne remonte à 307 000 habitants
	Surface nette PTU	2012	PTU	Minimum à 60 km ² artificialisés Moyenne à 112 km²
		2012-2014	PTU	Des minima très bas (28 km ² à Annemasse) Moyenne à 78 km²
		En projet	PTU	Moyenne qui remonte à 115 km²
	Densité brute de population	2012	Ville-centre PTU	Moyenne : 43 habitants/ha Moyenne : 10 habitants/ha
		2012-2014	Ville-centre PTU	Moyenne : 35 habitants/ha Moyenne : 7,5 habitants/ha
		En projet	Ville-centre PTU	Moyenne : 27 habitants/ha Moyenne : 7 habitants/ha

* Sur 18 Tramways existants en 2012, 4 mis en service entre 2012 et 2014 et 6 en projet, Données hors Ile-de-France

TABLEAU 11 – PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES VILLES ET AGGLOMERATIONS A TRAMWAY

On assiste avec les tramways récents et en projet par rapport aux plus anciens, à une **forte diminution de la population, de la superficie et de la densité des territoires à desservir** (ville-centre et PTU). Cette observation sera discutée plus loin, en lien avec les évolutions et tendances constatés dans le choix des systèmes de TCSP.

III.A.3. PROFIL DES AGGLOMERATIONS A BUS A HAUT NIVEAU DE SERVICE

L'annuaire TCU fait état de **7 réseaux** ayant comme principal système de transport le BHNS en 2012. L'annuaire identifie également 3 réseaux ayant des lignes de BHNS, mais en complément de lignes de tramway : Rouen, Nantes, Clermont-Ferrand. Il faut ajouter à ces données plusieurs BHNS mis en service depuis 2012 : Belfort, Cannes, Lorient, Louviers, Maubeuge, Pau et Périgueux. D'autres réseaux, comme Annemasse, ont aussi depuis mis en service des BHNS, mais en complément de systèmes plus lourds. Nous ne parlerons ici que des **réseaux ayant comme principal système structurant des lignes de BHNS : 7 réseaux en place en 2012, 7 mis en place entre 2012 et 2014 et 11 en projet** (liste non exhaustive pour ceux à l'étude).

POPULATION ET SUPERFICIE

Les agglomérations aux BHNS anciens ont une population comprise **entre 44 000 et 144 000 habitants pour la ville-centre** (moyenne : 89 000), **110 000 et 240 000 habitants pour le PTU** (moyenne à 185 000), soit des fourchettes inférieures à celles des tramways (surtout les anciens tramways, qui, on l'a vu, se situaient tous au-dessus de 100 000 habitants pour la ville-centre et de 200 000 pour les PTU). Les BHNS mis en service depuis ou à l'étude ont des populations globalement inférieures, avec une moyenne à **60 200 habitants pour la ville-centre** et à **136 000 habitants pour le PTU**.

Les superficies nettes des PTU sont inférieures à celles des PTU à métro et à tramway : entre 13 km² et 55 km² pour les anciens (**moyenne à 27 km²**), fourchette qui pour les BHNS mis en service depuis (**moyenne à 12 km²**). Les BHNS en projet ont une superficie de nette intermédiaire, avec une **moyenne à 22 km²**.

DES DENSITES DE PLUS EN PLUS ELEVEES

En dépit de populations plus faibles, la vague plus récente de BHNS (de 2012 à 2014) présente **des densités brutes de population légèrement plus élevées**: 26,6 habitants/ha, par rapport à 21,6 pour les anciens (ville-centre), 6,5 habitants/ha par rapport aux 5/ha des BHNS anciens (PTU). Pour les lignes en projet, on trouve à peu près les mêmes densités que pour les BHNS plus anciens.

LES AGGLOMERATIONS A BHNS - SYNTHESE*					Des BHNS récents aux PTU plus petits et moins peuplés
Synthèse BHNS	Population	2012	Ville-centre PTU	Entre 44 000 et 144 000 habitants Entre 110 000 et 24 000 habitants	Moyenne PTU 185 000 hab
		2012-2014 & en projet	Ville-centre PTU	Moyenne de 60 200 habitants Moyenne de 136 000 habitants	
	Surface nette PTU	2012	PTU	Moyenne à 27 km²	Mais des villes-centres et PTU légèrement plus denses
		2012-2014	PTU	Moyenne à 12 km²	
		En projet	PTU	Moyenne qui remonte à 22 km²	
	Densité brute de population	2012	Ville-centre PTU	Moyenne : 21,6 habitants/ha Moyenne : 5 habitants/ha	
		2012-2014	Ville-centre PTU	Moyenne : 26,6 habitants/ha Moyenne : 6,5 habitants/ha	

TABLEAU 12 – PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES VILLES ET AGGLOMERATIONS A BHNS

III.A.4. SYNTHÈSE PAR SYSTÈME ET ZONES DE CHEVAUCHEMENT

On peut résumer les observations précédentes en faisant la moyenne des caractéristiques des villes et agglomérations selon les systèmes (en prenant cette fois en compte de façon groupée tous les projets réalisés, que ce soit avant 2012 ou entre 2012-2014) :

Moyennes	Métro (5 métros)	Tramway (22 tramways)	BHNS (14 BHNS)
Population ville centre (hab.)	448 000	170 000	70 000
Population PTU (hab.)	966 000	330 000	160 000
Superficie nette ville-centre (km ²)	690	320	20
Superficie nette-PTU (km ²)	260	106	66
Densité brute de population ville-centre (habitants/ha)	69	43	21,6
Densité brute de population PTU (hab./ha)	37,6	10	5

TABLEAU 13 – MOYENNES DES CARACTÉRISTIQUES DES VILLES ET AGGLOMÉRATIONS SELON LEUR TCSP

Raisonnement par moyenne permet de dégager des tendances en termes de démographie, de superficie et de densités pour les agglomérations françaises ayant opté pour un métro, un tramway ou un BHNS. On observe ainsi des **densités nettes moyennes trois fois plus élevées entre les villes à métro et celles à BHNS**. Les tramways se situent entre les deux, mais avec plus de proximité avec les BHNS.

Ci-dessous, les résultats sont présentés de façon schématique pour mieux se représenter l'échelle des variations: les cercles sont proportionnels à la superficie, les barres représentent la population et les étoiles les densités nettes de population (chaque fois pour les villes-centres et PTU).

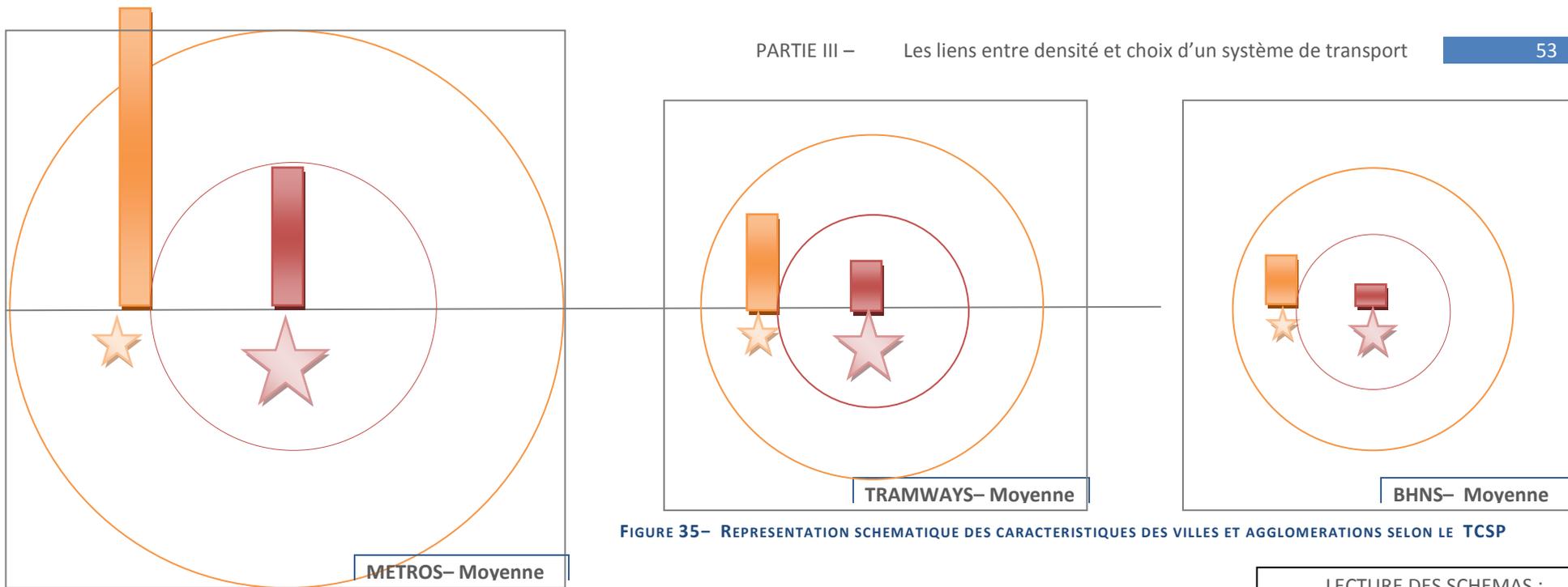


FIGURE 35– REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES CARACTERISTIQUES DES VILLES ET AGGLOMERATIONS SELON LE TCSP

On voit que les différences entre les agglomérations à métro et à tramway sont plus importantes que celles entre les agglomérations à tramway et à BHNS. La différence plus marquante semble se jouer au niveau de la ville-centre, les villes-centres des tramways étant à la fois plus denses (X 1,5) et plus peuplées (X 2,3). Si l'on reproduit le même exercice mais en ne prenant, au lieu des valeurs moyennes, que les plus hautes ou les plus basses de chaque catégorie, on voit que des zones de flou demeurent et que les domaines de pertinence de chaque système peuvent se chevaucher.

LECTURE DES SCHEMAS :

Les cercles, barres et étoiles sont proportionnels aux superficies, populations et densités (au centre, en rouge, des villes centre, à l'extérieur en orange, des PTU).

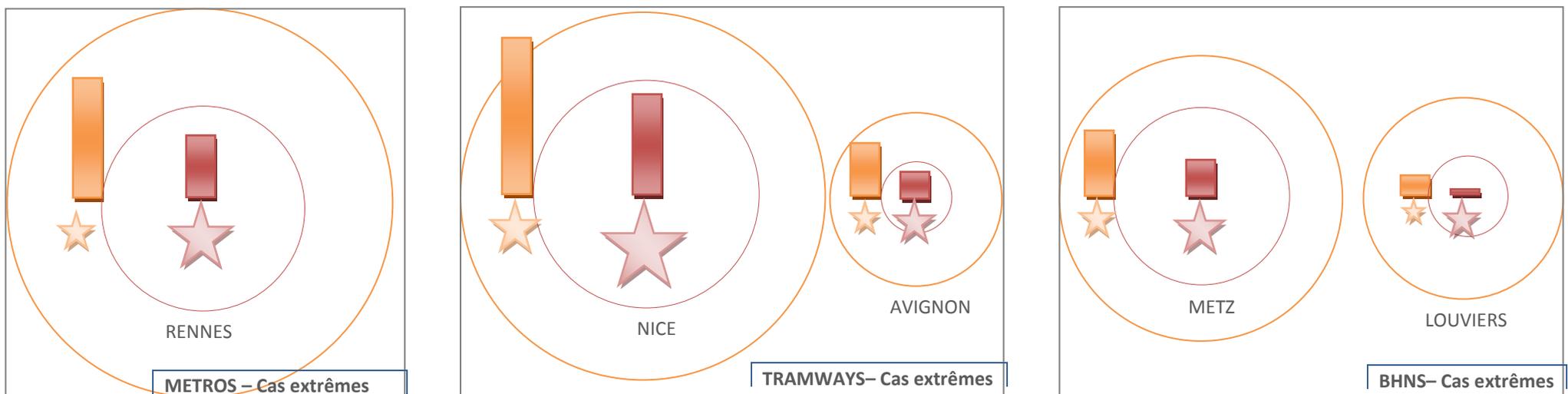


FIGURE 36–REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES CARACTERISTIQUES DE VILLES ET AGGLOMERATIONS SELON LE TCSP, CAS LIMITES

Les données chiffrées pour les « cas limites » retenus et représentés ci-dessus figurent dans ce tableau :

Moyennes	Métro - Rennes	Tramway “+” Nice	Tramway “-” Avignon	BHNS “+” Metz	BHNS “-” Louviers
Population ville centre (habitants)	212 229	344 460	91 451	124 024	18 537
Population PTU (habitants)	409 638	536 378	179 424	224 441	68 680
Superficie nette ville-centre (ha nets)	3 875	4 784	464	2 906	605
Superficie nette-PTU (ha nets)	13 512	12 552	2 773	7 498	3 732
Densité population ville-centre (hab/ha)	54,8	72,0	35,3	42,7	30,6
Densité de population PTU (hab/ha)	30,3	42,7	25,1	29,9	18,4

TABLEAU 14 – CARACTERISTIQUES DES VILLES ET AGGLOMERATIONS SELON LEUR TCSP – CAS « LIMITES »

On voit que des villes/PTU comme **Rennes et Nice** sont proches, au regard des caractéristiques retenues. Nice présente même de plus fortes densités (ville-centre et PTU) et un plus grand poids démographique que Rennes, qui a pourtant fait le choix du métro. De la même façon, une agglomération comme Metz surpasse Avignon, par les densités, la population et la superficie nette, sans pour autant s'être porté vers un tramway.

Même si certains grands profils types ont pu être dégagés entre les agglomérations ayant opté pour un métro, un tramway ou BHNS, ces observations mettent en évidence le fait que **de nombreux autres facteurs** entrent en ligne de compte, pour les autorités organisatrices de transport pour le choix d'un TCSP, et **qu'il serait réducteur de résumer ce choix à une simple correspondance avec des densités.**

Nous présentons maintenant les densités observées à une autre échelle : celle des lignes de TCSP (III.B.). Nous évoquerons ensuite les principaux autres déterminants à la fois au choix d'un système de TCSP, mais aussi au choix de son tracé (III.C).

III.B. DENSITES LOCALES AUTOUR DE LIGNES DE TCSP – ECHELLE DES QUARTIERS ET COMMUNES

Un objectif du rapport était aussi de **vérifier l'association entre des gammes de densité locale et le choix d'un système de transport**. Nous nous intéressons pour cela, comme en partie III.A., aux principaux systèmes de TCSP tels que définis par le CERTU. Pour connaître ces densités locales, les principales sources d'information ont été des documents de présentation de projet, des extraits de dossiers d'enquête publique, des articles de presse. La donnée était souvent présentée sous forme de « population totale desservie par la ligne » (ou population+emplois ou population+emplois+scolaires) à partir de laquelle nous avons déduit des densités. Pour certaines lignes existantes, nous avons aussi utilisé la base de données ATC du Cerema, associée aux données géolocalisées de population à un échelon fin (Données Insee, carroyage à 200 mètres). La source d'information utilisée et le rayon de calcul pour obtenir la densité locale autour des arrêts sont tous précisés en annexe (Annexe III.4).

III.B.1. DENSITES LOCALES AUTOUR DE METROS

L'information des densités locales autour des métros a été obtenue pour **17 lignes, dans quatre agglomérations**: Ile-de-France, Marseille, Toulouse et Rennes. Quatre sont en projet (la nouvelle ligne du métro B de Rennes, trois extensions en Ile-de-France : lignes 4,11 et 14) et les autres sont des lignes existantes.

COMMENTAIRE SUR LES SOURCES D'INFORMATION ET LES METHODES DE CALCULS

Sur les 18 lignes, on a obtenu plus précisément l'information de la densité de population pour 16, de la densité de population et de la densité de population et d'emplois pour 3, et de la densité population+emplois pour 2.

Pour 13 lignes faisant partie d'agglomérations recensées dans la base ATC, les densités locales pouvaient être calculées de deux manières : **soit à partir de la donnée du nombre d'habitants à 300 mètres**, fournie dans la base, à partir de laquelle on pouvait ensuite déduire une densité locale moyenne le long des lignes, **soit en superposant les arrêts de la base de données ATC aux données géolocalisées du carroyage** (calcul de la population par la création de zones tampons autour des arrêts dans MapInfo).

Les résultats des deux méthodes sont présentés en annexe. **Les différences sont ténues** (au maximum |3,13%|) avec une moyenne des écarts à 0,40% seulement. Néanmoins, l'intérêt du carroyage par rapport au nombre d'habitants à 300 m est de pouvoir **recourir à une même base de données unifiée** (le nombre d'habitants à 300 m, récupéré auprès des exploitants ou AOT, pouvant être récolté à des années différentes et d'après nos observations, pouvant manquer de fiabilité). Un autre intérêt avec le calcul par zones tampons sur un logiciel de cartographie est **de pouvoir faire varier le rayon de calcul pour harmoniser avec les données venant d'autres sources**. Nous retiendrons donc, pour le métro comme pour les autres systèmes, la méthode du «buffer» sur les données du carroyage, pour déterminer les densités locales (pour les réseaux répertoriés dans ATC).

Pour les autres lignes, les données présentaient des rayons de calcul des populations variables : 470 mètres pour Rennes, 600 mètres en Ile-de-France. A noter que pour l'extension de la ligne 14, la seule information disponible était une densité globale sur le territoire plus vaste (superficie 64 km²). La densité obtenue à partir de cette information est donc probablement sous-estimée, par rapport à une densité locale plus ciblée autour des arrêts.

SENSIBILITE DU CHOIX DU RAYON ET HOMOGENEISATION DES DONNEES

La plupart des données issues des documents de projet étant fournies dans un rayon de 600 mètres, nous avons calculé les données des lignes présentes dans ATC avec ce même rayon. Afin de vérifier la sensibilité des densités locales au rayon, nous avons comparé les résultats calculés dans un rayon de 300 mètres et de 600 mètres (Annexe III.4.B). Contre toute attente, **les densités ne sont pas toujours inférieures lorsque calculées dans un rayon plus grand**. On observe ainsi, pour deux lignes de métro parisiennes, une augmentation de la densité avec un rayon plus grand (densité de 9% supérieure pour la ligne 1, de 5% supérieure pour la 3), qui peut s'expliquer par la forte densité générale de Paris, et, en l'occurrence par une plus grande densité de quartiers voisins, d'ailleurs probablement sous l'influence d'autres métros. La tendance globale est tout de même une baisse de la densité moyenne à mesure que l'on agrandit le rayon: les écarts sont en moyenne de -6,28%. Pour Toulouse (métros A et B) et Rennes (Métro A), la densité chute de manière importante (entre -14,5% et -22%). Pour disposer de l'ensemble des données à 600 mètres, nous avons aussi appliqué à la densité du métro A (calculée à 470m) la moyenne des écarts trouvés entre les densités à 300 mètres et 600 mètres, pondérée par les écarts de 470 mètres à 600mètres. Présentées sous forme de graphique, les densités locales homogénéisées à 600 mètres sont les suivantes :

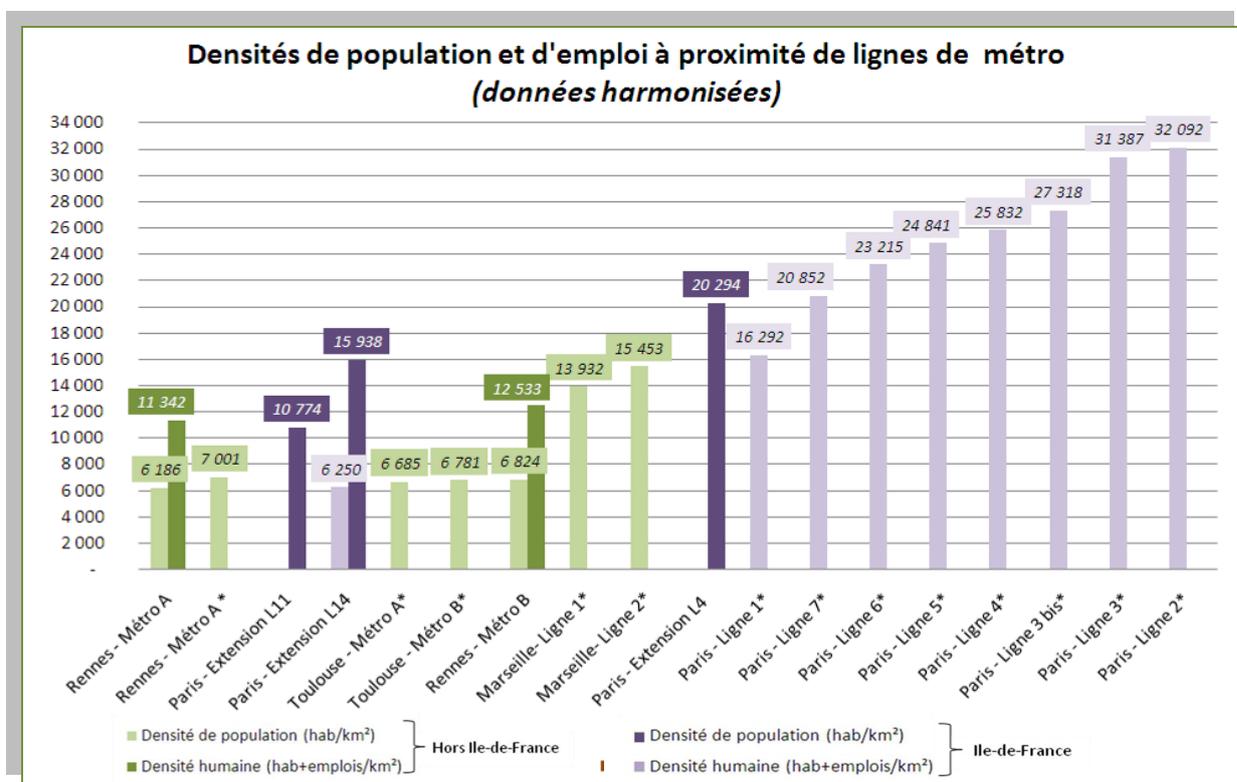


TABLEAU 15– DENSITES LOCALES DE POPULATION ET D'EMPLOI A PROXIMITE DES LIGNES DE METRO – SUR 18 METROS

○ Commentaire sur les densités observées

On remarque que les densités locales sont de loin les plus fortes autour des lignes existantes d'Ile-de-France: **entre 16 292 habitants/km² pour la ligne 1 et 32 092 habitants/km² pour la ligne 2**. Les extensions en projet en Ile-de-France présentent des densités moins importantes : 6250 habitants/km² pour l'extrémité de la ligne 14, et de 10 à 20 000 habitants + emplois / km² pour les lignes 4, 11 et 14, ce qui les rapproche de la situation des autres agglomérations françaises.

Les autres agglomérations présentent des densités entre **6186 habitants/km²** pour Rennes (métro A, avec la méthode du carroyage, plutôt 7001 hab/km²) **et 15 453 habitants/km²** pour la ligne 2 du métro de Marseille.

A retenir sur les densités locales autour des métros :

- **Des densités de population entre 15 000 et 30 000 habitants /km² pour les lignes parisiennes les plus anciennes (métros 1 à 7).** Moyenne : 2523 0 habitants/km².
- **Des densités légèrement plus faibles, entre 10 000 et 20 000 habitants+ emplois/km² pour les extensions du métro parisien.** Moyenne : 15 669 habitants et emplois/km²
- **Des densités bien plus faibles, entre 7000 et 15 000 habitants/ km², pour les métros hors Ile-de-France.** Moyenne : 9350 habitants/km². Moyenne : 9350 habitants/km².

III.B.2. DENSITES LOCALES AUTOUR DE TRAMWAYS

Pour les tramways, les densités locales ont été obtenues pour **40 lignes, dans vingt agglomérations**. 20 ont été trouvées dans les sources précédemment évoquées, avec parfois les densités de population, parfois de population et d'emplois, parfois de populations, d'emplois et de scolaires, dans des rayons de 300 à 500 mètres. Pour l'autre moitié, les données ont été obtenues par croisement de la base ATC et des données du carroyage. A noter : contrairement au métro, le fait de calculer le nombre d'habitants à 500 mètres plutôt qu'à 300 a toujours fait baisser la densité locale. La densité à 500 mètres **baisse en moyenne de -7,6%** par rapport à celle calculée à 300 mètres. Les résultats sont présentés page suivante, Figures 35 et 36, sous forme de graphique (voir les sources d'informations et les rayons de calcul en Annexe III.4.B).

COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS

On constate que les **densités locales sont très variables**. Elles s'échelonnent entre **2200 habitants par km² pour Béthune, à 17 800 pour le T2 de Marseille**. A noter à ce propos que les densités autour des lignes de tramway de Marseille sont équivalentes voire supérieures à celles constatées autour des lignes de métro.

Comme pour les métros, on voit ressortir les **fortes densités pour les tramways d'Ile-de-France** (en violet Figure 36). La plupart se situe **au moins à 10 000 habitants+ emplois /km² et certains atteignant les 18 000 habitants+ emplois/km² (18 600 pour le T3 Porte d'Ivry – Porte de la Chapelle)**. Ceci à l'exception de deux tramways, dont le tracé passe plutôt en proche banlieue (T4 de Bondy Montfermeil, Tram Antony-Clamart), soulignant les rapides chutes de densité du centre de Paris vers la petite couronne.

Cependant, les données pour les tramways franciliens concernent des densités populations + emplois, ce qui rend la comparaison délicate avec les autres lignes. Ci-dessous sont présentées les **moyennes des densités autour des tramways en Ile-de-France et hors Ile-de-France**. Dans le tableau figurent aussi le nombre de lignes pour lesquelles l'information était disponible, afin de relativiser la pertinence des moyennes.

	DENSITE POPULATION (hab/ km ²)	Nombre de lignes	DENSITE HUMAINE (hab + emplois/ km ²)	Nombre de lignes	DENSITE POPULATION + EMPLOIS + SCOLAIRES (/km ²)	Nombre de lignes
MOYENNE GLOBALE	6 886	34	9 475	17	9 326	10
Moyenne Hors IDF	6 317	30	6 911	8	9 326	10
Moyenne en IDF	11 148	4	11 754	9	NC	NC

TABLEAU 16– DENSITES LOCALES MOYENNES AUTOUR DES TRAMWAYS, HORS ÎLE-DE-FRANCE ET EN ÎLE-DE-FRANCE

Les agglomérations qui présentent ensuite les plus fortes densités locales autour de leur tramway sont **Marseille et Strasbourg**, pour trois lignes (Tramways C, D et F).

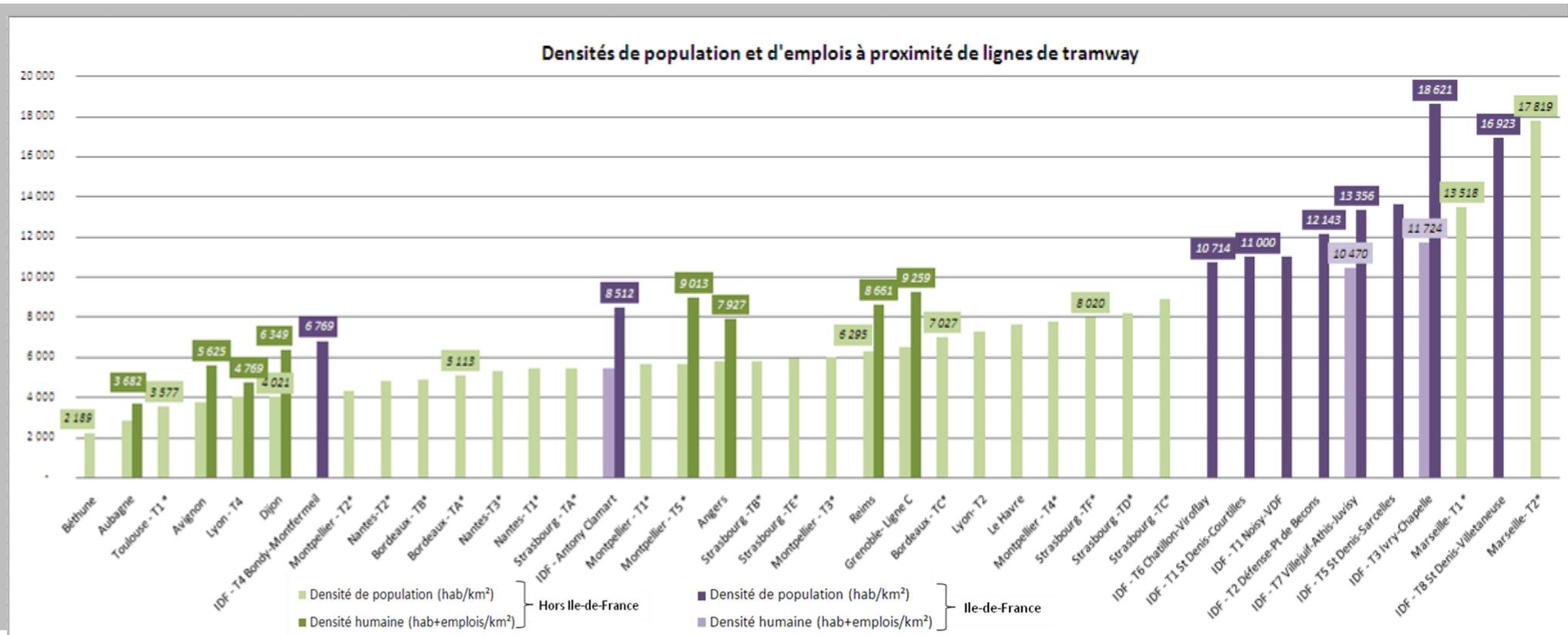


FIGURE 38– DENSITES LOCALES DE POPULATION ET POPULATION + EMPLOI AUTOUR DES TRAMWAYS- SUR 40 LIGNES

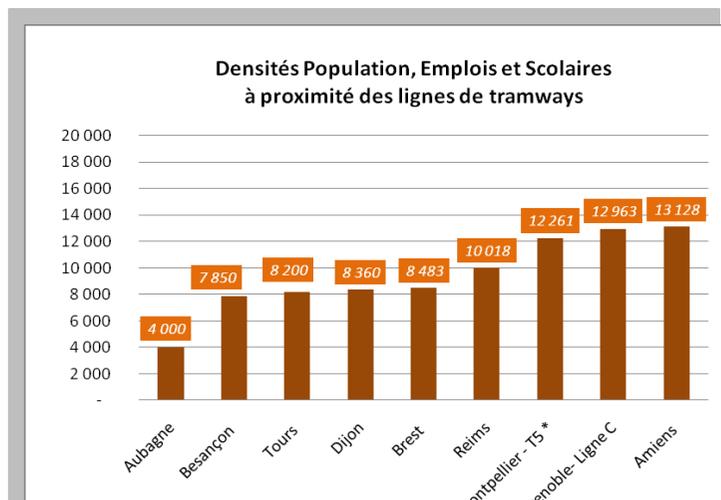


FIGURE 37– DENSITES LOCALES MOYENNES (HABITANTS+EMPLOIS+SOLAIRES) AUTOUR DES TRAMWAYS- SUR 9 LIGNES

DES PROJETS ABANDONNES ... POUR CAUSE DE TROP FAIBLE DENSITE ?

Parmi les lignes dont nous avons présenté les densités locales, il est important de souligner que **plusieurs sont aujourd'hui en suspens ou complètement annulées**. Parmi celles-ci figurent le tramway de Béthune, celui d'Amiens, la ligne T5 de Montpellier et le tramway d'Aubagne (dans ce cas, seuls 2,8 km de ligne ont été réalisés, sur une première ligne qui devait en faire 7,2 km).

Si Béthune et Aubagne présentent de très faibles densités locales par rapport à la moyenne des tramways (2200 habitants/km² pour Béthune, 2800 pour Aubagne, qui atteint seulement 4000 quand on ajoute les emplois et les scolaires), ce n'est pas le cas pour Amiens et Montpellier, dont les densités sont dans la moyenne (Montpellier : 5700 habitants/km² par rapport à une moyenne hors Ile-de-France de 6300) voire supérieure (plus de 13 000 habitants+emplois+scolaires à Amiens, par rapport à une moyenne hors Ile-de-France de 9 300). Les raisons de suspension de tels projets sont à chercher ailleurs, ce qui rejoint l'idée de multiples autres déterminants pouvant mener au choix d'un système de TCSP

Néanmoins, le débat entre le tramway et le BHNS agite ou a agité d'autres villes présentant aussi de faibles densités à proximité du tracé, comme Avignon (3750 habitants/km², débat toujours en cours) ou Besançon (7850 habitants+emplois+scolaires/km², qui a opté pour un tramway en 2008, inauguré fin 2014). Il semblerait que **cette catégorie de densité locale (en dessous de 4000 ou 5000 habitants/km²) soit charnière et que l'on y trouve autant de lignes de BHNS que de tramway**, comme nous allons le voir en nous intéressant aux densités locales autour des lignes de BHNS.

A retenir sur les densités locales autour des tramways :

- **Des densités entre 6800 et 18 600 habitants+emplois /km² pour les lignes parisiennes.** Moyenne : 11 800 habitants/km² (soit deux fois moins que les métros).
- **Des densités de population variables hors Ile-de-France, entre 2200 et 18 000 habitants/km².**
- **Des densités très faibles pour certains tramways en projet**, qui pourraient contribuer, parmi d'autres facteurs, à leur remise en cause.

III.B.3. DENSITES LOCALES AUTOUR DE BUS A HAUT NIVEAU DE SERVICE

Les densités locales ont été trouvées pour **15 BHNS, dans neuf agglomérations**. Treize ont été obtenues à partir des mêmes diverses sources d'informations que précédemment (rayons de calcul de 300 à 500 mètres), les deux autres ont été calculées à partir de la base ATC et du carroyage (choix d'un rayon intermédiaire de 400 mètres). Le détail des sources et rayons de calcul figure en Annexe III.4 .E, et les résultats sont présentés ici sous forme de graphique (Figure 37).

COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS

Comme pour le tramway, on observe des densités variables. Elles commencent aussi **autour de 2200/2300 habitants/km² et atteignent également de fortes valeurs**, avec un maximum pour le BHNS de Nîmes (ligne existante+extension autour de l'Ecusson) à **11 300 habitants/km²**. La densité de population est probablement plus forte encore pour le T-ZEN 5 (entre Paris XIIIème et Choisy-le-Roi), mais l'on ne dispose pour ce projet que de la densité groupée population+emplois. Cette dernière atteint **18 000 habitants+emplois/km², soit un niveau équivalent à celui des tramways franciliens les plus denses**, comme le T3 ceinturant Paris ou le T8 entre Saint-Denis et Villetaneuse.

Par rapport au métro et au tramway, **les écarts entre BHNS en Ile-de-France et hors Ile-de-France sont moins marqués**. Même si ce sont encore des lignes franciliennes qui montrent les plus fortes densités, les moyennes hors IDF et en IDF sont proches. Et certains projets franciliens de nouvelles lignes ou d'extensions figurent parmi les plus basses densités (densité P+E de 4000 pour l'extension du TVM et le Tzen 2).

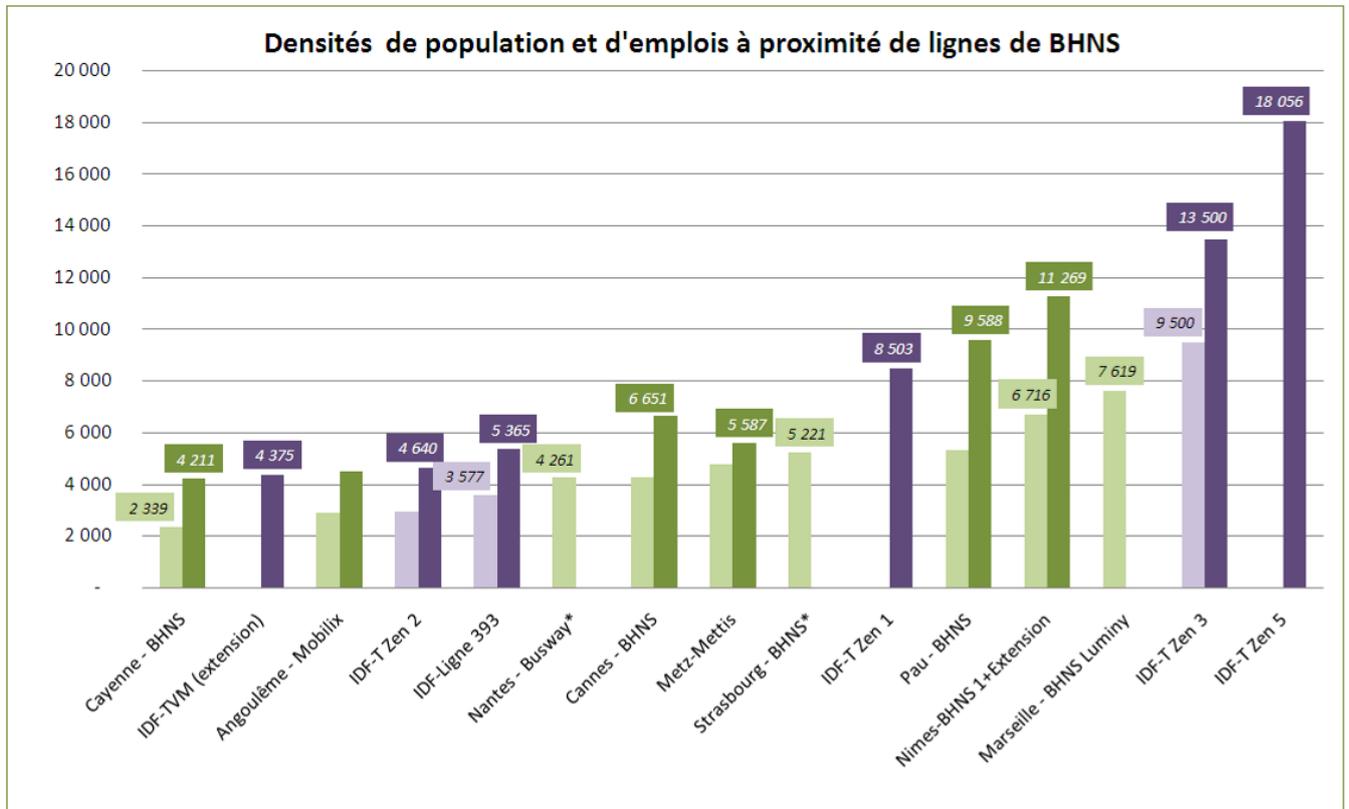


FIGURE 39 – DENSITES LOCALES A PROXIMITE DE LIGNES DE BHNS (15 LIGNES)

Ceci s'explique sans doute par le fait que ces lignes, depuis leur lancement avec le TVM entre Rungis et Saint-Maur Créteil, ont eu pour fonctions des liaisons de banlieue à banlieue et du rabattement vers les modes lourds. A l'inverse, les BHNS de villes moyennes (Angoulême, Cayenne, Cannes, Metz) sont les systèmes principaux autour desquels se structure le réseau de bus et passent en général dans des endroits plus centraux. Dès que les BHNS franciliens circulent plus proches du centre de Paris, comme pour le T ZEN 5 qui prend son départ dans le 13ème arrondissement, les densités sont d'ailleurs bien plus élevées.

Si l'on ajoute les données scolaires (ci-contre), les écarts se tassent. Certains projets comme à Cayenne ou Angoulême atteignent des densités acceptables (autour de 5100 km², supérieures à des tramways comme Aubagne), en ajoutant à leur population un bon nombre d'emplois et de scolaires.

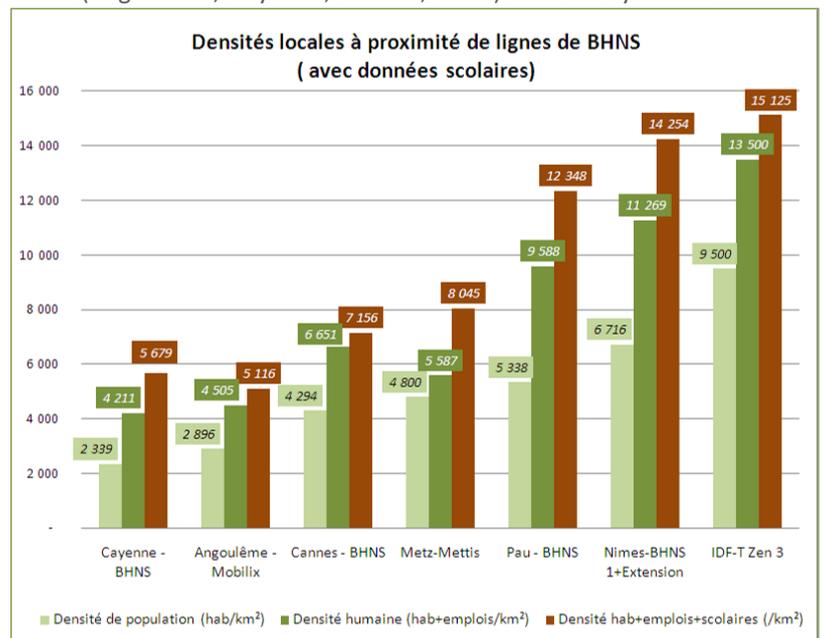


FIGURE 40 – DENSITES DE POPULATION, D'EMPLOIS ET DE SCOLAIRES A PROXIMITE DE LIGNES DE BHNS (SUR 7 LIGNES)

A retenir sur les densités locales autour de lignes de BHNS

- **Des densités minimales proches de celles du tramway (2200 habitants/km²) mais qui s'élèvent moins (maximum de 11 300 habitants/km²).** Moyenne : 4 830 habitants/km² (soit 20% inférieur au tramway)
- **Des écarts de densité entre BHNS Ile-de-France et BHNS hors Ile-de-France moins prononcés,** qui s'expliquent par des fonctions et des places au sein du réseau de transport différentes.

III.B.4. DENSITES LOCALES AUTOUR DE BUS CLASSIQUES

Pour 14 agglomérations de la base ATC, nous avons calculé les densités autour des arrêts de bus, à partir du nombre d'habitants à 300 mètres. Même si les situations sont très différentes (entre agglomérations, et entre lignes d'un même réseau, avec des fréquences et amplitudes très variables), cet exercice donne une image des territoires desservis par les lignes de bus. Pour les agglomérations ayant un TCSP en plus de leur réseau de bus, nous avons exclu du calcul les arrêts communs Bus-TCSP, afin de ne pas imputer un éventuel plus grand nombre d'habitants à proximité de stations de TCSP aux arrêts de bus. Présentées sous forme de graphique, les densités locales obtenues sont les suivantes (le tableau détaillé figure en Annexe III.4.F) :

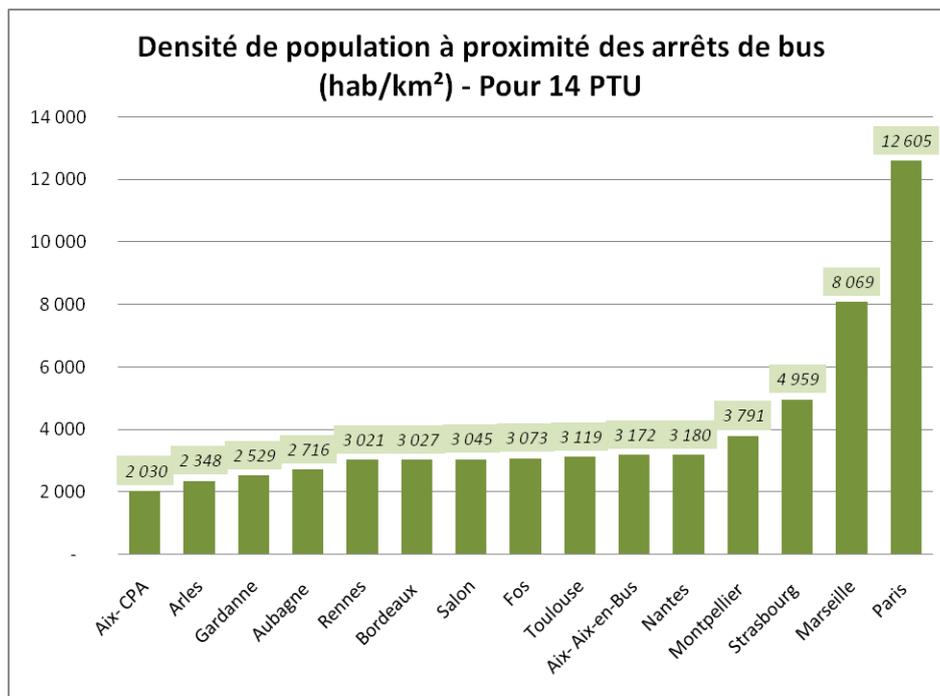


FIGURE 41– DENSITES LOCALES A PROXIMITE DES ARRETS DE BUS CLASSIQUES – SUR 14 RESEAUX

Il est difficile de tirer beaucoup de ces résultats, la diversité des densités locales à proximité des lignes révélant surtout la diversité des villes traversées (densités locales très fortes pour Paris, Marseille, Strasbourg, logiquement en rapport avec la densité de ces villes). On peut juste pointer que **dans de nombreuses villes où l'on ne trouve pourtant pas de TCSP, les lignes de bus prises dans leur totalité traversent des territoires aussi denses que là où sont projetés des lignes de TCSP** structurantes ailleurs (densités locales de plus de 2000 habitants/km² à Arles, Aix en Provence, Gardanne, comparables à celles autour de BHNS projetés à Angoulême ou des tramways projetés à Béthune ou Aubagne). Cependant, ces données sont à considérer avec précaution. De par l'ampleur des bases de données, nous n'avons pas pu vérifier l'exactitude des informations du nombre d'habitants à 300 mètres pour ces lignes de bus classiques, contrairement aux vérifications effectuées pour les TCSP.

III.B.5. SYNTHÈSE : DE GRANDES TENDANCES ... ET DES EXCEPTIONS

COMMENTAIRE SUR LA QUALITÉ ET LA FIABILITÉ DES DONNÉES

Avant de commenter les résultats, quelques mots sur la qualité et la fiabilité des données, telles que nous les avons soit obtenues soit calculées. Ces données présentent en effet un certain nombre de limites :

LIMITES RELATIVES AUX DONNÉES RECOLTÉES

Une première limite était l'**hétérogénéité des informations** (par exemple entre la seule densité de population ou les densités sommées de population+emplois+scolaires), qui rend délicates les comparaisons. Dans la synthèse sur les gammes de densités locales, nous aurions ainsi aimé établir des moyennes par système mais aussi selon si les projets étaient existants, ou encore au stade de la concertation ou de l'enquête publique. Mais le fait de ne disposer que de données groupées population+emplois pour certains (la plupart des tramways franciliens en projet), ou groupées population+emplois (tramways d'Amiens, de Brest, de Dijon) alors que nous n'avions pour d'autres que des densités de population complique la comparaison des projets. Il aurait pu être établi des hypothèses pour déduire la population à partir de population+emplois+scolaires, ou l'inverse, mais les situations des villes (et encore plus des quartiers traversés) étant très variables, ces extrapolations auraient pu nuire à la précision des résultats.

L'hétérogénéité des informations nous a aussi contraint à présenter ensemble des densités locales calculées à des rayons différents, alors que nous avons vu que les densités étaient assez sensibles au choix du rayon (quoique, nous l'avons vu, subissant des variations dans un sens ou dans l'autre, selon les cas).

Une seconde limite était le **manque de précision sur la méthode de calcul utilisée** pour obtenir la population et/ou les emplois et/ou scolaires desservis. Dans de nombreux cas, le rayon de calcul n'était pas précisé (notamment sur les sites web des projets), ce qui a parfois nécessité de contacter des interlocuteurs pour le connaître ou de laisser les données de côté. Dans d'autres, il n'était pas précisé si la population desservie ne concernait qu'un prolongement ou bien la partie existante et ses prolongements (exemple de documents du STIF sur des tramways franciliens). Il a alors fallu soit procéder par déduction, soit abandonner ces données.

LIMITES RELATIVES A LA METHODE DE CALCUL POUR PASSER DE « POPULATION DESSERVIE » A « DENSITE »

La plupart des données étant exprimées en «population totale desservie par la ligne», nous avons, pour passer de cette donnée à des densités locales moyennes, considéré que la zone d'influence (dans un certain rayon) utilisée pour calculer la population desservie pouvait être assimilée à un rectangle de même rayon, dont les extrémités seraient placés aux terminus, plutôt que par une série de cercles autour de chaque arrêt (voir schéma ci-dessous). Il est en effet plus facile de connaître, à travers la documentation sur les projets, la longueur totale d'une ligne, plutôt que le nombre d'arrêts et que la distance inter-arrêts. Ce choix du rectangle, approximation par rapport à l'aire d'influence réelle des arrêts, permet aussi d'atteindre un résultat équilibré, entre le surplus formé par les zones qui ne sont pas réellement sous l'influence d'arrêts (cas de grandes distances inter-arrêts), et les aires non prises en compte aux terminus.



A partir de la longueur de la ligne, nous pouvions alors simplement calculer la superficie du rectangle et en déduire une densité moyenne locale.

INTERET ET LIMITES DES INFORMATIONS DE LA BASE DE DONNEES ATC

L'information fournie sur le nombre d'habitant à 300 mètres permet de connaître les densités minimales et maximales trouvées le long d'axes de TCSP et apporte donc une précision par rapport aux données du carroyage. Néanmoins, nous ne sommes pas certains quelle soit très fiable.

Une limite des données du carroyage est encore qu'elle ne concerne que la densité de population, et non de population+ d'emplois, ce qui aurait permis davantage de comparaisons avec les autres données.

Une autre limite qui concerne l'ensemble des données est que l'on a affaire, selon les sources, à **des temporalités différentes**. Dans les dossiers d'enquête publique, les données de « population et emplois desservis » sont en général calculées à horizon du lancement du projet, soit, pour les projets à l'étude aujourd'hui, en 2018, 2020 ou 2022, en s'appuyant sur des hypothèses de croissance en population et d'emplois, tandis que les données issues du carroyage sont récentes. D'une façon générale, on peut donc estimer que les densités locales obtenues autrement que par la base ATC et le carroyage sont surestimées, étant donné qu'elles correspondent à des projections à moyen terme, sur des territoires présentant a priori un certain dynamisme démographique et économique.

LES GAMMES DE DENSITES LOCALES OBSERVEES SELON LES SYSTEMES

Si l'on résume les résultats par système (en prenant en compte l'ensemble des lignes, existantes ou en projet, faute de disposer d'informations homogènes pour faire des sous-groupes), on obtient les résultats suivants :

Moyennes des densités locales (hab. /km ²)	Métros	Tramways	BHNS	Bus classiques
Toutes lignes	17 381	6 886	4 959	4 108
Lignes Hors IDF	9 347	6 317	4 831	3 454
Lignes en IDF	23 737	11 148	5 342 (3 lignes)	N/C

TABLEAU 17–SYNTHESES DES DENSITES LOCALES MOYENNES POUR LES QUATRE SYSTEMES DE TRANSPORT

Soit sous forme de graphique :

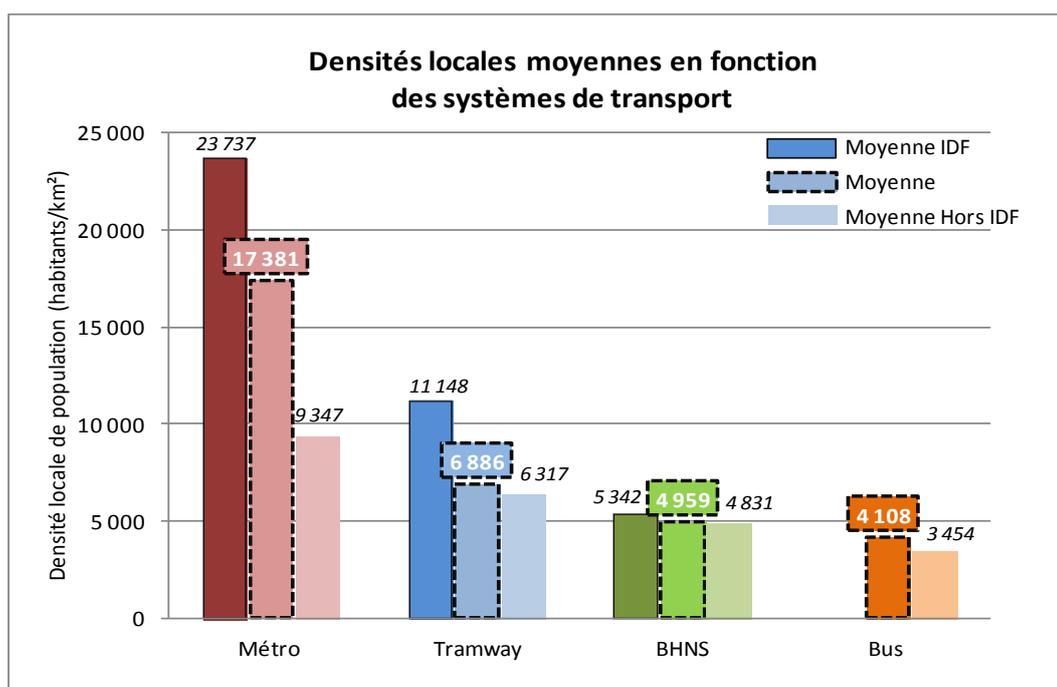


FIGURE 42– SYNTHÈSE DES DENSITES LOCALES MOYENNES POUR QUATRE SYSTEMES DE TRANSPORT

On voit apparaître des catégories de densités locales très contrastées selon les systèmes de transport : plus de 17 000 habitants /km² (170 habitants/ha) pour les métros, 6800 pour les tramways (soit 1/3 des densités des métros), puis autour de 5000 pour les BHNS. Comme pour le constat établi au niveau du PTU, les densités sont plus proches entre les systèmes tramway et BHNS qu'entre le tramway et le métro.

Mais, de la même façon qu'à l'échelle des PTU, ces catégories masquent de nombreux cas de figures qui se chevauchent, et dont les densités anormalement faibles ou hautes laissent à penser qu'un autre système saurait été aussi adapté. Refaisons, comme dans la section précédente, le graphique, mais en s'intéressant aux cas limites, c'est-à-dire très denses ou peu denses au regard de leur système.

Comme métro aux faibles densités locales, nous retenons Rennes (6185 habitants : km²). Comme tramway, nous retenons Aubagne (densité locale moyenne : 2860), mais notre choix aurait aussi bien pu se porter vers Béthune ou Avignon (voir figures et tableaux X). Si l'on ne regardait que des lignes existantes, la moins dense aurait été Toulouse (3577 habitants/km²). Comme BHNS, nous retenons Angoulême (2896 habitants/km²). A l'inverse, comme tramway présentent de fortes densités locales, nous retenons Marseille 17819, et comme BHNS, Nîmes (6716 habitants/km²). Nous n'avons pas fait figurer les plus fortes densités autour du métro, remportées par l'Île-de-France avec des densités moyennes allant jusque 32 000 habitants/km² (ligne 2). On voit une nouvelle fois, avec ces exemples « hors tendances », que les domaines de pertinence entre systèmes se chevauchent.

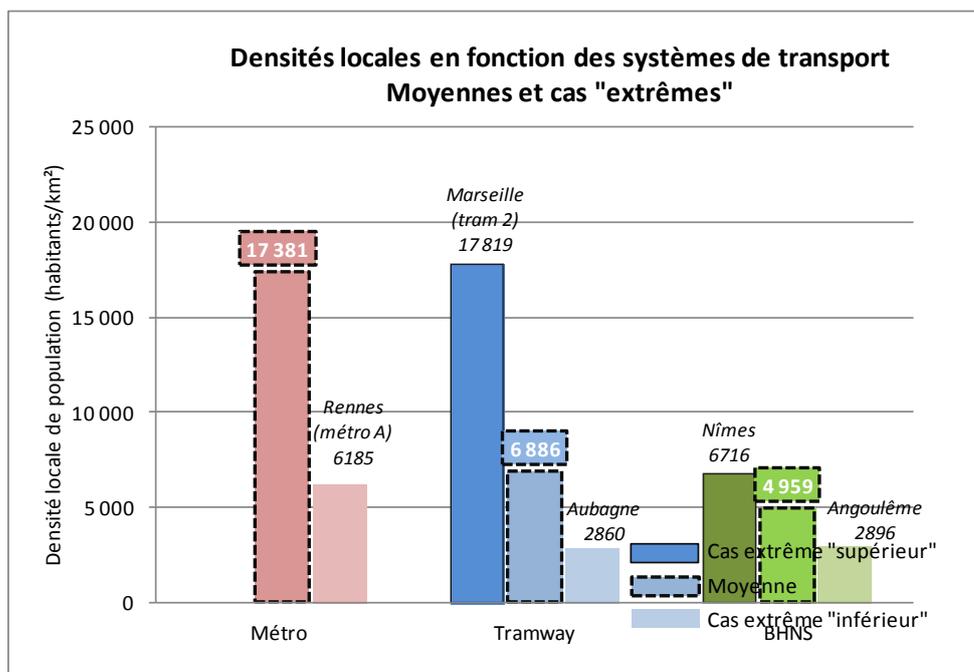


FIGURE 43– SYNTHÈSE DES DENSITÉS LOCALES POUR QUATRE SYSTÈMES– MOYENNES ET CAS EXTRÊMES

Le tramway 2 de Marseille traverse ainsi des territoires à la densité supérieure à la densité moyenne des territoires traversés par des métros, et les densités du BHNS de Nîmes atteignent celles des tramways. A l'inverse, les faibles densités constatées à Rennes, Aubagne ou Angoulême font s'interroger sur la pertinence de métro, de tramways ou de BHNS pour ces territoires. De façon à resituer l'importance de critères démographiques et notamment de la densité, nous abordons à présent les autres déterminants du choix du mode, qui peuvent expliquer que des villes peu denses aient malgré tout opté pour un système traditionnellement réservé aux agglomérations plus denses ou plus peuplées, ou à l'inverse que de petites villes comme Angoulême ou Louviers se soient lancées dans des projets de BHNS.

II.C. DISCUSSION: LA DENSITE PARMIS D'AUTRES CRITERES DE CHOIX DU SYSTEME ET DU TRACE

LA POPULATION: UN ELEMENT-CLE DANS L'ANALYSE DES BESOINS

Les résultats de gammes de densités assez contrastées selon les systèmes, que ce soit à l'échelle des villes-centres des PTU, ou à l'échelle micro-locale aux alentours des lignes, sont logiques car la population à desservir reste évidemment un critère de choix essentiel pour déterminer le système technique adapté.

POUR CALCULER LA CLIENTELE ET DONC LA CAPACITE DU SYSTEME

Tout d'abord, c'est bien le potentiel de clientèle, qui dépend lui-même la population et donc de situations de plus ou moins grandes densités qui va déterminer une des principales caractéristiques du système de transport : sa capacité. Le rappel des capacités limites de chaque système est utile à garder en mémoire pour mesurer l'importance du facteur « population » parmi d'autres critères.

On parle ainsi souvent de « domaine de pertinence » des différents systèmes, selon la fréquentation attendue. Mais, tout comme les gammes de densité, ces « domaines de pertinence » ne sont pas toujours clairement tranchés, comme en témoignent plusieurs documents de présentation de projets. Pour le BHNS de Maubeuge, le domaine de pertinence du tramway est ainsi affiché à **40 000 voyageurs/jour**, et celui du trolleybus à **20-25 000 voyageurs/ jour**, ce qui semble assez haut :

« Les élus de l'agglomération souhaitaient opter pour un tramway, ce mode véhiculant l'idée de modernité [...]. Mais au regard de la taille de l'agglomération, une étude interne [...] a montré que ce mode était inadapté. En effet, la ligne forte du réseau actuel affiche une fréquentation actuelle de 4 500 voyageurs/jour. Avec l'hypothèse d'un domaine de pertinence du tramway de l'ordre de 40 000 voyageurs/jour, cela correspondait à avoir le tiers de la population du Val de Sambre qui emprunterait le système »

Un article de la Gazette des communes parle lui d'une pertinence du tramway dès 3 000 voyageurs/heure et par sens (heure de pointe)⁴⁷, soit l'équivalent d'environ **18 000 voyageurs par jour**⁴⁸, ce qui semble à l'inverse assez bas, au regard des fréquentations constatées sur les projets existants.

En récoltant les densités locales, nous avons en effet récupéré les données de fréquentations de lignes des trois systèmes (attendues ou constatées). Pour le métro, les fréquentations semblent être au minimum de **100 000 voyageurs /jour** (140 000 voyageurs/ jour à Toulouse, 130 000 pour le métro A de Rennes, 110 000 prévus pour le métro B). Pour les tramways existants, les plus faibles valeurs sont autour de 20 000 voyageurs/jour (21 000 pour le T4 Montpellier, 23 000 au Mans) mais certains tramways en projet avaient des prévisions bien inférieures : autour de 6000 pour Aubagne, 6800 pour Valenciennes. Les fréquentations journalières peuvent aussi monter haut, quasiment au niveau de métros : 114 000 pour le T1 de Nantes, 90 000 à Grenoble, 71 000 à Nice. La moyenne des tramways se situe à **48 000 voyageurs/jour**. Pour les BHNS, la valeur la plus basse semble être 4500/5000 pour le BHNS de Maubeuge, les plus hautes hors Ile-de-France sont atteintes par des projets comme le Mettis (fréquentation attendue : 35 000, constat deux mois après la mise en service : 25 700 voyageurs/jour), et la moyenne hors Ile-de-France avoisine les **18 300 voyageurs/jour**. L'Ile-de-France explose ces catégories avec dans les 65 000/jour sur toute la ligne du TVM, et 42 000 sur le T Zen3.

POUR CHOISIR LES CORRIDORS PUIS LE TRACE

⁴⁷ « Sur les axes accueillant plus de 3 000 voyageurs par heure et par sens aux périodes de pointe, les collectivités n'ont pas d'autre solution que d'opter pour le métro ou le tram », Gazette des communes (26/06/2014).

⁴⁸ En appliquant un coefficient de passage de l'heure de pointe à la journée de 6.

Au moment du choix du tracé, le critère des densités intervient de nouveau, le choix se portant généralement vers les secteurs les plus dotés en emplois, en population, parfois aussi en équipements, de façon à desservir un maximum de personnes. Un exemple est fourni ci-dessous avec la réflexion sur le tracé du tramway de Dijon. Suite à l'analyse urbaine, socio-économique et des déplacements qui avait permis de retenir huit corridors (à gauche), le ou les corridors finaux sont déterminés en regardant les densités d'emplois et d'habitants (au côté aussi d'autres enjeux plus qualitatifs de desserte).

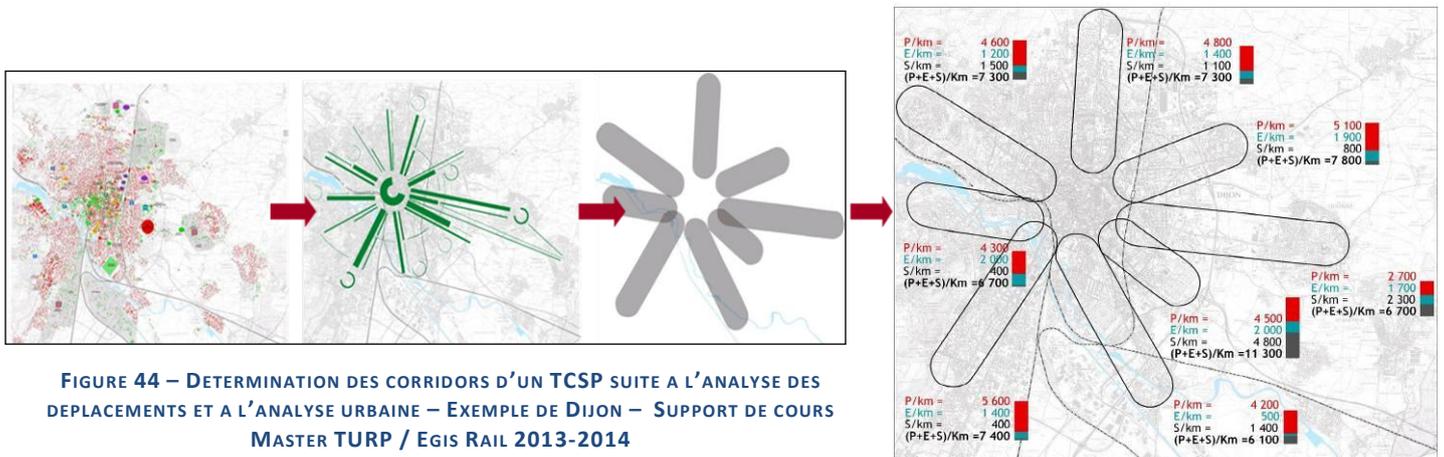


FIGURE 44 – DETERMINATION DES CORRIDORS D'UN TCSP SUITE A L'ANALYSE DES DEPLACEMENTS ET A L'ANALYSE URBAINE – EXEMPLE DE DIJON – SUPPORT DE COURS MASTER TURP / EGIS RAIL 2013-2014

Depuis la LOTI, l'évaluation des grands projets de transports est obligatoire et doit être rendue publique. Elle se fait à la fois a priori, avec une étude d'impact, dont la loi LAURE précise le contenu : «une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité ainsi qu'une évaluation des consommations énergétiques résultats de l'exploitation du projet », et a posteriori, entre 3 et 5 ans après la mise en service, pour évaluer les effets du projet. Dans les études d'impact, plusieurs scénarios sont généralement comparés et étudiés, et des indicateurs économiques comme le TRI (taux de rendement interne) calculés, prenant en compte des impacts autres que financiers.

Pourtant, les exceptions observées tant parmi les gammes de densités, que parmi les fréquentations prévisionnelles (parfois très basses) semblent éloigner certains projets de cette apparente rationalité des calculs socio-économiques. **Quels sont pour les AOT les principaux enjeux et facteurs susceptibles de les faire pencher pour tel ou tel mode, au-delà du critère de la population à desservir ?**

AU-DELA DU CRITERE DE POPULATION A DESSERVIR, LES GRANDS ENJEUX D'UN TCSP

ENJEUX URBAINS : REQUALIFICATION URBAINE, ATTRACTIVITE ET EFFET D'IMAGE

Les divers effets du tramway sur la ville ont suscité une littérature abondante, que ce soit pour parler de ses effets spécifiques sur l'urbanisme⁴⁹, sur le dynamisme économique, sur le changement d'image de la ville, ou encore d'essayer de mesurer l'ensemble de ces effets à la fois⁵⁰. Plusieurs villes ou agences d'urbanisme ont mis en place des observatoires des effets du tramway, en lien avec l'obligation de la loi LOTI d'évaluer les effets du tramway a posteriori. Que ce soit dans les travaux de recherche ou dans le discours bien rodé des élus présentant les mérites de leur projet, on n'en finit pas de vanter les vertus du tramway « urbaniste et aménageur », voire « paradigme d'une nouvelle urbanité ». Parmi les principaux effets, on retrouve la requalification des espaces publics que de tels projets engendrent, avec souvent la piétonisation et la création de nouvelles places, mais aussi un effet diffus de dynamisation du territoire et de changement de l'image de la ville. Comme le soulignent Cyprien Hasiak et Sophie Richer, le tramway devient alors une

⁴⁹ Lire par exemple les analyses de Jacques Stambouli (2005) ou de Belinda Redondo (2012)

⁵⁰ Voir pour ceci le projet européen SINTROPHER sur l'évaluation des effets territoriaux du tramway.

« vitrine du marketing urbain », donnant même parfois son nom à l'ensemble du réseau (« Eveole » au lieu de « Transport du Douais », « Transville » au lieu de « Semurval » dans le Valenciennois. Il est intéressant de noter que certains BHNS se font appeler « tramway » (comme les « Bus-Tram » de Perpignan et de Mulhouse, ou le « tramway » de Douai, en réalité un BHNS à guidage optique), ou certains tramways « Metro (Rouen), chaque élu rêvant de surclasser son système à la catégorie du « dessus ».

Même si certains effets du tramway (notamment sur les commerces et l'immobilier) font en réalité débat parmi les spécialistes⁵¹, cette rhétorique occupe en tous cas une place essentielle dans le discours qui accompagne les projets⁵². Dans un article qui décortique les processus de décision pour trois projets de TCSP dans le nord (le projet du SMT Artois-Gohelle autour de Lens et Béthune, le TCSP de Douai, mis en service en 2010 et le tramway de Valenciennes, ouvert en 2006 et 2007), Cyprien Richer et Sophie Hasiak montrent de quelle façon, à chaque étape du processus décisionnel (de la « rationalisation », qui s'appuie sur les domaines de pertinence des modes, à la « justification » par l'évaluation socio-économique, à « légitimation » à travers la concertation), les AOT débordent souvent d'un cadre d'analyse purement rationnel. Ils vont jusqu'à parler d'un « pouvoir de fascination par le tramway », qui « fait voler en éclat la rationalité des modes de transport »⁵³, qui se manifeste par exemple par le fait d'ignorer des populations et densités locales très faibles (trop ?) pour accueillir un tramway⁵⁴. Au moment de la justification, les auteurs pointent aussi des méthodes de calculs « critiquables et peu décisives » (surestimations des fréquentations par exemple), soutenues en tous cas par des argumentaires bien rodés sur les bienfaits du tramway. Dans la dernière phase de concertation, où cette fois-ci le projet est discuté et permet à plusieurs parties-prenantes de se faire entendre, les chercheurs regrettent enfin que, de par des compromis avec des entreprises ou des automobilistes, des riverains sur le stationnement ou le tracé, le projet évolue, mais dans un sens souvent « susceptible de nuire à sa cohérence fonctionnelle »⁵⁵.

ENJEUX DE TRANSPORT : RESTRUCTURATION ET EFFICACITE DU RESEAU

Souvent mis en avant dans la présentation de projets de TCSP sont les effets sur la réorganisation du réseau de transport, l'amélioration de l'offre, les hausses de fréquentation à attendre et en conséquence, la redéfinition des parts modales.

On peut citer comme exemples le dossier de presse présentant l'extension du BHNS 1 de Nîmes, ou encore l'argumentaire pour la ligne de BHNS de Perpignan. Dans ce document, le faible niveau de fréquentation de du réseau (8,5 millions de voyageurs en 2011 contre 28 millions pour Besançon, de taille comparable) est cité comme premier argument pour « changer la situation ». Et le BHNS est présenté comme LA solution pour faire augmenter cette fréquentation (objectif de la doubler, de 8,5 à 16 millions de voyageurs en 2019).

Un autre effet attendu, notamment par des systèmes de transport au sol (tramway ou BHNS en site propre) concernent aussi la redéfinition de la place de la voiture en ville, avec des effets attendus tant en terme de pollution, que de bien-être des habitants et usagers. Cet argument revient en particulier lors d'hésitations entre un système enterré de type métro, qui même s'il est plus susceptible d'augmenter le nombre de voyageurs en transports en commun, ne contraindra pas la circulation et le stationnement automobiles, comme peuvent le faire les systèmes au sol. Ces débats ont par exemple eu lieu à Toulouse, pour déterminer qui du métro ou du tramway constituerait la prochaine priorité d'investissement.

⁵¹ Jean-Marc Offner défend ainsi l'idée que les tramways catalysent des tendances préexistantes, tant sur le dynamisme immobilier que sur les mutations commerciales, plutôt que d'en impulser de nouvelles (OFFNER, 1993).

⁵² Lire par exemple l'interview du maire François REBSAMEN sur le tramway de Dijon.

⁵³ RICHER, ASIAK (2012), pp. 8-9.

⁵⁴ 37 000 habitants dans un rayon de 500 m pour les 17 km du tramway entre Béthune et Bruay-la-Bussière, ce qui revient à une densité locale moyenne de **2204 habitants/km²**, trois fois plus faible que la moyenne hors Ile-de-France.

⁵⁵ Richier Hasiak (2012), p.10.

ENJEUX DE DESSERTE : DESENCLAVEMENT DE QUARTIERS, POLES GENERATEURS ET EQUIPEMENTS

Si l'on s'intéresse au niveau microlocal, il faut citer comme autre facteur déterminant au choix d'un tracé - et qui peut expliquer de faibles densités locales autour d'une ligne - des enjeux spécifiques de desserte. Au-delà de l'analyse coût/besoin et du raisonnement de desservir les zones les plus denses pour maximiser le taux de remplissage, on trouve en effet bien d'autres déterminants et objectifs pour le choix d'un tracé.

On peut d'abord citer la **desserte de pôles générateurs**. C'est le cas le T9, qui pour rallier l'aéroport d'Orly, traverse des territoires peu denses au regard du contexte francilien comme l'illustrent les documents extraits du DOCP ci-contre. Les densités de Thiais et d'Orly sont ainsi à 3000/4000 habitants/km², par rapport à des densités à Paris et Ivry-sur-Seine de 9100 et 25000 habitants/km².

Bien d'autres exemples du même type peuvent être cités comme le BHNS de Marseille, qui projette de traverser des territoires peu denses pour aller au campus de Luminy, ou le tramway d'Orléans, qui fait la même chose pour rallier le quartier de la Source, ou encore celui de Dijon pour rejoindre Quetigny à l'est.

Cette logique poussée à l'extrême, on trouve même des lignes de transport créées juste pour relier les centres-villes à de grands pôles générateurs comme la ligne suivant le trajet du T3 pour aller à l'aéroport Saint-Exupéry, ou le tram-train qui rejoint l'aéroport EuroAirport Basel-

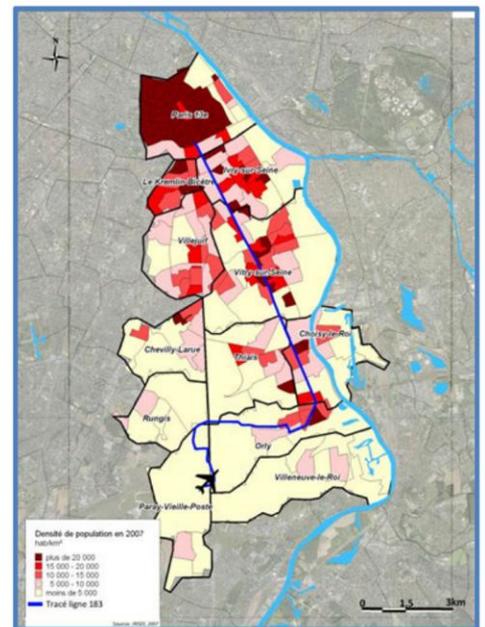


Illustration 12. Densité de population sur le périmètre général en 2007

FIGURE 45– EXTRAITS DU DOCP – TRAMWAY T9 PARIS-ORLY, P.22 (2012)

Mulhouse-Freiburg. L'argumentaire pour le projet devient alors la fréquentation du pôle générateur en lui-même (dans la présentation du projet sont ainsi seulement cités les 5 millions de passagers aériens en 2011 et 6400 emplois présents à l'aéroport).

Un autre enjeu de desserte, qui revient dans de nombreux projets, est de **désenclaver certains quartiers défavorisés** (quartiers d'habitat collectif, souvent prioritaires dans le classement de la politique de la ville et physiquement en périphérie des villes). Les exemples sont pléthores et contribuent à la justification des projets. On le retrouve à Dijon, dans les mots du maire François Rebsamen : « Le tramway permet de désenclaver certains quartiers de la ville – et j'y tiens beaucoup –, les zones urbaines sensibles de Chenôve, les Grésilles à Dijon et le centre de Quetigny ». Le dernier ouvrage de Jacques Donzelot⁵⁶, qui fait le bilan de 30 ans de politique de la ville, décrit bien cet objectif, en concordance avec ceux des projets de renouvellement urbain, de désenclaver et rendre plus perméables les quartiers (comme pour le quartier du Neuhof à Strasbourg, restructuré par l'arrivée du tramway en 2007⁵⁷ ou celui de Lormont-Carriet à Bordeaux).



FIGURE 46– LE TRAMWAY C DE STRASBOURG AU NIVEAU DE L'ESPLANADE, QUARTIER NEUHOF

Trois stations du Tram C ont été implantées dans ce quartier

⁵⁶ Donzelot, 2012.

⁵⁷ Site ANRU

Un troisième enjeu de desserte, et qui peut paraître plus contestable, constitue à **anticiper sur les projets de développement urbain ou à accompagner le développement de certains quartiers**, parfois en comptant juste sur les effets structurants du tramway pour que ceux-ci s'urbanisent.

Ces trois grands types d'enjeux et effets recherchés chez les TCSP - requalification urbaine, amélioration du système de transport, desserte de certains quartiers - sont reconnus et généralement peu remis en question. Mais on trouve pourtant des exemples où **ils entrent en contradiction les uns avec les autres**. Dans un article interrogeant la pertinence des tracés de tramways récents, Pierre Zembri détaille l'objectif de desservir des quartiers d'urbanisation future, parmi d'autres enjeux de desserte, dans une posture critique⁵⁸. Selon lui, la poursuite de ces objectifs de desserte, même s'ils sont adaptés aux nouvelles structures des villes (présence en périphérie d'équipements et de pôles générateurs comme des campus, des hôpitaux, des zones d'activités, de commerces et de loisirs, mais aussi des quartiers d'habitat, qu'il s'agisse de l'habitat collectif des années 70-80, ou de poches résidentielles de plus en plus loin des centres) se fait **au détriment de l'efficacité des réseaux de transport**, mesurée en temps de parcours et vitesses commerciales. Il différencie ainsi la première vague de tramways, qui s'était développé le long d'axes radiaux, suivant des parcours assez rectilignes (pour répondre aux besoins de villes alors denses et ramassées) aux nouveaux tramways, aux parcours « sinueux et tourmentés », qui donnent l'impression de « vouloir passer partout ». Il détaille les exemples de Montpellier (ligne 1), de Reims et d'Orléans. Et conclut en disant que « la dimension urbanistique du tramway l'a emporté sur la dimension transport », ce qui n'est pas forcément dommageable pour le taux de remplissage en centre-ville, où les détours ont peu d'impact, mais l'est plus en milieu rural.

On touche donc ici un point paradoxal sur le lien entre choix du tracé et densité: poussée trop loin, la volonté de desservir un maximum de population et d'emplois par une ligne semble donc être dommageable pour l'efficacité de celle-ci (vitesse commerciale réduite de par des tracés sinueux, et notamment par les courbes, temps de parcours moins attractifs, par rapport à des modes alternatifs aux tracés directs, faible taux de remplissage sur de longues sections de ligne).

UN CHOIX SOUS CONTRAINTES FINANCIERES, POLITIQUES ET TECHNIQUES

Le portrait des critères de choix pour un TCSP serait incomplet sans parler de plusieurs contraintes qui s'exercent sur les AOT et peuvent peser lourdement sur les décisions.

LA QUESTION DU FINANCEMENT

La question de combien une agglomération peut mettre sur la table pour son projet de transport est essentielle. La capacité de financement dépendra en partie de la population et donc de la taille de la ville (ressources propres ou possibilités de relever le plafond du VT). L'analyse Coût/Besoin (comment répondre aux besoins de desserte, mais dans un certain budget), guidée par les référentiels produits par le CERTU, centrale, déterminera en grande partie le choix du système. Quelques repères sur les coûts des systèmes (entre tramway et BHNS) sont reproduits en Annexe III.5, mais ceux-ci prêtent toujours un peu à débat, en fonction de la vision à plus ou moins long terme que l'on adopte (le coût d'investissement moyen au km pour un BHNS reviendrait ainsi 3 fois moins qu'un projet de tramway, mais la durée de vie du matériel est inférieure. Les coûts d'exploitations sont également moindres, mais certains auteurs estiment qu'au-delà d'un certain nombre de voyageurs par jour, le coût du BHNS rejoindrait finalement celui du tramway, etc.)

En France, le soutien étatique à telle ou telle technologie, qui conditionne l'obtention d'aides financières, a souvent été déterminant pour le choix du système. On l'a vu auparavant lors de débats entre le métro léger et le tramway (plutôt remporté par le métro léger, comme à Lille ou à Rennes) puis longtemps dans le soutien quasi inconditionnel de l'Etat au « tout-tram ». Plus récemment, le BHNS semble être entré à son tour en

⁵⁸ Zembri, 2012.

odeur de sainteté. Lors du premier appel à projet TCSP, seuls 19 des 52 projets mettaient en œuvre des BHNS, tandis que lors du deuxième ce mode concernant la moitié des projets⁵⁹.

L'importance du coût semble confirmée par les évolutions constatées en Partie III.A., entre les agglomérations ayant adopté un tramway ou un BHNS il y a longtemps, ou plus récemment. Pour le BHNS, nous avons observé une **remontée au fil du temps de la taille, du poids et des densités des agglomérations**. Ceci résulte du temps de latence pour faire connaître et démontrer l'intérêt du concept, mais aussi de l'importance croissante du facteur coût, les coûts d'exploitation du BHNS étant jugés en moyenne 33% inférieurs à ceux du tramway et le coût d'investissement trois fois moindre (CERTU). En temps de finances restreintes (et avec l'enjeu politique lié au lancement de tels projets, il est logique que cet argument ait pu séduire de grandes agglomérations, comme l'annoncent d'ailleurs clairement des élus: « Le bus-tram ne grève pas les finances publiques comme le tramway » (Jean-Paul Alduy, président de la communauté d'agglomération Perpignan Méditerranée) « Plutôt qu'un tram, nous préférons injecter plus d'argent dans le reste du réseau » (Martine Lignières-Cassou, maire de Pau)⁶⁰.

Pour le tramway, nous avons observé une **baisse progressive des densités** et tailles chez les agglomérations choisissant ce système. Il semble logique que ce soient d'abord des agglomérations de plus grande taille et superficie qui aient lancé son renouvellement. Il fallait en effet d'importants moyens financiers (qui découlent de la population et du nombre d'entreprises présentes sur le territoire – pour la fixation du plafond du VT et son montant – et de la capacité à convaincre de l'intérêt du projet– pour récolter des subventions) pour lancer de tels projets. Plus récemment, les tramways ont commencé à atteindre des agglomérations de moins de 200 000 habitants avec des technologies adaptés et des coûts réduits. Concernant les tramways en projet, dans des agglomérations moins denses encore, il semblerait qu'une certaine limite soit en voie d'être atteinte, comme en témoigne les nombreux projets aujourd'hui en suspens. Le journaliste et blogueur en mobilité Olivier Razemon parle de « tramway tueur » suite à la vague de communes remportées en 2014 par des opposants à des projets de tramway⁶¹. Avec un questionnement, qui peut émaner directement de la part des citoyens, ou d'associations fondées spécifiquement autour du projet: est-il vraiment nécessaire de dépenser tant pour un tramway, compte tenu de la taille et du nombre d'habitants de notre ville, pour laquelle un réseau de bus efficace pourrait suffire?

LES CONTRAINTES D'INSERTION

Un dernier élément formant l'environnement des contraintes pour une AOT dans le choix du système est d'ordre physique : le contexte géographique et urbain dans lequel va s'insérer le TCSP. Besançon a opté pour le tramway, en partie parce qu'il était moins consommateur d'espace et pouvait mieux s'insérer dans les rues étroites du centre-ville (avec tout de même la nécessité de trouver des solutions adaptées pour y minimiser les impacts. A Toulouse, cette contrainte d'insertion a été citée comme argument pour privilégier le métro (B) plutôt qu'un tramway. Tout comme à Rennes, où l'on peut lire dans le dossier d'enquête publique plusieurs arguments, d'ordre morphologique et liés à la structure urbaine, en faveur du métro :

« La configuration de l'agglomération rennaise se prête à un métro léger : une zone-centre très dense nécessitant un système en site propre de forte capacité, entourée de communes sans continuités urbaines («villes archipel») adaptées à une desserte en bus. [...]. Des contraintes de relief, de voiries et de bâti le long du corridor imposent une desserte souterraine en centre ville »

La manière dont Rennes Métropole justifie son choix pour le projet de métro B, entre le métro et le tramway **résume d'ailleurs bien les différents critères que nous avons exposés**, hormis les populations et densités.

⁵⁹ Tous deux cités dans les Cahiers du GART, GART, 2012.

⁶⁰ Tous les deux cités dans les Cahiers du Gart, « Quel TCSP pour les villes moyennes » ?, p.15 et p.19.

⁶¹ RAZEMON (2014).

Dans l'analyse, sont en effet pris en compte la clientèle potentielle, mais aussi la hausse à attendre sur la fréquentation du réseau, les coûts (investissement et d'exploitation) et l'équilibre du territoire :

DOMAINE CONSIDERE	COMPARAISON TRAMWAY – METRO (Extraits et résumés à partir du dossier d'enquête publique, Ligne de métro B à Rennes)
Clientèle et fréquentation du réseau	« Le tramway est moins performant en termes de densité de population rapportée à la longueur de la ligne, et il rapportera moins de clientèle que le mode métro, de par la meilleure offre de service, vitesse commerciale, fréquence du métro, qui auront des conséquences sur l'attractivité de l'ensemble du réseau »
Coûts	« En investissement, le tramway est plus intéressant, mais en termes d'exploitation (rapportés à la fréquentation), le métro est plus performant ».
Equilibre du territoire	« Plus intéressant d'avoir le même mode pour les deux principaux axes de densité de l'agglomération, afin d'éviter un réseau de TCSP à deux vitesses ».
Vision long-terme	« Le potentiel d'urbanisation et les besoins en transport du corridor desservi par la ligne B sont à terme, plus élevés que celui de la ligne A. Besoin de répondre à long-terme à l'augmentation de la demande en transport ».

	tramway	métro
Part modale des transports collectifs	Environ 16 %	Entre 16,5 % et 17 %
Déplacements en transports collectifs sur l'ensemble du réseau en jour moyen	258 000	271 300
Fréquentation de la ligne b en voyageurs par jour moyen	36 800	71 500
Gain annuel de déplacements en transports collectifs sur le corridor de la ligne b	1 255 000	4 460 000
Population, emplois et étudiants desservis (2015-2020) par la ligne b	99 800	132 600
Longueur de la ligne	9 400 mètres	10 300 mètres
Population, emplois et étudiants desservis (2015-2020) par la ligne b par km	10 600	12 900
Coût d'investissement de la ligne b , valeur janvier 2002 (infrastructures et matériel roulant seuls)	264 millions d'euros	665 millions d'euros

Tableau 2 : Les chiffres clés pour l'analyse comparative des partis métro et tramway au stade de l'étude d'opportunité
Source : Étude d'opportunité, TTK/PTV, 2003.

FIGURE 47– RESUME DES ARGUMENTS EN FAVEUR DU METRO ET EXTRAIT DU DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE – PIECE C – NOTICE EXPLICATIVE, LIGNE B DU METRO DE RENNES

CONTRAINTES POLITIQUES : L'IMPORTANCE DU CONSENSUS AUTOUR DU PROJET

Si toutes les agglomérations qui avaient opté pour un tramway en 2012 comptaient plus de 200 000 habitants, la relation inverse n'est pas vraie: le fait d'avoir un PTU de plus de 200 000 habitants ne rend pas automatique le choix d'un tramway. Sur les 27 réseaux de cette taille recensés dans l'annuaire TCU, **six n'avaient ni tramway ni TCSP** (Dunkerque, Lens, Limoges, Nîmes, Perpignan et Toulon). Limoges est un cas particulier, équipé depuis 1939 d'un réseau trolleybus et qui ne compte pas en changer. Nîmes et Perpignan sont depuis entrés en phase opérationnelle pour des BHNS, mais les trois autres agglomérations ont aujourd'hui leur TCSP au point mort, malgré des études lancées, avec d'importants débats sur la pertinence de tramways.

Au-delà d'une réponse à un besoin – défini par une population à desservir – l'absence de système lourd pour de grosses agglomérations, ainsi que la difficulté à le concrétiser, révèle pour ces exemples **le caractère très politique de ces projets**. Ceci transparait avec acuité aujourd'hui, où suite aux élections municipales, de nombreux projets pourtant en bonne voie ont été suspendus. Nous avons cité Avignon, Aubagne, mais l'on peut rajouter le tramway d'Amiens, où d'autres projets moins médiatisés comme Valence, tous deux mort-nés suite au changement politique soit de la ville-centre soit de l'agglomération. Le cas de Toulon, bon contre-exemple de grande ville sans TCSP, est à ce titre édifiant. L'idée d'un tramway agite l'agglomération depuis les années 1990. Mais une levée de boucliers, de la part de commerçants, de propriétaires, de comités d'intérêts locaux attachés à la voiture, ajoutée à des critiques sur le tracé ont fait reculé le président de la communauté d'agglomération, qui a suspendu les travaux en 2006. Aujourd'hui, des associations pro-tramways contestent ce revirement⁶² mais le projet ne semble pas prêt de repartir. Des tramways réalisés, comme Dijon, Orléans ou Tours, ont été à l'inverse favorisés par des **moments d'unions politiques**, notamment entre ville-centre et communauté d'agglomération, et en général emmenés par un maire fort.

⁶² Voir les deux articles référencés en bibliographie sur les évolutions du projet toulonnais.

DES CONSTATS A MODERER, EN RAISON D'UNE HYBRIDATION DES SYSTEMES ?

Au-delà des nombreux facteurs intervenant dans le choix d'un système, la pertinence du lien entre densité et choix du système est sans doute aussi mise à mal par l'apparition de systèmes intermédiaires, notamment entre BHNS et tramways, dont on ne sait plus toujours dans quelle catégorie les ranger. Le cas d'Avignon, évoqué plus tôt comme « cas limite » pour un tramway d'après la densité observée, est symptomatique de la nouvelle vague de tramways qui se répand à présent à de petites agglomérations, comme Besançon, Annemasse, Avignon et Aubagne (même si dans les deux derniers cas, les projets ont été interrompus)⁶³. L'adoption de tramways pour ces agglomérations s'est faite en adaptant le matériel, avec des rames bien plus courtes que les « tramways classiques » et des aménagements en voirie plus modestes, avec des conséquences pour les coûts d'investissements par km, qui atteignent des niveaux inédits

Ces évolutions viennent appuyer l'idée qu'il est peut-être **de moins en moins pertinent de raisonner uniquement en termes de grands systèmes techniques**. Nous l'avons vu avec les tramways compacts, les agglomérations se mettent à adapter coût et matériel à leur population et à leurs moyens financiers. De l'autre côté, l'émergence du « BHNS » en tant que concept d'aménagement de lignes mettant l'accent sur plusieurs caractéristiques liées à un haut niveau de service est aussi venu bouleverser les classifications. Au regard des principaux critères utilisés pour différencier le tramway du BHNS, certains BHNS, capacitaires, aménagés en site propre sur la quasi-totalité du parcours, et offrant de bonnes fréquences et amplitudes horaires, peuvent offrir un niveau de service comparable à ceux de certains tramways. Il existe d'ailleurs autant de « formules BHNS » que de choix d'options, qui permettront d'atteindre des caractéristiques techniques plus ou moins poussées et un niveau de service plus ou moins élevé :

On peut illustrer cette hybridation avec d'une part le tramway compact d'Aubagne, d'autre part un BHNS nouvelle génération comme le Mettis à Metz. Les deux offrent des capacités et des aménagements en voirie proches, on voit qu'il ne reste qu'à jouer sur la fréquence, l'amplitude horaire le confort et les systèmes d'informations et de billetterie pour pouvoir atteindre des niveaux de services comparables.



Le Citadis Compact (Alstom) présenté à Aubagne en mars : 3 modules de 2,4 m de large, 22-24 m de long. Capacité de 130 personnes.



Le Mettis de Metz. Capacité 150 personnes. 24 m de long. Circule en site propre à 90 %

FIGURE 48– COMPARAISON ENTRE LE TRAMWAY COMPACT D'AUBAGNE ET LE BHNS METTIS DE METZ

Le bureau d'études SAFEGE Territoires Villes et Transports, comme d'autres professionnels du secteur, défendent de plus l'idée que le BHNS peut avoir, au même titre que le tramway, d'importants effets de requalification urbaine. Comme pour le tramway, les aménagements des stations peuvent être l'occasion de réaménagements plus vastes des espaces publics, et l'aménagement de certaines en pôles d'échanges peuvent être les supports d'une hiérarchisation du réseau.

⁶³ Voir l'article Ville, Rail et Transport « Ces villes qui accèdent au tramway » (2014).

CONCLUSION

L'observation de la mobilité des individus a toujours préoccupé les urbanistes et les spécialistes du transport. En particulier, l'impact de certaines caractéristiques des territoires, comme la densité, est un sujet de prédilection de la recherche sur les liens entre urbanisme et déplacements. Dans le cadre de notre étude, ciblée sur deux effets particuliers de la densité – sur les pratiques de mobilité d'une part, sur le choix d'un système de TCSP d'autre part – nous avons pu à la fois confirmer certaines relations déjà établies, à la fois dégager un certain nombre d'exceptions qui renseignent sur d'autres facteurs à l'œuvre dans la détermination des comportements de mobilité et dans le choix du système.

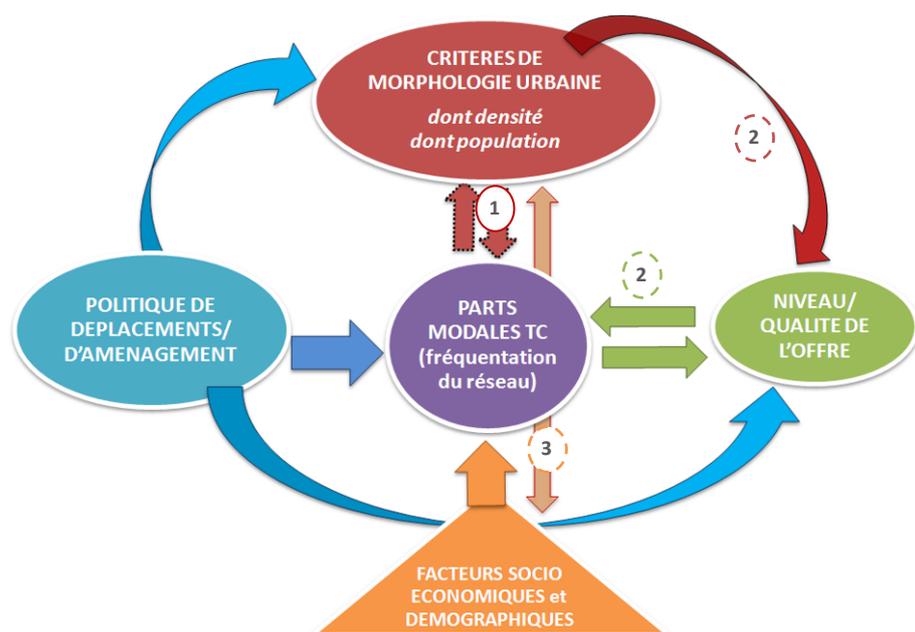
LA DENSITE ET LES PRATIQUES DE MOBILITE : DES LIENS, MAIS AU SEIN D'INTERACTIONS COMPLEXES...

L'hypothèse selon laquelle il existe un **lien entre densité des villes et caractéristiques de mobilité a pu être vérifiée**. A l'échelle d'un échantillon large de communes urbaines françaises, nous avons en particulier montré l'existence d'un **lien décroissant entre densité et motorisation des ménages** (la motorisation et la pluri-motorisation sont d'autant plus élevées que les territoires sont peu denses) **et entre densité et part des déplacements** en voiture et en transports en commun (la première plus forte à mesure que la densité diminue, la seconde plus forte à mesure que la densité augmente). Les résultats ont été moins concluants pour d'autres modes de déplacements, comme la marche à pied, contrairement aux résultats d'autres chercheurs sur le sujet.

Mais plusieurs cas de communes en décalage par rapport à ces relations, repérées grâce à une segmentation de l'échantillon d'analyse, ont mis en évidence **qu'il existe bien d'autres facteurs influant sur les pratiques de déplacements**. Même sans avoir pu chacun les quantifier, nous pouvons citer :

- **Pour la motorisation** : les caractéristiques socio-économiques des ménages, des conditions de circulation et de stationnement plus ou moins contraignantes ;
- **Pour la part TC** : l'attractivité relative de ce mode, qui dépend de l'offre (niveau de l'offre en quantité et qualité, existence systèmes lourds plus ou moins anciens, plus ou moins performants, etc.)
- **Pour la part VP** : l'attractivité relative de ce mode, qui dépend elle-même de la qualité et de la configuration du réseau routier, des politiques de stationnement et de gestion des circulations, etc.

Nous l'aurons compris, la difficulté est que les différents facteurs pouvant expliquer les parts modales par exemple sont interdépendants. Il est de plus malaisé de distinguer entre des relations de causalités directes et des corrélations résultant de causalités entre d'autres facteurs intermédiaires. Pour résumer ces effets et leurs directions, nous proposons cette représentation schématique, pour expliquer les parts TC par exemple, ci-contre :



Pour la relation qui nous intéresse, l'effet de la densité sur les parts modales (1), les résultats permettent de suggérer qu'il s'agit d'**une corrélation résultant de causalités indirectes avec d'autres facteurs intermédiaires plutôt que d'une causalité directe**. Par exemple, à l'échelle d'un large échantillon, avoir une ville dense va augmenter la probabilité d'avoir une bonne part TC, mais cette corrélation n'est pas du tout automatique. Il se trouve que les villes denses présentent de bonnes part modales TC, car elles tendent à avoir un **bon niveau d'offre** en transport en commun, ainsi que des **politiques d'aménagement urbain et de déplacements** visant à favoriser l'utilisation de ce mode. On peut ainsi citer quelques relations intermédiaires entre densité et d'autres facteurs explicatifs des parts modales :

- La densité influe sur le niveau d'offre, qui lui même influe sur la fréquentation du réseau (2).
- La densité est liée à un certain nombre de caractéristiques socio-économiques et démographiques des ménages (exemple : ménages de plus grande taille dans les zones peu denses, plus grande part d'étudiants dans les grandes villes denses), qui conditionnent ensuite en partie les parts modales (3).

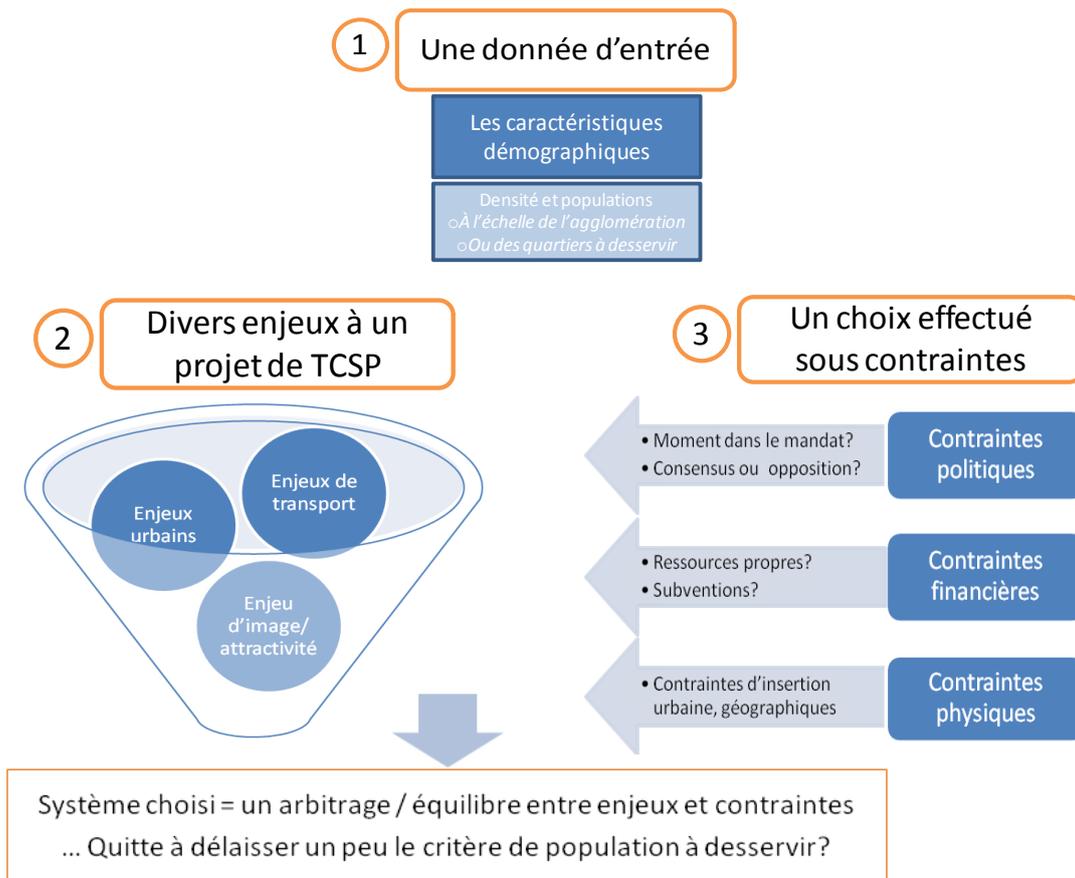
LA DENSITE : UN CRITERE DE CHOIX DES SYSTEMES DE TCSP A NE PAS NEGLIGER POUR UNE DESSERTE COHERENTE

Notre seconde hypothèse de travail était qu'il était possible de trouver un lien entre des gammes de densités locales et le choix d'un système de TCSP. L'enjeu étant de fournir des repères pour guider les AOT dans le choix de leur système. Notre recherche de densités locales autour de lignes de TCSP existantes et en projet a de fait permis **d'établir des gammes de densité locales selon différents TCSP (colonne de gauche)**

	Densités locales moyennes (à proximité des lignes)	Densités globales brutes moyennes (villes-centres et PTU)	Nombre d'habitants global
Métros	❖ 174 habitants/ha	❖ Ville : <u>57 hab/ha</u> ❖ PTU : <u>15 hab/ha</u>	❖ Ville: <u>Plus de 200 000 habitants</u> ❖ PTU: <u>Plus d'1 million d'habitants</u> (sauf Rennes)
Tramways	❖ 69 habitants/ha	❖ Ville : <u>43 hab/ha</u> ❖ PTU : <u>10 hab/ha</u>	❖ Ville: <u>165 000 habitants</u> ❖ PTU: <u>327 000 habitants</u>
BHNS	❖ 50 habitants/ha	❖ Ville : <u>21,6 hab/ha</u> ❖ PTU : <u>5 hab/ha</u>	❖ Ville: <u>71 000 habitants</u> ❖ PTU: <u>158 000 habitants</u>

Nous avons complété ces densités locales par les densités et le nombre d'habitants observés à une échelle macro-locale, celle de l'agglomération (PTU) et des villes-centres (deux colonnes de droite), de façon à être en mesure, lors de l'étude d'une agglomération, de la resituer par rapport aux choix faits ailleurs.

Cependant, les exceptions nombreuses à ces moyennes ont aussi montré que **la population et les densités sont insuffisantes pour expliquer le choix d'un système par une AOT**. D'autres enjeux, qui font l'objet d'arbitrages spécifiques de la part de chaque AOT, le tout dans un univers fortement contraint (contraintes financières, politiques, physiques), constituent ensemble les déterminants du choix, comme illustré ci-dessous :



Nous avons vu que dans cet environnement de choix, les enjeux associés à certains systèmes de TCSP et les nombreuses contraintes auxquelles les agglomérations sont soumises, peuvent finir par influencer autant la décision que des critères plus universels et quantitatifs comme la population à desservir. Ceci peut aboutir à systèmes en apparence « sous-dimensionnés » (exemple : un BHNS dans une agglomération assez grande et dense comme Metz ?) ou « surdimensionnés » (exemple : des tramways pour de petites agglomérations comme Aubagne ou Avignon, d'ailleurs finalement remis en question ?).

LIMITES ET SUITES A DONNER

Les corrélations démontrées ont été limitées par l'utilisation d'un nombre limité de données.

Ainsi, il aurait été utile de **diversifier les indicateurs pour caractériser les pratiques de déplacements** (ajout de la distance moyenne des déplacements, distinction de la pertinence du lien avec la densité selon différents motifs, au-delà du seul motif domicile-travail). Une autre limite à l'étude est de ne pas avoir pu mesurer précisément le poids respectif des variables pouvant impacter les pratiques de mobilité, pour resituer l'influence de la densité.

Un autre échelon qui bénéficierait d'être plus détaillé, comme nous avons commencé à le faire au niveau local, est l'**échelon infracommunal**, où il serait davantage pertinent d'appliquer les définitions nettes de la densité que nous avons tenté d'employer mais qui ne se sont finalement pas avérées aussi pertinentes que les brutes: peut-on repérer différentes pratiques de déplacements selon la densité infracommunale (population et/ou population et emplois ?). De même, certaines densités locales d'emplois méritent-elles de passer par des zones peu denses en habitants ? L'utilisation pour cela d'outils de cartographie serait utile.

Un autre point d'exploration serait d'arriver à mieux démontrer l'impact de la desserte de zones peu denses sur la fréquentation des lignes, et au final sur l'équilibre économique des réseaux. Nous avons tenté de

croiser les densités locales et la fréquentation des lignes mais les résultats n'ont pas été concluants. Il faudrait pouvoir procéder au croisement, mais avec des données plus fiables, tant sur la fréquentation que sur les densités et en les ciblant sur des lignes occupant une même position dans le réseau.

DEUX CONSTATS QUI CONFIRMENT LA NECESSITE D'ARTICULER LES POLITIQUES D'AMENAGEMENT ET DE DEPLACEMENTS

La mauvaise nouvelle des observations sur le lien entre densité et pratiques mobilité est qu'elles confirment les travaux sur la dépendance automobile dans les territoires peu denses. Alors que nous nous ne nous intéressions qu'aux communes urbaines, nous avons vu qu'une grande part ne comprenait aucun ménage non-motorisé et n'avait pas d'utilisation de transports collectifs (pour le motif domicile-travail du moins). Cette situation, qui révèle un certain manque de planification et de vision long-terme pour le développement de ces territoires, laisse craindre que les habitants de ces zones vivent des situations d'inégalité dans l'accès à la mobilité et qu'ils rencontreront des problèmes, budgétaires et énergétiques, pour soutenir ce système.

Une bonne nouvelle, en revanche, est qu'une simple relation de corrélation entre densité et parts modales **laisse ouvert le champ des possibles pour agir**, soit sur cette densité, soit sur les autres facteurs déterminant plus directement les parts modales. A ce titre, une combinaison **de politiques d'urbanisme et de déplacements**, parce qu'elles peuvent influencer à la fois sur l'offre et sur l'évolution des formes urbaines, **aura le plus fort effet de levier**. L'idéal étant d'arriver à articuler dans le même temps enjeux de transport et enjeux urbains, à l'aide **d'une offre de transport adaptée à la situation des territoires** : habitants à proximité des arrêts, arrêts à proximité des habitants et offre calibrée selon la population desservie. Mais la question, au regard de la situation actuelle de dispersion des zones d'habitat et de la poursuite du phénomène d'étalement urbain est : jusqu'où doivent courir les transports pour suivre l'urbanisation ? A ce titre, la posture des anglo-saxons sur des « seuils minimaux de densité » pour faire passer les transports en commun, dans une logique presque punitive pour des quartiers non suffisamment denses, est parlante. ... Une autre logique d'action est de structurer l'urbanisation autour des arrêts de transport en commun, en encourageant la densification dans les zones déjà bien desservis. Au Canada, en Australie et aux Etats-Unis, ce type de politique a été regroupé sous le vocable de « Transit Oriented Development » imposant par exemple des densités minimales, adaptées à chaque mode, autour des arrêts existants.

En effet, les constats que nous avons établis de densités locales parfois faibles à proximité de lignes de TCSP françaises (en moyenne le long de toute la ligne ou autour de certains arrêts) sont inquiétants, dans la mesure où ces faibles densités auront des conséquences sur l'économie des réseaux... et que les habitants ne se trouvent pas là où passent les transports. Ils peuvent néanmoins être une opportunité, si les TCSP deviennent le support de projets urbains, comme dans la logique grenobloise et de ses contrats d'axe, qui organise le partenariat entre acteurs pour débloquer des projets de construction le long des lignes⁶⁴.

Les interactions mises en évidence renforcent donc l'idée **d'une action combinée** sur l'offre de transport, les orientations de développement urbain, le stationnement, les circulations, les aménagements pour cycles et piétons, etc. comme le font déjà bon nombre d'intercommunalités⁶⁵. L'évolution des autorités organisatrices de transport vers des « autorités organisatrices de la mobilité urbaine » prévue par la loi de décentralisation est à ce titre prometteuse. En plus de l'organisation des transports collectifs, les intercommunalités pourront exercer toutes les compétences nécessaires à la mise en œuvre des plans de déplacements urbains : stationnement, politique vélo, auto-partage, taxis, transport de marchandises. Ces compétences réunies sous une même autorité devraient offrir la possibilité d'organiser une « effective complémentarité des modes », individuels et collectifs (Edith Heurgon, RATP), qui donnera au transport collectif une place de choix en ville.

⁶⁴ AURG, Décembre 2011.

⁶⁵ Lire par exemple le plaidoyer de Lille Métropole pour une « ville intense »

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

OUVRAGES GENERAUX

- CERTU (2012). La mobilité urbaine en France, enseignement des années 2000 – 2010. Ed. CERTU, 108 pages.
- LE BRETON, E. (2005). Bouger pour s'en sortir. Mobilité quotidienne et intégration sociale. Ed. Armand Colin, 256 pages.
- ORFEUIL, J. (2004). Transports, Pauvretés, Exclusions – Pouvoir bouger pour s'en sortir. Ed. de l'Aube, 180 pages.
- LAISNEY, François (2012). Atlas du tramway dans les villes françaises [Broché], 424 pages.

SUR LA DEFINITION DE LA DENSITE

- AUCAME, Agence d'études d'Urbanisme de Caen-Métropole (2008). La notion de densité. Note rapide « qu'en savons-nous » n°2, 01/2008 [en ligne, consulté 10/04/2014]. www.aucame.fr/web/publications/quen_savons_nous/fichiers/QSN002-La-notion-de-densite.pdf
- AUCAME, Agence d'études d'Urbanisme de Caen-Métropole, SABATIER, V. (2010). Formes d'habitat et densités urbaines. Présentation lors du Séminaire PLH du 5/11/2010 [en ligne, consulté le 03/05/2014]. www.caenlamer.fr/iso_album/plh-seminaire-formes-habitat-densite-urbaine.pdf
- CERTU, Département urbanisme et habitat (2010). La densité urbaine. Ed. CERTU, plaquette pédagogique, 12 pages.
- CHOAY, F., MERLIN, P. (2010). Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. Presses Universitaires de France, Collection "Quadrige dicos poche", 880 pages.
- DE MEYERE, A. et al. (Avril 2008). Ville durable, intensité et densité. DDE DE L'OISE, Service de l'Aménagement de l'Urbanisme et de l'Environnement (n°108 des Cahiers de l'Oise), 5 pages.
- FOUCHIER, V., MERLIN, P. (1994). Le concept de densité et ses implications sociales. In: Les fortes densités urbaines, une solution pour nos villes ? IAURIF, pp.7-15.
- IAU Ile-de-France (2005). Note rapide sur l'occupation des sols : Appréhender la densité. 4 pages.
- LEFUR, R., LECUYER, P. (2011). Une ville durable pour demain. Environnement & Technique, n°306.
- LILLE METROPOLE, Faire la ville intense [en ligne, consulté le 05/05/2014]. www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/AMENAGEMENT/DESURMONT/annexe18-LilleMetropole_faire-la-ville_intense_2009.pdf

SUR LES LIENS ENTRE FORMES URBAINES ET MOBILITE

- AGUILERA, A., MIGNOT, D. (décembre 2003). Etalement urbain et mobilité. Revue d'Economie Régionale et Urbaine, 19 pages
- ALLAIRE, J. (mai 2006). Choisir son mode de ville : formes urbaines et transports dans les villes émergentes. Les cahiers de Global chance [en ligne, consulté le 03/06/2014], n°21 pp.66-70 www.global-chance.org/IMG/pdf/GC21p66-70.pdf
- BOUZOUINA, L., NICOLAS, J., VANCO, F. (2011). Evolution des émissions de CO2 liées aux mobilités quotidiennes : une stabilité en trompe l'œil. Recherche –Transport - Sécurité, vol. 27, n°2, pp.128-139.

BUSSIERE, Y., BONNAFOUS, A. (1993). Transport et étalement urbain : les enjeux. Actes du colloque dans le cadre des cinquièmes entretiens du Centre Jacques Cartier, 7-8 oct. 1992, Montréal. 345 pages.

DUBOIS, D., RABUEL, S. (2007). L'adaptation de l'offre de transports en commun aux territoires vécus. CERTU, 116 pages.

FOUCHIER, V. (1997). Densité urbaine et mobilité : que sait-on, que peut-on faire ? Le cas de la région parisienne. In : Mobilité pour un environnement durable, Congrès mondial de l'ATEC, 1997, pp.21-35.

FOUCHIER, V. (1998). Les densités urbaines et le développement durable : le cas de l'Île de France et des villes nouvelles. Secrétariat général du groupe central des villes nouvelles, 211 pages.

IGLESIAS, M. (2007). La ville compacte : un modèle de mobilité durable ? Observatoire Universitaire de la mobilité GEO – UNIGE, 132 pages.

KAUFMAN, V., JEMELIN, C., GUIDEZ, J. (2001), Automobile et modes de vie urbains : quel degré de liberté ? La documentation française, 167 pages.

LE NECHET, F. (Mai 2011). Consommation d'énergie et mobilité quotidienne selon la configuration des densités dans 34 villes européennes. Cybergeog : European Journal of Geography [en ligne, consulté le 03/06/2014]. <http://cybergeog.revues.org/23634>

MEES, P. (2010). Transport for suburbia: Beyond the automobile age. Earthscan, 225 pages.

MEES, P. (2009). Density and transport mode choice in Australian, Canadian and US cities.

NEWMAN, P. KENWORTHY, J. (1989). Cities and automobile dependence: an international sourcebook. Aldershot: Gower, 388 pages.

POUYANNE, G. (2004), Forme urbaine et mobilité quotidienne. Thèse pour le Doctorat ès Sciences Economiques. Soutenue le 13 décembre 2004 à Université Montesquieu Bordeaux IV, 314 pages.

PREDIT, Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (2010). Etalement urbain et mobilité. La documentation française, 88 pages.

RAUX, C. et al. (2006). Analyse et modélisation des comportements transports-habitat-localisations. Laboratoire d'Economie des Transports, 159 pages.

SESAME (1999). Liens entre forme urbaine et pratiques de mobilité, les résultats du projet SESAME. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 62 pages.

BASE DE DONNEES ET INFORMATIONS SUR LES RESEAUX DE TRANSPORT

CERTU (2010). Panorama des transports collectifs urbains dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants, Situation 2008 et évolutions, hors Île-de-France. Edition CERTU (Collection Dossiers), 64 pages.

CERTU (2014). Panorama des réseaux de transports collectifs urbains des agglomérations de plus de 250 000 habitants hors Île-de-France - Situation 2011. Editions CERTU, 52 pages.

CERTU (2014). Panorama des réseaux de transports collectifs urbains des agglomérations de 100 000 à 250 000 habitants hors Île-de-France - Situation 2011 », Editions CERTU, 52 pages.

CERTU, GART, UTP (2014). Annuaire statistique Transports collectifs urbains 2014, évolution 2007 – 2012. Editions CERTU, 521 pages.

BASES DE DONNEES ET INFORMATIONS SUR LES POPULATIONS, SUPERFICIES ET EMPLOIS

- Base de données ATC, Arrêts des transports collectifs (mise à jour printemps 2014)

- Données téléchargeables [En ligne, consulté le 03/06/2014]: http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelie/voir.do?carte=dtectv_base_atc_osm&service=CEREMA
- Explications sur la base de données [En ligne] (page consultée le 03/06/2014). www.certu.fr/base-atc-base-nationale-d-arrets-a1217.html
- CHEVEREAU, L., GENDRE, P. (2014). Powerpoint de présentation de la base, Congrès Atec ITS, Rencontres de la mobilité intelligente. CEREMA, 17 pages. [En ligne] (page consultée le 03/06/2014). www.certu.fr/IMG/pdf/base_ATC_v1-3_cle03d67d-1.pdf
- Base de données CORINE Land Cover
 - Données téléchargeables (2006) [En ligne, consulté le 10/06/2014]: www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/li/1825/1097/occupation-sols-corine-land-cover.html
- Données de l'INSEE
 - INSEE (2009). Données de population, Recensement Général de la Population [En ligne] (page consultée le 03/05/2014). www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/default.asp?page=recensements.htm
 - INSEE (2009). Fichier MOBPRO , données sur les déplacements commune de résidence – commune de travail [En ligne] (page consultée le 03/05/2014). www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/default.asp?page=recensement/resultats/doc/presentation-flux-mobilite-prof.htm
 - INSEE (2009). Fichiers IRIS, données sur le nombre d'emploi, à l'échelle infracommunale [En ligne, consulté le 10/05/2014].
 - INSEE (2011). Fichiers RFLM, Revenus fiscaux des ménages au niveau communal [En ligne, consulté le 20/07/2014]. www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/default.asp?page=statistiques-locales/revenu-niveau-vie.htm

SUR LES EFFETS DES TCSP

Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise, Sytral, CCI de Lyon (2013). Evaluation des impacts de la ligne de tramway T4, enquête auprès des habitants. Agence d'urbanisme de Lyon, 67 pages.

CERTU (2006). Déplacements et commerces : Impacts du tramway sur le commerce dans différentes agglomérations françaises. Editions CERTU, 155 pages.

Communauté de l'agglomération havraise, Agence d'urbanisme de la Région du Havre et de l'estuaire de la Seine (2010). Les effets du tramway – Observatoire – Etat des lieux en 2009. 137 pages.

REDONDO, B. (2012). Tramway et territoire : quel urbain en perspective ?. Revue Géographique de l'Est, vol. 52 / 1-2, 14 pages.

STAMBOULI, J. (2005). Les territoires du tramway moderne: de la ligne à la ville durable. Revue Géographique de l'Est, 18 pages.

OFFNER, JM. (1993). Les effets structurants du transport : mythe politique, mystification scientifique. Espace géographique. Tome 22 ,°3, pp. 233-242.

SUR LES DIFFERENTS SYSTEMES DE TRANSPORT ET LES CRITERES DE CHOIX

CERTU (2009). Tramway et Bus à Haut Niveau de Service en France : domaines de pertinence en zone urbaine. Fiche Mobilités et Transports, Le Point sur, N°12, [en ligne, consulté le 03/06/2014] www.certu.fr/IMG/pdf/fiche_CERTU_LePointSur_pertinence_TCSP_cle5e1217.pdf

- GART (2012). Quel TCSP pour les agglomérations de taille moyenne ?. Les cahiers du GART, 19 pages.
- RICHER, C., HASIAK, S. (2012). Des tramways contre-nature ? Regards croisés sur les processus de décision des projets de TCSP de l'arc Sud de l'aire métropolitaine lilloise. Revue Géographique de l'Est, vol. 52 / 1-2.
- STIF, Dossier de presse. TZen un nouveau mode de transport en Ile-de-France. [En ligne, consulté le 23/07/2014]. www.stif.org/IMG/pdf/DP_T_Zen_basse_def.pdf
- ZEMBRI, P. (2012). La conception des transports collectifs en site propre en France : des tracés problématiques ? Revue Géographique de l'Est vol. 52 / 1-2, 14 pages.
- (Auteur non précisé) (2014). Ces villes qui accèdent au tramway. Ville Rail et Transport. [En ligne, consulté le 07/07/2014] www.ville-rail-transport.com/content/ces-villes-qui-acc%C3%A8dent-au-tramway-5
- RAZEMON, O (2014). Municipales : la malédiction du tramway. Blog Transport du Monde « L'interconnexion n'est plus assuré. [En ligne, consulté le 03/05/2014] <http://transports.blog.lemonde.fr/2014/04/01/municipales-la-malediction-du-tramway/>

SUR LES PROJETS DE TRANSPORT

- BESCHI, S., THIERRY, A. (2011). Un tramway pour refaire la ville, la ligne C du réseau TAG de Grenoble. Master 2 Exploitation et développement des réseaux de transport public. Université de Cergy Pontoise, 18 pages.
- BUSALB, A. (2013). Perpignan : les premiers "Bus-tram" arrivent en mars. Mobilicités [En ligne, consulté le 22/07/2014]. www.mobilicites.com/011-1893-Perpignan-les-premiers-Bus-tram-arrivent-en-mars.html
- DEMANGEON, E. (2013). Le tramway d'Amiens a sombré dans la vague bleue. Libération [En ligne, consulté le 03/07/2014] www.liberation.fr/societe/2014/06/24/le-tramway-d-amiens-a-sombre-dans-la-vague-bleue_1049344
- FOURNIER, J., LACHAUD, Y. (2014). Prolongement du trambus à Nîmes : l'enquête publique débute. Midi Libre [En ligne, consulté le 15/07/2014]. www.midilibre.fr/2014/06/14/prolongement-du-trambus-l-enquete-debute,1007627.php
- VERHEYDE, B. (2013). Communauté urbaine de Dunkerque: transport, une révolution se trame! . La voix du nord [En ligne, consulté le 15/07/2014]. www.lavoixdunord.fr/region/communaute-urbaine-de-dunkerque-transport-une-ia17b0n1628884
- VIENNET, R. (2012). Toulon : le Bus à haut niveau de service est au point mort. Mobilicités [En ligne, consulté le 15/07/2014]. www.mobilicites.com/011-1703-Toulon-le-Bus-a-haut-niveau-de-service-est-au-point-mort.html
- (Auteur non précisé) (2013). Lens et Béthune : un tramway nommé soupirs. La voix du nord [En ligne, consulté le 15/07/2014]. www.lavoixdunord.fr/region/lens-et-bethune-un-tramway-nomme-soupirs-ia0b0n1201342
- (Auteur non précisé) (2012). Le point sur le TCSP dans l'agglomération toulonnaise. telexvar [En ligne, consulté le 12/07/2014]. <http://telexvar.com/infos/2012/02/le-point-sur-le-tcsp-le-transport-en-commun-en-site-propre-dans-l%E2%80%99agglomeration-toulonnaise/10473>
- Communauté d'agglomération Perpignan Méditerranée (2013). Le Bus-Tram à Perpignan, une tout autre façon de prendre le bus. Perpignan Méditerranée [En ligne, consulté le 22/07/2014] www.perpignanmediterranee.com/Bus-Tram--5347.phtml?taille=small&style=defau

ANNEXES

PARTIE I – LA DENSITE EN LIEN AVEC L'ETUDE DES MOBILITES

ANNEXE I.1. EVOLUTION DE L'EQUIPEMENT AUTOMOBILE DES MENAGES, DE 1980 A 2009

Équipement automobile des ménages

en %

	1980	1990	2000	2009 (p)
Ménages motorisés	70,8	76,8	80,3	83,2
Monomotorisés	54,3	50,5	50,7	47,5
Bimotorisés	14,8	23,0	25,4	30,5
Trimotorisés ou plus	1,7	3,3	4,2	5,2
Ménages non motorisés	29,2	23,2	19,7	16,8

Sources : CCFA ; Sofres ; Inrets-Ademe ; Insee ; SOeS.

Source : INSEE, Note sur l'équipement des ménages [En ligne, consulté le 13/08/2014], www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=T11F062

PARTIE II – LES LIENS ENTRE DENSITE ET PRATIQUES DE DEPLACEMENTS

ANNEXE II.1. MODES D'OCCUPATION DES SOLS D'APRES CORINE LAND COVER, NIVEAU DE DETAIL 2

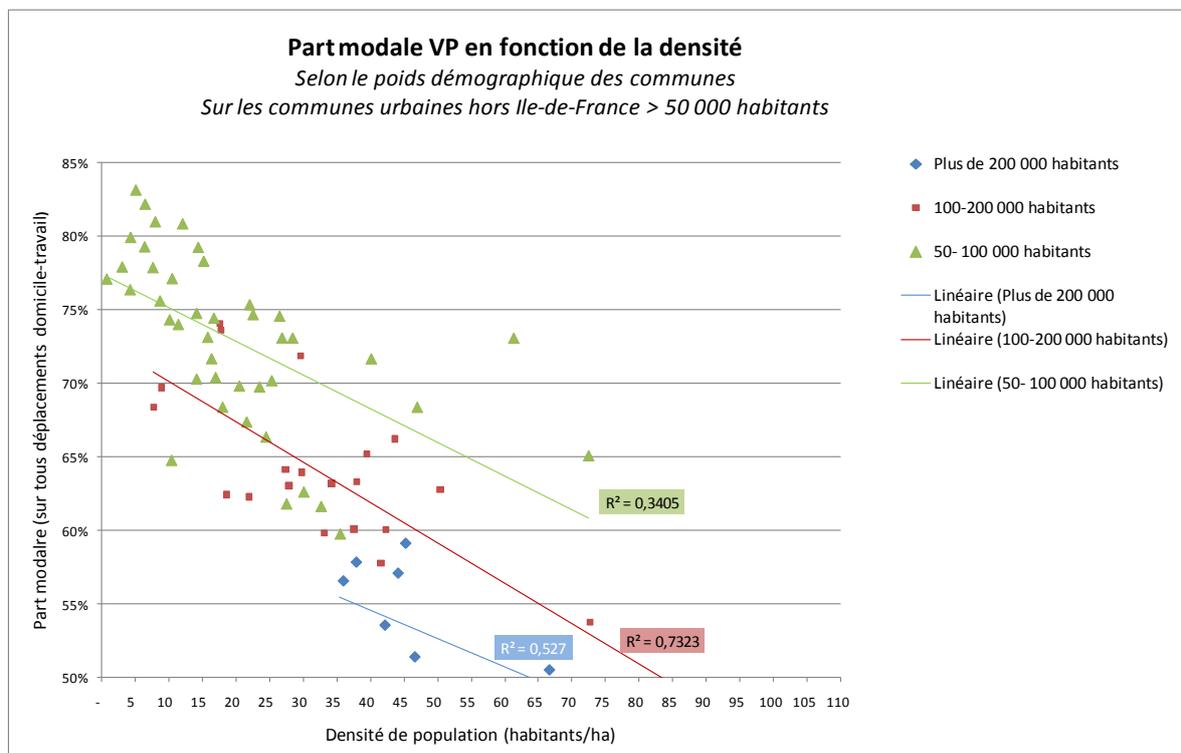
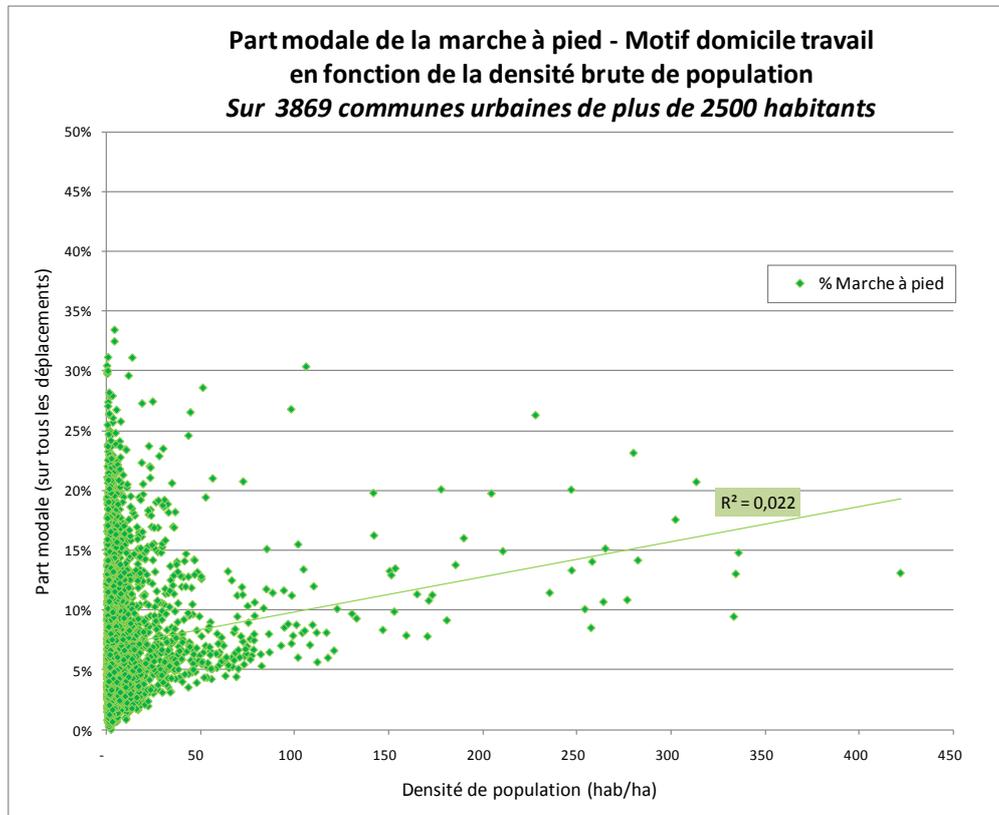
La base CORINE Land Cover fournit à partir de l'observation par image satellitaire et d'informations complémentaires, les données sur différents modes d'occupation du sol pour 38 pays européens. Les résultats, produits pour la première fois en 1990 ont ensuite été mis à jour en 2000 et 2006 ce qui permet d'observer les changements d'occupation des sols.

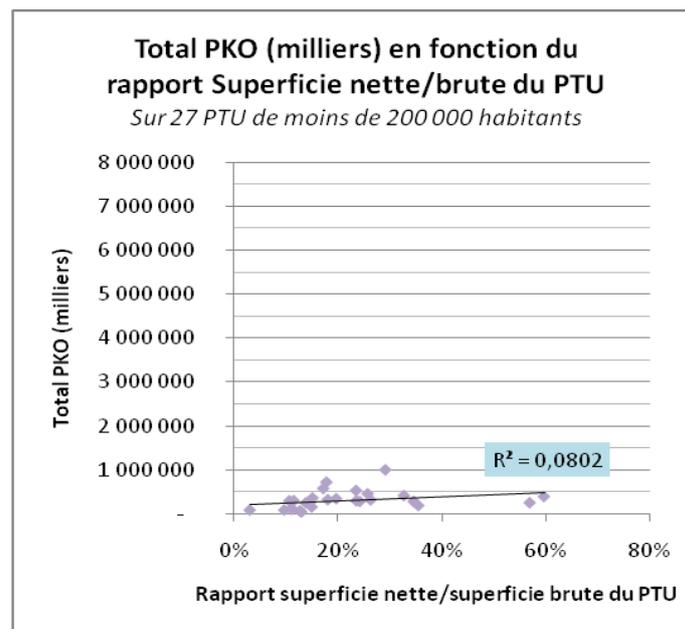
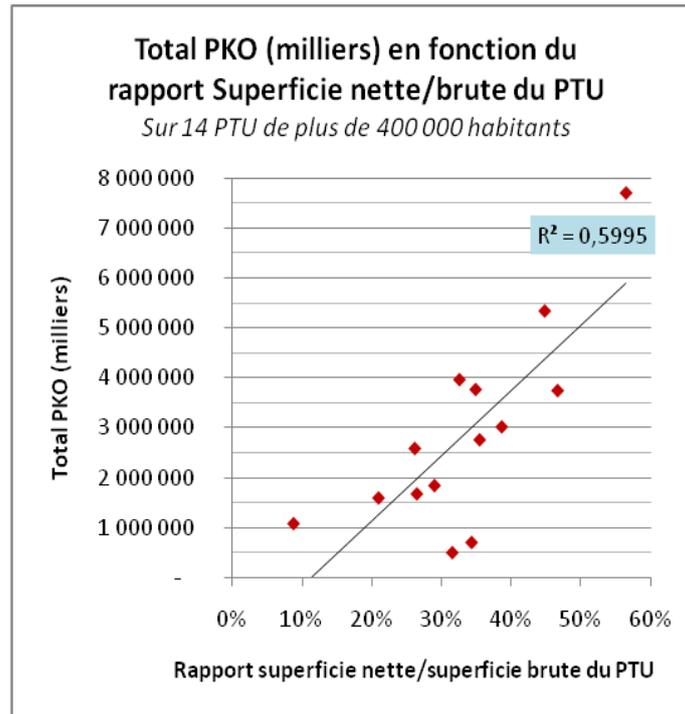
Au niveau de détail pour lequel nous l'avons utilisée, elle fournit 15 types d'occupations du sol.

11	Zones urbanisées
12	Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
13	Mines, décharges et chantiers
14	Espaces verts artificialisés, non agricoles
21	Terres arables
22	Cultures permanentes
23	Prairies
24	Zones agricoles hétérogènes
31	Forêts
32	Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
33	Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
41	Zones humides intérieures
42	Zones humides maritimes
51	Eaux continentales
52	Eaux maritimes

Pour calculer les densités nettes, nous avons retenu parmi ces 15 modes, la catégorie 11, zones urbanisées, la catégorie 12, zones industrielles ou commerciales et la catégorie 14, espaces verts artificialisées non agricoles.

ANNEXE II.2. RESULTATS DES CROISEMENTS ENTRE INDICATEURS





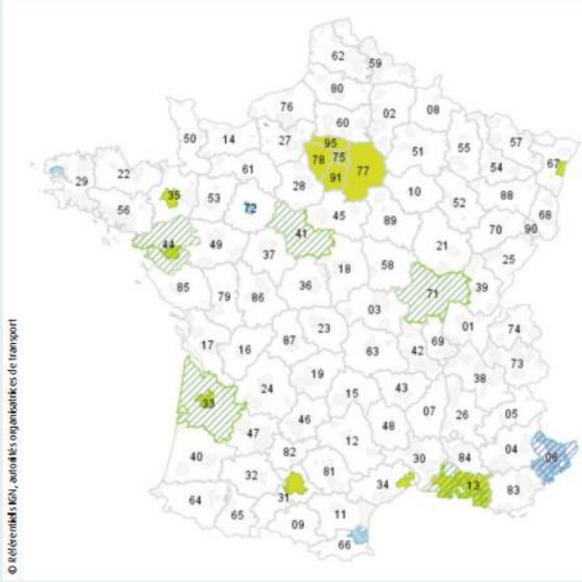
PARTIE III – LES LIENS ENTRE DENSITE ET CHOIX D'UN SYSTEME DE TRANSPORT

ANNEXE III.1. INFORMATIONS CONTENUES DANS LA BASE DE DONNEES ATC DU CEREMA

ANNEXE III.1.A. EXPLICATIONS SUR LA BASE DE DONNEES ATC

La base ATC (arrêts des transports collectifs), élaborée par le Cerema avec l'appui du Gart, à la demande du ministère du développement durable et renseignée par les exploitants et/ou AOT, permet d'avoir accès aux arrêts géolocalisés des réseaux de transports et à des informations complémentaires sur chaque arrêt physique : population à moins de 300m de l'arrêt, fréquence de passages des bus à l'arrêt et amplitude horaire de la desserte à cet arrêt. Cf présentation ci-dessous.

BASE ATC : la base nationale des arrêts de transport collectif est en ligne !



© référentiels AOT, arrêtés organiques de transport

Pour répondre à des besoins statistiques et d'analyse du territoire, le Cerema a entrepris de constituer une base de données des arrêts de transport collectif. Cette base ATC est un recueil de données géolocalisées des arrêts des réseaux urbains et départementaux.

Les données proviennent des plates-formes Open Data ou d'accords donnés par les autorités de transport. Le Cerema les a ensuite rendues conformes au modèle d'arrêt partagé proposé par l'AFIMB (Agence Française pour l'Information Multimodale et la Billettique). Ces données sont ainsi restituées dans un format unique, malgré les multiples formats des données source. Le Cerema a ensuite complété ces données par des indicateurs calculés pour chaque arrêt : population résidant autour, fréquence et amplitude horaire de desserte.

Aujourd'hui, cette base ATC regroupe une trentaine de réseaux. Les territoires **en vert** sur la carte ci-contre indiquent des données en accès libre; ceux **en bleu**, des données en accès restreint. Soixante réseaux supplémentaires ont déclaré souhaiter intégrer le projet. L'objectif est d'augmenter la couverture territoriale pour permettre plus d'analyses statistiques et territoriales.

► Pour en savoir plus, accéder à la carte et aux données : <http://www.certu.fr/base-atc-base-nationale-d-arrets-a1212.html>
 ► Contacts : Cerema - Direction technique Territoires et ville - Laurent Chevereau - laurent.chevereau@cerema.fr

ANNEXE III.1.B. LISTE DES DONNEES DISPONIBLES DANS LA BASE ATC

- Au niveau du PTU, 23 PTU disponibles, dont 14 en accès libre

	Accès restreint	Accès libre	Nom du réseau	Type de réseau	Utilisée
AIX-EN-PROVENCE		X	Aix en Bus / CPA	Bus	Oui
ANTIBES	X				
ARLES		X	Envia	Bus	Oui
AUBAGNE		X	Bus Agglo	Bus	Oui
BORDEAUX		X	TBC	Tram + Bus	Oui
BREST	X				
CANNES	X				

FOS/MARTIGUES		X	Ulysse	Bus	Oui
GARDANNE		X	Omnibus	Bus	Oui
GRASSE	X				
MANS (LE)	X				
MARSEILLE		X	RTM	Métro + Tram + Bus	Oui
MENTON	X				
MONTPELLIER		X	Tam	Tram + Bus	Oui
NANTES		X	Tan	Tram + Bus	Oui
NICE	X				
PARIS		X			
PERPIGNAN	X				
PONT-AUDEMER	X				
RENNES		X	Star	Métro + Tram + Bus	Oui
SALON-DE-PROVENCE		X	Libebus	Bus	Oui
STRASBOURG		X	CTS	Tram + Bus	Oui
TOULOUSE		X	Tisseo	Métro + Tram + Bus	Oui

➤ Au niveau des départements, 6 disponibles, dont 5 en accès libre.

	Accès restreint	Accès libre
ALPES-MARITIMES	X	
BOUCHES-DU-RHONE		X
GIRONDE		X
LOIR-ET-CHER		X
LOIRE-ATLANTIQUE		X
SAONE-ET-LOIRE		X

ANNEXE III.2. INFORMATIONS CONTENUES DANS L'ANNUAIRE TCU DU CEREMA

➤ Informations disponibles sur 227 réseaux français (2012) :

Catégorie de donnée	Donnée	Utilisée
Données institutionnelles, démographiques, contractuelles	Nombre de communes du PTU (de 2007 à 2012) Population du PTU	Oui
	Nom / Identité de l'exploitant	
	Date de signature et type de contrat	
	Nombre de communes desservies, population desservie	
Principales caractéristiques du réseau (offre et utilisation)	Nombre de lignes	
	Longueur des lignes	
	Parc total de véhicules (31/12/2012)	
	Effectif total (31/12/2012)	
	Total des voyages (milliers) dont gratuits	Oui
	Total des kilomètres (milliers)	Oui
Données financières (milliers d'euros)	Total des PKO (milliers)	Oui
	Compte administratif de l'AO – Fonctionnement, Investissement	
Ratios physiques	Compte transport de l'exploitant – Charges et produits	
	Kilomètres par habitant du PTU	
	PKO par habitant du PTU	Oui, parfois
	Voyage par habitant du PTU	
	Voyages par kilomètre	
	Kilomètres par agent roulant	
Ratios financiers	Agent roulant par véhicule	
	Charge d'exploitation/km	
	Charge d'exploitation/voyage	
	Produit du VT par habitant du PTU ramené à 1%	
	Participation CL à l'exploitation par habitant du PTU	
Tarifs (au 31/12/2012)	Produit du trafic total sur charges d'exploitation (%)	
	Billet à l'unité, billet du carnet de ticket, titre journée Abonnement hebdo, mensuel, annuel	

➤ Informations complémentaires disponibles sur les réseaux de plus de 200 000 habitants :

Informations complémentaires Réseaux > 200 000 habitants	Produit du trafic (milliers d'euros)
	Déplacements (en milliers)
	Coût moyen d'un déplacement (en euro)
	Taux de correspondance
	Vitesse commerciale : bus, tramway, métros

- Moyennes par « classes de réseaux » (selon le nombre d'habitants du PTU) sur 184 réseaux et nos commentaires sur ce tableau

Moyennes et ratios par classe en 2012

Ces moyennes et ces ratios ont été calculés sur 47 réseaux. N'ont été retenus que les réseaux ayant répondu à l'ensemble des données utilisées dans les tableaux ci-dessous.

Les réseaux pris en compte sont indiqués sur la page suivante.

	Réseaux de 300 000 habitants et plus	Réseaux de 100 000 à moins de 300 000 habitants	Réseaux de 50 000 à moins de 100 000 habitants	Réseaux de moins de 50 000 habitants	Ensemble des réseaux
Nombre de réseaux concernés	17	56	64	47	184
Kilomètres par habitant du PTU	34,8	33,1	15,1	12,1	33,4
Voyages par habitant du PTU	162,4	85,9	23,0	27,2	135,0
Voyages par kilomètre	4,7	2,6	1,5	2,2	4,0
Kilomètres par agent roulant	20 223	22 677	20 995	19 405	20 483
Agents roulants par véhicule					
Produit du trafic total par voyage	0,48 €	0,46 €	0,42 €	0,47 €	0,47 €
Charges d'exploitation par voyage	1,4 €	1,9 €	2,2 €	2,4 €	1,6 €
Charges d'exploitation par kilomètre	6,4 €	4,7 €	3,7 €	3,5 €	5,4 €
Subvention d'exploitation et d'équilibre par habitant du PTU	144,8 €	109,5 €	56,1 €	39,5 €	111,5 €
Produit du trafic total sur les charges d'exploitation	35,4 %	20,4 %	19,3 %	19,6 %	30,0 %

OFFRE ET MOBILITE

Le niveau d'offre (km/habitant) diminue à mesure que le nombre d'habitants du PTU diminue. La fréquentation (voyages/km et voyages/habitant) suit la même évolution, sauf pour les réseaux de moins de 50 000 habitants, qui ont de meilleurs chiffres que ceux entre 50 et 100 000 habitants.

Les réseaux de plus de 100 000 habitants et ceux de 300 000 habitants présentent un **nombre de km par habitant du PTU proche, le plus élevé**. Celui-ci est plus de deux fois supérieur à celui des réseaux de plus petite taille (chiffres respectifs de 34,8 et 33,1 par rapport à des valeurs respectives de 15,1 et 12,1 pour les réseaux de 50 à 100 000 habitants et de moins de 50 000 habitants).

Le **nombre de voyages par kilomètres** évolue de façon plus proportionnelle, décroissante, à mesure que la taille du réseau diminue (on passe de 4,7 voyages/km pour les réseaux de plus de 300 000 habitants, à 1,5, chiffre le plus faible, pour les réseaux entre 50 et 100 000 habitants. **Ce nombre remonte cependant à 2,2 voyages/km pour les petits réseaux de moins de 50 000 habitants.**

Le **nombre de voyages par habitant** suit la même évolution : le chiffre le plus faible (23) est chez les PTU entre 50 et 100 000 habitants. Il remonte à 27,2 pour ceux de moins de 50 000 habitants.

RATIOS FINANCIERS

Un km de ligne revient plus cher à produire chez les grands réseaux mais les charges par voyages y sont plus faibles.

Le rapport Produit/ Charges est d'autant meilleur que l'on est un grand PTU (sauf pour ceux de moins de 50 000 habitants, qui « performant » mieux que ceux entre 50 000 et 100 000 habitants

Si le km de ligne revient plus cher à produire pour les très grands réseaux (6,4 €/km pour les PTU de plus de 300 000 habitants, 4,7€/km pour ceux entre 100 et 300 000 habitants et 3,5 pour les plus petits), les **charges par voyage y sont aussi plus faibles**. On passe ainsi de 1,4 € chez les grands à 2,4 € de charges d'exploitation par voyage chez les réseaux de moins de 50 000 habitants.

Le rapport Produit du trafic total / Charges d'exploitation est d'autant plus élevé (et donc meilleur) que les réseaux sont grands : il passe de 35,4% pour les réseaux de plus de 300 000 habitants à 19,6% pour ceux de moins de 50 000 habitants (avec l'exception encore de cette dernière catégorie, qui obtient un rapport légèrement meilleur par rapport aux réseaux de 50 -100 000 habitants, à 19,3%)

ANNEXE III.3. DISTINCTIONS ENTRE LES TCSP D'APRES LE CERTU

On entend par TCSP un système de transport public utilisant majoritairement des emprises affectées à son exploitation et fonctionnant avec des matériels allant du bus au métro.

On distingue 3 familles de TCSP :

Les **métros** sont en site propre intégral (pas de carrefour, plate-forme inaccessible) et généralement en souterrain ou en viaduc. Ils sont exploités à voie libre à l'aide d'un système de cantonnement et peuvent être automatiques. On fera la différence entre les métros lourds ou les métros légers de type VAL.

Les **tramways** sont caractérisés par des véhicules ferroviaires (roulement fer sur fer) qui circulent majoritairement sur la voirie urbaine et sont exploités en conduite à vue. Par abus de langage, on intègre dans cette catégorie le "tramway sur pneus" de Lohr, système guidé sur pneus qui présente la particularité d'avoir un guidage permanent et donc de se soustraire au code de la route notamment en ce qui concerne la longueur des rames.

Les **bus à haut niveau de service (BHNS)** se caractérisent par un matériel roulant sur pneus et "homologué bus" (limité à 24,5m en longueur). Par une approche globale (matériel roulant, infrastructure, stations, exploitation), les BHNS assurent un niveau de service supérieur aux lignes de bus conventionnelles (fréquence, vitesse, régularité, confort, accessibilité, etc.) et s'approchent des performances des tramways. Le bus est ici considéré dans sa conception la plus large. Il peut être guidé (guidage matériel ou immatériel) ou non guidé, à motorisation thermique ou électrique (trolleybus).

Source : CERTU (2011), Panorama des réseaux de plus de 200 000 habitants, p.54

ANNEXE III.4. DENSITES LOCALES A PROXIMITE DES SYSTEMES DE TCSP

ANNEXE III.4.A. COMPARAISON DES RESULTATS TROUVES AVEC DEUX METHODES POUR LE METRO (ENTRE DONNEES BASE ATC ET DONNEES INSEE CARROYAGE)

LIGNE DE METRO	MOYENNE DES DENSITES LOCALES (habitants/ km ²) Méthode : Moyenne du nombre d'habitants à 300m – Base ATC	DENSITE LOCALE MOYENNE (habitants/ km ²) Méthode : Buffer (300m) à partir de Base ATC + Carroyage	Différence
Marseille- Ligne 1	13 362	13 482	+0,90%
Marseille- Ligne 2	16 930	17 035	+0,62%
Paris - Ligne 1*	14 547	14 959	+2,84%
Paris - Ligne 2*	33 459	33 338	-0,36%
Paris - Ligne 3*	25 197	25 986	+3,13%
Paris - Ligne 3 bis*	34 792	34 620	-0,50%
Paris - Ligne 4*	28 019	28 542	+1,87%
Paris - Ligne 5*	26 204	26 572	+1,40%
Paris - Ligne 6*	22 836	22 987	+0,66%
Paris - Ligne 7*	23 301	22 696	-2,60%
Rennes - Métro A *	8 856	8 934	+0,88%
Toulouse - Métro A*	7 994	7 826	-2,11%
Toulouse - Métro B*	8 321	8 192	-1,54%
		MOYENNE	+0,40%

ANNEXE III.4.B. COMPARAISON ENTRE LES DENSITES LOCALES TROUVEES POUR LES METROS A 300 M OU A 600 M

LIGNE DE METRO	DENSITE POPULATION (hab / km ²) Rayon 300 m	DENSITE POPULATION (hab / km ²) Rayon 600 m	Evolution en passant d'un rayon de 300 à 600 m
Marseille- Ligne 1*	13 482	13 932	+3,34%
Marseille- Ligne 2*	17 035	15 453	-9,28%
Paris - Ligne 1*	14 959	16 292	+8,91%
Paris - Ligne 2*	33 338	32 092	-3,74%
Paris - Ligne 3*	25 986	27 318	+5,13%
Paris - Ligne 3 bis*	34 620	31 387	-9,34%
Paris - Ligne 4*	28 542	25 832	-9,50%
Paris - Ligne 5*	26 572	24 841	-6,52%
Paris - Ligne 6*	22 987	23 215	+0,99%
Paris - Ligne 7*	22 696	20 852	-8,13%
Rennes - Métro A *	8 934	7 001	-21,64%
Toulouse - Métro A*	7 826	6 685	-14,58%
Toulouse - Métro B*	8 192	6 781	-17,23%
		MOYENNE	-6,28%

ANNEXE III.4.C. DENSITES LOCALES A PROXIMITE DES METROS, HOMOGENEISEES A 600 M

LIGNE DE METRO	DENSITE POPULATION (hab/ km ²)	DENSITE POPULATION ET EMPLOIS (hab + emplois/km ²)	METHODE DE CALCUL/ SOURCE	RAYON
Marseille- Ligne 1*	13 932		Base ATC + Carroyage	600m
Marseille- Ligne 2*	15 453		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 1*	16 292		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 2*	32 092		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 3 bis*	27 318		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 3*	31 387		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 4*	25 832		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 5*	24 841		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 6*	23 215		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Ligne 7*	20 852		Base ATC + Carroyage	600m
Paris - Extension L4		20 294	Documents STIF	600m
Paris - Extension L11		10 774	Documents STIF	600m
Paris - Extension L14	6 250	15 938	Documents STIF	600m
Rennes - Métro A	6 186	11 342	Dossier EP, réajusté	600m
Rennes - Métro A *	7 001		Base ATC + Carroyage	600m
Rennes - Métro B	6 824	12 533	Dossier EP	600m
Toulouse - Métro A*	6 685		Base ATC + Carroyage	600m
Toulouse - Métro B*	6 781		Base ATC + Carroyage	600m
MOYENNE TOTALE	17 381	14 176		
MOYENNE Hors IDF	9 347			
MOYENNE IDF	23 737			

ANNEXE III.4.D. DENSITES LOCALES A PROXIMITE DES LIGNES DE TRAMWAYS

LIGNE DE TRAMWAY	DENSITE POPULATION (hab./ km ²)	DENSITE HUMAINE (hab +emplois /km ²)	DENSITE POPULATION, EMPLOIS ET SCOLAIRES (/km ²)	METHODE DE CALCUL/ SOURCE	RAYON
Amiens			13 128	Docs projet sur Amiens	500m
Angers	5 793	7 927		Appel à projets TCSP 2009	400m
Aubagne	2 864	3 682	4 000	Dossier enquête publique	500m
Avignon	3 750	5 625		Dossier enquête publique	500m
Besançon			7 850	Dossier de concertation	470m
Béthune	2 204			Richier, Hasiak, 2012	500m
Bordeaux - TA *	5 113			Base ATC + Carroyage	500m
Bordeaux - TB *	4 887			Base ATC + Carroyage	500m
Bordeaux - TC *	7 027			Base ATC + Carroyage	500m
Brest			8 483	Appel à projets TCSP 2009	500m
Dijon	4 021	6 349	8 360	Appel à projets TCSP 2009	500m
Grenoble- Ligne C	6 481	9 259	12 963	Beschi, Thierry, 2011	400m
IDF - Antony Clamart	5 476	8 512		Documents STIF	500m
IDF - T1 Noisy-VDF		11 039		Documents STIF	500m
IDF - T1 St Denis-Courtilles		11 000		Base ATC + Carroyage	500m
IDF- T2 Défense - Pont de		12 143		Documents STIF	500m

Becons					
IDF - T3 Ivry-Chapelle	11 724	18 621		Documents STIF	500m
IDF - T4 Bondy-Montfermeil		6 769		Documents STIF	500m
IDF - T5 St Denis-Sarcelles		13 636		Documents STIF	500m
IDF - T6 Chatillon-Viroflay		10 714		Documents STIF	500m
IDF - T7 Villejuif-Athis-Juvisy	10 470	13 356		Documents STIF	500m
IDF - T8 St Denis-Villetaneuse	16 923			Documents STIF	500m
Le Havre	7 664		8 000	Etude AURH, avril 2010	500m
Lyon - T2	7 300			VRT, décembre 2013	
Lyon - T4 (Phase 1 Feyzin-Jet d'eau)	4 015	4 769		Enquête Agence d'urbanisme lyonnaise, 2013	300m
Marseille- T1 *	13 518			Base ATC + Carroyage	500m
Marseille- T2 *	17 819			Base ATC + Carroyage	500m
Montpellier - T1 *	5 635			Base ATC + Carroyage	500m
Montpellier - T2 *	4 310			Base ATC + Carroyage	500m
Montpellier - T3 *	5 987			Base ATC + Carroyage	500m
Montpellier - T4 *	7 750			Base ATC + Carroyage	500m
Montpellier - T5	5 701	9 013	12 261	Site de la communauté d'agglomération	500m
Nantes- T1 *	5 424			Base ATC + Carroyage	500m
Nantes-T2 *	4 792			Base ATC + Carroyage	500m
Nantes-T3 *	5 297			Base ATC + Carroyage	500m
Reims	6 295	8 661	10 018	Article Wikipédia	500m
Strasbourg - TA *	5 459			Base ATC + Carroyage	500m
Strasbourg - TB *	5 803			Base ATC + Carroyage	500m
Strasbourg - TC *	8 876			Base ATC + Carroyage	500m
Strasbourg - TD *	8 210			Base ATC + Carroyage	500m
Strasbourg - TE *	5 946			Base ATC + Carroyage	500m
Strasbourg - TF *	8 020			Base ATC + Carroyage	500m
Toulouse - T1 *	3 577			Base ATC + Carroyage	500m
Tours			8 200	Docs projet sur Amiens	500m

ANNEXE III.4.E. DENSITES LOCALES A PROXIMITE DES LIGNES DE BHNS

LIGNE DE BHNS	DENSITE POPULATION (hab./km ²)	DENSITE HUMAINE (hab + emplois /km ²)	DENSITE POPULATION, EMPLOIS ET SCOLAIRES (/km ²)	METHODE DE CALCUL/SOURCE	RAYON
Angoulême-Mobilix	2 896	4 505	5 116	Dossier enquête publique	300m
Cannes - BHNS	4 294	6 651	7 156	Appel à projets TCSP 2009	500m
Cayenne - BHNS	2 339	4 211	5 679	Dossier de candidature Appel à projets TCSP	500m
IDF-TVM (extension)		4 375		Article Wikipédia	500m
IDF-Ligne 393	3577	5 365		Article Wikipédia	500m
IDF-T Zen 1		8 503		Site web du projet	400m
IDF-T Zen 2	2 949	4 640		Site web du projet	400m
IDF-T Zen 3	9 500	13 500	15125	Site web du projet	400m
IDF-T Zen 5		18 056		Site web du projet	400m
Marseille - BHNS Luminy	7 619			Dossier enquête publique	500m

Metz - Mettis	4 800	5 587	8 045	Dossier enquête publique	500m
Nantes - Busway*	4 261			Base ATC + Carroyage	400m
Nîmes - Extension BHNS 1	6 716	11 269	14 254	Dossier enquête publique	500m
Pau – BHNS	5 338	9 588	12 348	Journal de l'agglomération, n°26, 2003	500m
Strasbourg - BHNS*	5 221			Base ATC + Carroyage	400m
MOYENNE	4 959	8 021	9 675		
Moyenne Hors IDF	4 831	6 911	8 744		
Moyenne IDF	5 342 (3 lignes)	11 754	15 121 (1 ligne)		

ANNEXE III.4.F. DENSITES LOCALES A PROXIMITE DES LIGNES DE BUS (BASE ATC)

	SYSTEME TRANSPORT	NOM PTU/ NOM RESEAU	Moyenne nombre d'habitants à 300 m des arrêts de bus	DENSITE POPULATION à 300 m des arrêts de bus (hab./ km ²)*
Aix-en-Provence	BHNS+Bus	CPA/Aix-en-Bus	574 / 897	2 030/ 3172
Arles	Bus	Envia	664	2 348
Aubagne	Bus	Bus Agglo	768	2 716
Bordeaux	Tram+Bus	TBC	856	3 027
Fos-Martigues	Bus	Ulysse	869	3 073
Gardanne	Bus	Omnibus	715	2 529
Marseille	Metro+Tram+Bus	RTM	2281	8 069
Montpellier	Tram+Bus	Tam	1072	3 791
Nantes	Tram+Bus	Tan	899	3 180
Paris	Metro+Tram+BHNS+Bus	RATP	3564	12 605
Rennes	Metro+Bus	Star	854	3 021
Salon-en-Provence	Bus	Libebus	861	3 045
Strasbourg	Tram+BHNS+Bus	CTS	1402	4 959
Toulouse	Metro+Tram+Bus	Tisseo	882	3 119
			MOYENNE	4108
			Moyenne Hors IDF	3454

*La densité a été calculée en multipliant le nombre moyen d'habitants à 300mètres par le rapport entre l'aire d'un carré de 1km² et l'aire d'un cercle de rayon 0,3 km/

ANNEXE III.5. DONNEES DE COUTS ENTRE LE BHNS ET LE TRAMWAY

Données de coûts des systèmes TCSP (source: Certu)

Système	BHNS	Tramway (sur fer ou sur pneus)
Coût d'un véhicule (valeur 2007 HT)	300 k€ à 900 k€	1,5 à 3 M€
Coût d'investissement d'une 1re ligne de TCSP - partie « transport » hors véhicules (valeur 2013 HT)	2 à 10 M€/km de site propre	13 à 22 M€/km de site propre
Durée de vie des matériels	15-30 ans	30-40 ans
Coûts d'exploitation d'une 1re ligne TCSP (valeur 2008 HT)	3,5 à 5 €/km	5 à 7 €/km

ANNEXE III.6. COUTS D'UN BHNS EN FONCTION DES OPTIONS ENVISAGEES

Options	Types de BHNS envisageables						
	Site propre bus		BHNS 1	BHNS 2	BHNS 3	BHNS 4	...
Site propre	X	X	X	X	X	X	X
Matériel roulant de qualité		X	X	X	X	X	X
Aménagements urbains de qualité			X	X	X	X	X
Guidage immatériel				X			X
Electrique					X		X
Systèmes élaborés						X	X
Coût par kilomètre	< 5 M€	6 M€	9 M€	11 M€	12/13 M€	12/13 M€	14 M€

TABLE DES MATIERES

Sommaire.....	1
Introduction : Pourquoi lier densité et transport	3
PARTIE I – La notion de densité en lien avec l'étude des mobilités.....	7
I.A. La densité : une multiplicité de définitions.....	7
I.A.1. Définitions quantitatives : «Un rapport entre un indicateur statistique et une surface » .	7
I.A.2. Mais aussi qualitatives.....	10
I.A.3. Exemples « d'incarnations » de densités	11
I.A.4. Des villes de moins en moins denses ? le phénomène d'étalement urbain.....	13
I.B. Densité et pratiques de mobilité : des liens déjà établis dans la recherche	15
I.B.1. Dépendance automobile versus enjeux de durabilité.....	15
I.B.2. Des « seuils minimaux de densité » pour développer les transports en commun ?	16
I.B.3. Autres travaux sur les liens entre formes urbaines et transports	17
PARTIE II – Les liens entre densité et pratiques de déplacements	19
II.A. Nos observations de communes françaises	19
II.A.1. Méthodologie: indicateurs et échantillon utilisés	19
II.A.2. Densité et motorisation des ménages.....	21
II.A.3. Densité et répartition modale	30
II.B. Discussion : la densité parmi d'autres déterminants des pratiques de mobilité	39
III.C. Les effets de la densité sur l'offre et la fréquentation des réseaux de TC	41
III.D.1. Densité et offre et fréquentation à l'échelle des PTU	41
III. D.2. Densité et niveau de fréquentation, à l'échelle de lignes	44
II.D. Premières conclusions en matière de planification des transports et de l'urbanisme	45
PARTIE III – Les liens entre densité et choix d'un système de transport	47
III.A. Caractéristiques des agglomérations ayant fait le choix de TCSP – Echelle des PTU	48
III.A.1. Profil des agglomérations à métro	48
III.A.2. Profil des agglomérations à tramway	49
III.A.3. Profil des agglomérations à Bus à haut niveau de service.....	51

III.A.4. Synthèse par système et zones de chevauchement.....	52
III.B. Densités locales autour de lignes de TCSP – Echelle des quartiers et communes	55
III.B.1. Densités locales autour de Métros.....	55
III.B.2. Densités locales autour de Tramways	57
III.B.3. Densités locales autour de Bus à haut niveau de service	59
III.B.4. Densités locales autour de Bus classiques.....	61
III.B.5. Synthèse : de grandes tendances ... et des exceptions	62
II.C. Discussion: la densité parmi d'autres critères de choix du système et du tracé.....	65
Conclusion.....	73
Références bibliographiques	77
Annexes.....	81
ANNEXE I.1. Evolution de l'équipement automobile des ménages, de 1980 à 2009.....	81
ANNEXE II.1. Modes d'occupation des sols d'après CORINE Land Cover, niveau de détail 2 ...	82
ANNEXE II.2. Résultats des croisements entre indicateurs	83
ANNEXE III.1. Informations contenues dans la base de données ATC du Cerema.....	85
ANNEXE III.2. Informations contenues dans l'annuaire TCU du Cerema	87
ANNEXE III.3. Distinctions entre les TCSP d'après le CERTU	90
ANNEXE III.4. Densités locales à proximité des systèmes de TCSP	91
ANNEXE III.5. Données de coûts entre le BHNS et le tramway	95
ANNEXE III.6. Coûts d'un BHNS en fonction des options envisagées	95
Table des matières	96
Table des tableaux	100
Liste des sigles et acronymes.....	101
Définitions.....	102

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1– Cartographie de la densité humaine, Est parisien, IAURIF	8
Figure 2– Cartographie de la densité végétale, Est parisien, IAURIF	8
Figure 3– Densités de population à différentes unités de référence – Commune de Stains, IAURIF	8
Figure 5– Des formes urbaines différentes pour un même COS et une même parcelle – Exemple 2	9
Figure 4– Des formes urbaines différentes pour un même COS – Exemple 1	9
Figure 6– Echelle de densités résidentielles (logements/ha) selon le type de tissu urbain (CERTU, 2010)	9
Figure 7– Densité et intensité sur le département de l’Oise (DDE 60, 2008)	11
Figure 8– Densité et intensité (extrait des Cahiers de l’Oise, DDE de l’Oise, janvier 2008)	11
Figure 9– Evolution de la surface artificialisée de la métropole lilloise (1950-2001). Source : Schéma directeur de développement et d’urbanisme de Lille Métropole, 2002.	14
Figure 10– Densité et consommation d’énergie pour 46 villes dans le monde (Newman & Kenworthy, 1998. Données actualisées en 1990)	15
Figure 11– Répartition modale selon la densité, Melbourne (d’après Ellison 1986, cité dans Cervero, 1998)	16
Figure 12– Pourcentage de ménages motorisés en fonction de la densité brute de population	22
Figure 13– Pourcentage de ménages multimotorisés en fonction de la densité brute de population	22
Figure 14– Nombre de voitures par ménages en fonction de la densité, par classes de population (sur 7009 communes)	24
Figure 15– Nombre de voitures par ménages en fonction de la densité, par classes de population (sur 3372 communes hors IDF)	25
Figure 16– Nombre de voitures par ménage en fonction de la densité, Villes de plus de 200 000 habitants (Hors IDF)	26
Figure 17– Taux de non-motorisation et de multimotorisation en fonction de la densité, Villes de plus de 200 000 habitants (Hors IDF)	26
Figure 18– Nombre de voitures par ménages en fonction de la densité, Villes de 100 à 200 000 habitants hors Ile-de-France	26
Figure 19– Nombre de voitures par ménages en fonction de la densité, Villes de 50 à 100 000 habitants	28
Figure 20– Nombre de voitures par ménages en fonction de la densité, villes entre 50 et 100 000, Zoom hors IDF	29
Figure 21– Répartition modale en fonction de la densité brute de population – Sur 3864 communes urbaines	30
Figure 22– Répartitions modales selon les tranches de densité brute	32
Figure 23– Parts modales TC, VP et marche selon des tranches de densité – Sur 7209 communes	32
Figure 24– Part modale de la marche à pied selon des tranches de densités brute de population	33
Figure 26 – Part modale des transports collectifs en fonction de la densité – Selon le poids démographique	34
Figure 25 – Part modale des transports collectifs selon la densité brute – par classe de population	34
Figure 27 – Part modale VP et TC selon la densité brute – Villes de plus de 200 000 habitants hors IDF	35

Figure 28 –Part modale TC selon la densité brute –	36
Figure 29– influence directe et indirecte de la densité sur l’offre TC et les parts modales TC	40
Figure 30 – PKO en fonction de la population du PTU - Sur 63 PTU	42
Figure 31 – PKO en fonction de la densité nette P+E de la ville-centre - Sur 63 PTU	42
Figure 32 – Fréquentation des arrêts en fonction de l’amplitude horaire – Toulouse	44
Figure 33– Représentation schématique des caractéristiques des villes et agglomérations selon le TCSP	53
Figure 34–Représentation schématique des caractéristiques de villes et agglomérations selon le TCSP, cas limites	53
Figure 35– Densités locales moyennes (habitants+emplois+scolaires) autour des tramways- Sur 9 lignes	58
Figure 36– Densités locales de population et population + emploi autour des tramways- Sur 40 lignes	58
Figure 37– Densités locales à proximité de lignes de BHNS (15 lignes)	60
Figure 38 – Densités de population, d’emplois et de scolaires à proximité de lignes de BHNS (sur 7 lignes)	60
Figure 39– Densités locales à proximité des arrêts de bus classiques – Sur 14 réseaux	61
Figure 40– Synthèse des densités locales moyennes pour quatre systèmes de transport	63
Figure 41– Synthèse des densités locales pour quatre systèmes– Moyennes et cas extrêmes	64
Figure 42 – Détermination des corridors d’un TCSP suite à l’analyse des déplacements et à l’analyse urbaine – Exemple de Dijon – Support de cours Master TURP / Egis Rail 2013-2014	66
Figure 43– Extraits du DOCP – Tramway T9 Paris-Orly, p.22 (2012)	68
Figure 44– Le tramway C de Strasbourg au niveau de l’Esplanade, Quartier Neuhof	68
Figure 45– Résumé des arguments en faveur du métro et extrait du dossier d’enquête publique – Pièce C – Notice explicative, Ligne B du métro de Rennes	71
Figure 46– Comparaison entre le tramway compact d’Aubagne et le BHNS Mettis de Metz	72

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1– Echelles de densités selon le type d’habitat, Caen-la-Mer (Aucame/Sabatier, 2010)	12
Tableau 2– Seuils minimaux de densité pour déployer tel ou tel système de transport (sources diverses)	17
Tableau 3– Extrait du tableau présentant les densités brutes et nettes	19
Tableau 4– Extrait du tableau présentant la population et les densités brutes et nettes	20
Tableau 5– Résultat des croisements entre indicateurs de motorisation et densités	21
Tableau 6– Nombre de voitures par ménages selon le nombre d’habitants (sur 7009 communes)	23
Tableau 7– Indicateurs de motorisation par tranche de densité	24
Tableau 8–Résultat des croisements entre parts modales et densité – Sur 3864 communes	30
Tableau 9 – Parts modales TC et VP selon la localisation des communes en France	32
Tableau 10 –Principales caractéristiques des villes et agglomérations à métro	49
Tableau 11 –Principales caractéristiques des villes et agglomérations à tramway	50
Tableau 12 –Principales caractéristiques des villes et agglomérations à BHNS	51
Tableau 13 –Moyennes des caractéristiques des villes et agglomérations selon leur TCSP	52
Tableau 14 –Caractéristiques des villes et agglomérations selon leur TCSP – Cas « limites »	54
Tableau 15– Densités locales de population et d’emploi à proximité des lignes de métro – sur 18 mètres	56
Tableau 16– Densités locales moyennes autour des tramways, Hors Île-de-France et en Île-de-France	57
Tableau 17–Synthèses des densités locales moyennes pour les quatre systèmes de transport	63

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

AOT	Autorité organisatrice des transports
ATC	Arrêts des transports collectifs (Base de données du CEREMA)
BHNS	Bus à haut niveau de service
CA	Communauté d'agglomération
	CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
Certu/ Cerema	<i>Depuis le 1er janvier 2014, le Certu a intégré le Cerema, Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, aux côtés de onze autres services du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement et du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie</i>
CES	Coefficient d'emprise au sol
COS	Coefficient d'occupation des sols
DOCP	Document d'objectifs et de caractéristiques principales
Gart	Groupe des autorités responsables de transport
ha	Hectare
HLP	Haut le pied
IAU IDF	Institut d'aménagement et d'urbanisme de l'Île-de-France (anciennement IAURIF)
IDF	Ile-de-France
PKO	Places kilomètres offertes
PMR	Personnes à mobilité réduite
PTU	Périmètre de transports urbains
RGP	Recensement général de la population
SMT	Syndicat mixte des transports
STIF	Syndicat des transports en Île-de-France
TAD	Transport à la demande
Teor	Transport est ouest de Rouen
TC	Transports collectifs
TCU	Transports collectifs urbains
TCSP	Transports collectifs en site propre
TVR	Transport sur voie réservée
TVT	Territoires Villes et Transports
VP	Voiture particulière
VT	Versement transport

DEFINITIONS

Place kilomètres offertes (PKO)	<p>Produit du nombre de km de voitures par la capacité du matériel utilisé, calculé souvent sur la base de 4 personnes/m². Le total des PKO correspond donc au nombre de places offertes rapporté aux km indiqués ci-dessus.</p> <p><i>Méthodes de calcul :</i></p> <p>Avant 2006, le mode de calcul était laissé à l'appréciation des exploitants (il subit quelques fluctuations en fonction des modèles de véhicules).</p> <p>A partir de 2006, il est calculé de la façon suivante : produit du nombre de kilomètres effectués par capacité du véhicule utilisé (places assises et debout), avec comme référence pour calculer le nombre de places l'attestation d'aménagement ou l'ancienne « carte violette ». Les kilomètres retenus sont les kilomètres totaux réalisés.</p> <p>Depuis 2012 et l'intégration de questions sur l'offre bus et l'offre scolaire, et les PKO sont calculés à partir d'une capacité moyenne des autocars autobus de toutes tailles et des kilomètres déclarés pour les deux services</p>
Total des kilomètres	Total des kilomètres, en ligne et haut-le-pied (H.L.P.).
Voyage	Trajet élémentaire, effectué par un individu, utilisant un seul « véhicule » : un bus, un tramway...
Déplacement	Un déplacement est caractérisé par une origine et une destination, par un motif (école, achats, travail, loisirs, etc.), une durée, un ou plusieurs mode(s) de transport. Un aller-retour vaut deux déplacements.
Temps de déplacement	Unité de mesure de la mobilité quotidienne (correspond au nombre de minutes pour effectuer un déplacement).
Fréquence	Nombre de départs ou de passages à un arrêt ou sur un tronçon de ligne par unité de temps.
DOCP	Le Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales est le support du STIF pour la présentation de ses projets au stade des études préalables. Son approbation par le Conseil du STIF marque le début de la concertation avec les élus et la population.