



HAL
open science

La coexistence des services institutionnels et artisanaux de transport collectif à Mila (Algérie) : Approche par la géosimulation

Heythem Adjeroud

► To cite this version:

Heythem Adjeroud. La coexistence des services institutionnels et artisanaux de transport collectif à Mila (Algérie) : Approche par la géosimulation. Géographie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2024. Français. NNT : 2024MON30003 . tel-04607034

HAL Id: tel-04607034

<https://hal.science/tel-04607034v1>

Submitted on 12 Jun 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

THÈSE DE DOCTORAT

LA COEXISTENCE DES SERVICES INSTITUTIONNELS ET ARTISANAUX DE TRANSPORT COLLECTIF A MILA (ALGERIE)

Approche par la géosimulation

Présentée en vue de l'obtention du grade de docteur
en **Géographie et Aménagement de l'espace**
de l'**Université Paul Valéry Montpellier 3**

Ecole Doctorale n°60 - Territoires, Temps, Sociétés et Développement

Présentée par **Heythem ADJEROUD**

Dirigée par **Laurent CHAPELON**
Co-dirigée par **Adrien LAMMOGLIA**

Soutenue publiquement **04 MARS 2024** devant le jury composé de

Anne BRETAGNOLLE Professeure des universités en Géographie Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne	Présidente
Lila CHABANE Directrice de recherche Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement, Alger	Rapporteuse
Laurent CHAPELON Professeur des universités en Aménagement de l'espace, Urbanisme Université Paul Valéry Montpellier 3	Directeur de thèse
Adrien LAMMOGLIA Maitre de conférences en Géographie Université Paul Valéry Montpellier 3	Co-directeur de thèse
Marion LE TEXIER Maitresse de conférences en Géographie Université Paul Valéry Montpellier 3	Examinatrice
Alain L'HOSTIS Directeur de recherche Université Gustave Eiffel	Rapporteur

À la mémoire de mon père...

*À la mémoire de mon frère, de mon grand-père et de mes
deux grands-mères... qui nous ont quittés durant la
réalisation de cette thèse*

Remerciements

Je voudrais remercier infiniment mes directeurs de thèse, Pr. Laurent Chapelon et Dr. Adrien Lammoglia, à qui je dois la chance de pouvoir réaliser ce travail, pour avoir accepté de le diriger, pour les efforts fournis, l'assistance, l'accompagnement pédagogique, la générosité, et pour la patience et le soutien aux moments les plus difficiles et tout au long de ce parcours de thèse. Vous m'avez appris beaucoup de choses, aussi bien sur le plan professionnel que personnel.

Mes remerciements vont également à Anne Bretagnolle, Lila Chabane, Marion Le Texier et Alain L'Hostis, pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail, et pour le temps et les efforts consacrés à son expertise.

Je tiens aussi à remercier tout le personnel de l'Université Paul Valéry Montpellier 3, et particulièrement toute l'équipe du LAGAM (ex GRED), pour la sympathie, l'assistance, l'esprit d'entraide et pour l'accueil et l'environnement de travail très convivial que je retrouvais durant chaque séjour effectué à Montpellier. Je remercie également toutes les personnes qui m'ont aidé et encouragé à l'Université Constantine 3, à l'Institut de Gestion des Techniques Urbaines comme au département d'Urbanisme.

Je témoigne ma reconnaissance à toutes les personnes et les organismes qui ont contribué à l'enrichissement et l'achèvement de ce travail. Je remercie les personnels de la DTW, la DL, la DTP, la DPSB et de l'APC de Mila pour toutes les informations et la documentation fournie, ainsi que pour l'ensemble des échanges enrichissants qu'on a pu avoir. Je remercie les employés et les dirigeants de l'ETUSM, les chauffeurs de bus privés, et les 923 mileviens qui ont accepté de m'accorder de leur temps pour répondre à mes multiples questions.

Je tiens également à m'acquitter des dettes de reconnaissance envers tous les enseignants qui, durant tout mon parcours d'étudiant, m'ont transmis avec dévouement, des valeurs et de la connaissance. Je remercie spécialement Pr. Abdelouahab Bouchareb qui m'était d'une grande aide durant tout mon cursus universitaire, des ateliers d'urbanisme à l'UC3 jusqu'à la fin de ce parcours de thèse.

Pour finir, je remercie toute ma grande famille et j'exprime ma plus grande gratitude à ma mère, ma femme et mes frères, pour l'amour, la patience, et le soutien inconditionnel.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	12
Contexte général de la thèse	14
Constat sur le transport et la mobilité urbaine en Algérie	15
Problématique du transport urbain dans les villes moyennes : choix et motivations	16
Le cas de Mila, une offre riche et une situation complexe	18
Problématique et questions de recherche	22
Enjeux et objectifs de l'étude	23
Organisation de la thèse	24
PARTIE I : GENESE ET DEVELOPPEMENT DU TRANSPORT URBAIN A MILA : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CADRE POLITIQUE ET INSTITUTIONNEL	29
Introduction de la partie	30
Chapitre 1 : Les villes moyennes dans le système urbain algérien	32
Introduction	32
1.1. Composition et évolution de l'armature urbaine en Algérie	32
1.2. Place des villes moyennes dans le système urbain et dans les stratégies d'aménagement du territoire en Algérie	39
Conclusion	48
Chapitre 2 : Le secteur des transports urbains en Algérie	49
Introduction	49
2.1 Regard historique : une série de transformations et mutations	50
2.2 Acteurs et décideurs dans le secteur des transports urbains en Algérie	58
2.3 Gestion actuelle du secteur : un cadre institutionnel fragmenté	66
2.4 Les villes moyennes dans la politique nationale du secteur du transport urbain	69
Conclusion	73
Chapitre 3 : Développement urbain et déploiement de l'offre de transport	74
Introduction	74
3.1 Rupture entre planification urbaine et planification des transports	74

3.2 Impact du déséquilibre urbain sur la structure du réseau de transport à Mila : genèse et développement de l'offre	78
3.3 Caractérisation de l'offre de transport	85
Conclusion	93
Conclusion de la partie	94
PARTIE II : TRANSPORT URBAIN A MILA, HIATUS ENTRE DEMANDE REELLE, STRUCTURE SPATIALE DE L'OFFRE ET QUALITE DE SERVICE	97
Introduction de la partie	98
Chapitre 4 : Evaluation de la demande et retours sur la qualité de service : l'enjeu d'un travail de terrain	99
Introduction	99
4.1 Analyser les pratiques de mobilité	99
4.2 Description de la méthodologie adoptée pour l'enquête	102
4.3 Caractérisation de la population enquêtée	117
Conclusion	122
Chapitre 5 : Demande de mobilité urbaine à Mila : spatialisation, caractéristiques et spécificités	123
Introduction	123
5.1 Indicateurs, choix et grandes tendances	123
5.2 Demande réelle et flux de mobilités	137
5.3 Connaissance du réseau et satisfaction des usagers	139
Conclusion	150
Chapitre 6 : Confrontation offre/demande	151
Introduction	151
6.1 Niveau et qualité de desserte	151
6.2 Une offre riche mais incomplète	153
6.3 Repenser les interactions entre acteurs	154
Conclusion	158
Conclusion de la partie	159

PARTIE III : ENJEUX ET PERSPECTIVES POUR LE TRANSPORT URBAIN A MILA : UNE APPROCHE DE GEOSIMULATION POUR L'ANALYSE DE LA COEXISTENCE DES RESEAUX PUBLIC-PRIVES	161
Introduction de la partie	162
Chapitre 7 : Géosimulation et SMA dans les études des systèmes urbains et des systèmes de transport	164
Introduction	164
7.1 Fondements de la géosimulation	164
7.2 Les modèles basés sur l'agent	167
7.3 Les SMA pour l'étude de la mobilité et des systèmes de transport urbain	175
Conclusion	178
Chapitre 8 : Application au cas de Mila	179
Introduction	179
8.1 Approche méthodologique	179
8.2 Présentation des modèles	185
8.3 Le protocole de simulation	196
Conclusion	204
Chapitre 9 : Exploration et analyse des résultats de simulation	205
Introduction	205
9.1 Variabilité des modèles	205
9.2 Indicateurs de performance : exploration des résultats	208
9.3 Confrontation des modèles	231
Conclusion	239
Conclusion de la partie	241
CONCLUSION GENERALE	245
Mise en contexte	245
Constat général sur la performance du système	246
Enseignements sur la coexistence public / privé	247

L'apport des SMA	249
Solutions envisageables et pistes d'optimisation	250
Perspectives de recherche	253
BIBLIOGRAPHIE	257
ANNEXES	273
Annexe A : Entretien réalisé avec le sous-directeur chargé du transport urbain, DTW Mila	273
Annexe B : Entretien réalisé avec un chef de service à l'ETUSM (opérateur public)	276
Annexe C : Entretiens semi-directifs réalisés avec des opérateurs privés	279
Annexe D : Entretien réalisé avec un membre de l'assemblée populaire communale de Mila.	285
Annexe E : Questionnaire d'enquête	288
Annexe F : Extraits des procédures de lancement des modèles public, privé et mixte	291
LISTE DES ABREVIATIONS	295
LISTE DES FIGURES	297
LISTE DES GRAPHES	300
LISTE DES TABLEAUX	302
TABLE DES MATIERES	303
RESUME	309

Introduction générale

Introduction générale

La thématique de la mobilité urbaine, au-delà de son aspect technique figé, est très liée au phénomène urbain dont les caractéristiques ont un impact direct sur la qualité de vie en ville et les horizons de son développement.

Alors que les mobilités urbaines constituent un catalyseur de dynamiques spatiales, sociales et économiques au sein de la ville ; elles conditionnent et sont conditionnées par la forme et les mutations de cette dernière ainsi que par les attitudes urbaines et les habitudes de déplacement des populations qui circulent en son sein ; il est en quelque sorte impossible de distinguer l'urbanisation produite par la mobilité, de la mobilité produite par l'urbanisation (Bretagnolle, 1999 ; Orfeuil, 2000 ; Papon & L'Hostis, 2018).

En effet, au cours du dernier siècle, et dans un contexte de mondialisation, la démocratisation de la voiture particulière, puis de différents modes de transport a largement modifié l'intensité, la nature, et les directions des flux de mobilité, ainsi que les motifs de déplacements. Ceci a engendré de multiples dysfonctionnements à l'échelle urbaine et territoriale ; dont les problèmes d'accessibilité, de congestion, de maîtrise de l'étalement urbain et de gestion des systèmes de transports.

La réduction des temporalités au sein du territoire à cause de l'évolution des moyens de déplacement a conduit à ce que les grands axes de mobilité deviennent dans la plupart des cas, notamment dans les pays en voie de développement (à forte croissance démographique), des axes d'expansion urbaine incontrôlables ; consommant irrationnellement les ressources naturelles et foncières, et créant des entités urbaines sous-équipées, dépendantes des centres-villes, dans un contexte où il est difficile d'assurer une cohérence urbaine ; d'anticiper la demande en matière de services (dont les services de transport) et de prévoir l'offre adéquate. Une situation pénalisante pour les territoires les plus encombrés face aux nouvelles logiques de compétitivité territoriale.

En effet, la prise de conscience écologique exprimée par la commission Brundtland (1987) a initié un changement de paradigme. Les villes (et les territoires) de XXI^{ème} siècle, se veulent accessibles spatialement et socialement, performantes économiquement, mais surtout, durables ; elles doivent offrir un cadre viable, vivable et équitable, construit de façon à garantir la protection des ressources indispensables au maintien dans le temps de la capacité du territoire à satisfaire les besoins des générations futures.

Dans ce contexte, la problématique de la relation Mobilité / Urbanisation semble être au cœur des débats autour du devenir des établissements humains ; alors que la ville motorisée avait pris son temps, la tendance actuelle va vers une conception de la ville de proximité ; celle du transport de masse, du déplacement doux, de l'intermodalité et de la piétonisation. Les principes de la charte d'Athènes se croisent de plus en plus avec les aspirations des urbanistes, géographes et sociologues ; on cherche désormais à garantir le passage d'une mobilité proprement fonctionnelle, à une mobilité diversifiée et conviviale.

Les concepteurs de la ville se détachent du regard techniciste des ingénieurs des années 1930 (initiateurs de l'autoroute urbaine), et adoptent une vision plus intégrée du déplacement au sein du territoire ; c'était en d'autres termes le passage du "transport" aux nouveaux concepts de "mobilité" et "motilité" (Kaufmann & Jemelin, 2004).

Alors que la notion de mobilité signifie l'ensemble des pratiques de déplacements d'une population dans son cadre "habituel". (Segaud, Brun, & Driant, 2001) ; celle de motilité se réfère selon Kauffmann et Jemelin aux facteurs définissant "la potentialité" de cette population à être mobile dans l'espace, et a été introduit lors d'un programme de recherche sur l'analyse des interactions entre la mobilité des acteurs urbains et la substance des villes.

Il n'y a plus de doute quant à la place centrale du citoyen en tant que principal acteur urbain, et des caractéristiques de la composante sociale de la ville dans les politiques urbaines et celles du transport.

Et c'est justement pour cela que la question de la mobilité est depuis des années au cœur de tout projet de ville ; l'enjeu étant de garantir, à travers une vision prospective, une mobilité durable, et pour tous ; favorable au maintien d'une cohérence urbaine, et l'émergence de fortes dynamiques territoriales de développement. Une vision prospective qui impose aux chercheurs et différents acteurs intéressés par l'étude du fait urbain de ne plus se limiter aux problématiques de déplacements dans les grandes villes et les métropoles, mais de se pencher également, dans une logique d'anticipation, sur les cas d'agglomérations intermédiaires, de taille moyenne, destinées, du fait de leur taux de croissance importants, à être les grandes villes de demain. Ceci s'applique particulièrement à cette thèse qui s'intéresse à l'analyse de la mobilité et à l'évaluation de la performance d'un système de transport urbain à Mila, une ville moyenne algérienne en plein essor.

Contexte général de la thèse

Cette thèse, du fait de l'intérêt qu'elle porte à l'étude de l'impact des configurations des réseaux de transports sur l'espace et sur les comportements des citoyens et leurs pratiques de mobilité, se situe à la croisée des champs de la géomatique, de l'aménagement et de l'urbanisme.

A l'issue d'une formation initiale à la faculté d'architecture et d'urbanisme de l'université Constantine 3, c'est avec un master en urbanisme que je commence une formation doctorale conçue autour des questions de transport et de mobilité urbaine.

Ce choix me permet de me pencher sur les dysfonctionnements et les problèmes liés au réseau de transport à Mila, que j'avais repéré lors de mon master, même si mon projet de fin d'études ne portait pas forcément un intérêt spécifique à la question du transport et des mobilités sur ce territoire que je connais bien étant moi-même natif de la ville.

Ceci implique malgré tout pour l'urbaniste que je suis, une forme de reconversion thématique et nécessite un appui scientifique renforcé de spécialistes en géographie des transports ; ce qui est assuré dans le cadre de cette thèse par mes directeurs de thèse qui apportent en plus d'une connaissance théorique, une expertise en la matière qui couvre des horizons et des contextes géographiques allant de l'Europe et du monde occidental à l'Afrique subsaharienne et au Maghreb.

Dans cette thèse sont couplées des approches d'aménagement, d'analyse spatiale, de géographie sociale, et de géosimulation à travers une composition en trois parties qui associe à l'analyse descriptive et au diagnostic du terrain, des enquêtes mobilité et des entretiens qualitatifs, ainsi qu'un travail de simulation multi-agents du système de transport étudié.

L'idée est de combiner et de concilier une approche qualitative et une approche quantitative, afin de constituer un ensemble de connaissances permettant d'aborder les problèmes de mobilité dans le territoire d'étude avec un angle de vision plus large.

Ici, il ne s'agit pas seulement de quantifier les déplacements des usagers et leurs choix de mobilité, ou de mesurer leur satisfaction par rapport à la performance du réseau ; mais aussi d'essayer de comprendre les positions de l'ensemble des acteurs du secteur des transports urbains, leurs visions et motivations, leur mode opératoire, et de décortiquer les tensions et les logiques qui régissent leurs interrelations, afin de mieux appréhender les problématiques qui constituent une entrave au bon fonctionnement du système.

Pour cela, les logiques de concurrence et de complémentarité entre les opérateurs privés de transport artisanal et l'opérateur public sont mis en lumière et analysés en profondeur, tout comme leurs rapports avec les collectivités locales et les autorités en charge de l'organisation du transport à Mila. La place de l'utilisateur citoyen est aussi remise au cœur de la réflexion sur la situation, et sur l'ensemble des enjeux et des perspectives du système de transport étudié.

Constat sur le transport et la mobilité urbaine en Algérie

Dans le contexte actuel en Algérie, caractérisé par une croissance démographique importante, un étalement urbain difficilement contrôlable dans la majorité des grandes agglomérations, et par des niveaux de plus en plus élevés de mobilité quotidienne, la question de la gestion du secteur du transport et de la mobilité urbaine dans les villes algériennes constitue un levier très important pour les dynamiques de développement local et territorial.

L'amélioration et l'optimisation des mécanismes de gouvernance et de gestion du secteur s'imposent parmi les principaux enjeux qui conditionnent les capacités des autorités publiques à entretenir et améliorer le cadre de vie des citoyens, et à amplifier les capacités de relance et de développement au niveau national.

En effet, les multiples mutations politiques et réglementaires qu'a connu le secteur des transports urbains en Algérie ont créé un contexte particulier, même s'il ressemble dans une certaine mesure à d'autres exemples qu'on peut identifier dans les pays du sud.

Dans une panoplie de villes algériennes, le désengagement de l'Etat par la libéralisation du secteur des transports urbains à la fin des années 80, laissant le marché aux opérateurs privés opérant via des centaines de microentreprises dans chaque ville, puis son réengagement progressif dans le secteur depuis le début des années 2000, a créé un paysage pour le moins difficile à gérer, où deux catégories d'opérateurs de transport urbain collectif (public organisé et privé artisanal) dont les modes de fonctionnement et les modèles économiques ne se ressemblent pas, exploitent et se disputent les mêmes lignes sur les réseaux de transport dans les mêmes territoires urbains au sein d'une multitude de villes algériennes.

La complexité de cette situation et ses répercussions sur la qualité du service sont parfois minimisées dans les grandes villes et les métropoles qui bénéficient de nouvelles infrastructures modernes de transport ou qui sont pourvues de structures indépendantes de régulation du marché, comme l'Autorité Organisatrice des Transports Urbains d'Alger.

Néanmoins, cette problématique s'avère de plus en plus préoccupante dans de nombreuses agglomérations algériennes, notamment celles de taille intermédiaire.

En effet, cette inquiétude découle principalement du poids combiné de deux facteurs. D'une part, le nombre substantiel d'opérateurs privés, dont le fonctionnement est régulé par des logiques de rentabilité, accentue les défis rencontrés. D'autre part, la pluralité d'acteurs et de décideurs intervenant dans l'organisation du secteur des transports, avec leurs prérogatives et compétences qui s'interfèrent les unes avec les autres, ne favorise pas l'établissement d'un mode de régulation et de gestion cohérent et efficace de ce secteur (Chabane, 2014).

Problématique du transport urbain dans les villes moyennes : choix et motivations

Depuis le début des années 2000, l'augmentation considérable des recettes pétrolières a permis aux pouvoirs publics algériens de lancer une série de grands projets d'infrastructures, notamment dans le secteur des transports (autoroute Est-Ouest, reprise du projet du métro d'Alger, tramways dans les grandes villes régionales). Un saut qui a permis de désengorger les déplacements dans plusieurs grandes métropoles (notamment Alger, Constantine et Oran) et qui a fait bénéficier les villes accueillant ces infrastructures de grands projets d'aménagement et de restructuration urbaine (Zebiri, 2019 ; Rebouha, 2017 ; Kaghouché, 2010). En parallèle, cette manne financière a aussi permis à l'Etat de se repositionner en tant qu'opérateur de transport urbain à travers la relance, entre 2003 et 2010, des Entreprises Publiques à caractère Industriel et Commercial (EPIC) spécialisées dans le transport urbain et suburbain dans la majorité des wilayas du pays.

Cependant, si certaines villes moyennes, notamment les chefs-lieux de wilayas ont vu s'implanter les nouveaux EPIC sur leurs territoires, ce n'était pas le cas pour toutes les villes dont la place dans les stratégies nationales de développement des transports urbains et les moyens mis à disposition, sont plutôt limitées à la vue de l'ampleur des enjeux territoriaux actuels et futurs auxquels elles devraient répondre.

Ces villes intermédiaires qui constituent souvent des boucliers qui forment le premier relais entre les petites agglomérations des zones rurales et les aires métropolitaines dans les différentes régions du pays ont régulièrement enregistré les taux de croissance les plus élevés au cours du processus accéléré d'urbanisation de la population en Algérie depuis l'indépendance.

Ce phénomène, accentué dans certains cas par une politique volontariste de réorganisation du territoire à travers de nouveaux découpages administratifs (nouvelles wilayas en 1974, 1984 et 2021), et dans d'autres cas via les flux d'exode rural provoqués par la crise sécuritaire des années 1990, met en difficulté l'ensemble des acteurs locaux dans ces villes qui doivent résoudre des problèmes de gestion urbaine et de gestion des systèmes de transport, aussi rapidement que l'évolution de leurs territoires, sans forcément disposer des outils opérationnels

et réglementaires mis à disposition des décideurs dans les grandes agglomérations, et sans pouvoir aspirer à l'obtention de la même qualité d'assistance technique et financière permettant d'imaginer et de prévoir des solutions similaires.

Aujourd'hui, les villes moyennes algériennes qui doivent relever beaucoup de défis, y compris sur le plan écologique et sanitaire, étant donné qu'elles ont des niveaux d'usage de la voiture particulière et de pollution de l'air aussi importants que dans les grandes villes et les métropoles, affichent déjà beaucoup de défaillances sur le plan fonctionnel et qualitatif, en matière de modes et de capacité de gouvernance dans le secteur des transports. Cependant l'intérêt porté à la fois par les pouvoirs publics et par les chercheurs à cette problématique, reste largement insuffisant. De manière générale, même si des sociologues et des économistes se sont penchés sur le sujet des transports urbains en Algérie, la question n'a pas vraiment été au cœur des préoccupations des chercheurs en géographie et en urbanisme avant le début des années 2000.

Bien que Abed Bendjelid publie en 2002 un papier sur l'émergence des petites entreprises privées de transport dans les zones rurales, la littérature scientifique dans ce champ de recherche s'est massivement orientée vers l'étude des problématiques de transport dans les grandes villes du pays. Même si certaines études traitent des questions qui peuvent être communes à plusieurs strates de villes, à l'image du rapport entre le transport et l'étalement et le développement urbain analysé par Baouni (2008) et Kebiche (2010), des conséquences de la libéralisation du marché de transport urbain mises en lumière par Chabane (2014) et Ramdini et al. (2016), ou des enjeux du développement durable dans le secteur des transports présentés par Farès Boubakour (2008) ; on constate que la grande majorité des études se penchent sur les cas de villes de plus de 200.000 habitants, notamment à travers des travaux sur Alger (Baouni, 2010 ; Chabane, 2013), Oran (Yousfi, 2004 ; Rebouha, 2010), Constantine (Aichour, 2008), Annaba (Amarouchene, Boukroune & Doulet 2017 ; Merazga, Makhoulouf & Toulmit, 2019) ...etc.

Cette tendance a été renforcée par la prolifération durant les dix dernières années de projets de TCSP dans un grand nombre de villes algériennes, ce qui a favorisé dans la communauté des chercheurs géographes et urbanistes, la tentation de conduire plusieurs études sur les enjeux et les impacts de ces projets, comme le tramway à Sétif (Kebiche, 2017) et à Constantine (Boufendi & Baouni, 2022).

La situation actuelle, et l'intérêt porté sur les grands projets, suppose qu'il n'est pas aussi intéressant et pertinent de mobiliser les efforts des chercheurs pour étudier le fonctionnement des systèmes de mobilité au sein des agglomérations de taille moyenne. Or, nous savons déjà

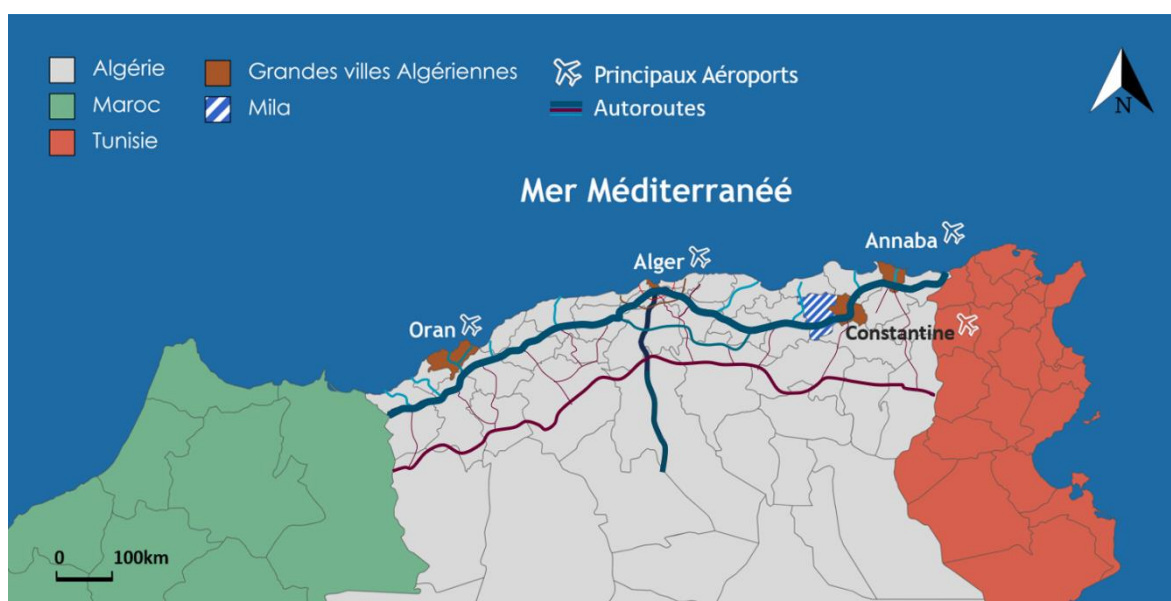
qu'il y a non seulement un enjeu d'anticipation, et beaucoup de problèmes d'accessibilité, de qualité de service, ou des difficultés en matière de gouvernance du secteur dans plusieurs villes de cette catégorie, mais aussi un enjeu d'innovation.

Ceci indique qu'il y a des systèmes qui méritent d'être analysés et beaucoup d'enseignements à tirer d'un travail sur ces territoires qui ont aussi la particularité de permettre, du fait de leur taille, la réalisation d'un travail de terrain complet, sans mobiliser la même logistique que pourrait nécessiter le même travail réalisé dans une grande ville. D'où la motivation d'orienter cette recherche vers la question des mobilités et du transport urbain dans les villes moyennes à travers l'étude du cas du système de transport à Mila.

Le cas de Mila, une offre riche et une situation complexe

Mila est un exemple particulièrement intéressant à analyser, notamment pour appréhender les relations entre les dynamiques urbaines, les besoins et les conditions de déplacement et les enjeux de planification du transport public dans les villes moyennes algériennes.

Située au nord-est algérien, à 400 km d'Alger et 50 km de Constantine (cf. Figure 1, p.18), Mila est le chef-lieu de la wilaya qui porte le même nom depuis le découpage administratif de 1984.



Sa situation au cœur d'une cuvette entre djebel Marechou et djebel Sgaou (cf. Photo 1, p. 19), sur un terrain à fortes pentes (5 à 15 %), au relief accidenté (cf. Figure 2, p. 19), ne l'a pas

empêché de s'étaler sur près de 2 000 hectares, pour abriter plus de 80 000 habitants¹ (dont une majorité venue après 1984), et de se doter d'un système de transport collectif riche et diversifié.



Photo 1: Ville de Mila (Cliché Adjeroud. H, Janvier 2020)

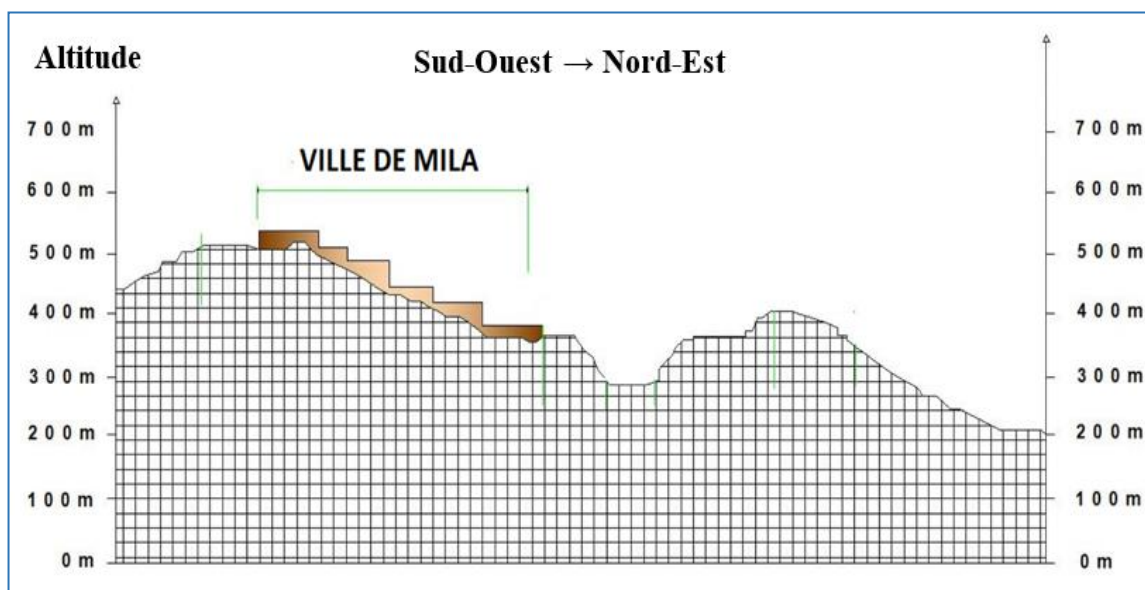


Figure 2: Coupe topographique de la ville de Mila (Source : PDAU Mila, 2008)

En effet, il s'agit d'un terrain d'étude qui abrite une diversité de réseaux de transport urbain, plus ou moins organisés, avec des relations de complémentarité, mais aussi de concurrence (cf. Figure 3, p. 20). Alors que la commune et la direction des travaux publics gèrent les infrastructures routières, la direction du transport de la wilaya (DTW) régule un secteur où les automobilistes, les services de taxi et les taxis clandestins sont en concurrence avec deux

¹ Projection de la population au sein de la commune de Mila pour l'année 2020, relevée de l'annuaire statistique 2015 de la direction de programmation et du suivi budgétaire de la wilaya de Mila.

réseaux de transport collectif urbain (public et privé) qui se partagent le même territoire, mais qui n'empruntent pas les mêmes itinéraires, contrairement à la situation qu'on retrouve dans la majorité des villes algériennes où les entreprises publiques de transport urbain se sont réimplantées durant les 20 dernières années.

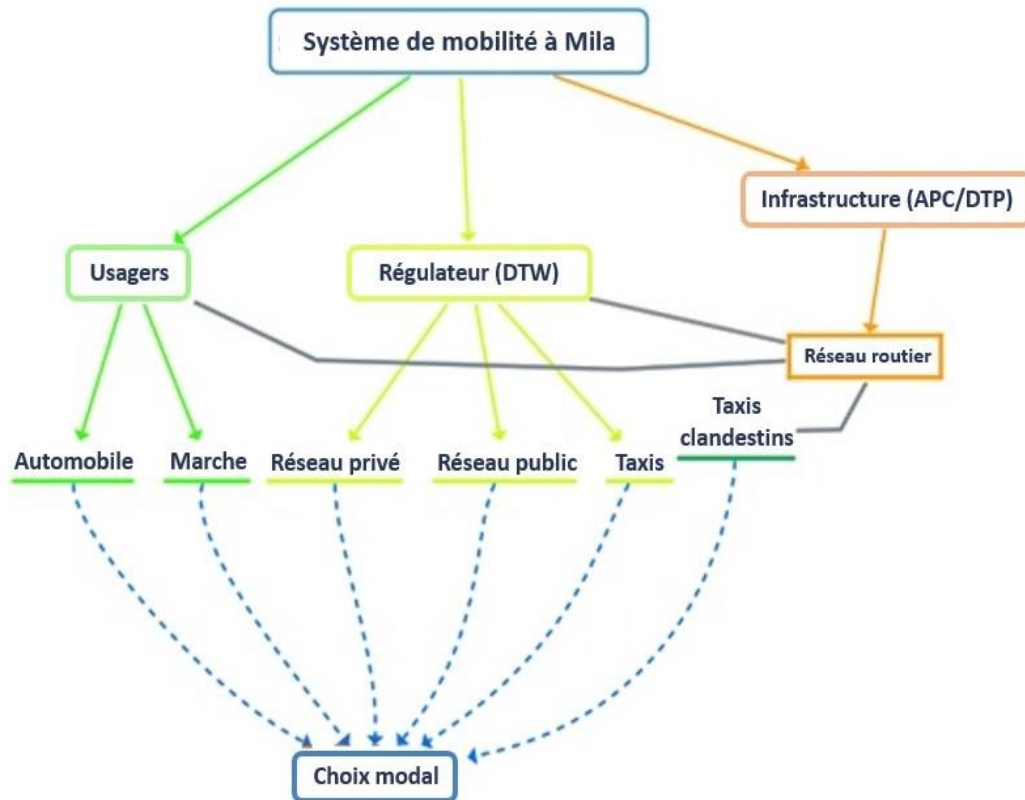


Figure 3: Système de mobilité à Mila

Ce cas d'étude est particulier parce que malgré sa taille relativement petite, comparée aux grandes métropoles régionales du pays et à la majorité des chefs-lieux de wilaya, Mila, riche de ses 80000 habitants, connaît depuis plus de 3 décennies un développement démographique et urbain très important sur un territoire géographique caractérisé par un manque de ressources foncières, et une hypercentralisation fonctionnelle. Ceci pose plusieurs problèmes en matière d'accessibilité, d'usage des sols, de congestion routière et de performances du système de transport urbain.

En effet, la richesse du système de transport urbain à Mila, ne se traduit pas forcément en performances ; notamment en matière de niveaux de desserte et de qualité de service.

Les motivations de rentabilité qui régissent le fonctionnement des opérateurs privés, les tensions avec l'opérateur public et les pressions exercées sur les autorités, ainsi que la faiblesse des organes de la société civile sont des facteurs qui créent une situation handicapante pénalisant

les usagers et ne permettant pas de trouver les équilibres nécessaires et le mode de fonctionnement optimal d'un système de mobilité pour le moins prometteur.

Ces éléments renforcent la pertinence du choix de ce territoire et justifie l'intérêt porté pour le cas de Mila. La complexité du contexte et de la situation dans le secteur du transport urbain dans cette ville suggère que les connaissances à regrouper et les enseignements qui peuvent être tirés de ce travail, pourront être utiles, non seulement pour le cas des villes moyennes algériennes, mais pour un large éventail de villes dans des contextes comparables au Maghreb et dans les pays du sud.

Problématique et questions de recherche

Dans cette étude, il est question d'interroger les logiques politico-spatiales et les conditions du développement urbain, qui ont conduit à la création au sein de la ville de Mila d'un système et d'une offre de transport urbain diversifié à caractère plus ou moins flexible, dont certaines composantes appartiennent à l'Etat, et d'autres sont gérées par une multitude d'opérateurs privés. Ceci passe à travers le questionnement initial :

- ❖ Quelle est la place des villes moyennes au sein de la politique nationale du secteur des transports urbains en Algérie ? Quelles perspectives se présentent pour cette catégorie de villes en matière de gouvernance et de gestion des transports ?

Cependant, cette recherche s'attachera prioritairement à analyser la performance territoriale des réseaux de transport collectif sous l'angle de leur capacité à répondre aux besoins de mobilité des habitants puis à dégager un certain nombre de leviers d'action pour accroître l'efficacité des réseaux public et privé.

Elle se construit autour de deux questions principales :

- ❖ **Premièrement** : Dans quelle mesure la configuration mixte du système de transport urbain à Mila répond à la demande des usagers ?
- ❖ **Deuxièmement** : Quelles sont les pistes (aux niveaux politique et opérationnel) susceptibles de permettre à la collectivité une meilleure gestion des rapports de complémentarité et de concurrence public/privé, et d'assurer une meilleure performance du système de transport urbain ?

In fine, un ensemble d'interrogations secondaires peut être adopté, notamment en ce qui concerne la capacité de l'offre à s'adapter aux configurations spatiales de la demande.

Hypothèses :

La coexistence de plusieurs offres de transports aux logiques de fonctionnements et modes d'organisation différents est une richesse à exploiter (comme dans beaucoup de pays du sud, en Afrique et en Amérique latine). Parce que contrairement à ce qui se fait dans la majorité des pays du nord, cette mixité dans le système de transport, permet d'assurer d'une part, une certaine régularité, à travers le réseau de transport collectif public, très organisé ; et d'autre part, une forme de flexibilité, d'adaptabilité et de résilience, à travers le réseau d'opérateurs privés de transport collectif (et les taxis), auto-organisés, et aux capacités d'adaptation à la demande très développées.

Cependant, le fonctionnement de ce système, et son développement, en parallèle de l'étalement urbain, est loin d'être optimal, particulièrement parce que l'équilibre des forces entre les différents acteurs du secteur n'est pas établi.

En effet, l'absence d'une autorité organisatrice du transport urbain capable de remplacer la multitude d'acteurs institutionnels impliqués dans la configuration actuelle du secteur des transports, et de regrouper leurs prérogatives qui se chevauchent souvent, ne facilite pas l'adoption d'une approche intégrée et participative de la gestion du réseau de transport, avec une focalisation sur la place et les besoins de l'utilisateur. Dans ce contexte, le système de transport à Mila peine à trouver un point d'équilibre et reste tributaire des rapports de force généralement en faveur des opérateurs privés ayant avant tout des motivations de rentabilité, qui dictent un mode de fonctionnement du système ne correspondant pas, en l'état, aux critères de la mission de service public définie par la loi 01-13 du 07 Aout 2001, qui désigne le transport comme activité d'intérêt général.

Enjeux et objectifs de l'étude

Ce travail de thèse, axé sur la thématique de la mobilité urbaine, intervient à l'interface entre les études d'urbanisme et celles de la géographie des transports à l'heure de la remise en cause du « tout automobile » et de la prise de conscience environnementale. Sa finalité est donc d'identifier les leviers pour l'amélioration de la performance des transports collectifs et d'assurer une meilleure cohésion des processus de production de l'offre de transport dans le contexte des villes moyennes algériennes, ce qui est aujourd'hui essentiel à la mise en œuvre d'une politique de mobilité durable.

À l'issue de cette recherche, nous souhaitons éclairer un champ de vision autour de la réalité et des perspectives qui se présentent pour la mobilité urbaine à Mila ; et ouvrir de nouvelles pistes de réflexion sur les modalités de gestion de la cohabitation public-privé et d'intégration de la dimension participative.

Par ailleurs, le travail dans sa globalité cherche aussi à proposer un mode d'emploi, et une approche méthodologique pour les études de transport et de mobilité, qui pourrait être reproduite pour d'autres villes, et à présenter à travers une démarche de modélisation, un outil adapté au contexte, permettant d'élargir le regard sur la problématique étudiée et d'explorer de nouvelles pistes de recherche.

En somme, nos objectifs principaux consistent à :

- Evaluer la performance du système de transport urbain diversifié de cette ville moyenne algérienne, et mettre en exergue les enjeux qui se présentent en termes de gouvernance et de planification dans ce secteur.
- Montrer les limites de cette organisation hybride qui ne répond que partiellement aux besoins de mobilité des habitants de Mila.
- Dégager des pistes d'amélioration pour le système de transport milevien, susceptibles d'être transposées dans d'autres agglomérations algériennes (ou maghrébines, africaines...) de même taille.

Aussi, à l'issue de la thèse nous mettrons à disposition des chercheurs, des acteurs et des décideurs :

- Un corpus de fonds documentaires et une banque de données sur le transport et l'urbanisme à Mila ;
- Une base de données intégrée à un système d'information géographique, qui contiendra l'ensemble des données et informations géolocalisées recueillies sur le terrain auprès des services publics ou à travers les enquêtes réalisées ;
- Un rapport détaillé de l'enquête déplacement de la ville de Mila réalisée dans le cadre de la thèse ;
- Un outil de simulation du réseau de transport urbain à Mila, basé sur la morphologie urbaine de la ville ; qui permettra d'évaluer la capacité et la performance du réseau de transport à répondre aux besoins de déplacement de la population selon plusieurs scénarii ;
- Une grille d'évaluation de la performance des systèmes de transport, utilisable pour des cas similaires dans les villes moyennes algériennes.

Organisation de la thèse

Cette thèse se divise en trois parties distinctes. Les deux premières se concentrent sur la présentation du cadre géographique et institutionnel et sur l'étude de la problématique du transport dans les villes moyennes algériennes à travers le cas du système de transport urbain à Mila. La troisième partie s'efforce de fournir des réponses complémentaires concernant la coexistence des opérateurs publics et privés à travers un outil de géosimulation adapté au contexte (cf. Figure 5, p. 27).

En se nourrissant d'une diversité d'approches méthodologiques, nous proposons :

- **Une première partie** (p. 29) dans laquelle une réponse est apportée à la question initiale concernant la place et le poids des villes moyennes dans le système urbain algérien et au sein des politiques et stratégies nationales d'aménagement du territoire, et celles du secteur des transports. Nous proposons ici un état de l'art sur le développement de l'armature urbaine (cf. Chapitre 1, p. 32) mais aussi sur le contexte du secteur du transport urbain en Algérie et à Mila, son développement, ses mutations, ses enjeux et perspectives, et les acteurs qui constituent son paysage (cf. Chapitre 2, p.49)

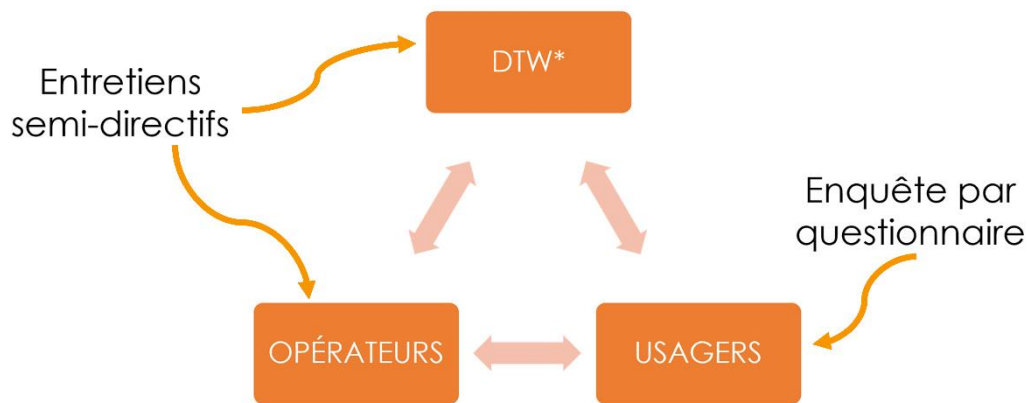
Ensuite, le développement de l'offre de transport urbain à Mila est décrit dans le chapitre 3 (p. 74) de façon à permettre une meilleure connaissance de ses composantes, une meilleure appréhension des problématiques de déplacement dans cette ville, et de bien comprendre les enjeux et les perspectives qui se présentent pour ce système local de mobilité.

Cette partie est basée sur la recherche bibliographique, sur une analyse approfondie des textes et documents juridiques et des instruments et outils techniques à disposition en matière d'aménagement du territoire, d'urbanisme et de gestion du transport en Algérie, sur l'observation de terrain et sur un ensemble d'entretiens réalisés auprès des acteurs majeurs de l'aménagement et des transports.

- **Une deuxième partie** (p. 97) qui apporte les éléments indispensables pour répondre aux questions principales de cette recherche, elle vise la collecte et l'analyse de données permettant d'évaluer la capacité du système de transport en place à répondre, avec sa configuration hybride, aux besoins des habitants de Mila.

Ceci passe par la nécessité de mesurer la demande de mobilité, d'analyser les différentes pratiques de déplacements et de sonder d'un côté les avis, le ressenti et les aspirations des usagers, et de l'autre les positions et les préoccupations des opérateurs, ainsi que les motivations et les enjeux qui conditionnent le travail des autorités en charge des prises de décisions dans le secteur.

Cette partie se base principalement sur un travail de terrain (cf. Figure 4, p. 26), où en plus de l'observation, nous réalisons une enquête déplacements à travers une série de 923 questionnaires individuels auprès des usagers ; et une série d'entretiens avec les différents acteurs du secteur des transports urbains dans la ville de Mila dans laquelle sont interrogés des responsables de l'opérateur public ETUSM (cf. Annexe B, p. 276), des opérateurs privés (cf. Annexe C, p. 279), des responsables de la direction du transport (cf. Annexe A, p. 273) et des élus de l'assemblée populaire communale (cf. Annexe D, p. 285).



*DTW: Direction du Transport de la Wilaya, assurant les missions de l'Autorité Organisatrice des Transports Urbains

Figure 4: Une approche par entretiens et questionnaires

- **Une troisième partie** (p. 161) complémentaire, dont l'enjeu est d'explorer davantage le fonctionnement du système de transport dans sa configuration mixte et d'identifier ses atouts, ses limites et de tester sa capacité d'adaptation aux changements qui peuvent survenir sur les configurations spatiales.

Il est question dans cette partie d'analyser d'un point de vue purement technique, la coexistence public-privé, et d'identifier à travers les différents scénarii de simulation les configurations les plus adaptées aux enjeux territoriaux, ainsi que des pistes d'amélioration possibles de la performance du réseau en se détachant de la dimension politique et sociale qui intervient au cœur du processus de gestion du secteur des transports urbains.

Cette partie est centrée autour de la modélisation du réseau de transport à Mila et de la simulation à travers l'usage d'un système multi-agents, préalablement conçu pour la ville de Dakar (Lammoglia, 2013), modifié, adapté et configuré selon les spécificités du contexte étudié, et les modes de fonctionnement des différentes composantes du réseau de transport urbain à Mila.

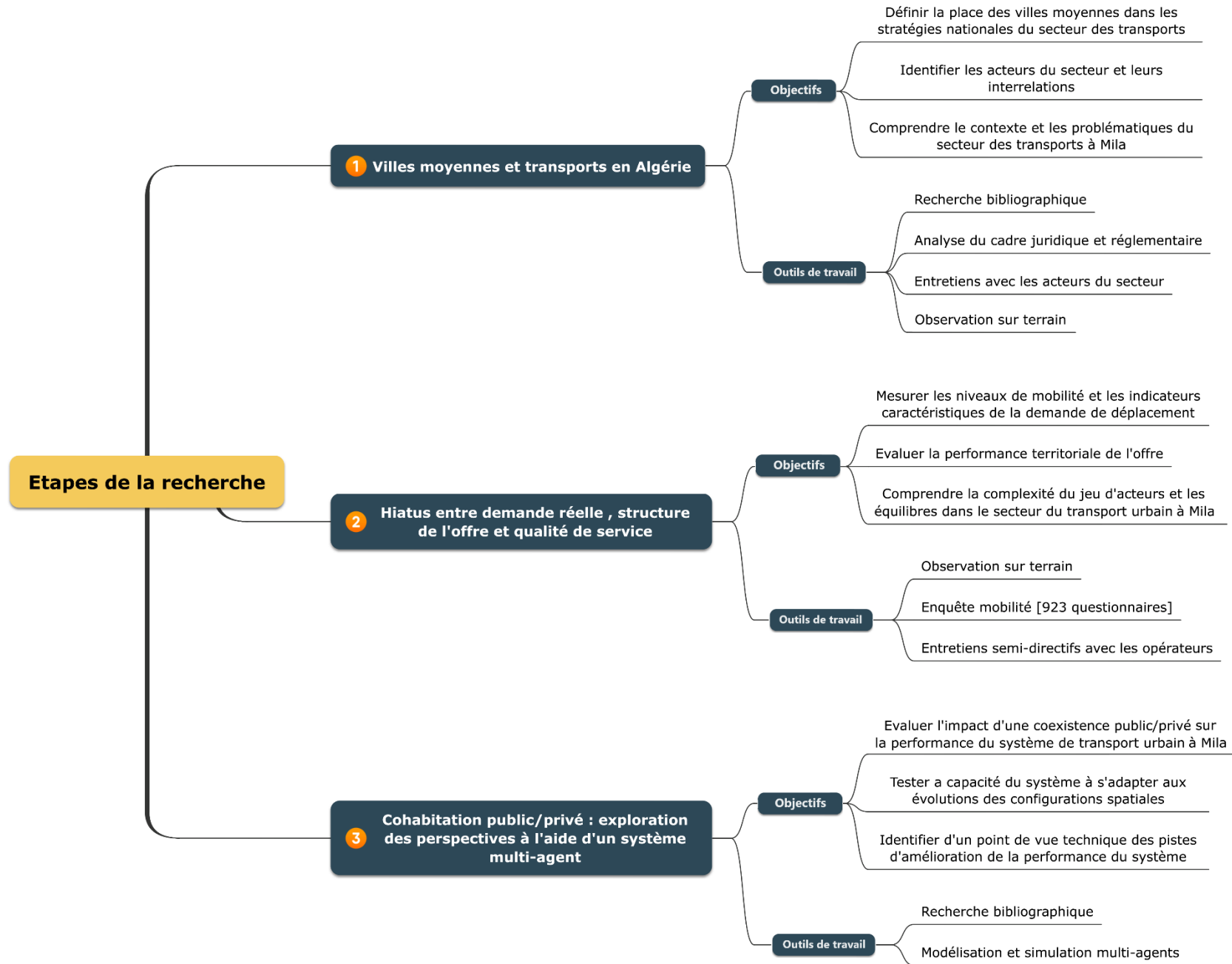


Figure 5: Démarche générale et organisation du travail

**Partie I : Genèse et développement du transport
urbain à Mila : contexte géographique et cadre
politique et institutionnel**

Introduction de la partie

Dans cette partie de la thèse, nous situons nos questionnements de recherche dans leur contexte géographique, celui des villes moyennes en Algérie, et plus particulièrement celui de Mila au nord-est du pays.

Nous y présentons les caractéristiques propres à l'espace géographique algérien et les spécificités liées au contexte du secteur des transports urbains dans le territoire étudié.

Aussi, nous décortiquons les mutations géographiques globales et celles survenues à l'échelle urbaine, ainsi que l'ensemble des changements en matière de politiques générales et d'orientations stratégiques, ayant participé à la genèse et au développement de l'offre actuelle de transport au niveau national et local.

Pour ce faire, cette partie se décline en trois chapitres. Dans un premier temps, nous analysons la composition de l'armature urbaine algérienne et ses évolutions historiques et nous mettons le point sur les spécificités et le poids des villes moyennes au sein du système de villes en Algérie, tout en s'intéressant à leur importance dans les stratégies et les politiques nationales d'aménagement du territoire ; ce qui nous permet de s'interroger également sur la place de la ville de Mila dans ce paysage, ses enjeux et ses perspectives de développement.

Ensuite, nous abordons dans le deuxième chapitre la question du secteur des transports urbains en Algérie à travers l'analyse chronologique des grandes mutations qu'il a connues, et la présentation des différents acteurs et décideurs constituant le cadre institutionnel régissant les activités de transport urbain dans le pays.

Ici, il est question d'établir un constat sur les modes actuels de gestion et de gouvernance dans le secteur et d'identifier les problématiques qui conditionnent les capacités d'optimisation du service, et les équilibres qui régissent les interactions entre les différents acteurs publics et privés. C'est aussi l'occasion de situer les villes moyennes (et plus spécifiquement la ville de Mila) au cœur des politiques du secteur des transports.

Dans le troisième chapitre, nous nous intéressons à l'articulation urbanisme-transport en Algérie et aux logiques qui ont conditionné le développement de l'offre de transport urbain de la ville de Mila.

Nous portons d'abord un regard sur les incohérences existantes entre la planification urbaine et la planification des transports, avant d'analyser l'impact du fait urbain et de l'évolution des

configurations spatiales de la ville sur le développement et la structuration de l'offre de transport.

A la fin de ce chapitre (et de cette partie), nous présentons en détail les différentes composantes de l'offre de transport urbain à Mila et nous mettons en lumière les multiples aspects et particularités qui les caractérisent, ainsi que leurs différents modes de fonctionnement.

Chapitre 1 : Les villes moyennes dans le système urbain algérien

Introduction

Aborder l'importance d'une strate de villes dans la composition du système urbain algérien suggère que nous disposons d'une bonne connaissance des évolutions historiques du système, et des particularités de la composition actuelle du réseau de villes en Algérie, ainsi que d'une maîtrise suffisante des aspects réglementaires et politiques qui permet d'établir un constat pertinent sur les grandes lignes qui définissent les orientations de la stratégie nationale d'aménagement du territoire et la place accordée aux villes moyennes.

Dans ce chapitre, nous entendons mettre en évidence les grandes phases d'évolution de l'armature urbaine et de constitution du réseau de villes algérien, depuis les périodes précoloniales, en passant par l'époque française, jusqu'à l'actuelle Algérie, et nous cherchons à illustrer les spécificités et les logiques qui ont façonné le processus d'urbanisation dans le pays.

Ensuite, nous nous intéressons à la question des villes moyennes. Premièrement dans un souci de définition, puis pour évaluer leur poids et leur importance dans la structure du système urbain algérien, et dans les stratégies publiques d'aménagement du territoire. L'enjeu est de bien situer nos questionnements de recherches dans leur contexte géographique et d'identifier la place qu'occupe et que pourrait occuper la ville de Mila au sein de l'espace géographique algérien et au cœur des politiques territoriales.

1.1. Composition et évolution de l'armature urbaine en Algérie

Le réseau de villes constituant l'armature urbaine de l'Algérie actuelle est avant tout le produit d'une succession de plusieurs civilisations et de plusieurs périodes discontinues d'occupations et de colonisations. Si dans le contexte actuel qui suit l'essor d'une dynamique d'urbanisation exponentielle, nous avons un maillage urbain relativement dense (notamment dans le nord du pays), ce n'était pas toujours le cas durant la majeure partie de l'histoire de la région.

1.1.1 Algérie précoloniale

A. Des cités numides aux colonies romaines

On retrouve des traces d'établissements humains en Algérie depuis le paléolithique, mais les premiers maillages de villes identifiés reviennent aux puniques qui établissent les comptoirs côtiers d'échange, dont le développement donne lieu à la genèse d'une certaine forme de

citadinité. Cependant, les premiers véritables réseaux urbains en Algérie se constituent durant les périodes numides et romaines.

En effet, avec l'unification de la Numidie au 3^{ème} siècle av. J-C, Cirta (actuelle Constantine) est promue au rang de capitale du royaume et plusieurs cités se développent dans son environnement (Cuicul, Milev, Saldae...etc). Ces villes évoluent et leur nombre se multiplie sous l'occupation romaine qui à la suite de la chute de Carthage participe au développement de l'armature urbaine vers l'intérieur du territoire (Chaouche, 2004).

Prônant une colonisation urbaine, les romains ont découpé le territoire conquis couvrant le nord de l'actuelle Algérie et la Tunisie en quatre grandes provinces : Afrique (ancienne et nouvelle), Numidie et Maurétanie césarienne (cf. Figure 6, p. 33) et ont densifié le réseau de villes ainsi que le réseau routier qui les relie sur l'ensemble des territoires occupés afin de permettre un meilleur acheminement des récoltes agricoles et des richesses minières vers Rome. Leur découpage facilite le contrôle de ces provinces structurées à travers quatre types de communes hiérarchisées selon la fonction et les propriétés socio-démographiques : les colonies et les municipes pour les citoyens romains, les communes intermédiaires mixtes, et les pérégrines pour les berbères autochtones (Raham, 2001).

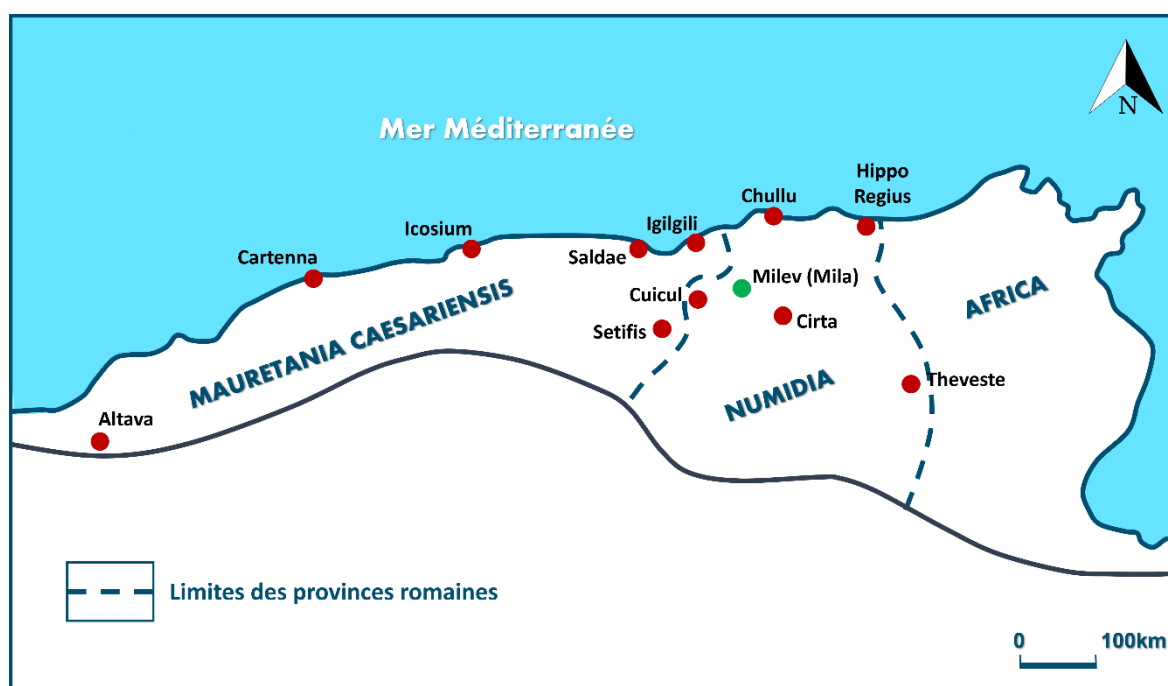


Figure 6: Principales cités de l'époque romaine
(Réalisation : Adjeroud. H, adaptée de H., Kiepert, Atlas antiquus)

L'action romaine sur l'espace algérien est à l'origine du développement (et de la création) de beaucoup de grandes villes d'hier et d'aujourd'hui. Même si on assiste à partir du IV^{ème} siècle ap. J-C au déclin et à l'abandon de sites comme Thamugadi, Tiddis ou Cuicul par suite

des multiples soulèvements des populations berbères et aux conquêtes vandales puis byzantines, beaucoup de villes actuelles à l'image d'Annaba (Hippo régius), de Tébessa (Theveste), Collo (Chullu), Jijel (Igilgili) et de Sétif (Setifis) doivent leur existence à cette période d'urbanisation intensive.

B. Le système de villes des périodes arabo-berbères et turques

Durant une longue période avant le XV^{ème} siècle, le Maghreb central assurait le rôle de relais dans les échanges entre l'Afrique subsaharienne et le Moyen-Orient (Or, métaux précieux, sel, esclaves...). L'activité commerciale et marchande était alors le seul facteur d'attractivité des quelques cités situées sur les chemins d'échange de la région, et le seul élément structurant de l'espace géographique algérien très peu urbanisé.

Dès leur arrivée en Algérie, les Turcs adoptent un mode d'occupation du territoire de type colonial, en développant en priorité (comme les phéniciens, romains ou byzantins), les villes côtières (Rahmani, 1982). Ils pénètrent ensuite vers l'intérieur en créant sous la régence d'Alger, les principaux fondements de la distribution et du découpage géographique de l'Algérie actuelle, avec les prémices d'une centralité dominante à Dar Sultan (région d'Alger) où se situe le siège du dey¹, et trois beylik² qui forment les principales régions du pays que nous connaissons aujourd'hui. Il s'agit du beylik de l'est avec sa capitale Constantine, plus grand et plus dense, du beylik du centre (Titteri) avec sa capitale Médéa, et du beylik de l'ouest dont la capitale est Oran.

En réalité, la domination turque ne s'étendait pas vraiment loin des centres urbains qui structurent le territoire et facilitent l'exercice du pouvoir beylical ; de ce fait, les villes de l'époque gardent une zone d'influence assez restreinte, relativement amplifiée par le rayonnement culturel et religieux, et par l'attractivité des souks urbains (Chaouche, 2004). Dans l'ensemble, l'espace géographique algérien reste structuré à travers les limites territoriales des communautés tribales, et garde des niveaux d'urbanisation très faibles.

Au début du XIX^{ème} siècle, juste avant la fin de la régence ottomane (1830), le réseau de villes algériennes est peu développé, essentiellement constitué de trois niveaux : une bande littorale avec Alger qui est le plus grand centre urbain du pays (30.000 hab.), et des villes comme Oran (9000 hab.) et Annaba (moins de 5000 hab.) ; une bande à l'intérieur avec Constantine (25000 hab.), Tlemcen et Mascara (12000 hab.) et Médéa (5000 hab.). Puis un

¹ Titre donné au souverain de la régence d'Alger sous l'autorité de l'empire ottoman, de 1671 à 1830.

² Province sous l'autorité du Bey (gouverneur sous l'empire ottoman) dépendante de la régence d'Alger.

réseau restreint d'oasis et de petites agglomérations sahariennes (Ghardaïa, Touggourt, Biskra...etc.).

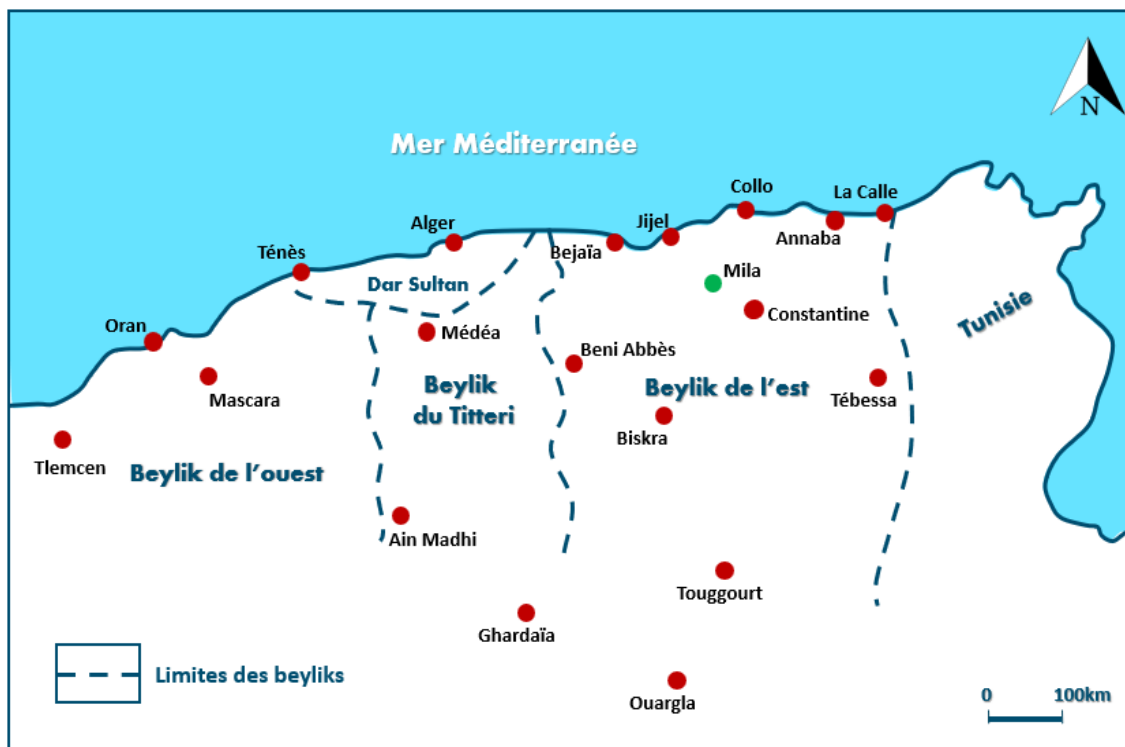


Figure 7: Principales cités de l'époque turque (Réalisation : Adjeroud. H)

1.1.2 L'urbanisation sous l'administration coloniale

En 1830, au début de la conquête française, le taux d'urbanisation en Algérie est estimé à 5 %, ce qui est inférieur aux niveaux d'urbanisation des pays voisins comme le Maroc et la Tunisie qui enregistrent respectivement 8 et 11% (Côte, 1994) ; ce taux passe à 25% juste avant la guerre de libération, et dépasse les 30 % à l'aube de l'indépendance (Lakjaa, 2014).

L'action française visant à faire de l'Algérie une véritable colonie de peuplement a entraîné une reconfiguration en profondeur de l'espace algérien. En effet, afin de faciliter l'acheminement des produits agricoles (puis industriels) vers l'Europe, l'administration coloniale a donné une priorité au développement des grandes villes portuaires, autour desquelles s'organise l'ensemble des infrastructures de communication. Ces villes ont vu leur population multipliée par 10 en un siècle, alors que la population totale du pays a été multipliée par trois (Kateb, 2003).

En parallèle, l'enjeu militaire, et l'installation des populations européennes à l'intérieur du pays renforcent le besoin de réaménagement de l'espace rural. Des centaines de villages sont alors créés pour structurer et faciliter l'administration du territoire, et une densification considérable de la trame viaire et du réseau de chemin de fer a suivi. Cette politique

s'accompagne d'opérations d'expropriation massives des terres agricoles appartenant aux indigènes et de refoulements de tribus. On estime qu'en 1934, les colons qui représentent 2% de la population agricole détenaient un quart du sol cultivé. Ceci engendre un exode important des populations paysannes vers les zones urbaines et les villes qui constituent des centres administratifs et économiques où vivent déjà 60% des européens d'Algérie.

Cette tendance est ensuite accentuée pendant la guerre de libération avec encore plus de déplacements provoqués par la situation sécuritaire et les politiques de regroupement. Cet épisode est évoqué en 1965 par Pierre Bourdieu et Abdelmalek Sayad qui avancent que « Si, outre les regroupements, on prend en compte l'exode vers les villes, on peut estimer à trois millions au moins, c'est-à-dire la moitié de la population rurale, le nombre des individus qui, en 1960, se trouvaient hors de leur résidence coutumière. Ce déplacement de population est parmi les plus brutaux qu'ait connus l'histoire ».

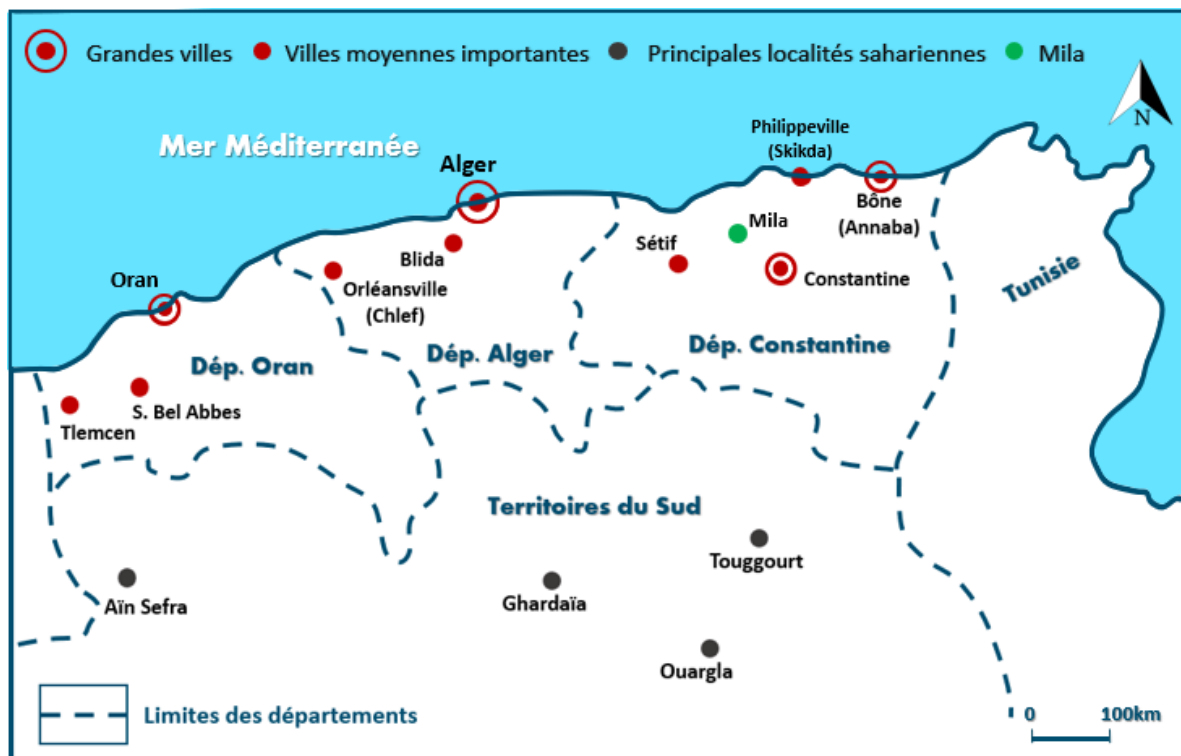


Figure 8: Principales villes de la période coloniale (Réalisation : Adjeroud. H)

A la veille de l'indépendance, le réseau urbain algérien est dense au nord, avec des villes anciennes ayant connu une forte croissance et un ensemble de villes créées ex-nihilo ; moins compact dans les hauts plateaux, et peu développé au sud où les conditions naturelles dictent la façon dont se développent et s'organisent les établissements humains.

1.1.3 L'Algérie indépendante

Dès 1962, le jeune gouvernement Algérien devait prendre en charge un territoire conçu pour une réalité sociale et politique différente de celle de l'Algérie indépendante, et qui présente beaucoup de dysfonctionnements et de déséquilibres spatiaux. Cependant, les politiques adoptées dans les deux décennies suivant l'indépendance, notamment celle de l'industrialisation massive, ne font qu'accroître les distorsions territoriales héritées de l'ère coloniale, car la majorité de cette industrie était localisée dans les grandes villes et leurs environnements immédiats. Ces disparités, entraînant des répercussions sur l'accès à l'emploi et aux services, font que la population urbaine continue d'augmenter et que le déséquilibre en matière de répartition démographique s'aggrave avec plus de 80% de la population qui occupe la bande littorale. De cette proportion, la moitié (40 %) se concentre sur une superficie ne représentant que 1,7 % du territoire national (Kateb, 2003).

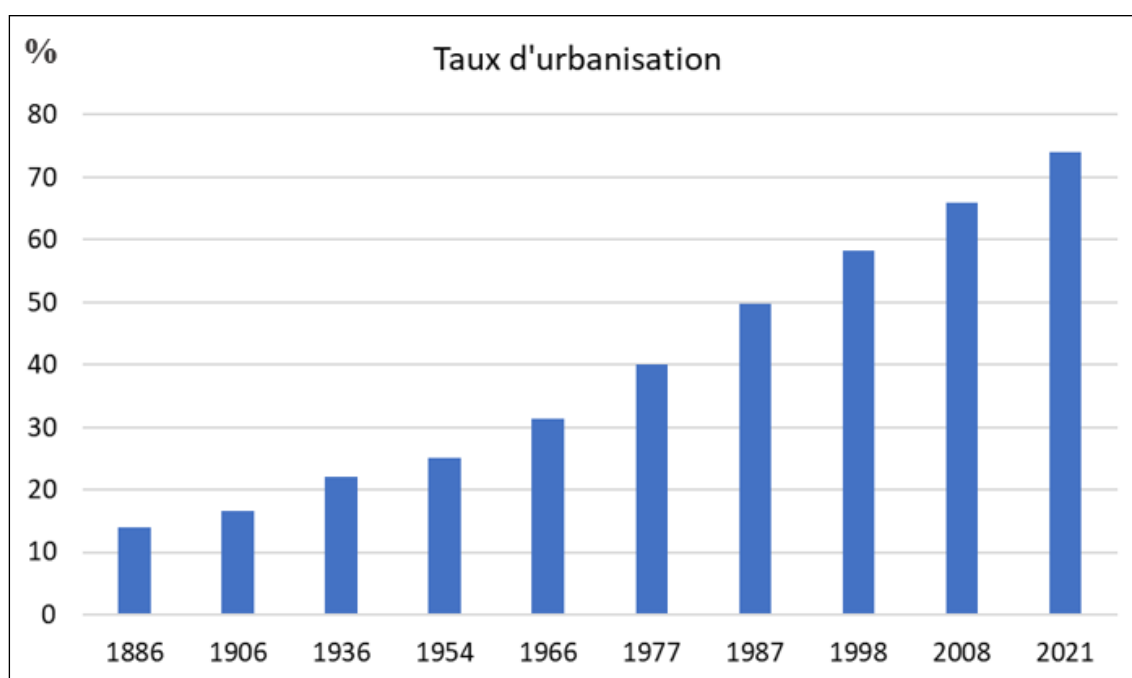
Dans ces circonstances, en vue de renverser la tendance générale par le développement de l'intérieur et particulièrement des hauts plateaux et le sud, les pouvoirs publics décident d'ajuster les stratégies d'aménagement du territoire, en adoptant une approche de restructuration de l'espace basée sur la promotion administrative des villes et des localités urbaine. L'état a doublé, puis triplé le nombre de wilayas entre les découpages de 1974 et 1984, et a promu 1000 agglomérations au rang de commune (Chadli & Hadjedj, 2003). Cette démarche a permis de développer des activités diverses dans certaines régions, de réduire l'aire d'influence de certaines métropoles, de capter une partie des flux de l'exode rural, et de booster le développement et l'évolution des petites et moyennes agglomérations.

Des années après, les données (de 2008) montrent l'émergence d'un nombre très important de petites et moyennes agglomérations pour contrebalancer le poids des grandes villes (cf. Tableau 1, p. 38). Toutefois, l'impact des stratégies adoptées reste très peu visible sur la répartition nord / hauts-plateaux / Sud de la population ; toutes les villes de plus de 300.000 habitants sont situées dans le nord, ainsi que plus de la moitié de la plupart des autres strates de villes ; la tendance de la population à occuper le nord du pays est toujours prédominante.

Tableau 1: Nombre d'agglomérations urbaines selon la taille et les zones en 2008 (ONS)

	Taille des agglomérations							Total
	Moins de 5000	5000 à 10000	10000 à 20000	20000 à 50000	50000 à 100000	100000 à 300000	Plus de 300000	
Nord	3	185	156	90	24	14	5	477
Hauts Plateaux	0	78	62	36	17	13	0	206
Sud	0	20	20	16	6	6	0	68
Total	3	283	238	142	47	33	5	751

Pareillement, ces stratégies ne semblent avoir aucune incidence sur l'évolution du taux d'urbanisation qui continue d'augmenter (cf. Graphe 1, p. 38) ; en effet, depuis l'indépendance, la part de la population urbaine en Algérie a presque triplé, elle passe de 25% en 1954 au début de la guerre de libération à 74%¹ en 2021. La population agglomérée est quant à elle passée d'un peu plus de 60% en 1977 à près de 90% aujourd'hui.



Graph 1: Evolution du taux d'urbanisation en Algérie (ONS)

¹ Données de la banque mondiale.

1.2. Place des villes moyennes dans le système urbain et dans les stratégies d'aménagement du territoire en Algérie

1.2.1 Critères de définition

Les villes moyennes, aussi appelées villes intermédiaires sont une strate de villes occupant une place significative dans le paysage urbain d'une grande partie des pays du monde. Elles sont très différentes des grandes métropoles, tant par leur dynamique démographique que par leur spécialisation (Floch & Morel, 2011). La notion de ville moyenne suscite des débats constants entre les chercheurs (urbanistes, géographes, économistes...etc) qui peinent à trouver un consensus autour des définitions qui lui sont attribuées, qui se basent sur des critères d'identification très divers, variables selon les contextes dans lesquels ils sont appliqués.

Même si le critère démographique est le principal indicateur adopté par la majorité des auteurs pour caractériser une grande ville, une petite ville, ou une ville moyenne, les seuils existants sont aussi nombreux que les chercheurs et les organismes de collecte et de traitement de données qui les adoptent (Demazière, 2014). Les limites basses et hautes des seuils de définition varient considérablement d'un pays à l'autre, en fonction des réalités démographiques, sociales, économiques et géographiques spécifiques à chaque contexte ; comme le décrit Thérèse Saint-Julien : « L'étalonnage des villes moyennes ne sera pas le même dans un tissu urbain dense et dans une zone peu urbanisée où les relais urbains concurrents n'existent pas ou bien sont très éloignés, dans une zone enclavée ou à l'inverse, dans un espace doté d'infrastructures de transport et de communication de qualité ».

Frédéric Santamaria (2000) pointe par exemple les écarts en matière de taille des fourchettes de définition en France et en Espagne, qui varient selon les auteurs entre 20.000 et 50.000 habitants pour le seuil inférieur et entre 100.000 et 200.000 habitants pour le seuil supérieur. Par ailleurs, ces fourchettes peuvent être complètement différentes dans d'autres régions du monde, atteignant parfois plusieurs centaines de milliers d'habitants. Aux Etats-Unis par exemple, une ville moyenne a une population comprise entre 50.000 et 300.000 habitants, alors qu'en Chine, une ville est généralement considérée comme moyenne si sa population se situe entre 500 000 et un million d'habitants.

Il est important de noter que le critère de taille de la population à lui seul ne suffit pas à définir une ville moyenne de manière exhaustive. D'autres facteurs, tels que la densité de population, l'activité économique, l'infrastructure et les services disponibles, sont parfois pris en compte par certains chercheurs et organismes pour obtenir une définition composite plus complète du concept. Nous citons l'Insee qui définit comme ville moyenne « un pôle de

moyenne ou grande aire urbaine, comprenant plus de 5 000 emplois, dont la population est inférieure à 150 000 habitants et qui n'est pas préfecture d'une ancienne région ».

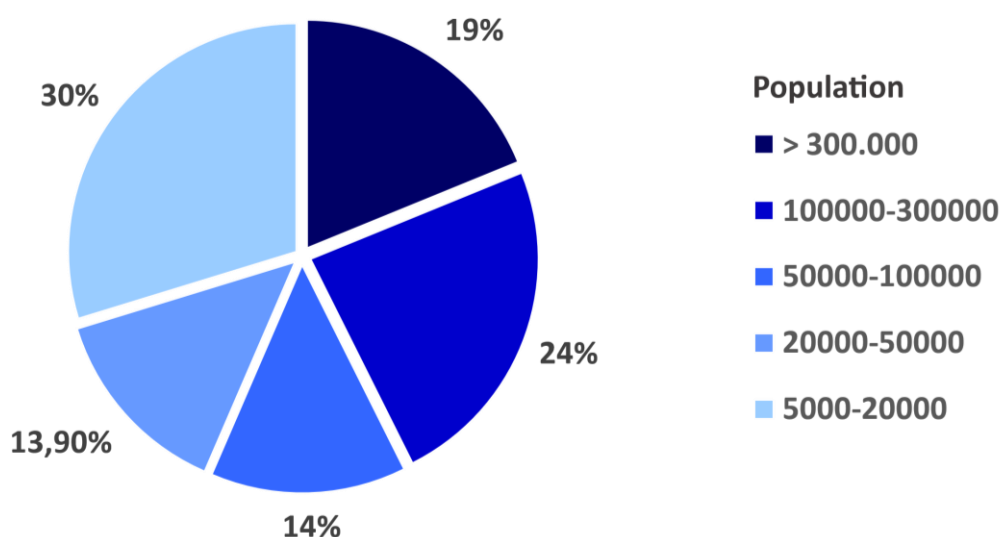
Si nous devons proposer une définition simple et efficace, nous pensons que les villes moyennes sont les agglomérations caractérisées par une taille et des fonctions qui les placent en dessous des niveaux des villes capitales et des métropoles régionales majeures, mais qui leur permettent d'évoluer de façon autonome tout en polarisant à travers leur position intermédiaire une bonne partie des flux des petites villes et des zones rurales qui les entourent.

Cependant, pour notre étude, afin de simplifier le travail, nous avons pris le choix de se conformer à la définition adoptée par la loi 06-06 portant orientation de la ville, et par l'office national des statistiques dans le contexte du recensement général de la population. De ce fait, dans le cadre de la thèse, nous considérons comme villes moyennes celles dont la population municipale est située entre 50 000 et 100 000 habitants. Toutefois, une part considérable des postulats, constats, et dispositions qu'on peut trouver dans ce travail pourrait bien évidemment concerner les cas de certaines villes qui dépassent ce plafond et qui ont des caractéristiques similaires.

1.2.2 Poids et importance des villes moyennes

Comme ailleurs, les villes moyennes algériennes occupent une position intermédiaire entre les grandes métropoles et les petites localités et zones rurales, en jouant un rôle clé dans l'aménagement du territoire et la gestion de la répartition démographique.

Abritant aujourd'hui près de 15% de la population urbaine du pays (cf. Graphe 2, p. 41), les villes moyennes algériennes ont connu une ascension importante durant les décennies 60-70 à cause du développement de l'activité industrielle dans plusieurs agglomérations de taille intermédiaire en dehors des grandes métropoles régionales ; puis une forme de recul en faveur des petites villes qui dominent actuellement la répartition de la population urbaine.



Graph 2: Répartition de la population urbaine en Algérie selon les catégories de villes (Source : ONS, Réalisation : Adjeroud. H)

Aujourd'hui, il y a un constat mitigé sur le poids réel et l'importance des villes moyennes dans le système urbain algérien. Elles souffrent d'un côté d'une image de villes médiocres, non attractives où l'écart en matière d'accès à l'emploi et aux services avec les grandes villes et métropoles est flagrant, et continuent d'un autre côté à enregistrer la vitesse de développement et les taux d'accroissement les plus importants après les petites agglomérations de 5000 à 10000 habitants (cf. Tableau 2, p. 41).

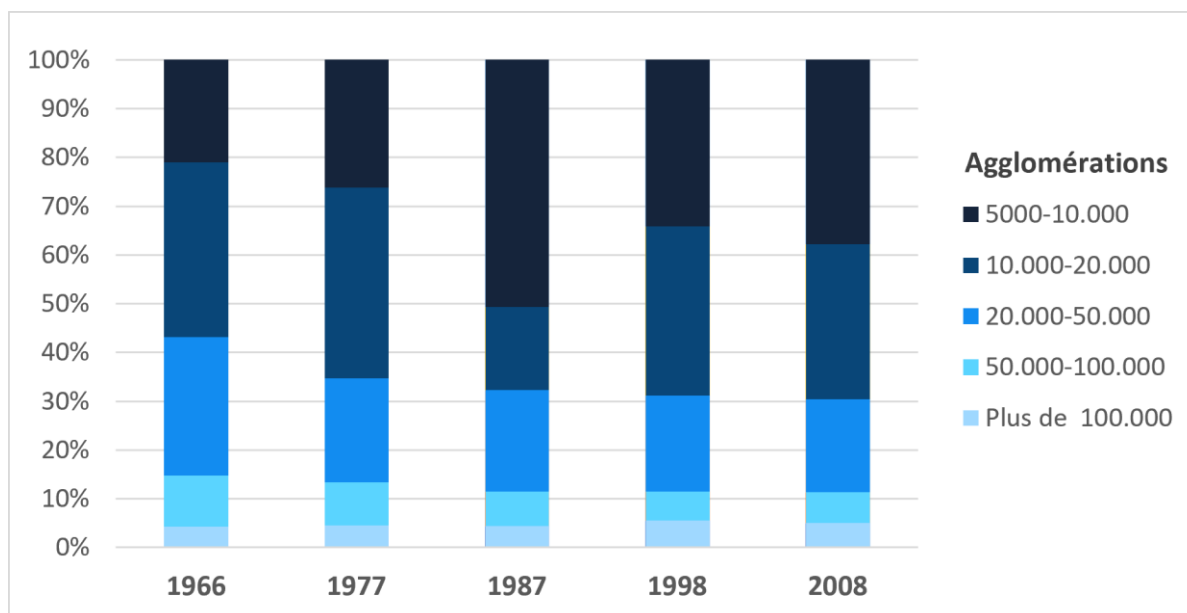
Tableau 2: Taux d'accroissement de la population pour la période 1998-2008 (ONS)

Taux d'accroissement de la population	Taille des agglomérations				
	5000 à 10000	10000 à 20000	20000 à 50000	50000 à 100000	> 100000
	3,73 %	1,96 %	2,22%	3,67 %	3,11 %

En effet, cette dynamique de croissance, est en partie accentuée par les flux d'exode rural suivant l'indépendance et les politiques d'industrialisation, et ceux provoqués par la crise sécuritaire des années 90.

Dans ce contexte, Marc Cote (1994) estime que les villes moyennes ont capté pas moins de 25% de ces flux. En conséquence, selon les données de l'ONS, nous constatons que depuis 1966, une grande majorité des villes moyennes passent au rang de grande ville en moins de 20 ans (75% pour les villes moyennes recensées en 1966, 100% pour celles recensées en 1977 et

88% des villes moyennes recensées en 1987). Ceci, en parallèle avec les taux d'accroissement moins importants de la strate de villes de niveau inférieur, participe à une modification de la structure de la population urbaine à l'échelle du pays, à travers la baisse constante de la part de la population occupant les villes moyennes (cf. Graphe 3, p. 42), car la part qui rejoint la strate supérieure n'est pas remplacée à la même vitesse.



Graphe 3: Evolution de l'armature urbaine en Algérie en fonction du nombre d'agglomérations entre 1966 et 2008. (Source : ONS, Réalisation : Adjeroud. H)

Cependant, le poids des villes moyennes en Algérie peut être évalué à travers beaucoup d'aspects qui dépassent la simple interprétation des données démographiques. En effet, ces villes qui jouent un rôle essentiel dans l'accueil et la répartition des flux migratoires internes, constituent un tissu important pour la gestion et l'administration du territoire. A travers leurs statuts de chefs-lieux de wilayas (équivalent des départements en France) et de daïras (sous-préfecture) et leurs positionnements en tant que pôles économiques régionaux spécialisés (en commerce, industrie ou services...etc.), certaines villes moyennes offrent des opportunités d'emploi, de logement et de services à de nombreux citoyens, contribuant ainsi à atténuer la pression démographique sur les grandes villes et à réduire les inégalités territoriales.

En réalité, si on regarde la répartition spatiale des villes moyennes, on s'aperçoit assez vite qu'une bonne partie d'entre elles forme une sorte de bouclier autour des grandes métropoles du pays, et servent de relais entre les grands centres urbains et les petites villes et régions rurales environnantes, capables d'absorber une bonne part de la mobilité résidentielle et quotidienne. L'autre partie des villes moyennes se prolonge dans l'intérieur du territoire, offrant aux politiques et aux décideurs des opportunités pour développer l'espace algérien dans la profondeur. Dans la plupart des cas, la position géographique, le statut administratif et la

connectivité avec les infrastructures de transport transforment ces agglomérations en centres d'échanges et de services et en points d'ancrage essentiels pour assurer la cohésion territoriale et faciliter la gestion des déplacements des personnes et des biens.

En outre, beaucoup de villes moyennes ayant une présence historique jouent un rôle culturel et social important en Algérie, et affichent des capacités de développement qui peuvent intéresser les aménageurs et les décideurs dans le cadre des politiques de structuration territoriale. Elles sont souvent le berceau de traditions et de patrimoines locaux, abritant des sites historiques, et pouvant recevoir et organiser des festivals et des manifestations culturelles qui contribuent à l'animation et au développement de l'attractivité de leurs territoires environnants (c'est par exemple le cas à Mila).

1.2.3 Les villes moyennes algériennes au sein des politiques et stratégies d'aménagement du territoire

En matière d'aménagement du territoire en Algérie, les problématiques liées aux aires métropolitaines ont toujours été la première priorité des politiques et des décideurs, mais la question des villes moyennes n'est pas pour autant marginalisée dans le discours officiel des planificateurs, d'autant plus que les politiques publiques et les grands choix stratégiques visant le désengorgement des métropoles et des grandes agglomérations et le renversement de la tendance générale de la population à vouloir occuper la bande littorale et les régions du tell se trouvant à moins de 100km de la mer reposent considérablement sur la capacité du pays à développer l'attractivité des villes moyennes et petites et à renforcer le maillage urbain à l'intérieur du pays.

Concrètement, bien qu'à l'aube de l'indépendance en 1962, le développement des villes moyennes se basait sur les politiques d'industrialisation adoptées, il sera boosté dès les années 1970 avec le découpage de 1974 qui vise précisément l'instauration d'une certaine cohésion géographique et territoriale afin d'assurer une cohérence économique avec une bonne répartition des chances de développement à travers le pays. Ce découpage envisage une grande restructuration urbaine pour « favoriser l'émergence des villes moyennes et petites pour atténuer l'attraction des grandes agglomérations et en particulier les grandes villes côtières et surtout la capitale Alger » (Ammi, 2019).

Le découpage administratif de 1984 s'inscrit dans la même logique tournée vers la recherche d'une cohésion spatiale, et traduit à travers la promotion de 17 villes moyennes et petites au rang de chef-lieu de wilaya l'ambition d'aller vers un maillage territorial plus fin, avec moins de disparités, en procurant un nouveau pouvoir institutionnel aux agglomérations concernées

(Yousfi, 2017). On constate qu'il y a une forme de volonté des autorités d'aller plus loin dans les domaines de la déconcentration et de la décentralisation en multipliant les centres de décision de proximité à travers la densification du réseau des collectivités locales (Raham, 2003 ; Bakour & Baouni, 2015).

Dernièrement, cette tendance a été particulièrement renforcée dans le sud à travers l'ordonnance n° 21-03 du 25 mars 2021 modifiant et complétant la loi 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale, qui acte la promotion de 10 villes du sud (dont plusieurs villes moyennes) au rang de chef-lieu de wilaya dans l'optique de propulser le développement local et de rapprocher davantage les citoyens et les collectivités dans ces régions vastes et peu denses. La démarche cherche à réduire sensiblement les disparités régionales et sociales, à mieux fixer les populations et à améliorer l'attractivité des territoires concernés qui bénéficieront de dotations budgétaires propres pouvant intensifier la cadence de programmation des projets de développement local.

Par ailleurs, le Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) 2030, au-delà de la grande place attribuée aux grandes villes et aux métropoles et des actions générales portant sur l'ensemble du territoire et des agglomérations urbaines, accorde une importance particulière à une bonne partie des villes moyennes situées dans plusieurs régions du pays, à travers certaines lignes directrices et une panoplie de plans d'action territoriaux (PAT) ayant des objectifs à court, à moyen et à long terme :

- Dans sa **première ligne directrice** qui concerne la durabilité des territoires, le SNAT prévoit au sein du PAT n° 5 dédié à la préservation et à la valorisation du patrimoine, d'inclure 7 villes moyennes (Mila, Oum El Bouaghi, El Bayadh, Bouira..etc) dans des pôles d'économie du patrimoine ayant pour objectif de protéger et valoriser les ressources patrimoniales et d'en faire un facteur de développement durable du territoire permettant de renforcer l'attractivité et la notoriété de ces villes et leurs régions.
- La **deuxième ligne directrice**, prônant la création de dynamiques de rééquilibrage territorial place les villes moyennes au cœur des PAT n° 8 et 12 respectivement axés sur la réduction de la littoralisation, et sur la mise en place d'un système urbain hiérarchisé et articulé. Concrètement, les dispositions de cette partie prévoient la structuration du territoire en trois zones avec des points d'ancrage et d'appui aux stratégies de renversement des modes d'occupation de l'espace algérien. Il s'agit :

- *Des villes d'équilibres des Hauts Plateaux* : destinées à encadrer leurs territoires respectifs et à conforter le développement des Hauts Plateaux en contribuant de manière essentielle au rééquilibrage territorial.
- *Des villes relais du Tell et des Hauts Plateaux* : dont la mission est d'appuyer et relayer en profondeur dans le territoire les grandes villes, et d'articuler le Nord et les Hauts Plateaux, puis les Hauts Plateaux et les territoires du sud.
- *Des villes de développement du sud* : censées constituer des centres d'activité et de services capables d'impulser le développement des vastes territoires qu'ils polarisent et de leur potentiel d'attractivité.

Dans ce cadre, une grande majorité des villes moyennes algériennes se trouvent en position de ville relais du Tell ou des hauts plateaux, ou de centre de vie du sud, et endossent par conséquent l'ambition affichée de renversement des équilibres spatiaux. C'est le cas de villes comme Bouira, Ain defla, Mila ou Sig au Tell, et de villes comme Oum El Bouaghi, Barika, Ain Oussera, Aflou ou Tissemsilt dans les hauts plateaux (cf. Figure 9, p. 46).

Cependant, nous constatons un manque de considération pour les villes moyennes dans certaines lignes directrices et plans d'actions territoriaux, qui risque d'avoir un impact négatif sur le développement futur de l'espace géographique algérien et sur les possibilités d'atteindre les objectifs globaux du SNAT. Nous distinguons particulièrement la ligne directrice n° 3 dédiée à la création des conditions de l'attractivité et de la compétitivité du territoire, qui marginalise les villes moyennes dans ses plans d'action essentiellement centrés sur le développement des grandes infrastructures, la création des Pôles d'Attractivité (PA) et Zones Intégrées de Développement Industriel (ZIDI), et sur la modernisation des métropoles régionales.

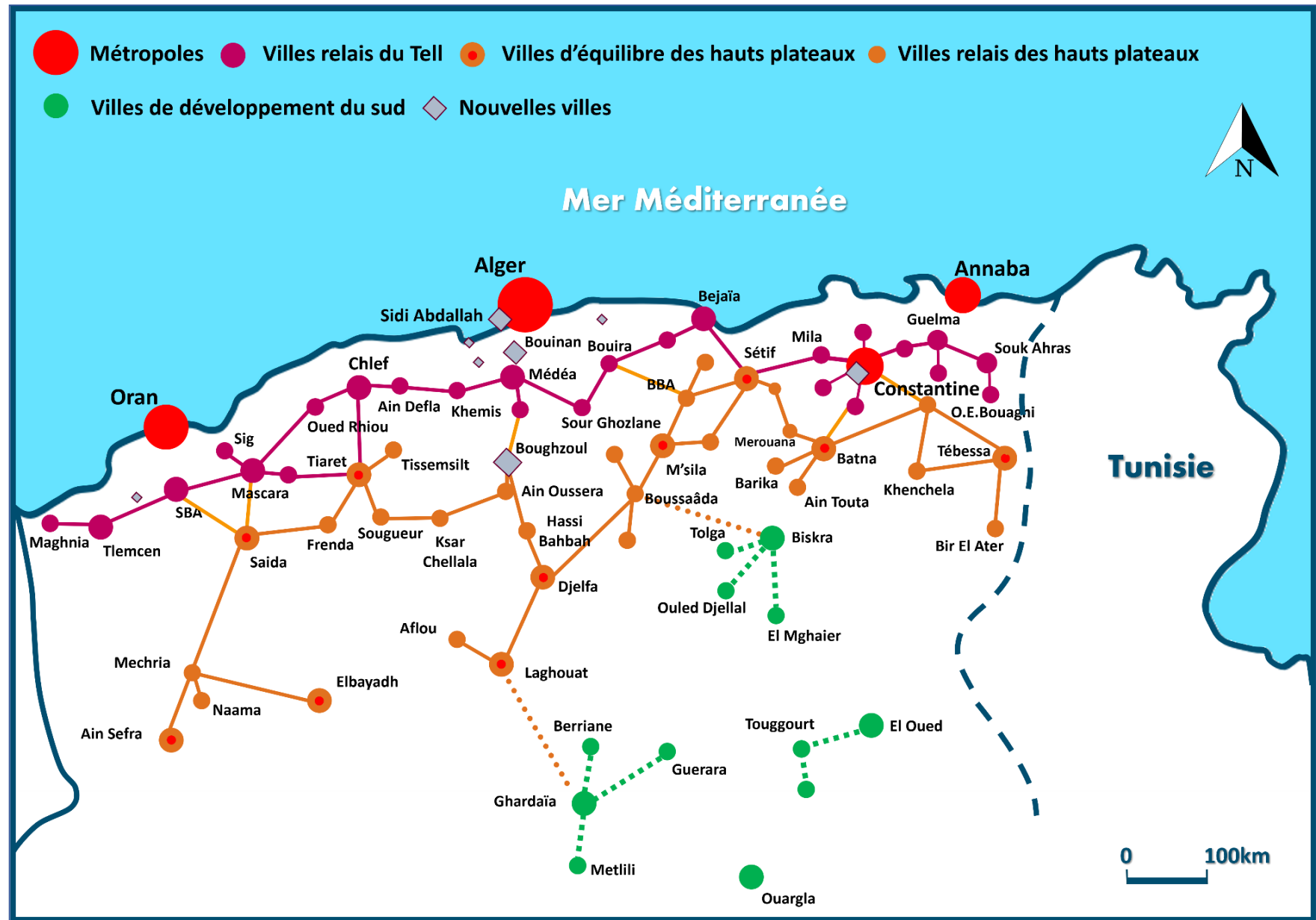


Figure 9: Structure spatiale adoptée pour créer les dynamiques de rééquilibrage territorial (Adjeroud. H, Adapté du SNAT 2030)

1.2.4 Quelle place pour Mila ?

Située aux abords de la bande littorale, Mila en tant que ville relais du Tell est à la fois en première ligne dans la stratégie de lutte contre la littoralisation du pays, et en première couronne des villes moyennes d'appui à la métropole de Constantine. L'enjeu pour elle est de développer une forme d'attractivité lui permettant de sortir de sa position actuelle d'enclavement et d'améliorer la capacité de son territoire à concurrencer les autres villes de la région afin de pouvoir jouer un rôle important dans la reconfiguration structurelle de l'armature urbaine Algérienne.

En effet, malgré sa position géographique désavantageuse sous plusieurs aspects, la promotion au rang de chef-lieu de wilaya, puis les migrations reçues des zones rurales pendant les années 90 (notamment de la wilaya de Jijel), ont permis à Mila de se développer rapidement, en triplant sa population en moins de 30 ans, et de s'offrir un certain nombre de programmes de logements, d'équipements et d'infrastructures de base.

En parallèle, Mila est l'une des villes moyennes les plus concernées par les orientations du SNAT 2030. Elle fait partie des villes relais du Tell à développer en constituant la ceinture la plus proche du littoral, et occupe une place importante dans les stratégies d'aménagement des espaces de programmation territoriale du Nord-Est. Elle fait également partie des villes moyennes érigées en pôles d'économie du patrimoine grâce à sa vieille ville, alors que ses territoires environnants sont bien concernés par les programmes de rattrapage et de mise à niveau des zones à handicaps.

Cela n'est pas pour autant suffisant pour le lancement d'une dynamique de développement susceptible d'améliorer l'attractivité de la ville au vu de la complexité des problématiques auxquelles elle est confrontée, notamment en ce qui concerne la gestion de l'étalement urbain et de la pénurie du foncier, et la connexion aux grandes infrastructures de services publics et de transport.

Sur cet aspect, Mila est doublement pénalisée, d'une part par son relief et sa situation géographique enclavée, et de l'autre par sa marginalisation dans les plans de modernisation et de développement des grandes infrastructures, et des programmes de renouvellement urbain et de création des villes nouvelles prévus par les planificateurs via les différents instruments d'aménagement et de programmation territoriale.

Conclusion

Dans ce premier chapitre de la thèse, nous situons nos préoccupations de recherche dans leur contexte géographique spécifique, celui des villes moyennes algériennes. La lecture des évolutions historiques depuis l'époque précoloniale jusqu'à l'Algérie contemporaine, et l'analyse des documents de planification encadrant les politiques actuelles d'aménagement du territoire nous ont permis de mettre la lumière sur l'importance de cette strate de villes dans l'armature urbaine du pays qui est en développement constant, mais aussi d'identifier certains décalages, entre l'ampleur des enjeux autour du développement des villes moyennes et leur place réelle au coeur des stratégies nationales et de l'action publique territoriale.

En effet, les villes moyennes qui abritent aujourd'hui 15% de la population algérienne ont constitué un socle important pour le processus accéléré d'urbanisation du pays et sont toujours la catégorie de ville ayant le plus haut taux de croissance avec les petites villes de moins de 10000 habitants. Elles forment le premier relais entre les zones métropolitaines et le monde rural et continuent à être un vecteur important pour la structuration du territoire.

Aujourd'hui, elles sont vouées dans un contexte caractérisé par une suroccupation du nord du pays à composer les principaux points d'appui autour des grandes villes, dans le cadre de la mise en œuvre d'une politique de rééquilibrage territorial visant l'inversion de la tendance selon laquelle la population occupe massivement la bande littorale.

Cependant, même si les plans d'actions prévoient une forme de classification censée affecter à une bonne partie des villes moyennes une place importante en vue de développer l'espace algérien dans la profondeur et d'assurer l'articulation entre ses trois zones principales (villes relais du tell, villes d'équilibre des hauts-plateaux, villes de développement du sud), les stratégies de développement des grandes infrastructures, des pôles économiques et industriels et les moyens mis en œuvre pour le développement d'une attractivité susceptible de leurs permettre de remplir le rôle attendu ne sont pas suffisantes. C'est particulièrement le cas de la ville de Mila, qui peine à optimiser le potentiel de développement que lui octroie son rang de chef-lieu de wilaya et sa proximité des zones métropolitaines de Constantine et de Sétif. Elle reste victime de son enclavement géographique, couplé à une mise à l'écart des grands programmes de développement stratégique et des projets de grandes infrastructures.

Chapitre 2 : Le secteur des transports urbains en Algérie

Introduction

Le secteur des transports en Algérie occupe une place cruciale dans l'économie du pays avec un impact important sur la vie quotidienne des Algériens. Tout comme dans l'ensemble des pays du Maghreb, on estime qu'il a une participation directe de 6 à 8% du PIB¹, et qu'il emploie 5 à 8% de la population active (Ramdini, Ahmed Zaid & Bouras, 2016).

Cependant, l'impact environnemental des transports est également considérable. Selon le Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER (2020), les transports représentent 32% de la consommation d'énergie du pays, avec une domination des transports routiers (92% des consommations énergétiques du secteur) ce qui en fait le premier secteur le plus énergivore en Algérie en dehors de la consommation des ménages. La réduction de cette consommation énergétique est un défi majeur pour l'Algérie, qui cherche à limiter et maîtriser ses émissions de gaz à effet de serre et à promouvoir des modes de transport plus durables.

Dans ce contexte, les transports urbains, notamment collectifs, sont particulièrement importants en Algérie, où plus de 30 millions de personnes vivent dans les villes et les zones urbaines (Fontaine, 2021). Les métropoles algériennes, ainsi que les villes moyennes sont de plus en plus confrontées à des problèmes de congestion et de pollution liés à une forte utilisation des automobiles. En effet, le développement économique du pays, notamment après la nationalisation des hydrocarbures (et surtout durant les périodes de hausse des prix sur le marché mondial), a été accompagné par une démocratisation de la voiture particulière dont l'usage est considérablement encouragé par le prix très accessible du carburant (environ 46 DA pour l'essence et 30 DA pour le diesel (0,30 et 0,20€)) et une situation caractérisée par une dégradation de la qualité de service et de la performance générale des moyens de déplacement collectifs. Le parc automobile algérien se rapproche aujourd'hui des 8 millions de véhicules (7,7 millions en 2020²) avec des problèmes d'embouteillages, d'augmentation des émissions de GES et des particules fines, et de détérioration de la qualité de l'air, ce qui a de véritables répercussions sur la santé publique et la qualité de vie des citoyens.

Cette tendance préoccupante, mobilise le gouvernement algérien face aux défis qu'elle impose. Des mesures sont prises pour promouvoir des modes de transport plus durables et encourager l'utilisation des transports en commun. En effet, l'Etat s'est engagé dans le

¹ Le rapport de synthèse du SNAT 2030 indique une participation de 8,7% au PIB Algérien.

² Information de l'ONS publiée sur https://www.ons.dz/IMG/pdf/i.ImmatrS2_2020.pdf (consulté le 14/03/2022)

développement et la modernisation des grandes infrastructures routières et ferroviaires à travers les projets d'autoroutes (Est-Ouest, Hauts Plateaux et Nord-Sud) et de grandes lignes de train (rocales, pénétrantes, LGV...etc.), en cohérence avec les engagements pris avec l'union européenne et l'organisation mondiale du commerce. Mais il est surtout orienté vers la réalisation de nombreux projets structurants en milieu urbain, en misant sur les transports en commun en site propre à travers le métro d'Alger et plusieurs projets de tramways implantés dans une bonne partie des grandes villes du pays (Alger, Oran, Constantine, Sétif, Ouargla...etc).

Toutefois, du fait de la diversité des enjeux territoriaux et de l'héritage produit par les mutations et les évolutions historiques du secteur, la problématique de l'amélioration des transports urbain en Algérie s'avère complexe. Les solutions à apporter ne se résument pas au développement des grandes infrastructures, mais nécessitent une adaptation aux particularités et spécificités locales des territoires et des agglomérations urbaines, qu'elles soient dans le rang des métropoles, ou des villes moyennes, ainsi qu'un ajustement au contexte opérationnel avec l'ensemble des acteurs qui l'animent. Il est question d'envisager une refonte des modes de management et de gouvernance du secteur du transport, permettant de mieux cerner et appréhender la problématique et les enjeux de la mobilité urbaine et de l'optimisation des systèmes de transport. Ceci passe avant tout par une meilleure compréhension des caractéristiques du secteur des transports urbains en Algérie, et par une bonne connaissance de son histoire et de son évolution, de ses acteurs majeurs, et dans le cas de notre thèse, de la place qu'occupent les villes moyennes et particulièrement la ville de Mila au cœur des stratégies de développement sectoriel.

2.1 Regard historique : une série de transformations et mutations

Si depuis plus de trente ans, l'Algérie est confrontée à une forme de dysfonctionnement généralisé dans le domaine du transport urbain, la situation observée à l'heure actuelle est essentiellement le fruit d'une succession de transformations structurelles et de réformes réglementaires survenues après l'indépendance du pays en 1962 et l'effondrement du système colonial français.

Le secteur des transports dans le pays a connu plusieurs phases d'organisation, marquées par trois dates significatives qui constituent un tournant dans le processus de planification des transports en commun, soit 1962, 1988 et 2001.

2.1.1 Le monopole étatique

Dès 1962, à l'aube de l'indépendance, le système et les sociétés de transports héritées de l'ère coloniale sont gérés par l'office national des transports créé le 1er Aout 1963¹ et placé sous la tutelle de la direction du transport² du ministère de la reconstruction, des travaux publics et des transports.

Quelques années plus tard, l'état algérien ayant décidé, conformément à son choix idéologique communiste, de se positionner comme prestataire unique des services de transport, pérennise, à travers l'ordonnance 67-130 du 22 juillet 1967 portant organisation des transports terrestres, la situation de monopole sur la gestion des transports publics entraînant des obligations qu'il considère de service public

Cette phase historique est marquée par une domination totale des entreprises publiques, notamment la Société Nationale de Transport Routier (SNTR) pour le transport des marchandises, et la Société Nationale de Transport des voyageurs (SNTV) pour le transport des personnes. Cette dernière laisse apparaître à la suite de sa restructuration en 1983, cinq entreprises publiques régionales, en charge du transport des personnes dans toutes les régions du pays, respectivement appelées Transport des Voyageurs du Centre (TVC), Transport des Voyageurs de l'Est (TVE), Transport des Voyageurs de l'Ouest (TVO), Transport des Voyageurs du Sud-Est (TVSE) et Transport des Voyageurs du Sud-Ouest (TVSO). Elles assurent un ensemble de prestations couvrant les services du ramassage urbain et suburbain, interurbain et grandes lignes ; les services de transport des travailleurs et étudiants, ainsi que les services de location (Tlemçani, 1995).

Dans ce contexte, en application des dispositions du code communal³, l'organisation des transports publics en milieu urbain est exclusivement confiée aux communes. Une bonne partie d'entre elles ayant la possibilité de créer par elles-mêmes des entreprises de transport de voyageurs sur des lignes se trouvant sur leurs territoires⁴, remplissent les missions de transport public au niveau local, notamment à l'intérieur des aires urbaines, à travers les régies municipales créées.

¹ Loi 63-283 du 01 Aout 1963 portant création d'un office national des transports

² Décret 63-129 du 19 avril 1963 portant organisation de l'administration centrale du ministère de la reconstruction, des travaux publics et des transports

³ Ordonnance 67-24 du 18 Janvier 1967 portant code communal (article 145)

⁴ Décret 81-375 du 26 décembre 1981 déterminant les compétences et les attributions de la commune et de la wilaya dans les secteurs des transports et de la pêche.

En réalité, les stratégies adoptées dans le secteur durant cette période ont montré leurs limites. La tarification réglementée et les méthodes de compensation et de subvention directe des sociétés de transport et des régies municipales ont instauré une forme de dépendance chronique à la trésorerie de l'Etat au sein de ces entreprises, qui sont fréquemment confrontées à des difficultés de gestion et des méthodes de management très bureaucratiques, et ont un mode de fonctionnement en rupture avec les exigences du marché (Armstrong-Wright, et Thiriez, 1987; Estache et de Rus, 2000, cités dans Chabane, 2014). Cet équilibre du système étant vulnérable et tributaire de l'état des finances publiques et du niveau d'implication de l'Etat s'est rapidement effondré lorsque le pays s'est trouvé face à la crise économique de la fin des années 1980.

2.1.2 La libéralisation du marché

Le contexte de restrictions budgétaires provoqué par une baisse des recettes de l'Etat suite au contre-choc pétrolier de 1986 et à la chute des prix des hydrocarbures, ainsi que les mouvements sociaux précédant les événements de 1988, ont entraîné à partir de cette année-là une reconfiguration complète du paysage politique et des orientations stratégiques de l'état algérien, qui décrète la fin du monopole étatique, plus d'ouverture à la concurrence et une libéralisation du marché dans plusieurs secteurs, dont celui en charge de la planification et de la gestion des transports.

Cette période de restructuration concrétise le passage des stratégies de planification socialistes vers une économie du marché induisant un désengagement de l'Etat de la sphère économique. C'est un moment qui marque le basculement d'un Etat gestionnaire, qui contrôle les moyens de production et garde l'exclusivité sur les prestations de service public, à un état garant, qui assure la régulation des cadres réglementaires régissant les activités économiques.

Dans le secteur des transports, cette transition est actée par la promulgation de la loi n° 88-17 du 10 mai 1988 portant orientation et organisation des transports terrestres, qui ouvre la voie à une démonopolisation et à une ouverture à la concurrence de l'activité de transport des personnes, supposant une présence étatique renforcée par une réglementation rigoureuse. Ce choix est motivé par la nécessité d'améliorer l'offre de transport, et d'apporter une réponse quantitative à une demande grandissante de déplacement au vu des niveaux très importants de croissance démographique et d'étalement urbain.

Cependant, ce recours à une libération hâtive du marché sans planification adéquate, combiné à un manque d'implication de l'Etat, qui dans une conjoncture imposant une réduction sévère des dépenses publiques, démissionne de son rôle de transporteur phare, a engendré un

basculement des parts de marché en faveur du secteur privé qui couvre selon Lila Chabane (2013) plus de 80% du marché à Alger, et reprend le monopole avec 100% de domination dans plusieurs autres pôles urbains (Boubakour & Bencherif, 2013).

Ce basculement permet d'une part de rajeunir assez rapidement le parc roulant sans mobiliser des fonds publics importants et de satisfaire sur le plan quantitatif une demande nationale grandissante, notamment à travers une augmentation de plus de 255% du parc de véhicules de transport de voyageurs en l'espace de douze ans (Boubakour, 2008), mais participe d'autre part à l'instauration d'une sorte d'anarchie dans le secteur.

En effet, la forte prolifération des opérateurs (ou des exploitants) privés à partir de la deuxième moitié des années 1990, ainsi qu'une prédominance de la gestion artisanale des entreprises de transport urbain a entraîné des répercussions considérables sur la qualité de service, sur les capacités de gestion des systèmes de transport dans les villes algériennes et sur l'efficacité des modes de gouvernance dans le secteur. Cette situation est principalement due à la création de réseaux atomisés composés d'un grand nombre de transporteurs, principalement constitués en petites entreprises familiales qui disposent d'un ou deux véhicules, et qui ont des capacités financières limitées, un niveau de formation insuffisant et très peu de savoir-faire professionnel (Godard, 2008 ; Fantous & Naceur, 2022).

Tel que constaté dans de nombreux pays en développement, cette croissance rapide et non maîtrisée du secteur privé a entraîné une importante régression des services de transport public en faveur d'un développement accru de la voiture particulière, et une détérioration considérable de la qualité de service. Concrètement, motivés par une rentabilité qui est menacée par le développement d'une suroffre, sans bénéficier des subventions publiques, les opérateurs privés utilisent un parc de véhicules de plus en plus vétuste qu'ils ne peuvent pas renouveler, ne respectent pas les cahiers des charges et transgressent les règles d'exploitation avec des pratiques peu professionnelles (temps de remplissage des véhicules et de rotation très longs, arrêts improvisés, comportements dangereux...).

En somme, le développement exponentiel du transport artisanal privé, même s'il a permis de pallier le déficit important du service public, a soulevé un ensemble de problématiques qui concernent à la fois la qualité de desserte et de couverture spatiale, l'ampleur du service aux heures creuses, le confort, l'hygiène, la sécurité, la congestion ainsi que les niveaux de pollution générés.

2.1.3 Le réengagement de l'Etat

Au début des années 2000, en plus d'une stabilisation politique qui survient après une décennie difficile, le développement de la rente pétrolière soulage les caisses de l'Etat, et lui permet d'envisager un remodelage des modes de gestion du secteur des transports en vue de mieux répondre aux préoccupations des usagers et d'apporter des solutions aux problèmes liés à la période de libéralisation et au développement sans précédent du secteur privé.

La promulgation de la loi 01-13 du 7 Aout 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres, qui abroge les dispositions de la loi 88-17 marque le début d'un processus de réengagement progressif de l'état dans le secteur des transports. Bien qu'il ne remette pas en question la libéralisation du marché et son ouverture à la concurrence, ce texte prépare le terrain pour un encadrement plus strict du secteur, et affirme une vision portée sur l'amélioration des services de transport dans l'objectif de satisfaire les besoins des usagers aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif. On y accorde également une importance particulière aux transports publics urbains, en mettant l'accent sur la priorité donnée au développement des transports collectifs et de l'intermodalité, ce qui se traduit des années après par la création du fond spécial pour le développement des transports publics¹.

D'autre part, cette loi qui affirme le lien entre les politiques de transport et celles d'aménagement du territoire (Kebiche, 2011), ouvre également la voie pour un retour des investissements publics et pour un partenariat public-privé efficace en renforçant le rôle de l'Etat et des collectivités territoriales qui sont chargées, entre autres, de réglementer, contrôler et organiser l'exercice des activités de transport, de promouvoir la recherche, les études, la prospection et la production des statistiques liées au secteur, et de réaliser les infrastructures et les équipements de transport en s'assurant de leur état de conformité.

Le retour de l'Etat comme investisseur et organisateur du secteur des transports urbains s'est imposé par la suite, notamment à travers cinq étapes principales qui signent la reprise en main du secteur par l'Etat, et qui se manifestent par :

- La révision des orientations générales concernant les modalités et les étapes d'élaboration des plans de transport, actée par le décret exécutif 04-416 du 20 Décembre 2004 ;
- La réintroduction des établissements publics de transport urbain et suburbain dans les grandes villes et certaines villes moyennes, notamment tous les chefs-lieux de wilayas

¹ Fond créé par le décret exécutif 09-85 du 17 février 2009 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale n° 302-125 intitulé "Fonds spécial pour le développement des transports publics".

du pays (au nombre de 48), qui commence avec l'ETUSA¹ (Alger) à travers le décret exécutif 03-435 du 13 Novembre 2003 et se termine avec le décret exécutif 10-92 du 14 Mars 2010. Cela a été accompagné de programmes d'acquisition de 1200 bus auprès de la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI) ;

- La mise en place d'un programme ambitieux pour équiper un ensemble de villes algériennes d'infrastructures de transport collectif en site propre, considérés comme transports modernes et capacitaires constituant un levier de développement urbain durable dans un contexte de dépendance automobile croissante (Kebiche & Chanson-Jabeur, 2015) ; suivie par la mise en service du métro d'Alger, puis de l'autoroute Est-Ouest et de la transsaharienne. Une enveloppe budgétaire de 40 milliards de dollars est en plus réservée au secteur des transports dans le cadre du programme quinquennal 2010-2014, dans le but de moderniser les infrastructures ferroviaires et aéroportuaires, ainsi que d'améliorer le transport urbain ;
- L'intégration du transport guidé (Train urbain, tramway, métro, téléphérique, télécabines...etc) dans les composantes du système de transport terrestre à travers la loi 11-09 du 5 juin 2011, modifiant et complétant la loi 01-13 du 07 aout 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres. A ce stade, la loi ne définit toujours pas les modalités de gestion et de développement des transports, elle confie la mission à une autorité d'organisation et de coordination dont la création, les attributions et les modalités de fonctionnement sont précisées par la suite par voie réglementaire ;
- La promulgation du décret exécutif 12-109 du 06 Mars 2012 fixant l'organisation, le fonctionnement et les missions de l'autorité organisatrice des transports urbains, suivi par le décret exécutif n° 12-190 du 25 avril 2012 portant création des autorités organisatrices des transports urbains de certaines wilayas.

Il faut attendre trois ans après (2015) pour assister à la mise en place de la première AOTU, il s'agit de celle d'Alger qui demeure la seule créée et opérationnelle pour l'instant parmi les neuf mentionnées dans le texte réglementaire (Fontaine, 2021).

Toutefois, il convient de noter que ce réengagement de l'Etat ne parvient toujours pas à résoudre l'ensemble des problèmes cumulés tout au long des différentes phases historiques caractérisant les évolutions et les mutations survenues dans le secteur des transports en Algérie depuis l'indépendance (cf. Figure 10, p. 57). La situation dans le secteur est loin d'être optimisée, nous constatons beaucoup de dysfonctionnements, notamment en ce qui concerne la

¹ Etablissement public de transport urbain et suburbain d'Alger

capacité de gestion de l'offre de transport dans le cadre de la coexistence public-privé, une difficulté à réaliser le sursaut qualitatif souhaité, une lenteur des procédures (une seule AOTU créée malgré l'existence d'un cadre réglementaire favorable, et un conseil national du transport souvent inactif), et un cadre de gouvernance complexe, caractérisé par une multiplication des acteurs et des décideurs.

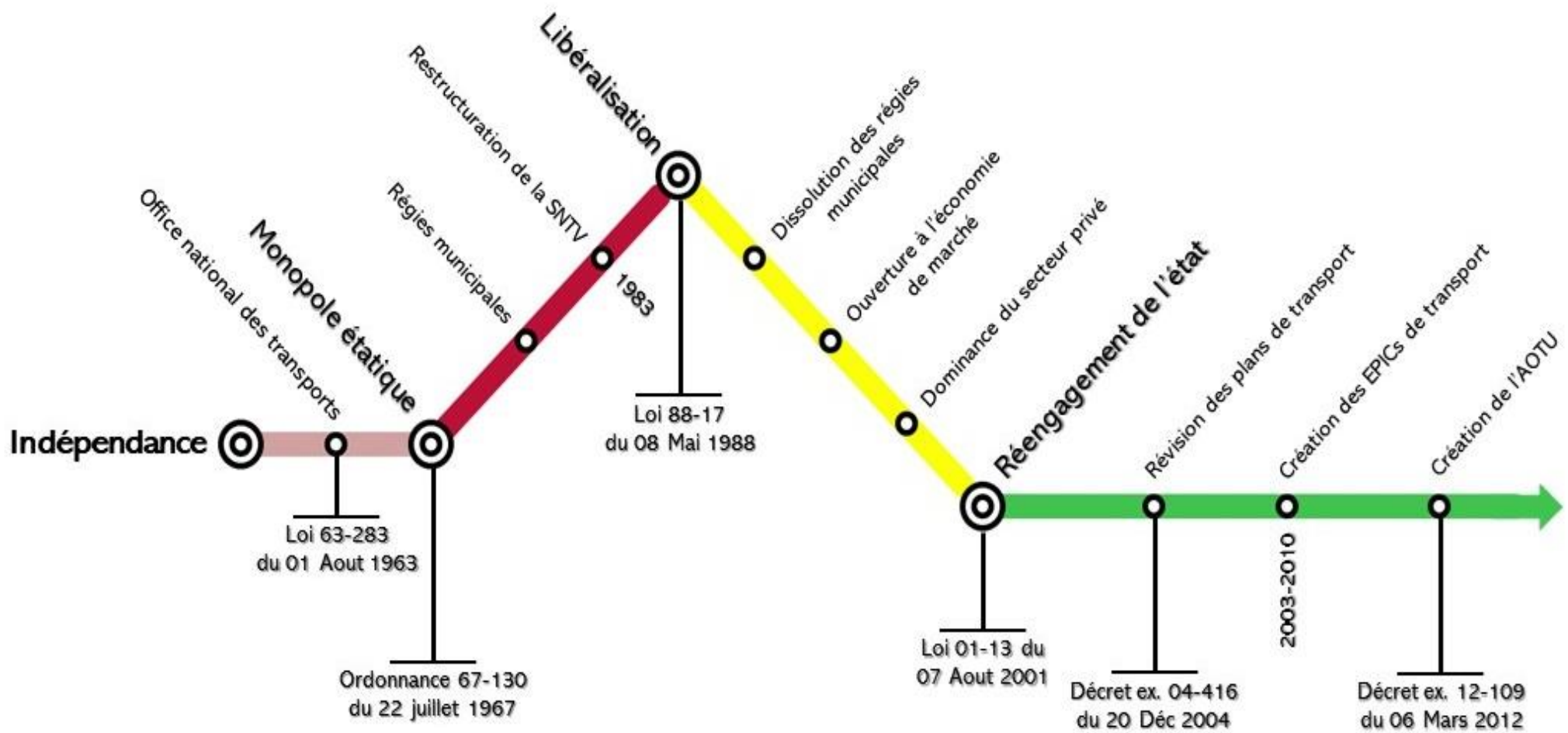


Figure 10: Chronologie des évolutions du secteur des transports en Algérie (Réalisation : Adjeroud. H)

2.2 Acteurs et décideurs dans le secteur des transports urbains en Algérie

Le paysage du secteur des transports algérien est dressé à travers les interventions conjointes et autonomes d'une multitude d'acteurs institutionnels et non institutionnels, ce qui rend sa gestion complexe et difficile. Nous distinguons trois types de composantes essentielles du système érigées sur deux niveaux d'action. Elles représentent *le pouvoir central*, exerçant un diktat direct sur *les décideurs locaux*, qui organisent, contrôlent et régulent les activités des *opérateurs*, remplissant les missions de service public de transport au profit des *usagers*.

2.2.1 Administrations centrales

A. Ministère du transport

C'est la plus haute instance hiérarchique et le principal acteur institutionnel dans le secteur des transports. Le MT se charge de constituer et de contrôler à une échelle nationale les cadres organisationnels qui régissent les activités de transport des personnes et des marchandises par voies terrestre, aérienne et maritime, et de développer et promouvoir les transports publics, ainsi que d'assurer la coordination intersectorielle en ce qui concerne les projets, les études et les processus de prise de décision engagés dans le secteur ou ayant un lien direct avec les activités de transport.

Il est responsable de la définition des politiques nationales et des orientations stratégiques dans le secteur, de la mise en œuvre et de l'élaboration des différents instruments de planification, dont le plan national de transport, conformément aux préconisations des schémas nationaux d'aménagement du territoire.

Le ministère prépare l'ensemble des règlements et textes juridiques indispensables à l'organisation des transports urbains, à la régulation et au contrôle de l'activité des opérateurs publics et privés ; et assure des missions qui s'étendent à la gestion des règles de circulation, à la prévention, à la sécurité routière et à la météorologie.

B. Conseil national des transports terrestres

Il s'agit d'une instance consultative placée sous la tutelle du ministère du transport, et dont la composition, les attributions et le fonctionnement sont fixés à travers le décret exécutif 03-261 du 23 juillet 2003. Elle a pour rôle d'émettre, à la demande du ministre chargé des transports, et avec l'aide de toute personne susceptible de l'éclairer dans ses délibérations, des avis et recommandations sur les questions qui lui sont transmises, et de se prononcer, entre autres, sur la politique nationale et les stratégies de développement des transports terrestres, les

concessions consenties dans le cadre des dispositions de l'article 21 de la loi n° 01-13, sur l'organisation générale des activités des différents modes de transports terrestres, sur l'exploitation des réseaux et infrastructures, et sur la définition des tarifications pour les prestations de transport terrestre.

Concrètement, bien que l'environnement juridique soit bien propice, les responsables qui se sont succédé dans le secteur n'ont pas nommé et installé les membres du CNTT, qui n'est toujours pas activé malgré les multiples promesses formulées par les responsables du secteur (APS, 2021).

C. Départements ministériels collaborant avec le ministère du transport

- ***Ministère de l'intérieur, des collectivités locales et de l'aménagement du territoire***

C'est un élément lourd de la structure institutionnelle de l'Etat algérien qui s'implique de façon profonde dans le processus et les mécanismes de planification, d'organisation et de gestion des transports urbains. Le MICLAT, notamment, après l'intégration de la question de l'aménagement du territoire au cœur de ses compétences et prérogatives, entretient avec le ministère des transports des liens basés sur la coordination en vue d'assurer une harmonisation des dispositions du plan national du transport et des schémas directeurs des grandes infrastructures et des services collectifs d'intérêt national avec les orientations et les choix stratégiques prônées par le schéma national d'aménagement du territoire.

Le ministère, en tant qu'autorité administrative assurant des missions de régulation dans plusieurs secteurs, reste l'un des acteurs institutionnels les plus impliqués dans le paysage du secteur des transports, notamment à travers la tutelle et le diktat vertical exercés par le biais des wilayas sur les collectivités locales (Ramdini, Ahmed Zaid & Bouras, 2016), et via les missions assurées par les organes de la sûreté nationale qui concernent principalement la veille sur le respect des réglementations en vigueur.

- ***Ministère des travaux publics***

Associés continuellement, les secteurs des travaux publics et des transports ont pendant longtemps formé et constitué - par intermittence - une seule entité gérée sous le même portefeuille ministériel. En effet, le MTP veille à la mise en œuvre du programme prévu par le SNAT et les schémas directeurs des grandes infrastructures, et se charge de la réalisation et de la maîtrise d'ouvrage des petites et grandes infrastructures et des grands projets d'équipement de transports, ainsi que de leur maintenance.

Il assure également au niveau national et à travers ses organes locaux, les missions de développement du réseau routier, de diagnostic et d'entretien de l'état des voiries et réalise les travaux de signalisation routière.

- ***Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville***

Il y a un lien intrinsèque entre les champs d'action et de compétence de ce ministère et ceux des instances chargées de la gestion du transport urbain. Les interférences sont inévitables car l'affectation des emprises spatiales réservées aux réseaux et infrastructures de transport urbain est effectuée par le MHUV qui dispose des plus hautes prérogatives en matière d'aménagement de l'espace urbain et périurbain à travers les instruments d'urbanisme (plans d'occupation du sol et plans directeurs d'aménagement urbain) dont les dispositions sont opposables aux tiers.

- ***Ministère du commerce***

Les organes du ministère du commerce sont au cœur de la cogestion des activités du secteur des transports car ils délivrent les registres de commerce nécessaires à l'exercice des activités de transport de personnes (ou de marchandises), et participent à la supervision de l'activité et des pratiques professionnelles des opérateurs publics et privés, et à la définition de la tarification appliquée.

- ***Ministère des finances***

L'impact qu'il a sur les transports urbains est similaire à son impact sur l'ensemble des domaines d'action des pouvoirs publics. C'est le ministère chargé de la budgétisation des dépenses de l'Etat et, par conséquent, des allocations financières réservées à la réalisation des projets de développement et d'infrastructures de transport et celles affectées aux collectivités locales. Il intervient également auprès du ministère du transport sur les questions liées à la politique tarifaire et au financement des entreprises publiques assurant le service public de transport urbain.

2.2.2 Autorités locales

A. *La wilaya*

C'est la structure la plus influente de l'administration territoriale, constituant l'organe d'action de l'exécutif au niveau local, elle participe à la mise en œuvre d'une pratique verticale du pouvoir sous la direction du wali nommé par le pouvoir central.

La wilaya oriente et cadre le travail des directions chargées de la gestion, la régulation et le développement dans les différents secteurs dont celles impliquées dans le champ des transports urbains. Elle se charge de l'élaboration des plans de transport et de circulation et veille à la réalisation, la maintenance et l'entretien des infrastructures et du réseau routier à travers les actions conjointes des collectivités, des directions de travaux publics et de celles du transport. Elle est également en mesure de créer des services publics de transport conformément aux dispositions de l'article 141 de la loi relative à la wilaya¹.

B. La direction du transport de wilaya

La DTW est l'acteur le plus impliqué dans la gestion du transport urbain à l'échelle de la wilaya. Elle est positionnée sous la tutelle technique du ministère du transport et sous la tutelle politique exercée par la wilaya et le MICLAT. Elle organise les activités de transport et les régule, notamment à travers l'attribution des autorisations d'exploitation des lignes de transport individuel et collectif, l'application de la réglementation, la coordination et le contrôle de l'organisation des différents modes de transport, l'organisation des examens de permis de conduire et la mise en œuvre des mesures de prévention et de sécurité routières².

Aujourd'hui, la direction du transport de la wilaya remplit le rôle de l'autorité organisatrice des transports urbains dans l'ensemble des villes algériennes à l'exception d'Alger. En plus de l'encadrement et de la coordination avec les opérateurs publics et privés dont elle contrôle l'activité, elle se charge de l'évaluation de la demande et de la définition de l'offre de transport urbain, mobilise ses compétences pour la supervision des procédures d'élaboration du plan de transport urbain, du plan de circulation et de tout schéma de développement d'infrastructures de transport urbain, et veille à leur mise en œuvre opérationnelle (Safar Zitoun & Tabti-Talamali, 2009).

C. La commune

La commune est reconnue comme étant la circonscription et la collectivité territoriale la plus proche des administrés, et dispose en vertu de la loi 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune, d'un large éventail de missions et de prérogatives qui influencent directement la qualité de vie des citoyens. En ce qui concerne le transport urbain, la commune est tenue de s'occuper de la gestion et de l'entretien de la voirie sur son territoire, ainsi que de délimiter le périmètre de transport urbain. En outre, elle a théoriquement la charge de concevoir et de mettre en œuvre

¹ Loi n° 12-07 du 21 février 2012 relative à la wilaya.

² Décret exécutif n° 90-381 du 24 novembre 1990 relatif à l'organisation et au fonctionnement des directions des transports des Wilayas

les plans de transport et de circulation routière, de créer et de gérer les espaces de stationnement et les infrastructures d'accueil des passagers (gares), d'organiser le transport scolaire, et d'instaurer des services publics de transport sous forme de régies municipales ou d'établissements publics industriels et commerciaux (EPIC).

Toutefois, les communes algériennes ne parviennent pas à accomplir l'ensemble de ces missions et se contentent d'un rôle très restreint en ce qui concerne la gestion des transports urbains en raison des ressources humaines et financières limitées, ainsi que des multiples chevauchements de prérogatives et de champs d'action avec les organes de la wilaya.

2.2.3 Opérateurs

A. Etablissements publics

Les entreprises locales de transport urbain et suburbain par bus, implantées dans les villes algériennes entre 2003 et 2010, constituent la majeure partie de l'offre publique de transport urbain depuis la réforme introduite par la loi 01-13. Elles sont souvent associées à d'autres entreprises d'exploitation (pour les Metro, tram, télécabines...etc.) dans les aires métropolitaines et les grandes villes disposant de systèmes de transport urbain multimodaux. Ces établissements entretiennent une relation étroite avec les DTW et l'administration centrale, et subissent une forme de diktat politique sans pouvoir bénéficier d'une marge de manœuvre confortable du fait de leur structuration et du poids de la participation de l'État dans leur actionnariat, comme c'est le cas pour les entreprises publiques de transport urbain par bus, pour Métro El Jazair¹ (exploitant du métro d'Alger), et pour SETRAM² (exploitant des réseaux de tramway algériens), qui appartiennent entièrement à l'État, ou ETAC, qui est en partenariat public-privé avec 51% de participation publique.

B. Syndicats, organisations et collectifs d'opérateurs privés

Les opérateurs privés, se distinguant par leur nombre et leur influence, sont des acteurs majeurs du secteur du transport urbain en Algérie. Ils se regroupent au sein de quatre grandes organisations syndicales qui remplissent le rôle d'interlocuteurs officiels auprès des autorités publiques, en particulier au niveau central.

La Fédération Nationale des Transporteurs Algériens (FNATA), l'Organisation Nationale des Transporteurs Algériens (ONTA) et l'Union Nationale Algérienne des Transporteurs (UNAT),

¹ Métro El Jazair, filiale à 100% de l'établissement public Entreprise Métro d'Alger (EMA) remplace RATP El Jazair (Groupe RATP) à partir de novembre 2020.

² Le groupe public TRANSTEV rachète en mars 2023 les parts de RATP El Jazair dans SETRAM (49%) et détient désormais 100% de la société..

ainsi que l'Union Générale des Commerçants et Artisans Algériens (UGCAA) sont les principales organisations représentant les intérêts communs des opérateurs privés.

Cependant, il est important de souligner que l'impact de ces organisations reste limité, notamment au niveau local. Nos entretiens avec des opérateurs (cf. Annexe C, p. 279) ont révélé une certaine insatisfaction quant à la contribution effective de ces organisations et à leur niveau d'engagement. Le faible taux d'adhésion aux organisations syndicales, qui s'élève par exemple à seulement 52% des exploitants à Alger selon Lila Chabane (2014), illustre cette tendance. Certains opérateurs dénoncent la complaisance de ces organisations à l'égard des politiques et des décideurs, préférant ainsi recourir à la formation de collectifs locaux indépendants, de manière ponctuelle, pour défendre leurs intérêts auprès des autorités locales. La forte présence d'opérateurs privés et la taille conséquente de l'offre permettent à ces collectifs d'exercer une forte pression sur les décideurs et d'obtenir, dans la plupart des cas, des concessions importantes.

C. Directions des œuvres universitaires

Les DOU se chargent de la programmation, la planification et la gestion des offres locales de transport des étudiants, et assurent la coordination avec la DTW et les différentes collectivités concernées pour garantir une meilleure mise en œuvre du plan de transport universitaire au niveau communal et intercommunal. Elles délèguent généralement l'exploitation du réseau et les missions de maintenance à des entreprises externes spécialisées, à travers des contrats de concession de service public.

Néanmoins, il convient de noter que l'offre de transport universitaire étant spécialisée, avec une desserte spatiale restreinte, mais surtout une portée limitée en termes de public cible n'est souvent pas prise en compte dans les discours prônés par les autorités et les experts dans le cadre de l'élaboration des plans de transport urbain et de circulation.

2.2.4 Société civile et associations d'utilisateurs

L'utilisateur en tant qu'acteur dans le processus de planification, de gestion et d'optimisation des services de transport est censé occuper une place centrale, que ce soit de manière indépendante dans le cadre des enquêtes publiques précédant l'approbation des différents documents de planification ou en intervenant via les associations d'utilisateurs et les organes de la société civile s'intéressant à la question du transport urbain. Ces associations servent de pont entre les autorités de transport et les utilisateurs, et facilitent les démarches de concertation. L'implication de l'utilisateur dans le secteur des transports urbains permet aux organes de régulation et

d'organisation de l'activité d'améliorer les canaux de communication, de recevoir un feedback et une rétroaction rapide sur la qualité du service, et leur facilite l'identification des pistes d'améliorations des systèmes de transport.

Dans le contexte du secteur des transports urbain algérien, nous remarquons un manque d'implication des usagers et de la société civile, et un tissu associatif sous-développé, ce qui entrave l'optimisation du système de transport et crée une situation de déséquilibre dans le rapport de force entre les différents acteurs, clairement en faveur des opérateurs et exploitants. En effet, les associations d'usagers, en dehors des comités de quartier, sont rares. Les quelques organisations qu'on peut trouver ont des missions généralement axées autour de la prévention et la sécurité routière et n'ont pas la capacité d'influer sur l'élaboration des politiques de transport. De plus, l'absence d'une véritable volonté d'associer l'utilisateur au processus de planification et à la gestion du transport urbain, ainsi que le manque de transparence dans le processus décisionnel contribuent à un sentiment général de méfiance envers les autorités publiques.

Enfin, Il faut préciser qu'en plus des acteurs majeurs cités dans cette section et présentés dans la Figure 11 (page 65) , il existe un grand nombre d'autres acteurs aux missions indirectement liées au développement, à la gestion et à la régulation du transport urbain, qui sont pour la plupart rattachés ou travaillent sous la tutelle du ministère du transport, à l'image du Centre National de Prévention et de Sécurité Routière (CNPSR), de l'Ecole Nationale d'Application des Techniques des Transports Terrestres (ENATT) ou de l'Etablissement National de Contrôle Technique Automobile (ENACTA) que nous ne pouvons pas présenter individuellement dans ce travail.

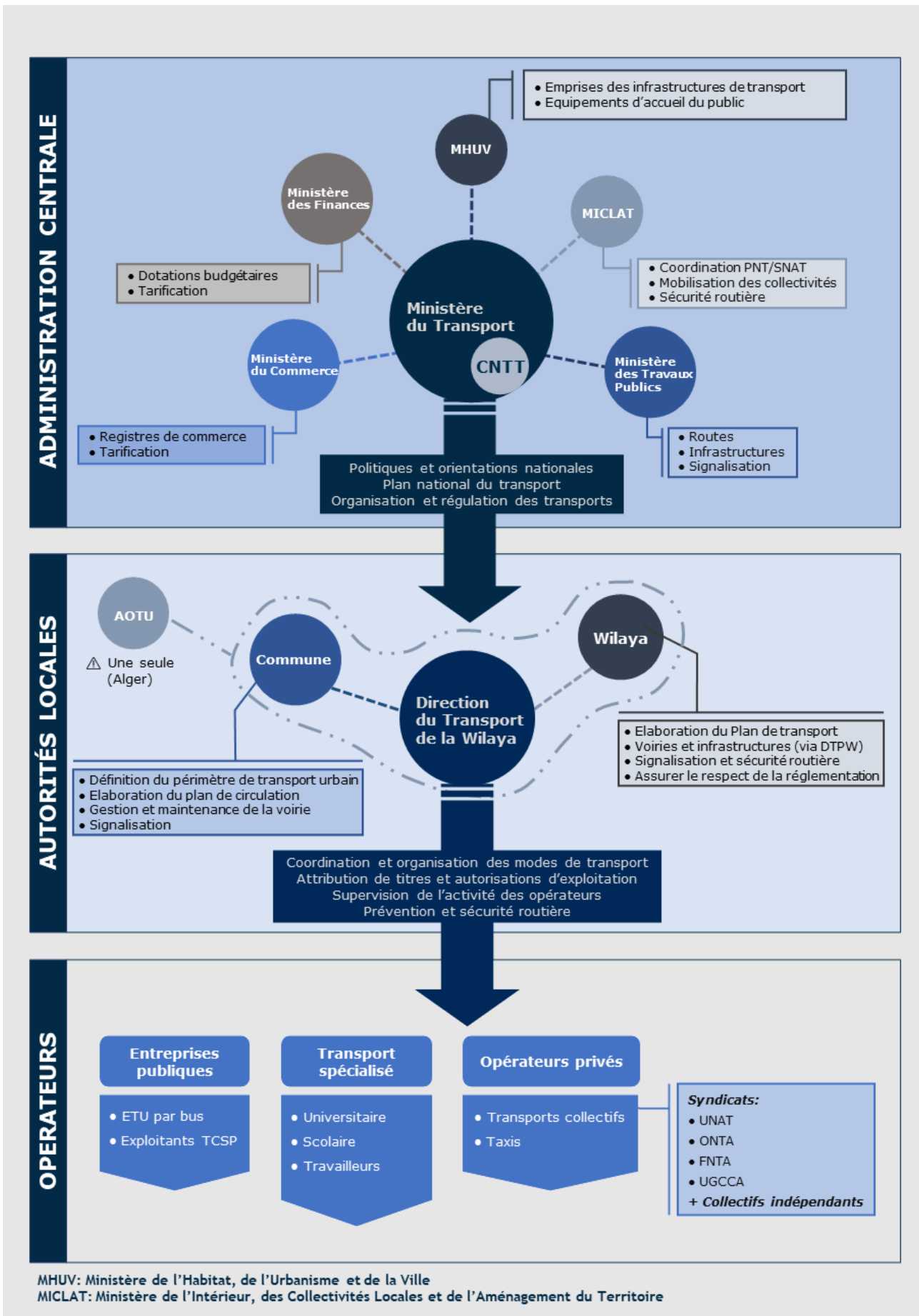


Figure 11: Acteurs du secteur des transports terrestres en Algérie (Réalisation : Adjeroud. H)

2.3 Gestion actuelle du secteur : un cadre institutionnel fragmenté

2.3.1 Centralisation de la planification stratégique

Conformément à la tendance générale en Algérie, la gestion de la problématique du transport urbain est prise dans un engrenage de gouvernance hypercentralisée, qui influence considérablement le mode de développement de l'offre et des infrastructures de transport dans les métropoles comme dans les villes moyennes. Il y a une concentration excessive de prérogatives et de pouvoir décisionnel au niveau des ministères, au détriment des collectivités et des acteurs locaux.

Concrètement, même s'il est tout à fait pertinent que la stratégie nationale du secteur, et en particulier la partie liée aux objectifs de développement des moyens de transport en commun, soit définie à l'échelle centrale par les plus hautes institutions intervenant dans le domaine, la démarche est supposée prendre en considération les particularités territoriales et les enjeux propres à chaque région ou ville du pays de manière séparée, et tenir compte de l'existence de compétences décentralisées ayant une meilleure connaissance des enjeux locaux (décentralisation des compétences prônée par la loi 01-13). Or, nous constatons qu'il y a un décalage entre les besoins des collectivités et les programmes élaborés par l'état, qui sont parfois plus conditionnés par l'enjeu politique que par la pertinence technique. Cela apparaît particulièrement à travers l'adoption d'approches universalistes consistant à proposer des solutions similaires à des contextes potentiellement différents, et se manifeste à titre d'exemple par l'ambition d'équiper toutes les grandes villes algériennes de tramways, ou de doter des villes d'EPIC de transport urbain uniquement sur la base de leur statut administratif (dans chaque wilaya, une entreprise publique est prioritairement implantée dans le chef-lieu, même si des villes sensiblement plus grandes s'y trouvent).

Ce mode de fonctionnement affaiblit l'aptitude des collectivités locales à élaborer des plans de transport urbain qui répondent aux besoins spécifiques de leur ville et conditionne de manière considérable le développement des infrastructures en impactant directement les dotations budgétaires et les capacités de financement mises à la disposition des villes. En raison de l'ampleur du pouvoir décisionnel central, les autorités locales, ayant souvent une meilleure compréhension des problèmes de mobilité urbaine dans leur région, ne sont pas en mesure d'élaborer des plans de transport urbain plus adaptés aux enjeux et particularités de chaque ville, ce qui peut conduire à une utilisation inefficace des ressources et à une détérioration de la qualité de service.

De plus, l'hypercentralisation entraîne également des conséquences sur l'implication de la société civile et des usagers dans le processus de planification et de gestion du transport urbain. Ces derniers font preuve d'un manque de confiance à l'égard des autorités et des processus de concertation et estiment qu'il est difficile de faire entendre la voix de l'utilisateur et d'influencer les décisions prises au niveau local, largement conditionnées par la tutelle.

2.3.2 Foisonnement des intervenants et chevauchement des prérogatives

Comme présenté dans la section 2.2 de cette recherche, nous observons que sur le plan institutionnel la gestion du transport urbain en Algérie est partagée entre plusieurs départements ministériels au niveau central et plusieurs acteurs à l'échelle infra-territoriale. Ce morcellement des responsabilités entraîne des chevauchements de compétences et de prérogatives entre les différentes administrations et instances de gestion du transport, ce qui ralentit le rythme de l'action publique et met en difficulté la capacité des décideurs à composer un cadre institutionnel permettant de créer les conditions de fonctionnement optimal des systèmes de mobilité.

Nous constatons par exemple que les missions de supervision sont partagées entre les DTW, les collectivités locales et même les services de police, et que les prérogatives des wilayas et des DTW en ce qui concerne la gestion du transport urbain empiètent sur celles des services municipaux et des communes qui disposent de compétences limitées et souffrent d'un manque en matière de ressources humaines et financières.

En plus, lorsque les collectivités territoriales cohabitent avec une autorité organisatrice du transport urbain (le cas d'Alger), il y a encore davantage de chevauchements de compétences car les attributions et les missions de l'AOTU précisées par le décret exécutif 12-109 s'étendent de l'élaboration des plans de transport, la définition de l'offre, et l'attribution des autorisations d'exploitation, à la mise en œuvre et au suivi de la réalisation des projets d'infrastructures de transport urbain.

Ce foisonnement des intervenants dans le secteur génère une complexité supplémentaire en matière de coordination inter-acteurs, accentue les conflits d'intérêts et accroît l'impact du pouvoir central dans un contexte où les champs d'action des différentes instances ne sont pas bien délimités, ce qui amplifie considérablement les difficultés de gouvernance et de planification, et pénalise les usagers à travers un rallongement du processus de prise de décision et une qualité souvent perfectible du service offert.

2.3.3 Les AOTU : un besoin de regrouper les compétences

La situation dominante dans le secteur du transport urbain en Algérie a révélé l'existence d'un réel besoin de structures institutionnelles capables de centraliser les compétences et les prérogatives et de simplifier le processus de prise de décision au niveau régional et local.

Dans ce contexte, la piste de la mise en place sous la forme d'EPIC autonomes d'un ensemble d'autorités organisatrices du transport urbain est apparue comme une solution susceptible de pallier les lacunes de la situation actuelle et de résoudre les problématiques de la gestion du secteur. Cependant, l'expérience de la première AOTU à Alger a produit des résultats mitigés. Même si l'autorité organisatrice a permis d'assurer dans une certaine mesure une coordination améliorée entre les exploitants, et une meilleure articulation de l'offre intermodale, elle n'est pas parvenue à résoudre le problème des inégalités d'accès aux services de transport public résultant d'une configuration spatiale déséquilibrée de l'offre (Chabane, 2022). En effet, nous avons identifié plusieurs points faibles qui entravent le bon déroulement de cette transition organisationnelle :

- Une absence de la dimension participative, avec un conseil d'administration et une approche opérationnelle de l'AOTU qui n'incluent pas les représentants des usagers ;
- Le maintien du cadre réglementaire et institutionnel où les prérogatives se chevauchent et les interventions sont souvent redondantes, entraînant des inefficacités et des conflits (la révision des textes est toujours en attente) ;
- Une dépendance vis-à-vis des dotations budgétaires attribuées par l'État qui continue d'intervenir dans la gestion et dans le processus décisionnel de l'AOTU.

Cela dit, la pertinence du choix des AOTU n'est pas remise en question, il s'agit surtout d'ajuster le cadre réglementaire, d'adapter les pratiques opérationnelles et de bien délimiter le champ d'intervention du politique, afin de permettre à l'autorité de bien remplir son rôle d'organisateur, de gérant et d'arbitre entre les différents opérateurs, capable de réguler, de sanctionner, mais aussi de défendre les intérêts des usagers. L'idée est de créer les conditions optimales pour pouvoir transposer le modèle de l'AOTU à d'autres villes algériennes faisant face à des problèmes de régulation du transport urbain, en commençant par celles concernées par le décret exécutif 12-190¹ (Oran, Constantine, Annaba, Sétif, Batna, Sidi Bel Abbès, Mostaganem et Ouargla), puis d'aller au-delà de ce que préconise la stratégie sectorielle actuelle avec une généralisation de cette approche intégrée de gouvernance locale.

¹ Décret exécutif n° 12-190 du 25 avril 2012 portant création des autorités organisatrices des transports urbains de certaines wilayas.

2.4 Les villes moyennes dans la politique nationale du secteur du transport urbain

2.4.1 La place des villes moyennes dans les stratégies de planification

Comme dans les discours officiels, très axés sur les enjeux de métropolisation et sur des problématiques telles que le désengorgement des grandes villes, les villes moyennes en Algérie ont longtemps été négligées lorsqu'il s'agit des grandes orientations des plans de planification stratégique. Cette tendance se reflète dans le contenu du schéma national d'aménagement du territoire, ainsi que dans les plans d'action du ministère du transport pour la période 2020-2024.

En effet, le SNAT, qui a été adopté en 2010, et révisé en 2022, met l'accent sur l'importance du développement des infrastructures de transport en général, notamment dans le cadre des stratégies de fluidification des flux économiques, et du renforcement et la mise en réseau du système urbain, mais ne prévoit pas de mesures spécifiques pour les villes moyennes. Dans la même logique, en matière de transport en milieu urbain, le SNAT prône le développement des TCSP (notamment Tramways) et la promotion de l'intermodalité dans les métropoles et les grandes villes, mais ne formule pas de préconisations particulières pour les villes de taille intermédiaire. Il se contente de confirmer la volonté de l'état de créer des entreprises publiques de transport urbain dans toutes les wilayas.

Le ministère du transport, quant à lui, a élaboré un plan d'action qui comprend plusieurs volets visant l'amélioration des infrastructures et des services de transport dans le pays durant le quinquennat 2020-2024. Outre les actions s'inscrivant dans les parties transition numérique et transition énergétique, qui touchent l'ensemble du secteur et du territoire national, nous constatons que parmi les dix actions programmées dans le domaine des transports terrestres, aucune n'est principalement liée aux villes moyennes, et seule une action globale (portant sur la question de l'accompagnement pour l'octroi de crédits pour le renouvellement du parc roulant au profit des opérateurs) les concernent. Les priorités affichées dans le plan d'action ont principalement rapport à des projets de TCSP destinés aux grandes agglomérations et aux zones à forte densité de population (réalisation de télécabines, extensions de tramways), et au développement des activités et des partenariats de la SNTF (ferroviaire).

Cette absence d'actions dédiées aux villes moyennes dans les orientations du SNAT et dans les plans d'action du ministère du transport est préoccupante. Comme expliqué dans le premier chapitre, le SNAT lui-même met en avant l'importance des villes moyennes dans les stratégies nationales d'aménagement du territoire et la place qu'elles occupent en tant que villes relais du Tell et des hauts plateaux, ou villes de développement du sud sur lesquelles repose l'ambition exprimée de contrebalancer la répartition démographique actuelle.

Or, la négligence de l'aspect transport urbain dans les villes moyennes, au cœur du processus de planification stratégique est contraire à l'objectif de développement de l'attractivité de ces agglomérations, et aux exigences de réussite de la politique adoptée. Le discours des planificateurs à ce propos doit être précisé, notamment parce qu'il s'agit d'un domaine d'action avec des retombées considérables sur la qualité de vie des habitants.

2.4.2 Engagement public dans les villes moyennes : grandes infrastructures et EPIC de transport urbain

L'engagement de l'Etat dans le développement du transport dans les villes moyennes, en parallèle de la réalisation des projets de grande envergure d'importance nationale et régionale, est marqué par un uniformisme consistant en la généralisation, dans le cadre de la centralisation décisionnelle, des approches opérationnelles au niveau local. Cette tendance s'étend à tous les secteurs stratégiques, dans une forme de priorisation des exploits symboliques en dépit de la pertinence des projets vis-à-vis des enjeux et des intérêts locaux. C'est le cas par exemple de l'ambition de créer une université par wilaya, et un établissement public de transport urbain et suburbain par wilaya.

Dans ce cadre, une grande partie des villes moyennes algériennes a bénéficié d'une accessibilité améliorée et d'une meilleure connexion aux territoires environnants, notamment à travers le développement et la mise à niveau du réseau ferroviaire, mais surtout à travers les liaisons à l'autoroute Est-Ouest, à l'autoroute des Hauts-Plateaux et à la transsaharienne. En effet, rien que pour l'autoroute Est-Ouest (A1), au moins 12 villes moyennes (sur les 47 recensées en 2008) se trouvant dans l'environnement immédiat de l'itinéraire ont profité d'un accès direct par échangeur.

Cependant, lorsqu'il s'agit de transport urbain, le réengagement de l'État dans les villes moyennes en tant qu'investisseur, mais aussi en tant que gérant, reste largement insuffisant. Même si d'un côté, il est compréhensible de voir que tous les projets de métro et tramway sont réservés aux grandes, voire très grandes, agglomérations, au vu du coût global d'investissement et d'exploitation¹, injustifiable pour une ville de taille moyenne n'offrant pas les conditions de rentabilité. Nous constatons que d'un autre côté, la démarche de création des établissements publics de transport urbain et suburbain par bus a obéi à une logique plus politique et administrative que technique ou économique. Concrètement, les EPIC se sont implantés dans les différentes villes sur la simple base du statut administratif ; seuls les chefs-lieux de wilaya,

¹ Selon le référentiel pour le choix des systèmes de transports collectifs à haut niveau de service du CERTU (2018), les coûts d'investissement varient entre 90 et 120 M€/km pour le métro, et entre 13 et 22 M€/km pour le tramway. Alors que les coûts d'exploitation sont de 10 à 16 M€/km pour le premier et de 6 à 10 M€/km pour le deuxième.

quels que soient leur taille et leur rang au sein du territoire administré étaient concernés par ce renforcement historique de l'offre de transport urbain.

Ce choix controversé a créé plusieurs situations où des villes de la même wilaya, avec une population beaucoup plus importante que celle du chef-lieu, à l'image de Khemis Melliana dans la wilaya d'Ain Defla, Koléa (Tipaza) ou de Chelghoum Laid (Mila), ont été privées de cette opportunité importante¹. En tout, au moment de la publication du décret de création des derniers EPIC en 2010, seules 10 villes moyennes sur les 47 recensées par le RGPH 2008 étaient concernées².

Par ailleurs, ce manque d'engagement de l'Etat envers les problématiques de transport urbain dans les villes moyennes se traduit aussi par une certaine légèreté dans la façon dont les enjeux territoriaux en matière de transport et de mobilité sont traités. Nous soulignons par exemple le fait qu'aucune véritable enquête ménage déplacement, ou enquête déplacement ville moyenne n'a été réalisée dans l'ensemble des villes moyennes identifiées. Par manque de capacités financières permettant de réaliser ce type d'enquêtes, les autorités locales en charge du transport urbain basent souvent leurs décisions sur les résultats d'enquêtes beaucoup moins importantes et moins précises, réalisées dans le cadre de l'élaboration des plans de circulation.

2.4.3 Le cas de Mila

La place de la ville de Mila dans les politiques et les stratégies publiques de développement du transport est un élément qui mérite d'être analysé car il fait apparaître des tendances contradictoires et relativement différentes de ce qu'on peut voir dans la majorité des autres villes de même taille.

Mila qui est située dans les limites de l'aire d'influence et de polarisation de Constantine, métropole régionale et pôle historique d'attractivité, est en plus implantée au cœur d'une zone au relief contraignant. De ce fait, le bassin milevien ne jouit pas d'une position privilégiée en matière d'accessibilité, et ne profite que partiellement des développements récents des grandes infrastructures de transport dans la région. Aujourd'hui, Mila est le seul chef-lieu de wilaya du nord-est Algérien qui est à la fois dépourvue de liaisons ferroviaires, non liée à l'autoroute Est-Ouest par une voie rapide et mal connectée aux villes les plus importantes du territoire de la wilaya qu'elle administre et aux wilayas limitrophes (pour l'instant aucun des projets

¹ Il est à noter que par le même principe, il y a aussi plusieurs grandes villes qui n'ont pas tiré profit de cette politique volontariste, et n'ont pas accueilli d'entreprise publique de transport urbain. C'est le cas par exemple de Ain Beida dans la wilaya d'Oum El Bouaghi avec une population qui dépasse de loin les 100.000 habitants.

² Certaines entreprises ont progressivement commencé à étendre leurs opérations vers d'autres villes de la wilaya, comme l'ETUSM à Mila qui a créé quelques lignes à Chelghoum Laid.

programmés de dédoublement des routes nationales ou des chemins de wilaya desservant la ville n'a vu le jour).

En revanche, en matière de transport urbain, le statut de chef-lieu de wilaya obtenu à la suite du découpage de 1984 a permis à Mila d'acquérir les compétences territoriales nécessaires pour la création et le développement d'une offre de transport privée à partir de la libéralisation du marché aux années 1990, puis d'enrichir le paysage du secteur avec une offre publique mise en place au début des années 2010 suite à la création de l'Etablissement de Transport Urbain et Suburbain de Mila (ETUSM).

Avec une offre globale composée de 15 lignes de transport collectif urbain et une offre de transport par taxis très développée, Mila est aujourd'hui l'une des villes moyennes les mieux équipées en transport urbain (par comparaison, il y a 7 lignes de TC à Saida, 9 lignes à Guelma, 10 lignes à Tébessa et 14 lignes à M'sila). Cependant, cette richesse et cette diversité de l'offre suggère une complexité des modes de gestion et des divergences d'intérêts nécessitant l'adoption d'un modèle de gouvernance approprié.

A cet égard, si l'engagement public est bien perceptible en matière d'investissement, à travers les subventions accordées à l'ETUSM et les dotations budgétaires destinées au développement du parc roulant et à la mise à niveau des stations urbaines, il se fait beaucoup moins ressentir en matière de gestion et de gouvernance du secteur. La mairie de Mila délègue une grande partie de la gestion du secteur à la DTW qui assure les missions d'autorité organisatrice en étant dépourvue de compétences, dépassée par la réalité du terrain et limitée en matière de prérogatives et de moyens de régulation (cf. Annexe A, p.273 ; Annexe B, p. 276 ; Annexe D, p. 285). Comme expliqué auparavant, un réel besoin d'une AOTU autonome et puissante avec des attributions et des ressources suffisantes s'exprime, ce qui exige davantage d'engagement public sur ce volet.

Conclusion

Nous nous sommes chargés dans ce chapitre de situer nos questionnements dans le contexte institutionnel, réglementaire et opérationnel du secteur des transports en Algérie.

D'abord, nous avons défini à travers l'analyse des mutations historiques qu'a connu le secteur les conditions dans lesquelles s'est développée l'offre actuelle caractérisée par une coexistence des opérateurs publics et privés. Ainsi, la succession des phases de monopole étatique, de libéralisation complète du marché, et le réengagement public à travers les EPICs de transport est décrite afin de permettre une meilleure compréhension du contexte.

En plus, nous avons présenté les différents acteurs et décideurs du secteur tout en mettant le point sur les dysfonctionnements du cadre institutionnel hypercentralisé et foisonné, caractérisé par une multiplication des acteurs et des chevauchements des prérogatives (notamment entre le niveau local et central, et entre les élus et l'exécutif), qui constitue un frein pour l'optimisation des systèmes de transport urbain en Algérie. En effet, la situation actuelle reflète un besoin d'une autorité organisatrice du transport urbain, bénéficiant d'une bonne autonomie en matière de prise de décision et d'une grande capacité d'agir au niveau local.

Ensuite, nous nous sommes intéressés à la question complexe de la place des villes moyennes dans la politique nationale du secteur. D'une part, en mettant en exergue la place réduite qui leur est alloué en matière de planification stratégique nationale et régionale, et d'autre part en identifiant les gains en accessibilité et attractivité dont ont bénéficié certaines villes en étant intégrées aux tracés des grandes infrastructures autoroutières et ferroviaires. En matière de transport urbain, nous mettons en avant le mode de déploiement d'un vaste réseau d'établissements publics de transport urbain dans une panoplie de villes moyennes, fortement impacté par une logique bureaucratique qui définit l'importance des villes, exclusivement en fonction de leur rang administratif.

In fine, nous avons exposé le cas de Mila, qui occupe la position paradoxale d'une ville enclavée, marginalisée en matière de grands projets d'infrastructure structurantes à l'échelle nationale et régionale, mais qui abrite un réseau de transport urbain relativement riche et diversifié, avec une densité et un mode de coexistence des opérateurs publics et privés qu'on ne retrouve pas forcément dans la majorité des villes algérienne de cette taille. Ceci est un atout considérable accompagné de beaucoup de difficultés en matière de gouvernance, ce qui nous pousse à se demander : Comment l'offre de transport urbain à Mila s'est-elle créée et développée ? et peut-elle véritablement satisfaire la demande réelle de déplacement exprimée par les usagers ?

Chapitre 3 : Configuration urbaine et offre de transport

Introduction

La création et le développement d'une offre de transport est souvent un processus inscrit dans la durée, très impacté par les évolutions de la structure urbaine et démographique des villes, ainsi que par les cadres réglementaires et les aspects opérationnels qui conditionnent la configuration et la structure de l'offre.

Dans ce chapitre, nous nous penchons sur les conditions et les circonstances qui ont dicté le mode déploiement et de développement de l'offre actuelle de transport urbain à Mila. Nous nous intéressons d'abord aux mécanismes de planification et aux liens entre la planification urbaine et celle des transports dans le contexte étudié, puis nous analysons la relation entre les modes d'étalement, la structuration des fonctions urbaines, et la forme de déploiement (et les évolutions) des réseaux de transports à Mila.

Nous présentons ensuite plus en détail la composition de l'offre actuelle et nous décrivons les différentes configurations spatiales des réseaux, ainsi que les aspects opérationnels et les modes de fonctionnement adoptés par les différents opérateurs, notamment ceux des services public et privé de transport collectif urbain par bus.

3.1 Rupture entre planification urbaine et planification des transports

Tout en étant influencés par les comportements et habitudes de déplacement de ses habitants, les mobilités et les systèmes de transport urbain jouent un rôle crucial dans la structuration de la ville, et dans la manière dont elle fonctionne et évolue. C'est une force motrice qui contribue à façonner et adapter les agglomérations urbaines aux besoins de leurs résidents, et à déclencher les processus de dynamisation des territoires. En effet, la performance des systèmes de mobilité, des moyens de déplacement et des réseaux de transport, est un indicateur phare de la performance globale des villes de nos jours, et l'un des vecteurs les plus importants de leurs politiques de développement.

C'est la raison pour laquelle la problématique de l'interface ville-mobilité, ou urbanisme-transport et sa relation avec la question des centralités, de l'étalement urbain, du développement local et de la compétitivité et attractivité des territoires est non seulement au cœur des préoccupations des décideurs et de la majorité des acteurs de la ville d'aujourd'hui, mais aussi de la communauté scientifique, notamment dans les domaines de la géographie, de l'aménagement, de l'urbanisme et de politiques de la ville.

En Algérie, la question des transports était au cœur des préoccupations des autorités depuis l'époque coloniale, notamment entre 1922 et 1962 où beaucoup de textes et de décrets accordaient une importance particulière à la planification et à l'aménagement des voiries (Baouni, 2010). Ceci reste le cas durant la période post-coloniale, car l'Algérie a conservé les PUD (Plans d'Urbanisme Directeurs) hérités de la législation française jusqu'à 1990.

En effet, l'enjeu de la planification des transports urbains n'était pas évoqué dans les textes qui régissent la fabrique de la ville, à cause de la taille plutôt réduite des villes algériennes de l'époque, de la demande (et de l'offre) limitée, et du caractère majoritairement rural de la nouvelle Algérie indépendante.

Cependant, la croissance démographique spectaculaire, les mutations qu'a subi le tissu économique, notamment avec les investissements industriels du régime Boumediene (1965-1978), les effets de la révolution agraire, et les mouvements migratoires sont des raisons qui ont conduit à une transformation complète du système urbain, de la composition et des propriétés démographiques du pays.

Un processus d'urbanisation accélérée est enclenché ; La population algérienne très majoritairement rurale, est devenue très majoritairement urbaine (cf. Tableau 3, p. 75). Le taux d'urbanisation qui a mis deux tiers de siècle pour doubler entre 1886 et 1966, a doublé en l'espace de 40 ans après 1966 (Maachou, 2011).

Tableau 3: Evolution de la population Algérienne (RGPH, ONS)

	1966	1977	1987	1998	2008
Villes de plus de 5000 habitants	171	248	479	579	751
Population totale (Millions)	12,022	16,948	23,038	29,101	33,920
Population urbaine (Millions)	3,778	6,687	11,444	16,967	23,547
Taux d'urbanisation	31,4 %	40 %	49,7 %	58,3 %	65,94 %

Face à ces mutations très rapides, au vide juridique et à la grande crise économique de la fin des années 1980 qui a généré une crise du logement et un désengagement de l'Etat du secteur des transports, les collectivités (démunies d'outils de gestion nécessaires et dans un cadre législatif caduque) dans les villes algériennes ayant subi beaucoup de pressions démographiques, ont échoué à contrôler l'expansion urbaine, et à gérer la question des

transports urbains. Ce qui produit un étalement anarchique, un paysage urbain détérioré, et des systèmes de transport dysfonctionnels.

Les nouveaux textes portant sur l'organisation des transports, ainsi que les réformes du secteur de l'urbanisme et de la politique de la ville à partir de 1990, ont apporté quelques dispositions réglementaires qui mettent l'accent sur la nécessité d'assurer une liaison entre la planification urbaine et la planification des transports. Cependant, nous constatons toujours l'existence de deux formes de ruptures entre les deux processus :

3.1.1 Rupture réglementaire

Quoique beaucoup de textes ont été révisés et modifiés plusieurs fois, la question de l'interface ville-mobilité ou urbanisme-transport est timidement abordée, voire absente, notamment à l'échelle nationale et régionale.

Le SNAT¹ 2030, et les SRAT² évoquent la notion du développement du transport dans le cadre de la réalisation de l'enjeu d'équité territoriale, mais s'étendent uniquement sur la question des grandes infrastructures et du réseau routier, sans évoquer la politique du transport urbain, le processus de planification et sa relation avec la planification urbaine. C'est aussi le cas dans les articles de la loi 01-02 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.

Au niveau des politiques de la ville, la loi d'orientation de la ville (Loi 06-06 du 20 février 2006) met en avant les principes de coordination et de concertation entre les différents secteurs, et inclue le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et les plans de transport dans ce qui est appelé dans l'article 18 de la loi instruments et organes de la politique de la ville qui sont censés bénéficier d'un cadre garantissant une mise en œuvre concertée, cohérente et optimale (Article 20).

Cependant, ses dispositions restent inapplicables car le texte d'application permettant de préciser ce cadre n'a pas vu le jour, et parce que le cadre juridique antérieur, relatif à la planification urbaine et à celle des transports, n'inclut pas cette dimension de concertation et de cohérence et n'a pas été révisé non plus.

Pour le PDAU³ et le POS⁴: En complément de la loi 90-29 du 01 décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme, les décrets exécutifs 91-177 et 91-178 du 28 Mai 1991, fixant

¹ Schéma National d'Aménagement du Territoire

² Schéma Régional d'Aménagement du territoire

³ Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

⁴ Plan d'Occupation des Sols

respectivement les procédures d'élaboration et d'approbation du PDAU et du POS prévoient une consultation obligatoire de la direction du transport lors de leur élaboration, et précisent qu'elle dispose d'un délai de 60 jours pour émettre un avis ou des observations avant que le plan soit approuvé (article 8 et 9 des deux décrets). Toutefois, ils ne définissent pas précisément les liens entre les instruments d'urbanisme et les plans de transport, le rôle joué et l'autorité exercée par la direction du transport, comment et à quel moment la DTW est associée au processus d'élaboration des plans d'urbanisme, comment elle participe aux réflexions sur les stratégies de planification urbaine et comment se déroulent les consultations.

Pour les plans de transport : On retrouve dans la loi 2001-13 du 7 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres, que les stratégies et les choix relatifs aux infrastructures et aux équipements de transport sont fondés entre autres, en conformité avec la politique nationale d'aménagement du territoire, de l'habitat et de l'urbanisme. Cependant, la loi n'évoque pas la relation des choix stratégiques du secteur des transports à l'urbain et du plan de transport à la planification urbaine dans le territoire concerné. En plus, bien que l'article 44 indique que le plan de transport urbain est élaboré, selon la taille de la ville, par le président de l'assemblée populaire communale ou le Wali, et approuvé par l'assemblée populaire communale ou de wilaya, il ne précise pas le rôle de la direction de l'urbanisme dans ce processus. Le secteur de l'urbanisme n'intervient que pour les villes de plus de 200.000 habitants où l'approbation du ministère de l'habitat et de l'urbanisme est exigée.

3.1.2 Rupture dans les pratiques opérationnelles

En plus des lacunes juridiques, une rupture au niveau des pratiques opérationnelles est observée.

Nos trois entretiens réalisés à Mila avec le directeur des transports urbains à la direction du transport et avec deux élus de l'assemblée populaire communale ont dévoilé un dysfonctionnement des mécanismes de concertation, et une rupture complète entre la planification urbaine et celle des transports.

Le représentant de la DTW interrogé, a expliqué que la direction du transport n'a pas été associée à la procédure d'élaboration du PDAU intercommunal de Mila, qu'il n'y a pas eu de véritables consultations, et que seul le document final leur est adressé pour un avis symbolique. Chose confirmée par des élus de la commune, qui pointent du doigt le vide réglementaire et le poids de l'exécutif.

Ils expliquent aussi que le président de l'assemblée populaire communale a délégué le chapeautage de la réalisation du plan de transport urbain et du plan de circulation de la ville de Mila à la direction du transport et que de la même façon, la commune, et l'assemblée populaire, se contentant d'approuver le plan une fois la procédure d'élaboration terminée, n'avaient pas de rôle consultatif concret.

Ce dysfonctionnement des mécanismes de coproduction urbanisme-transport est très visible lorsqu'on consulte les rapports du plan directeur intercommunal d'aménagement et d'urbanisme, sur lequel il n'y a aucune mention du terme transport et une seule utilisation du vocable mobilité pour parler des flux inter-agglomérations dans un énoncé qui sert à justifier les choix des communes composant le territoire couvert par le PDAU intercommunal. De même, sur les rapports des plans de circulation, loin de l'évaluation statistique de l'offre et de la demande, et de la projection mathématique des besoins quantifiés à l'échelle du territoire, il n'y a aucune analyse à dimension spatiale et prospective, qui prend en compte les enjeux urbanistiques et le mode de développement actuel et futur de la ville, conformément à ce qui est prévu dans les documents d'urbanisme et d'aménagement.

Cette rupture entre la planification urbaine et la planification des transports prive les villes algériennes d'une capacité d'optimisation des deux processus et de garantir un meilleur cadre de vie à leurs habitants.

Elles se trouvent non seulement incapables d'orienter et de maîtriser le développement, l'étalement et les dynamiques socio-spatiales et de mieux structurer les flux et les centralités ; mais aussi dans l'impossibilité d'anticiper les besoins spatiaux en déplacements et de mieux adapter l'offre de transport aux enjeux actuels et futurs.

3.2 Impact du déséquilibre urbain sur la structure du réseau de transport à

Mila : genèse et développement de l'offre

Dans cette section, le développement spatial de Mila et de son réseau de transport urbain, ainsi que la localisation des activités et des équipements en son sein, sont mis en lumière, selon une chronologie par laquelle on comprendra les logiques qui ont conduit à la mise en place d'un cycle de développement par lequel se déploie le réseau de transport sous sa forme actuelle.

3.2.1 Histoire de l'étalement

Mila, ville millénaire, a toujours été limitée à l'intérieur de ses remparts malgré la succession de plusieurs civilisations (byzantine, arabo-musulmane, ottomane...etc.).

Jusqu'au début du XX^{ème} siècle, le centre historique (cf. Figure 12, p. 79) constituait le lieu principal de concentration des activités humaines et des échanges économiques et sociaux ; d'ailleurs, les anciens chemins de Cirta et Sitiffis convergeaient directement vers le vieux Mila.

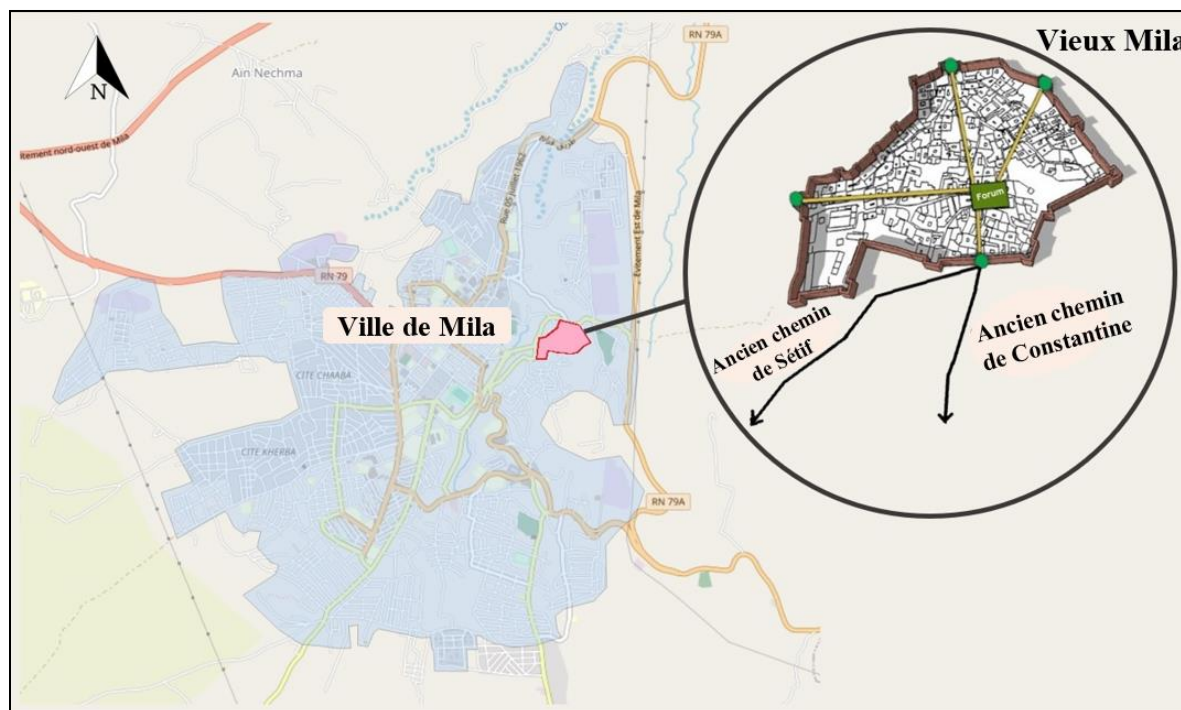


Figure 12: Le Vieux Mila - centre historique (Source : APC, Réalisation : Adjeroud. H)

Cependant, les autorités coloniales, ayant déjà modifié les artères de déplacement en profondeur, notamment avec l'avènement de l'automobile et du réseau routier, ont construit au long de ce qui est appelé aujourd'hui la route nationale 79, une nouvelle ville, tracée en damier, et implantée à 1 km à l'ouest du Vieux Mila, créant deux entités urbaines morphologiquement et fonctionnellement différentes, séparées de vergers.

Si le Vieux Mila a gardé sa vocation résidentielle (occupé par les Algériens), la nouvelle extension de la ville, principalement habitée par les colons français, regroupait beaucoup d'activités économiques et surtout administratives.

Après l'indépendance du pays en 1962, la ville commençait à s'étaler assez lentement à partir du centre colonial, attractif, bien aménagé, plus accessible, et dans lequel se regroupait déjà une grande partie des activités commerciales et administratives de la ville. Et ce, jusqu'à ce que le découpage administratif de 1984 (promotion de la ville au rang de chef-lieu de wilaya) la métamorphose (Adjeroud et al., 2019).

Aujourd'hui, une majeure partie du territoire urbanisé à Mila date de l'après 1984 (cf. Figure 13, p. 80), la ville s'est étendue dans tous les sens pour répondre aux besoins créés par la croissance démographique importante, mais surtout par la masse des flux migratoires des fonctionnaires et cadres générés par le nouveau statut de wilaya et des populations en exode pour des raisons sécuritaires (principalement de la wilaya de Jijel). La ville d'à peine 20.000 habitants en 1966 a atteint 40.000 habitants en 1987 et 69.000 en 2008.

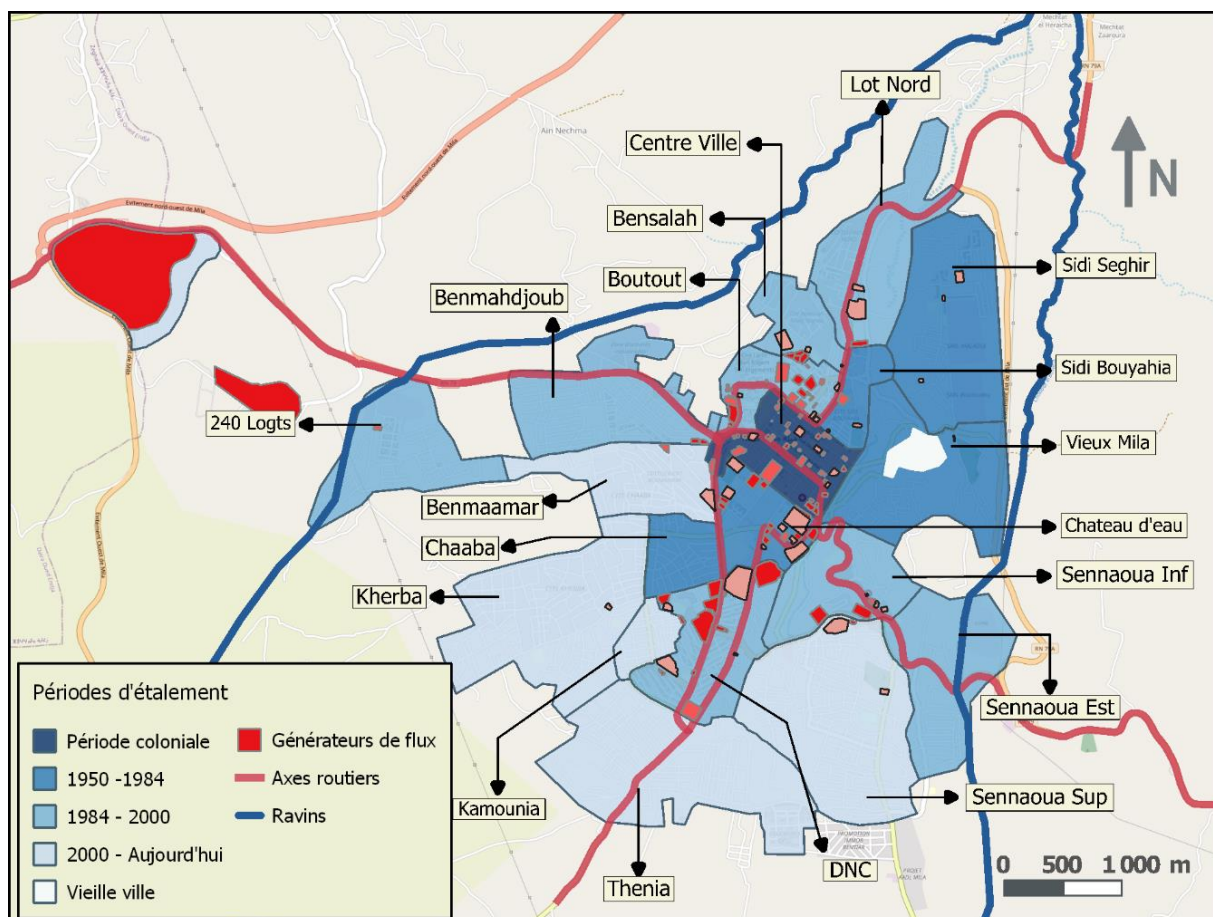


Figure 13: Etalement de la ville de Mila sur deux siècles (Réalisation : Adjeroud. H)
Source : Imagerie satellitaire Google + informations DUAC Mila

Cependant, il y a eu deux principaux modes d'étalement urbain à distinguer (cf. Figure 14, p. 81) :

- **Un étalement planifié** : contrôlé, et programmé par les services publics, et dont l'emprise spatiale est conditionnée par les orientations stratégiques de l'Etat et la disponibilité des biens fonciers domaniaux.

Les entités urbaines qui ont résulté à Mila, s'étaient au long des grandes artères de mobilité (RN79, boulevard de la liberté et boulevard 05 juillet) dans la limite des contraintes naturelles et regroupent principalement les programmes de logement

collectif, les équipements publics et quelques lotissements d'habitat individuel. Elles sont par conséquent des zones à forte densité de population.

- **Un étalement spontané** : non contrôlé, informel, souvent taxé d'illicite (Saidouni, 2003) et officieusement toléré par les services publics, incapables de répondre à la crise du logement, et de renverser les habitudes adoptées par la population durant l'époque des limitations du droit à la propriété foncière et de la nationalisation du foncier (1962-1990). Ces habitudes consistent à construire du logement individuel sans les autorisations nécessaires, sur des terrains vendus sous seing privé ou appartenant au domaine public, sans respect des règles d'urbanisme et des normes de construction. Il en résulte des zones à vocation exclusivement résidentielle, de faible densité, composées de lotissements (informels) d'habitat individuel, étalées dans toutes les directions, à l'horizontal.

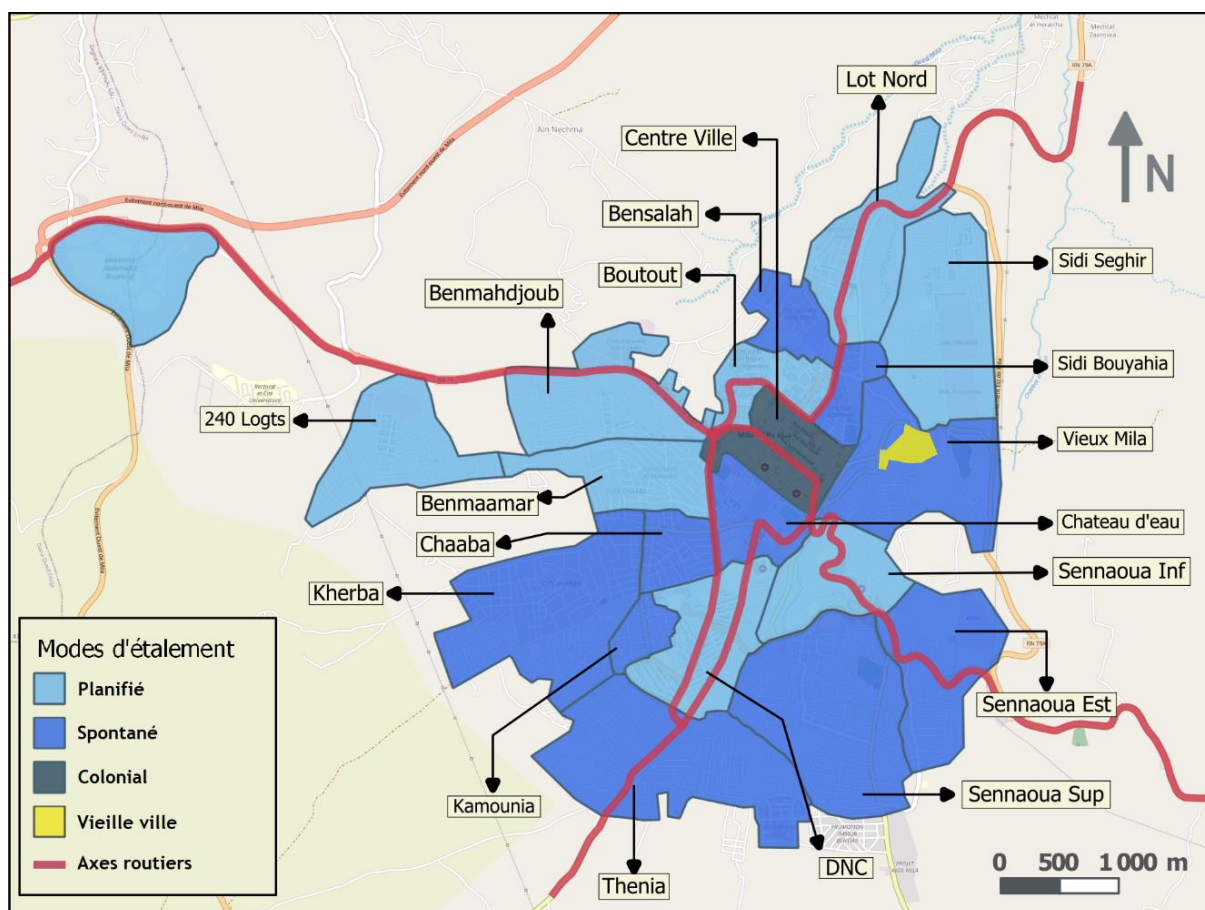


Figure 14: Modes d'étalement de la ville de Mila (Source APC, Réalisation : Adjeroud. H)

3.2.2 Déséquilibre urbain et genèse de l'offre de transport : une dépendance à l'hypercentre

A. La question de la monocentralité plurifonctionnelle

Depuis la période coloniale, le centre-ville de Mila (et son environnement immédiat) continue à regrouper la majorité des activités économiques (commerces et services) et la plupart des équipements générateurs de flux (mairie, poste, tribunal, APW, impôts...) (cf., Figure 15 ,p. 82).

La façon par laquelle s'est produit l'étalement de la ville de Mila, aussi bien à travers les programmes publics de logement et d'équipement qu'à travers la création de lotissements et de groupements d'habitat spontané, a fait qu'on a assisté à la production d'un ensemble de quartiers périphériques, à vocation strictement résidentielle, très dépendants de l'hypercentre.

Cette forme de monocentralité plurifonctionnelle a un impact direct sur les pratiques de déplacement des mileviens et par conséquent, sur la configuration du réseau de transport que la ville aura à implanter.

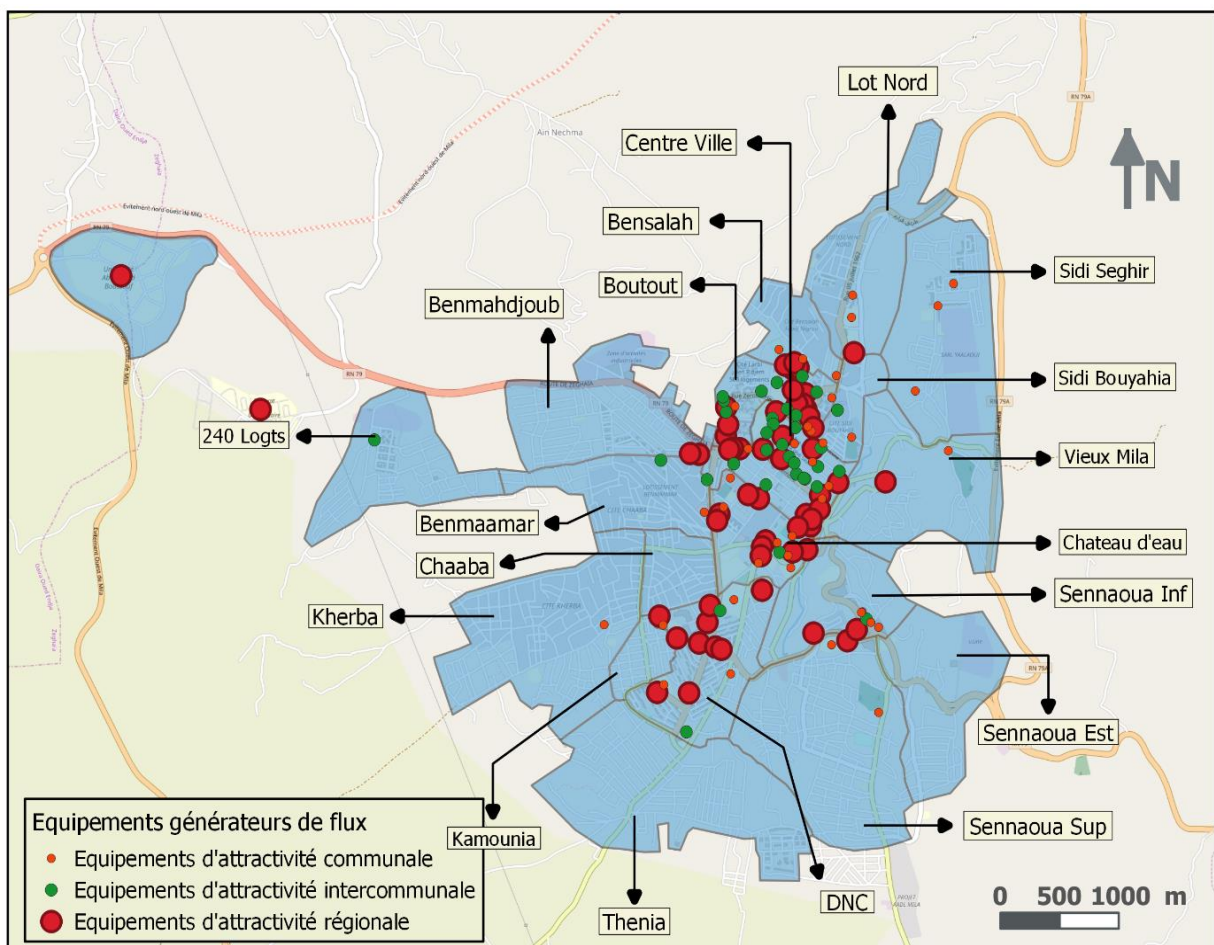


Figure 15: Générateurs de flux dans la ville de Mila (Réalisation : Adjeroud. H)

B. Le déploiement du réseau

Il est important de noter que jusqu'au milieu des années 1980, la taille restreinte de la population résidente à Mila, et l'emprise spatiale assez réduite de la ville, ne suggéraient pas une nécessité de déploiement d'une offre de transport urbain en dehors du service assuré par la régie municipale de transport, très centré sur le transport scolaire. En revanche, l'explosion démographique post 1984 et l'expansion urbaine associée ont changé la donne.

Face à une demande de déplacements grandissante, les premières lignes privées ont été implantées à partir de 1995 (cf. Figure 16 ,p. 83). Le déploiement progressif concernait les lignes desservant les quartiers DNC (1) et Sennaoua (2), deux premières extensions de la ville fortement peuplée, puis Kherba (3) peu de temps après.

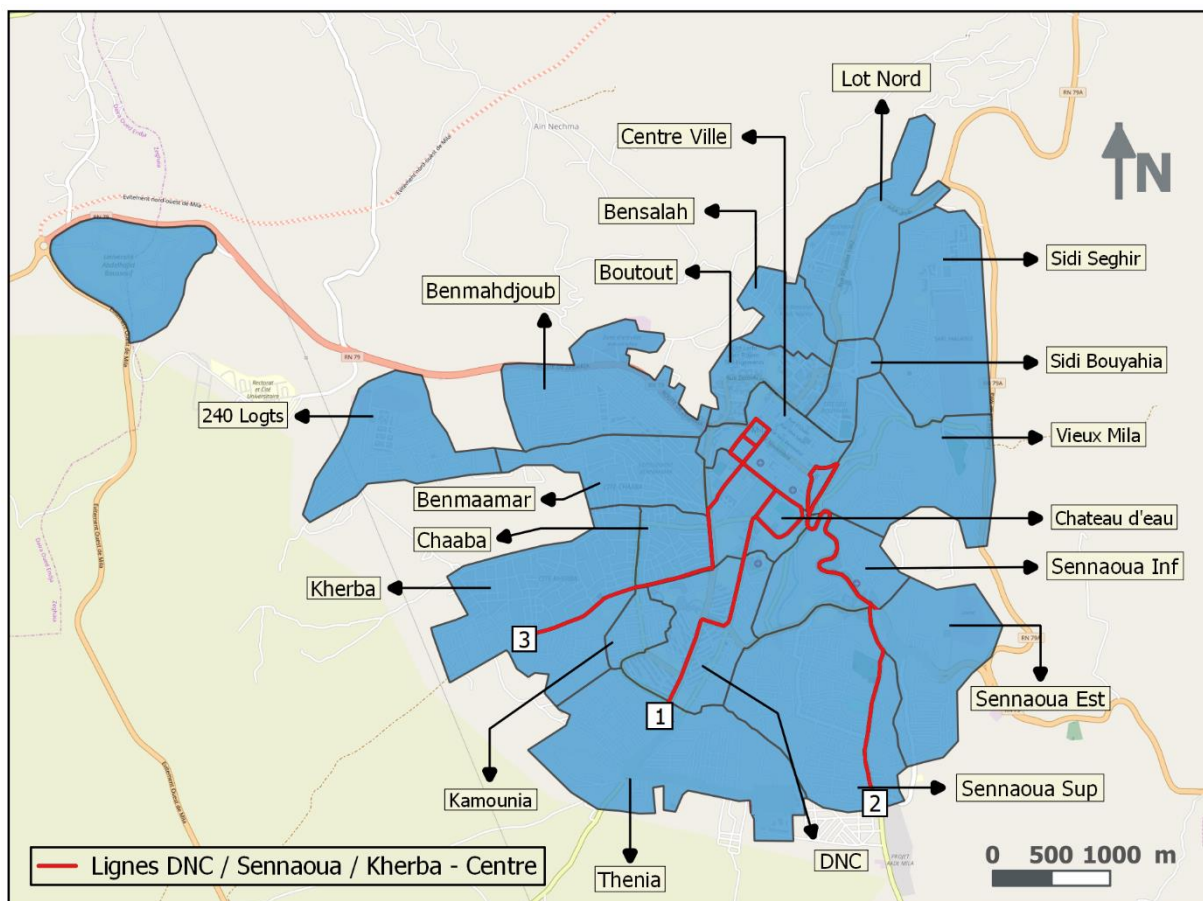


Figure 16: Premières lignes privées de transport collectif déployées à Mila
(Source : DTW Mila, Réalisation : Adjeroud. H)

Par ailleurs, le cas de Mila illustre une forme d'interaction urbanisme-transport dominée par une forte dépendance à l'hypercentre de la ville, engendrant une polarisation du réseau de transport en commun. Le déséquilibre spatial en matière de localisation des équipements et des services, ainsi que la nature des opérateurs qui devaient opérer sur le territoire (visant les itinéraires les plus courts et les plus rentables), sont les principaux facteurs qui ont dicté la

forme initiale du réseau de transport urbain collectif dans la ville. On assiste au développement d'un réseau de forme étoilée, convergeant depuis tous les quartiers périphériques vers l'hypercentre.

Ensuite, d'autres lignes sont créées selon la même logique au fur et à mesure pour répondre à une demande de mobilité exprimée dans les autres quartiers. Et ce, avant que le réseau public ne soit mis en place en 2012.

C. Un cycle à effet boule de neige

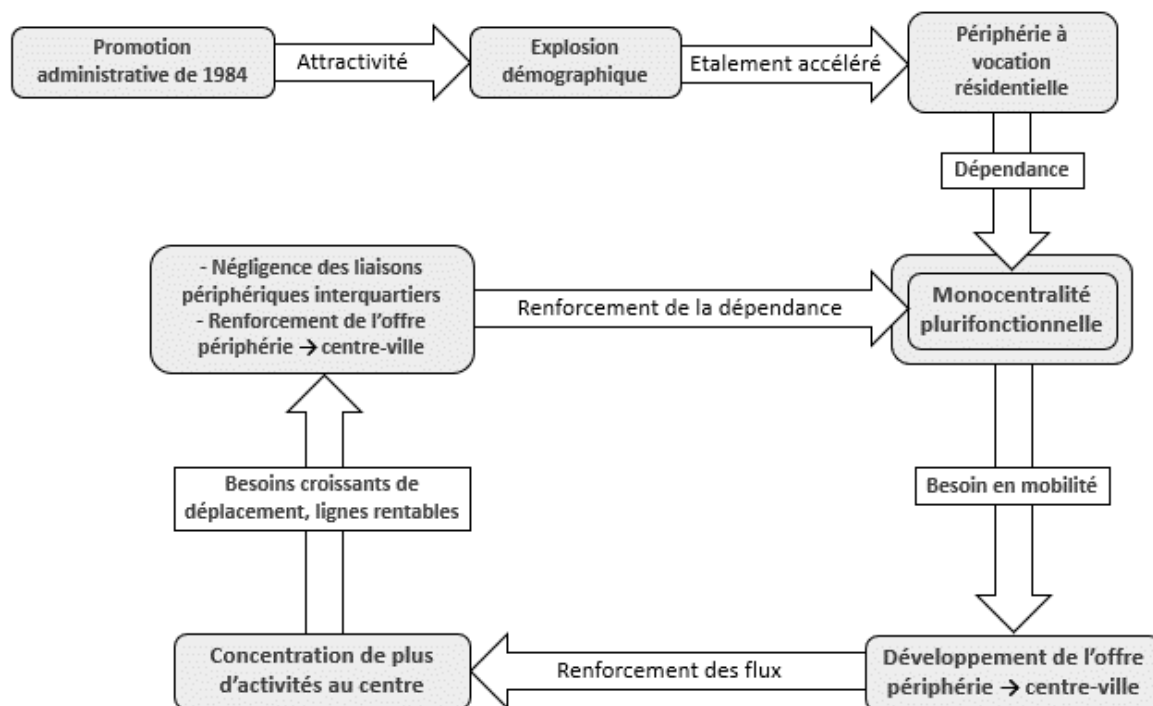


Figure 17: Cycle de développement du système de mobilité à Mila (Adjeroud. H)

Le réseau de transport déployé à Mila est généré par un mécanisme de coproduction urbanisme-transport défectueux. Sa forme et son mode de fonctionnement stimulent la création d'un cycle de développement, qui accentue de plus en plus le phénomène de monocentralité plurifonctionnelle et la dépendance des quartiers périphériques, tout en sacrifiant leurs interliaisons et la cohérence spatiale qu'elles peuvent créer (cf. Figure 17, p. 84).

3.3 Caractérisation de l'offre de transport

L'offre de transport s'est beaucoup développée durant les 20 dernières années. Nous présentons ci-dessous ses principales composantes.

3.3.1 L'offre privée semi-collective par minibus

Le service de minibus est assuré par 153 opérateurs privés (micro-entreprises fonctionnant selon le modèle propriétaire-chauffeur) depuis la création des premières lignes en 1995¹. Les opérateurs utilisent des minibus d'une capacité de 25 passagers (cf. Photo 2, p. 86), sur 9 lignes urbaines qui convergent toutes vers le centre-ville (cf. Figure 18, p. 86).

Cette offre a créé 306 emplois, ce qui équivaut à un ratio de deux emplois par véhicule.

L'amplitude du service (de 6h à 18h en hiver et de 6h à 20h ou 21h pendant l'été) et le nombre de rotations (16² le mardi et le samedi (jours de marché) et inférieures à 10 le vendredi (jour de repos hebdomadaire en Algérie)), bien qu'ils varient selon les jours et les saisons, demeurent bien supérieures à ceux de l'offre publique. Cela s'explique par l'absence de contraintes sur le volume horaire et la volonté de maximiser les profits par les opérateurs qui sont souvent eux-mêmes chauffeurs (les privés ne s'appliquent pas de plafond en matière de durée de travail contrairement à l'opérateur public qui doit respecter le temps de travail légal de ses salariés).

Pour ce réseau artisanal, au mode opératoire relativement flexible, fonctionnant sans horaires et fréquences fixes (Wilkinson et al., 2012 ; Behrens et al., 2016), la rotation des véhicules est déterminée par la demande puisque généralement les chauffeurs ne démarrent du terminus (centre-ville) qu'une fois le véhicule rempli. Ce mode de fonctionnement est très fréquent au sein des transports artisanaux semi-collectifs africains. Nous pensons par exemple au minibus Ndiaga Ndiaye à Dakar (Godard, 2002 ; Lammoglia, 2013).

La tarification appliquée était durant plusieurs années alignée sur l'offre publique (15 DA ($\approx 0,10\text{€}$) par trajet). C'est d'ailleurs un tarif fixé au niveau national par le ministère des finances (Chabane, 2009) pour toutes les dessertes inférieures à 5 km. Bien que le mode de fonctionnement de ces minibus se retrouve dans de nombreux pays au sud, cette volonté étatique d'établir une grille tarifaire nationale pour le secteur privé (artisanal) et public est assez

¹ DTW Mila, 2018

² Données de la direction du transport ; les opérateurs étant très discrets concernant ce sujet.

originale pour être soulignée¹. Cependant, les opérateurs jugeant leur activité peu rentable, ont unilatéralement décidé de pratiquer une tarification légèrement plus haute (20 DA ($\approx 0,13\text{€}$)), et les autorités ont fini par céder et accepter officieusement l'augmentation.



Photo 2: Exemple de minibus des opérateurs privés (Cliché Adjeroud. H, 2023)

Tableau 4: Les 9 lignes des opérateurs privés (DTW Mila)

Ligne	Nombre de minibus	Capacité	Amplitude du service	Rotations par jour
01 - Centre - DNC	40	1000	6h - 18h	10-16
02 - Centre - Sennaoua sup	32	800	6h - 18h	10-16
03 - Centre - Sennaoua inf.	03	75	6h - 18h	10-16
04 - Centre - Kherba sup	27	675	6h - 18h	10-16
05 - Centre – Kherba inf.	03	75	6h - 18h	10-16
06 - Centre - Sidi Seghir	24	600	6h - 18h	10-16
07 - Centre - Tyayba	07	175	6h - 18h	10-16
08 - Centre - 240 Logements	14	350	6h - 18h	10-16
09 - Centre - Boulmerka	03	75	6h - 18h	10-16
Total	153	3825		

¹ On notera tout de même certains cas où les tarifs varient un peu entre le public et le privé comme c'est le cas avec l'Établissement de Transport Urbain et Suburbain d'Alger (ETUSA) qui appliquait des tarifs légèrement plus élevés sur certaines lignes.

D'un point de vue spatial, à l'image de ce qui se fait dans plusieurs villes en Afrique et en Amérique latine (Beyer, 2012 ; Meshesha Fenta, 2014 ; Lesteven & Boutueil, 2018). le réseau des opérateurs privés arrive, malgré le décalage entre planification urbaine et planification des transports (Baouni, 2008), à proposer un service adaptable qui suit quelque part les évolutions de l'agglomération. Il est organisé de façon à permettre une agrégation des flux et une réduction des coûts (Cordeau, 2014), ainsi qu'une desserte rapide et fréquente (Zembri, 2005) des zones urbaines denses (principalement l'hypercentre) afin de répondre aux besoins de déplacements pendulaires vers et depuis le centre-ville et d'assurer la rentabilité des services, même si dans plusieurs zones de la ville, la desserte demeure très faible.

Le réseau privé à Mila est de forme étoilée, composé de 9 circuits relativement rectilignes, ne se croisant pas, et qui ont tous une extrémité en centre-ville et une autre dans la limite du périmètre d'urbanisation (cf. Figure 18, p. 87)

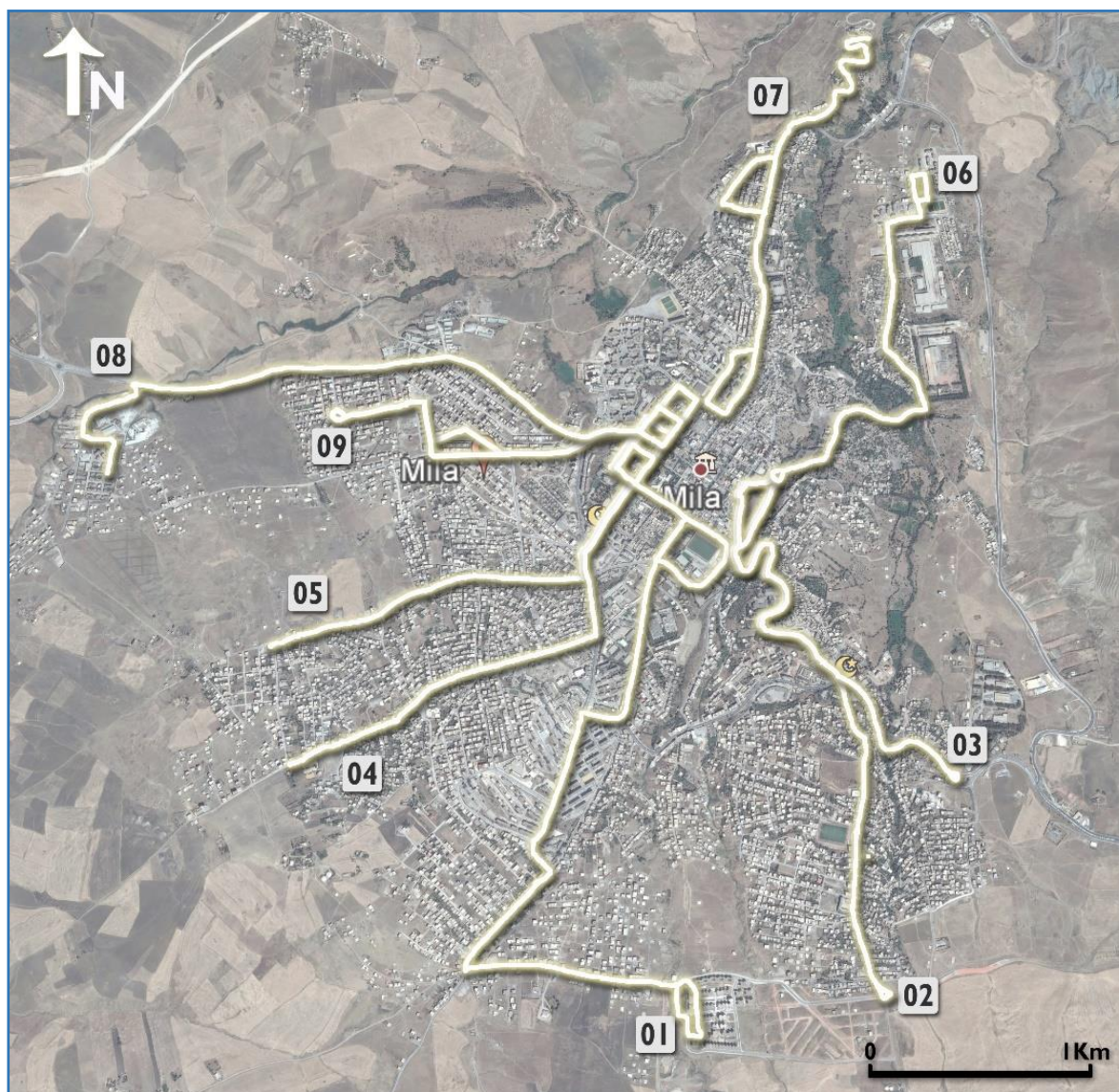


Figure 18: Couverture spatiale des 9 lignes des opérateurs privés
(Réalisation : Adjeroūd. H, Fond : Google, Données : DTW)

3.3.2 L'offre publique collective par autobus

Le service d'autobus est assuré par l'Établissement de Transport Urbain et Suburbain de Mila (ETUSM), opérateur public installé en 2012 (décret de création en 2010). L'ETUSM opère sur 6 lignes grâce à un parc composé de 12 bus SNVI (cf. Photo 3, p. 88) d'une capacité de 100 places maximum (cf. Tableau 5, p. 88). L'entreprise a créé 71 emplois, ce qui équivaut à un ratio de 6 emplois par bus¹. Les bus de l'ETUSM effectuent des rotations régulières à fréquence fixe avec 10 minutes d'arrêt au terminus (centre-ville), ce qui donne une moyenne de 13 rotations par bus et par jour. La tarification appliquée est de 15 DA par trajet (environ 0,10€) et le service est gratuit pour les personnes âgées et les PMR.



Photo 3: Bus de l'ETUSM (Cliché Adjeroud. H, 2023)

Tableau 5: Les 6 lignes de l'offre de transport de l'ETUSM (DTW Mila)

Ligne	Nombre de bus	Capacité	Amplitude du service	Rotations par jour
01 - Centre - DNC	4	400	6h-19h20	13
02 - Centre - Sennaoua	2	200	6h-19h20	13
03 - Centre - Sidi Seghir	2	200	6h-19h20	13
04 - Centre - Tyayba	2	200	6h-19h20	13
05 - Centre - Kherba	1	100	6h-19h20	13
06 - Centre – DNC - Sennaoua	1	100	6h-19h20	13
Total	12	1200		

¹ Données ETUSM, 2018

Pour ce réseau public institutionnel, les itinéraires sont disposés de façon à couvrir certaines zones urbaines qui ne sont pas assez desservies par l'offre de transport privé. Le réseau est composé de six itinéraires qui se croisent en plusieurs nœuds (cf. Figure 19, p. 89). Cette forme de desserte est imposée par les autorités dans l'optique d'assurer une mission abandonnée de service public (Lombard & Zouhoula Bi, 2008), et d'offrir un service plus équitable spatialement que l'offre privée, notamment en assurant des liaisons interquartiers. Cependant, les fréquences de passage demeurent faibles pour du transport de masse, ce qui nuit à son efficacité et à son attractivité.

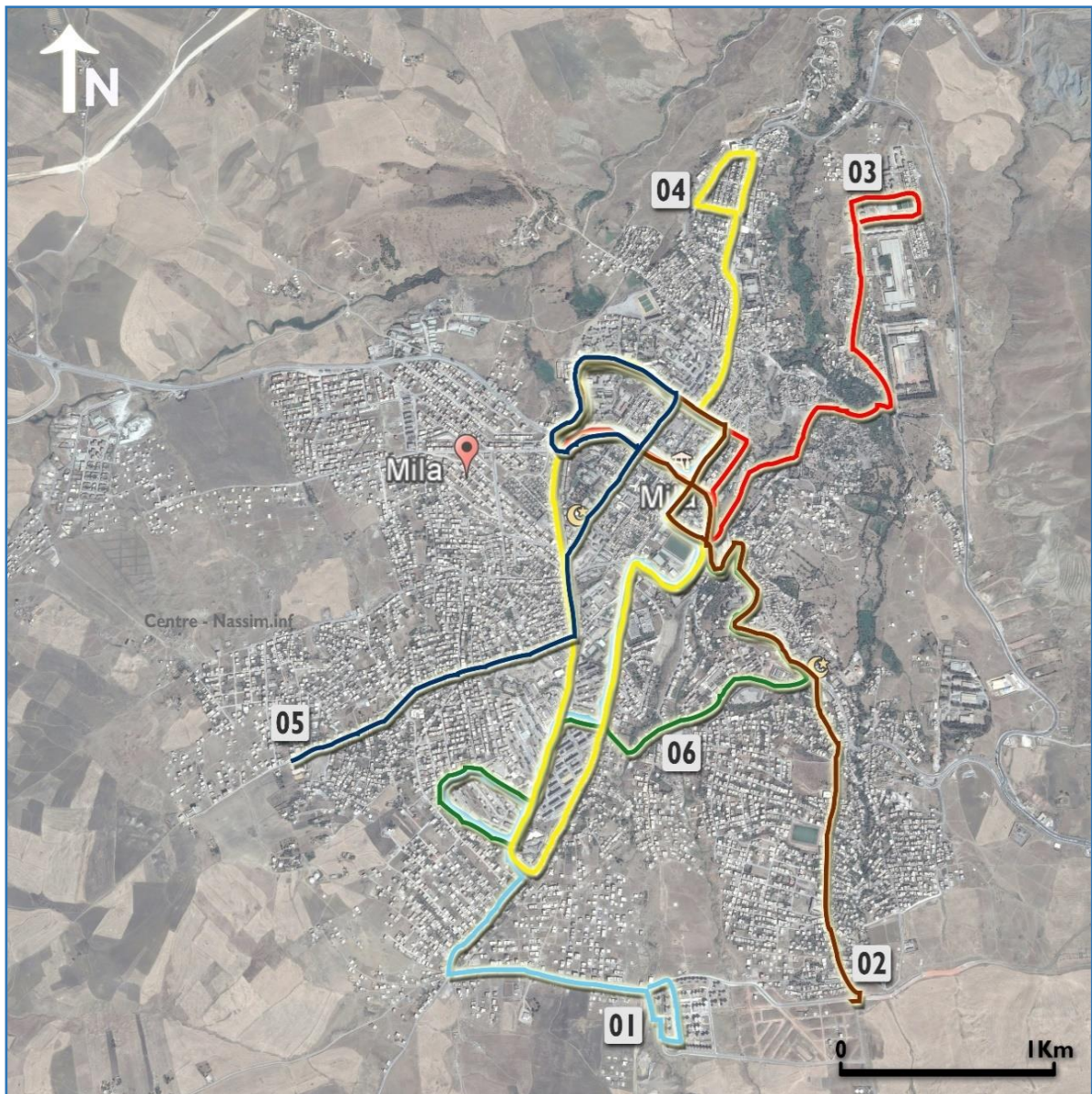


Figure 19: Couverture spatiale des 6 lignes de l'opérateur public
(Réalisation : Adjeroud. H, Fond : Google, Données : DTW)

3.3.3 Les opérateurs privés de taxi

Le service de taxi est assuré par 135 opérateurs privés depuis 2014. Les taxis sont répartis sur 6 arrêts en centre-ville (cf. Photo 4, p. 90). Ils font la plupart du temps des courses au tarif unique réglementé de 100 DA (environ 0,70 €) depuis le centre-ville vers et entre les quartiers périphériques. Ils font aussi la collecte des passagers en adoptant une vocation collective sur le chemin du retour (en direction de l'arrêt en centre-ville), avec une tarification réduite à 30 DA (0,20 €), et adaptent donc leur mode de fonctionnement et leur tarification en fonction de la demande, sans que cela ne pose de véritable problème aux autorités. Cela est souvent perçu comme une pratique informelle peu valorisante, mais qui présente un réel intérêt à la fois pour les chauffeurs et les clients. Cependant, certains se permettent d'adapter les tarifs à la hausse en fonction de la distance et de l'état de leurs véhicules, une pratique que nous retrouvons aussi dans différentes villes du sud, en Afrique comme en Amérique latine (Lammoglia, 2012 ; Domarchi, Coeymans, & Ortúzar, 2019 ; Pandit & Sharma, 2022).

D'après des données officielles, cette offre a créé 135 emplois, ce qui montre que chaque opérateur est également chauffeur et qu'il n'y a pas d'intermédiaire.



Photo 4: Exemple d'arrêt de taxis (Cliché Adjeroud. H, 2023)

3.3.4 L'offre de transport informel (clandestins)

Mis à part les services de transport collectif public et privé et l'offre de taxis, il y a une offre de transport informel en véhicule banalisé (cf. Photo 5, p. 91), fonctionnant uniquement en soirée, après la fin de service des autres opérateurs (après 18h), et qui dessert aussi bien les quartiers de la ville que les agglomérations environnantes (Zeghaia, Azzeba, Ain tine...).

Cette offre vient combler le besoin de mobilité (entre 18h et 22h) non satisfait par le transport collectif et les taxis (n'opérant pas en soirée). Les tarifs pratiqués sont très variables et vont de 200da (1,35€) pour les déplacements dans la ville à 1000da (6,70 €) pour les déplacements vers les communes environnantes.



Photo 5: Exemple d'arrêt d'opérateurs de transport informel (Cliché Adjeroud. H, 2019)

Les transporteurs informels occupent de façon aléatoire trois arrêts dans l'hypercentre, dont la localisation est choisie de manière stratégique devant la gare routière, la station de transport intercommunal et l'arrêt des taxis inter-wilayas desservant Constantine et Alger (cf. Figure 20, p. 92) ; l'objectif étant en premier lieu de capter une clientèle de voyageurs entrant à Mila en dehors des heures de fonctionnement des transports en commun.

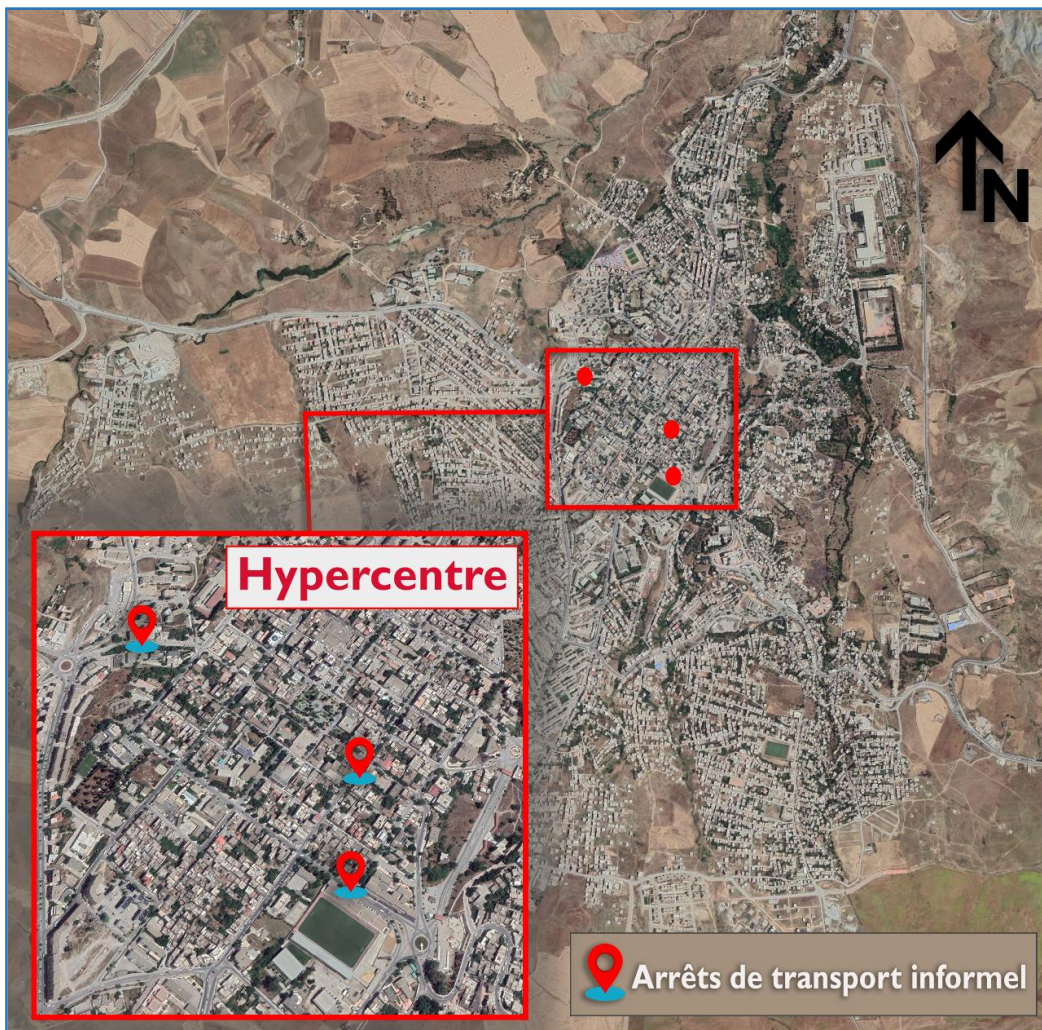


Figure 20: Arrêts de stationnement des opérateurs informels
 (Réalisation : Adjeroud. H, Fond : Google, Données : Observation in-situ)

Mise à jour :

Dans cette section, nous avons dressé un état des lieux sur l'organisation de l'offre de transport à Mila jusqu'à la fin de l'année 2022.

Le réseau de transport urbain milevien a subi des modifications à la suite de la rentrée en service des nouvelles gares routières Est et Ouest dès début 2023.

Aujourd'hui, tous les terminus du centre-ville de l'ensemble des lignes de transport urbain présentées dans cette section ont été déplacés vers la nouvelle station urbaine (ancienne gare routière située en centre-ville) sans beaucoup de changements sur les itinéraires d'origine.

Une nouvelle ligne de bus exploitée simultanément par l'ETUSM et les opérateurs privés est créée pour relier les deux nouvelles gares routières en traversant plusieurs quartiers périphériques et en se superposant à plusieurs tronçons desservis par les anciennes lignes.

Conclusion

Dans ce dernier chapitre de la première partie de la thèse, il était question de présenter l'offre de transport urbain milevienne tout en mettant en exergue les conditions qui ont conditionné son déploiement et son évolution.

Premièrement, nous avons identifié les dysfonctionnements des mécanismes de coproduction urbanisme-transport qui caractérisent le contexte algérien et le cas de Mila. Les processus de planification urbaine et de planification des transports ne sont pas véritablement associés, que ce soit au niveau national ou local, et les pratiques de gouvernance ne correspondent pas forcément à la vision promue par les textes juridiques, ce qui ne permet pas de bien concevoir les orientations stratégiques, d'anticiper les développements futurs de la demande de déplacement, ou d'adopter des modes de fabrique urbaine pensés pour optimiser les rapports entre l'urbanisation et l'émergence des grands axes de transport.

Deuxièmement, nous avons présenté les évolutions historiques de la ville de Mila, qui ont façonné sa morphologie urbaine actuelle, et par conséquent la forme des réseaux de transport implantés en son sein. Dans ce cadre, nous pensons que l'hypercentralisation des activités commerciales et servicielles dans le centre-ville colonial, amplifiée par un étalement urbain très rapide accéléré par les flux migratoires (promotion administrative de Mila au rang de wilaya, crise sécuritaire des années 1990) a fortement impacté la nature et la répartition des flux de déplacement à Mila, en favorisant les déplacements pendulaires centre-périphérie. Ceci a eu une incidence directe sur la forme du premier réseau de transport urbain (privé), qui se développe à travers les années pour atteindre un total de 9 lignes disposées en forme étoilée. Le réseau public implanté par la suite est conçu justement dans l'optique de combler le manque créé en matière de couverture spatiale et de liaisons périphériques.

Pour finir, nous avons présenté les diverses composantes du système de transport urbain de Mila et leurs principes de fonctionnement. Mis à part l'offre de transport par taxis et l'offre informelle, l'accent est mis sur les deux réseaux coexistant de transport collectif, à la taille et aux caractéristiques différentes. Nous mettons en avant le réseau privé, constitué de 9 lignes et 160 opérateurs, principalement tourné vers la rentabilité avec des itinéraires courts et directs périphérie-centre, et le réseau public, composé de 6 lignes longues, assurant des dessertes interquartiers, déployé pour remplir une mission de service public.

Conclusion de la partie

Cette première partie de la thèse nous a permis de mieux appréhender les problématiques de recherche en les replaçant dans leur contexte géographique, tout en acquérant une connaissance approfondie de la situation politique, des orientations stratégiques, des acteurs, des évolutions et des enjeux du secteur du transport urbain dans les villes moyennes algériennes. L'examen de l'état de l'art révèle, d'une part, l'importance considérable des villes moyennes dans le système urbain algérien et dans les stratégies d'aménagement du territoire, ainsi que le rôle significatif joué par certaines d'entre elles, notamment la ville de Mila, en tant que villes relais du Tell et des Haut-Plateaux, et villes de développement du sud, au cœur des approches visant une meilleure répartition démographique à l'échelle nationale. D'autre part, il met en évidence les divergences existantes entre les orientations en matière d'aménagement du territoire et les politiques adoptées dans le secteur des transports, qui accordent peu d'attention aux problématiques du transport urbain en dehors de la région métropolitaine d'Alger et des grandes villes du pays.

Nous mettons également l'accent sur le cadre institutionnel difficile et complexe dans lequel l'offre de transport urbain en Algérie et à Mila évolue et se développe. Ce cadre est marqué par une série de transformations structurelles et politiques (monopole étatique, libéralisation du marché, réengagement public), ainsi que par la présence d'une multitude d'acteurs, aussi bien au niveau central que local, se partageant des attributions et des prérogatives qui se chevauchent, ce qui complique le fonctionnement et les capacités d'action des organes d'organisation et de régulation et impacte directement les performances des systèmes de transport urbain. Cette prolifération des intervenants perturbe les principaux acteurs du secteur, qui témoignent d'un besoin urgent d'optimisation des modes et des outils de gouvernance dans ce domaine, ainsi que de la nécessité de disposer, au niveau local, de structures autonomes centralisant les compétences et les prérogatives en matière de planification, de régulation et d'organisation des transports urbains (Autorités organisatrices).

Par la suite, nous avons examiné les décalages entre planification urbaine et planification des transports en Algérie, tant sur le plan réglementaire que sur le plan des pratiques opérationnelles. Il était question de mettre la lumière sur les lacunes repérées dans le contenu des différents documents d'urbanisme (PDAU, POS...) et des plans de transport, ainsi que sur les constats établis à travers les entretiens réalisés avec les acteurs territoriaux, montrant la défaillance des modes de gestion de l'interface ville-mobilité et des mécanismes de coproduction urbanisme-transport.

Ces défaillances et dysfonctionnements entraînent des répercussions directes sur la configuration et les caractéristiques de l'offre de transport, ce que l'on a pu constater ensuite en présentant les composantes publique et privées du réseau de transport urbain de Mila.

En effet, l'expansion urbaine exponentielle qui a suivi la promotion de Mila au rang de chef-lieu de wilaya en 1984 s'est principalement concentrée dans les zones périphériques, tout en renforçant une forme de monocentralité plurifonctionnelle et une dépendance à l'égard du centre-ville. Ces dynamiques ont été associées à l'ensemble des évolutions historiques du secteur des transports urbains, incluant la libéralisation du marché et le désengagement puis le réengagement de l'État, ce qui a façonné la situation actuelle où la ville de Mila est dotée d'une offre de transport urbain diversifiée, mais qui est dominée par le réseau privé, à la forme étoilée et aux itinéraires courts, composé de près de 160 opérateurs de transport collectif urbain, essentiellement motivés par la rentabilité, et qui compromettent les possibilités et les conditions de développement de l'offre publique.

Il est dès lors essentiel de se pencher davantage sur la question de la performance de ce système de transport urbain et sur les enjeux de cette coexistence public-privé. Pour ce faire, nous nous appuierons sur une série d'entretiens et d'enquêtes, dont les résultats seront analysés dans la deuxième partie de cette thèse.

**Partie II : Transport urbain à Mila, hiatus entre
demande réelle, organisation de l'offre et qualité de
service**

Introduction de la partie

Dans cette partie de la thèse nous cherchons à mesurer la performance territoriale du réseau de transport en commun milevien en évaluant sa capacité, à travers sa composition mixte où coexistent les réseaux de transport public et privé, à répondre aux besoins de déplacements des habitants de la ville.

Pour cela, l'analyse de la demande de mobilité quotidienne à Mila et de la place des transports collectifs dans les pratiques de déplacement des usagers, s'avère essentielle. Nous nous appuyons sur les résultats d'une enquête de terrain réalisée entre septembre 2018 et janvier 2019 auprès de 923 mileviens, pour confronter l'offre actuelle aux niveaux et particularités de la demande réelle, ce qui permet d'établir un bilan réaliste sur la situation de ce système de transport urbain collectif.

Dans cette partie, nous commençons par la définition de l'approche méthodologique adoptée, axée autour du standard des enquêtes ménages déplacement, avant de se pencher sur l'évaluation et la caractérisation de la demande de mobilité, à travers l'analyse d'un set d'indicateurs permettant de constituer une bonne connaissance des pratiques dominantes et des tendances générales en matière de déplacement. Nous nous intéresserons, entre autres, aux niveaux de mobilité quotidienne, à la répartition des choix modaux, aux motifs de déplacement, ainsi qu'aux dépenses liées au transport et aux déplacements urbains.

Les niveaux de connaissance des réseaux de transport et la satisfaction des usagers seront aussi analysés dans le but d'appuyer les constats dressés lorsqu'on évalue la capacité de l'offre proposée à répondre aux niveaux de demande exprimés, et la pertinence de la coexistence des réseaux public et privé.

A la fin de cette partie, nous discuterons, sur la base de l'ensemble des résultats obtenus et des informations acquises au cours des entretiens réalisés avec les différents acteurs du secteur des transports urbains, des atouts et des limites du système étudié, aussi bien sur le plan opérationnel que sur le plan de la gouvernance, et nous mettons le point sur les équilibres existants, et sur la nature des relations inter-acteurs. L'enjeu est de déterminer, le cas échéant, les voies d'amélioration et les modes d'action publique sectorielle susceptibles de participer à l'optimisation du rendement et de la performance du système de transport urbain de la ville de Mila.

Chapitre 4 : Evaluation de la demande et retours sur la qualité de service : l'enjeu d'un travail de terrain

Introduction

Pour l'évaluation de la demande de déplacement et l'analyse de la mobilité urbaine, l'enquête de terrain est une étape inévitable si nous cherchons à produire une connaissance approfondie sur les pratiques de déplacement dans un territoire donné.

Nous abordons dans ce chapitre les motivations qui nous ont conduit à la réalisation d'une enquête déplacements à Mila, et les différents choix méthodologiques adoptés dans le but de bien cerner la problématique étudiée.

Ensuite, nous décrivons chaque élément de l'enquête réalisée, en partant de la structuration du questionnaire et des indicateurs choisis jusqu'à la définition et la répartition de l'échantillon d'enquête.

A la fin, nous présentons la population enquêtée en mettant en lumière son niveau de représentativité, sa spatialisation, et sa composition démographique.

4.1 Analyser les pratiques de mobilité

4.1.1 Enquêtes-ménages déplacements, un standard universel

L'enquête-ménage déplacements semble faire l'objet d'un certain consensus au sein de la communauté scientifique et de celle des experts de la mobilité lorsqu'il s'agit de définir la demande. Ceci est dû au fait que les enquêtes-ménages déplacements bénéficient d'une grande expérience internationale (SITRASS¹, 2001). Apparue dans les années 1940 aux Etats-Unis, cette méthode a été reprise partout dans le monde et adaptée aux différents contextes.

Malgré les limites et les contraintes qualitatives et budgétaires (onéreuses) et le temps nécessaire pour l'élaboration (18 mois minimum), qui peuvent restreindre l'espace et la taille des échantillons (Bayart, 2009), les EMD² restent la méthode la plus fiable pour les études de mobilité et la plus répandue, à cause de la finesse de ses données (Drevon et al, 2014) et de sa reproductibilité (avec les mêmes indicateurs standardisés) dans le temps et dans le même espace urbain, ce qui permet de faire des comparaisons spatiotemporelles et d'alimenter des modèles de simulation qui pourraient fournir des outils de réflexion stratégique et d'aide à la décision

¹ Solidarité internationale sur les transports et la recherche en Afrique sub-saharienne.

² Enquêtes-ménages déplacements

appropriables par les acteurs en charge du développement des transports urbains (Nicolas, Pochet & Poimboeuf, 2002 ; Milion, 2015).

Quelle que soit la zone concernée, les EMD partagent le même protocole expérimental de base (cf. Figure 21, p. 100), qui se développe selon la région, après :

- Un découpage du territoire en zones homogènes selon la structure urbaine et sociale ;
- Un échantillonnage aléatoire et représentatif par zone ;
- La construction d'un questionnaire composé de fiches ménages, de fiches personnes, de fiches déplacements et éventuellement opinions ;

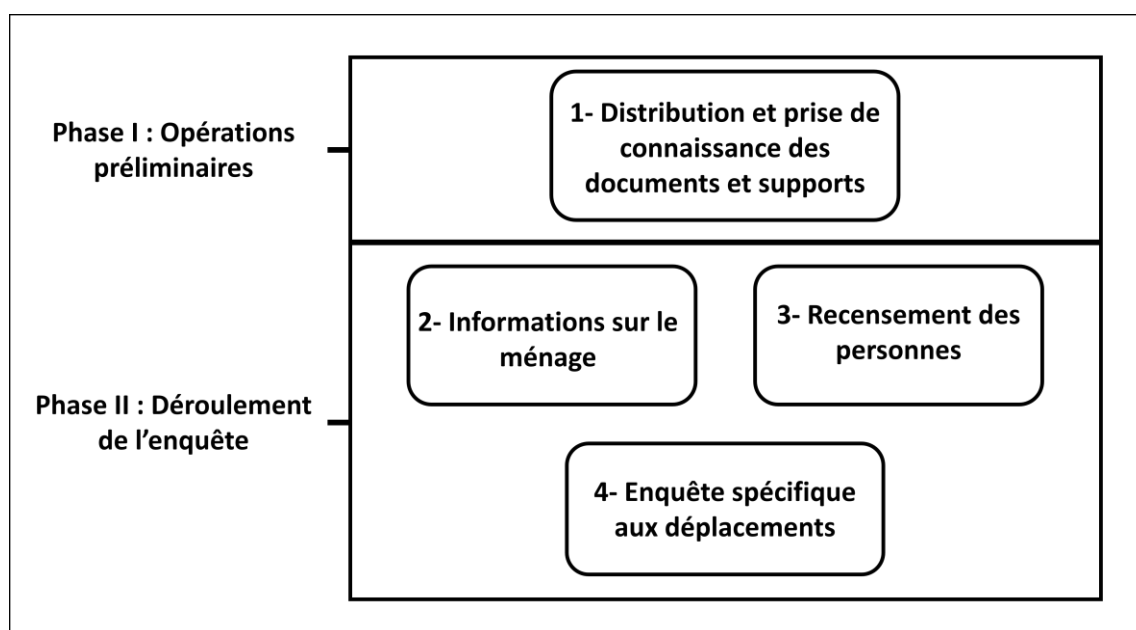


Figure 21: Protocole expérimental des enquêtes déplacements (Drevon et al, 2014)

- Le choix de la méthode de réalisation de l'enquête (face à face, téléphone, poste...etc.)

Cependant, comme le signale Xavier Godard (2001), les méthodes des EMD ne sont pas toujours homogènes et explicites, elles varient selon les pays et d'une ville à l'autre. Comme la montre le Tableau 6, p. 101, ces divergences se manifestent à divers niveaux, incluant le coût, les ressources mobilisées, les taux de réponse, la durée et le degré de fiabilité des enquêtes.

Il est important de noter que dans certaines régions, spécialement dans les pays en développement, d'autres contraintes et difficultés s'ajoutent aux contraintes financières et temporelles, notamment la sous information, l'insuffisance des ressources administratives et des données statistiques récentes sur la population, l'accessibilité et la dispersion de l'habitat et de l'emploi, et la rapidité de l'évolution des systèmes et des espaces urbains. Chose à laquelle nous ferons face durant ce travail.

Tableau 6: Comparaison des éléments de différentes méthodes d'une Enquête Ménage Déplacements (Pham & Nguyen, 2008)

Méthode d'enquête	Face à face	Téléphone	Par la poste
Application	France Afrique du Sud Vietnam	France (Villes moyennes)	Pays Bas
	Enquête mélangée (Chili)		
			Enquête combinée (Etats Unis, Inde)
Coût	Élevé	Moyen	Bas
Nombre d'enquêteurs	Élevé	Moyen	Bas
Durée totale	Moyenne	Bas	Élevé
Durée d'une interview	Élevé	Bas	#
Echantillon	Bas	Moyen	Élevé
Taux de non-réponse	Bas	Moyen	Élevé
Taux de questionnaires utilisables	Élevé	Moyen	Bas
Taux de réponse réalisées par une autre personne du ménage	Bas	Moyen	Élevé

4.1.2 Etudes précédentes en Algérie

Depuis les années 80, plusieurs enquêtes-ménages déplacements ont été réalisées, dont celles d'Annaba, Oran et Constantine en 1988 et 2000, Alger en 1990 et 2004 et Bejaia en 2006, auxquelles s'ajoutent des enquêtes O/D, des enquêtes Tout Modes Motorisés (TMM) et plusieurs enquêtes déplacements villes moyennes réalisées dans le cadre de l'élaboration des plans de circulation.

Dans l'ensemble, les enquêtes-ménages déplacements sont réalisées suivant une méthodologie qui se rapproche beaucoup du modèle français et des normes du standard Certu, aussi bien au niveau du choix de la méthode d'acquisition des données (en face à face ou par téléphone) qu'au niveau de la conception des questionnaires.

Cependant, il y a des différences remarquables, que ce soit entre les EMD réalisées en Algérie et celles réalisées en France ou bien entre les EMD des villes algériennes entre elles en matière :

- De tailles de l'échantillon (1,06% des ménages pour Alger contre 6,25% des ménages à Bejaia).
- De durées de réalisation de l'enquête (8 mois à Bejaia, contre une durée moyenne de 18 mois pour la majorité des autres enquêtes)
- D'intervalles entre les enquêtes (12 ans pour Oran, Annaba et Constantine contre 14 ans pour Alger)

Il faut noter qu'il ne s'agit pas d'un cycle régulier d'actualisation et de production de données. Une bonne partie des EMD et des enquêtes déplacements réalisées après 2000, a été commandés de manière ponctuelle pour préparer l'arrivée de certains projets d'infrastructure, notamment les TCSP (tramways).

Pour les autres types d'enquêtes, notamment les enquêtes des plans de circulation, on retrouve la même tendance (irrégularité), et l'absence d'un organe de standardisation en Algérie se ressent assez rapidement à travers les incohérences méthodologiques observées dans les rapports, où une bonne partie des enquêtes sont réalisées à travers un découpage territorial et un échantillonnage non conforme aux standards universels, et des niveaux de représentativité plutôt faibles.

C'est d'ailleurs le cas de l'enquête réalisée dans le cadre de l'élaboration du plan de circulation de la ville de Mila, approuvé en 2015.

4.2 Description de la méthodologie adoptée pour l'enquête

Cette partie du travail expose de manière détaillée les caractéristiques et les résultats de l'enquête déplacements qui a été menée par nos soins entre septembre 2018 et janvier 2019 dans la ville de Mila auprès de la population.

Nous ne prétendons pas à travers ce travail se substituer à une enquête ménages déplacements, l'enjeu est de relever des indicateurs spécifiques sur la mobilité des usagers à Mila, leur connaissance de l'offre et leur satisfaction par rapport au service fourni dans le but d'évaluer les performances du réseau de transport urbain milevien et d'avoir une vision plus claire des aspirations des habitants.

L'enquête permettra de constituer une base de données qui assure une meilleure appréhension de la question des mobilités urbaines et de la planification des transports urbains dans le futur. Elle permettra aussi d'alimenter des modèles de simulation qui seront utilisés dans la suite du travail.

Étant seulement la deuxième enquête déplacement réalisée à Mila après celle du plan de circulation (2015), et la première de cette envergure. Notre enquête a été une expérience riche

d'enseignements sur les enjeux de la réalisation des enquêtes déplacements villes moyennes dans le contexte algérien.

Toutefois, ce travail est orienté pour servir les objectifs d'une recherche académique dont les finalités ne sont pas forcément identiques à celles d'une démarche purement opérationnelle. De ce fait, je ne pense pas que les résultats de cette enquête puissent remplacer entièrement ceux d'une enquête ménages déplacements ou d'une enquête réalisée dans le processus d'élaboration d'un plan de transport.

Il convient de noter aussi que la durée de réalisation et de traitement de cette enquête, est largement inférieure à la moyenne (12 mois pour les enquêtes du plan de circulation et 18 mois pour les enquêtes ménages déplacements réalisés en Algérie). Le manque de certains indicateurs et l'existence de données partiellement inexploitées est donc principalement dû à des choix méthodologiques qui découlent des priorités et des besoins de la recherche en cours.

Dans cette partie seront mis en exergue :

- Les motivations qui ont poussé à la réalisation de l'enquête et les objectifs visés ;
- Le mode de préparation et de conception de l'enquête ;
- Les principaux résultats, et la connaissance obtenue notamment sur la demande et les pratiques de mobilité ;
- Une lecture sur les niveaux de connaissance et de satisfaction des citoyens par rapport au système de transport urbain à Mila.
- Une lecture globale sur la situation et la performance du système de transport.

4.2.1 Motivations et objectifs de l'enquête

A. Manque de données spatialisées

Dès le début de cette thèse, nous avons commencé la récolte d'un maximum de données relatives au terrain d'étude ; pas seulement depuis les travaux académiques et les fonds documentaires universitaires, mais aussi auprès des services publics de l'Etat (services techniques, directions de transport, d'urbanisme, de logement, de planification...) et des maîtres d'œuvre (bureaux d'études) ayant répondu à la majorité des commandes publiques en matière d'études d'urbanisme et de transport dans la ville de Mila.

Cependant, beaucoup de données statistiques ne sont pas disponibles, et celles qui ont été récupérées n'étaient pas géoréférencées, et n'étaient pas spatialement réparties à l'échelle de la ville.

D'ailleurs, la majorité des données issues de l'enquête du plan de circulation résultent d'un traitement de résultats provenant d'un échantillon de population enquêté dont la répartition spatiale est totalement aléatoire et non proportionnelle au nombre d'habitants par quartier.

L'une des finalités premières de ce travail est alors de constituer une base de données géographiquement référencée, qui nous permettra (ainsi que les pouvoirs publics et les chercheurs du domaine) d'appréhender les questions de mobilité urbaine, de la gestion des transports urbains, et des interactions urbanisme-transport de façon plus fiable, et plus représentatives des caractéristiques et des enjeux réels de la ville de Mila.

En l'absence d'un support cartographique actualisé, que ce soit au niveau des organismes publiques, ou sur les services de cartographie en ligne comme ceux de google, les outils d'édition des couches et du fond de carte de la plateforme contributive OpenStreetMaps nous ont permis, sur la base de notre connaissance préalable du terrain, et de l'observation in-situ, de reconstituer et compléter la trame viaire de la ville, avec les différentes catégorisations des voies de circulation, de positionner les différents équipements et principales composantes du cadre bâti et de cartographier une composition actualisée du tissu urbain, notamment dans les zones d'étalement périphérique. Les couches créées ont ensuite été téléchargées pour enrichir le support SIG créé sur QGIS.

B. Approche centrée sur l'utilisateur : sa connaissance du service, et ses niveaux de satisfaction

L'explication des caractéristiques et l'évaluation des performances du système de transport urbain à Mila est le cœur de ce travail.

Dès lors, il est indispensable de savoir d'abord à quel point les usagers connaissent le réseau et le système de transport qu'ils empruntent (ou pas). Et ça concerne aussi bien l'identification visuelle, que la connaissance des horaires, circuits, tarifications appliquées et modes de fonctionnement.

Il est aussi essentiel de pouvoir évaluer les degrés de satisfaction des usagers par rapport aux différents modes de transports. Et d'explorer les points forts, les dysfonctionnements, les anomalies et les faiblesses qu'ils identifient, ainsi que leurs aspirations.

Néanmoins, comme les données disponibles auprès des autorités, notamment les rapports du plan de circulation, n'incluent pas d'enquête connaissance/satisfaction, l'enquête que nous avons réalisée se présente aussi comme un complément indispensable aux données à disposition.

C. Défaillances sur l'enquête du plan de circulation

La réalisation de cette enquête est aussi motivée par le fait que les rapports relatifs au plan de circulation de la ville de Mila, récupérés auprès de la direction du transport de la wilaya, bien que contenant des données importantes, présentent quand-même plusieurs défaillances et anomalies sur le plan méthodologique et en matière de traitement statistique.

Premièrement, le plan de répartition spatiale de la ville en zones qui a été adopté est perfectible. Il tend à créer des zones de tailles variables, avec des caractéristiques hétérogènes. On remarque l'existence de zones dont les limites entourent uniquement de petits districts à vocation exclusivement administrative ou industrielle, et d'autres contenant uniquement des équipements publics (cf. Figure 22, p. 105). Ceci donne (à la vue des matrices O/D) l'impression que les choix en matière de découpage spatial et de dispersion des échantillons d'enquête lors de la réalisation du plan de circulation ne se basent pas sur des critères de zonage bien définis (par exemple, pour une enquête réalisée en porte à porte, il est difficile de justifier la taille d'un échantillon allouée à une zone où il n'y a que le stade de la ville et une salle omnisports).

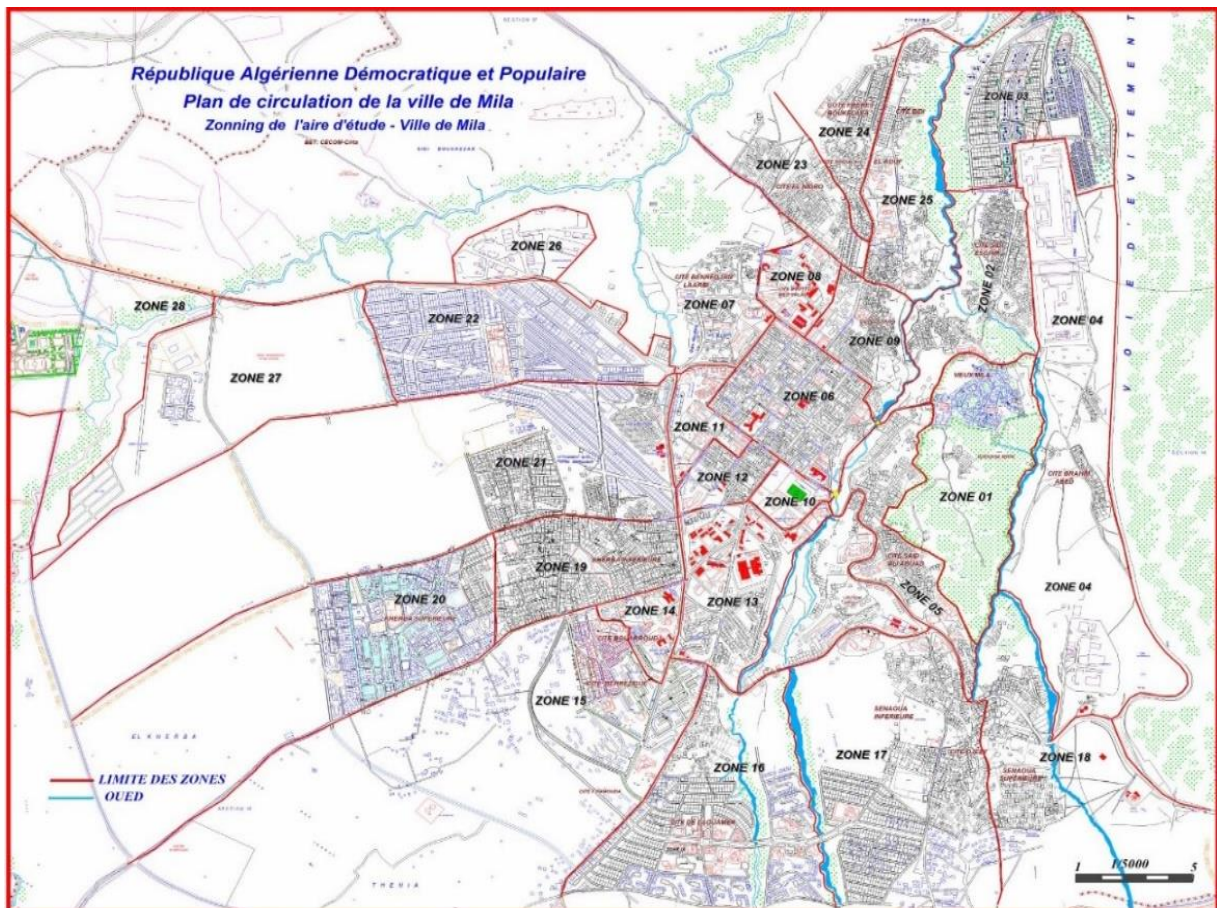


Figure 22: Répartition en zones de la ville dans l'étude du plan de circulation (2014)

Deuxièmement, à l'issue d'une première enquête pilote réalisée par nos soins auprès de 50 citoyens début 2018 (Adjeroud et al., 2019), une différence relativement importante a été observée entre les résultats des indicateurs de mobilité tirés des rapports du plan de circulation (Direction du Transport de la Wilaya de Mila, 2014), et certains chiffres que nous avons recueilli sur le terrain (cf. Tableau 7, p. 106). C'est alors également par souci d'actualisation que cette enquête est menée dans le cadre de notre thèse.

Tableau 7: Différences entre le rapport du plan de circulation et l'enquête pilote réalisée en 2018

	Enquête du plan de circulation	Enquête pilote
Part de la voiture	18,25 %	31 %
Part du transport collectif	29,66 %	45,2 %
Déplacements quotidiens	< 1,5 Dépl/jour	2,53 Dépl/jour
Répartition public/privé	Non relevée dans l'enquête	Relevée dans l'enquête
Structure socioprofessionnelle	Non relevée dans l'enquête	Relevée dans l'enquête
Satisfaction des usagers	Non relevée dans l'enquête	Relevée dans l'enquête
Aspirations des usagers	Non relevées dans l'enquête	Relevées dans l'enquête

Troisièmement, à la vue de la manière dont les enquêtes ont été réalisées, et de la façon dont les données sont traitées, un problème de représentativité se pose de manière importante.

La taille de l'échantillon choisi pour l'enquête du plan de circulation a été de 215 enquêtés, répartis sur 28 zones (mode de répartition inconnu). Ce qui fait que la représentativité est assez faible par rapport à la population totale. Et par conséquent, on remarque qu'il y a un ratio d'un enquêté pour 424 habitants, et que la matrice origine/destination n'est pas suffisamment fournie pour représenter l'ensemble des axes de déplacements récurrents (cf. Tableau 8, p. 107).

Tableau 8: Matrice O/D du plan de circulation

MATRICE ORIGINE / DESTINATION VILLE DE MILA																														
O/D	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	ZEXT	Total
Z1	0	0	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10
Z2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
Z3	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7
Z4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z5	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	7
Z6	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	18
Z7	0	0	0	0	0	3	0	1	1	4	0	1	2	2	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Z8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	8
Z9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	7
Z10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Z11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	4
Z12	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Z13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Z14	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Z15	0	0	3	0	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	14	
Z16	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Z17	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	
Z18	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8	
Z19	0	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Z20	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
Z21	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Z22	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	
Z23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Z24	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10	
Z25	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
Z26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z27	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z28	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ZEXT	2	0	0	0	1	3	4	5	0	3	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4	5	41
Total	6	3	6	3	6	38	15	23	2	8	1	2	7	14	10	3	6	10	3	3	1	1	1	3	6	2	2	13	17	215

4.2.2 Hypothèses

Bien que l'enquête pilote réalisée en amont de ce travail dans le but de confirmer l'existence de certains décalages entre nos observations de terrain et le contenu des rapports relatifs au plan de circulation repose sur un échantillon restreint de 50 personnes, elle révèle quand-même beaucoup d'éléments qui permettent d'émettre certaines hypothèses à propos des résultats attendus à l'issue de l'enquête finale complète dont les résultats seront présentés par la suite.

Étant donné notre connaissance préalable du terrain, et au vu des indicateurs obtenus à travers cette première enquête, les hypothèses suivantes ont été émises :

- Les niveaux de mobilité quotidienne à Mila sont plus importants que ce qui est annoncé dans les rapports du plan de circulation en 2014 ; voire plus importants que dans les grandes villes du pays.
- La marche à pied et les transports en commun sont les moyens de déplacement privilégiés des mileviens.
- La part modale de la voiture est aussi plus grande que celle annoncée dans les rapports du plan de circulation et il existe un lien étroit entre la motorisation des ménages, leur choix du mode de déplacement urbain, et le budget alloué au transport en ville.

- Le système de transport en commun milevien présente beaucoup de faiblesses et de dysfonctionnements, ce qui fait que les niveaux de connaissance et satisfaction des usagers-citoyens par rapport à l'offre de transport restent limités.
- Il y a une forme de polarisation des flux de déplacement vers le centre-ville, mais une demande consistante de mobilité périphérique et interquartiers existe.
- Il y a une inadéquation entre l'offre actuelle de transport et la demande de mobilité (jusque-là mal évaluée) ce qui influe sur les niveaux et la qualité de desserte.

4.2.3 Confection du questionnaire

L'enquête s'inspire en partie de la structure des enquêtes déplacements villes moyennes du standard Certu^{1,2}, et des choix adoptés pour l'enquête ménages déplacements de la ville d'Alger (EMA/BETUR & CNEAP 2004), bien que nous nous limitons à une seule personne par ménage, que le découpage des secteurs soit plus fin et qu'un volet sur la connaissance de l'offre soit intégré dans les questionnaires.

La structure des questionnaires est conçue de façon à s'adapter aux exigences locales, où il est difficile d'obtenir certaines données, notamment tout ce qui concerne les informations sur les ménages (Guentri et Boubakour 2013), leurs caractéristiques socioprofessionnelles, leurs revenus...

A. Choix des variables et des indicateurs recherchés

Les résultats recherchés doivent permettre une meilleure connaissance de la situation dans le secteur des transports à Mila, et offrir une évaluation suffisamment détaillée de la demande et des pratiques de mobilité quotidienne. Ils serviront éventuellement à alimenter et orienter le travail de modélisation qui arrivera par la suite, et doivent donc fournir les informations nécessaires sur les aspects qui caractérisent la population des modèles de simulation (partie 3, p. 161)

Outre les caractéristiques démographiques, les principaux indicateurs et variables recherchés dans cette enquête sont :

- Le niveau de mobilité quotidienne (nombre de déplacements/jour/personne) ;
- La répartition modale et la répartition des motifs de déplacements ;
- Les horaires et itinéraires de déplacements ;
- Le niveau de motorisation et de multi-motorisation des ménages ;

¹ https://www.cnis.fr/DPR_2013_2e_reunion_COM_territoires_enquetes_deplacements_certu.pdf

²

- Le budget mensuel alloué au transport et aux déplacements urbains par personne ;
- La capacité des usagers à différencier les opérateurs de transport public et privé ;
- Les degrés de connaissance et de satisfaction de l'offre et des tarifs ;
- Les points forts et les points faibles du réseau du point de vue des usagers ;

B. Structure du questionnaire

Pour une meilleure fluidité lors de la réalisation et pour optimiser la gestion du temps, le questionnaire d'enquête a été divisé en plusieurs parties homogènes :

Informations personnelles

Centrée autour des questions sur :

- Le genre, l'âge, la fonction et le quartier de résidence de la personne ;
- La situation familiale, la motorisation, et le niveau d'équipement du ménage ;
- Le budget mensuel alloué au transport urbain (y compris l'usage de la voiture).

Connaissance et satisfaction

Portée sur :

- La différenciation des offres ;
- Le degré de connaissance du réseau de transport collectif public (échelle de 5 niveaux : Mauvaise, Passable, Moyenne, Bonne, Excellente) ;
- Le degré de satisfaction du réseau de transport collectif public (échelle de 4 niveaux : Pas du tout satisfait, Plutôt pas satisfait, Plutôt Satisfait, Tout à fait satisfait) ;
- Les points forts du réseau de transport collectif public ;
- Les points faibles du réseau de transport collectif public ;
- Le degré de connaissance du réseau de transport collectif privé (échelle de 5 niveaux : Mauvaise, Passable, Moyenne, Bonne, Excellente) ;
- Le degré de satisfaction du réseau de transport collectif privé (échelle de 4 niveaux : Pas du tout satisfait, Plutôt pas satisfait, Plutôt Satisfait, Tout à fait satisfait) ;
- Les points forts du réseau de transport collectif privé ;
- Les points faibles du réseau de transport collectif privé ;
- La satisfaction par rapport aux tarifs.

NB : Les points faibles et les points forts sont inventoriés à partir de réponses à des questions ouvertes, mais sont regroupés lors de la phase de dépouillement des données en sous-catégories (Fréquence, Desserte, Vitesse, Confort/Sécurité, Organisation/Régularité et Qualité du personnel/Respect à bord) par souci d'uniformisation des données et pour faciliter le tri.

Pratiques de déplacement

Comprenant les questions sur :

- L'usage et les motifs d'usage des taxis ;
- Le nombre de déplacements quotidiens effectués par la personne enquêtée ;
- Les itinéraires de déplacement quotidiens (destinations, heures, mode de transport utilisé et motif du déplacement).

Aspirations et recommandations

C'est une partie principalement constituée de questions ouvertes et de discussions ; durant laquelle la parole est laissée aux personnes enquêtées afin de pouvoir relever leurs préoccupations, aspirations, leur vision des choses.

4.2.4 Échantillon d'enquête

Au vu des spécificités de l'enquête, réalisée dans un contexte caractérisé par un manque de données, nous jugeons nécessaire d'expliquer les caractéristiques de l'échantillon retenu :

- Quoique nous n'avons pas les chiffres les plus récents de population, l'échantillon de cette enquête a une forte représentativité (923/78261 habitants) ; la révision du RGPH¹ n'étant pas lancée au moment de l'enquête, nous nous basons principalement sur les estimations statistiques des services publics.
- La taille de l'échantillon a été choisie proportionnellement au nombre estimé d'habitants "mobiles"² à Mila, dans la limite d'un taux approximatif de représentativité de 1,5%. Il s'agit d'un échantillonnage où le nombre d'enquêtés dans chaque zone est proportionnel à la taille sa population ;
- La population concernée est principalement la population urbanisée de l'agglomération chef-lieu, hors zones éparses et hors résidences universitaires ;
- Les chiffres utilisés dans le calcul proviennent des estimations de l'annuaire statistique de la wilaya de Mila (direction de la programmation et du suivi budgétaire) et du rapport du plan directeur intercommunal d'aménagement et d'urbanisme (URBACO 2015).

A. Définition de la taille de l'échantillon

À partir des estimations officielles des organismes publics nous obtenons :

¹ RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

² Ici nous appelons habitants mobiles, tous les habitants en dehors de la population n'utilisant pas les moyens de transport collectif (estimée à 21-22 % de la population mère (données démographiques de l'annuaire statistique), et qui est principalement constituée d'enfants de moins de 4 ans, d'enfant en préscolaire/ écoles primaires (toutes les écoles primaires étant à proximité du domicile), et de personnes âgées de plus de 80 ans).

- Le nombre d'habitants de référence au moment de la réalisation de l'enquête pour la commune de Mila estimé à 78261 habitants ;
- Le taux d'urbanisation de la population dans la commune de Mila, estimé aux alentours de 91,65 %, ce qui donne une population urbanisée de 71726 habitants ;
- Une tranche d'âge des moins de 11 ans dont la taille est estimée dans le groupement intercommunal de Mila à 20,54 % (2013).

Sur la base de ces chiffres, en se concentrant exclusivement sur la population urbanisée, et en excluant la tranche d'âge des moins de 11 ans, le nombre d'habitants concernés par l'enquête est alors estimé à 56993. L'objectif initial est donc de réaliser 855 questionnaires, couvrant environ 1,5% de la population concernée.

B. Répartition spatiale

Pour la répartition spatiale, nous avons divisé la ville de Mila en 19 zones (cf. Figure 23, p.112) en plus de l'université, en prenant en considération les différentes limites et configurations naturelles du terrain, mais surtout le fonctionnement socio-spatial des zones, et les répartitions conventionnelles des quartiers adoptées par Algérie Poste. L'enjeu étant de créer des districts morphologiquement et fonctionnellement homogènes.

Nous obtenons par exemple des zones comme l'hypercentre, à dominante commerciale, des zones à vocation résidentielle (Lotissement Nord, Benmahjoub, Thenia...) ou des zones à vocation mixte à dominante d'habitat, pouvant comporter des équipements administratifs et des commerces (DNC, Boutout, Sennaoua inférieure.)

Chaque zone dispose d'un certain nombre d'attributs qui définissent ses caractéristiques (surface, nombre d'habitants, logements, densité...).

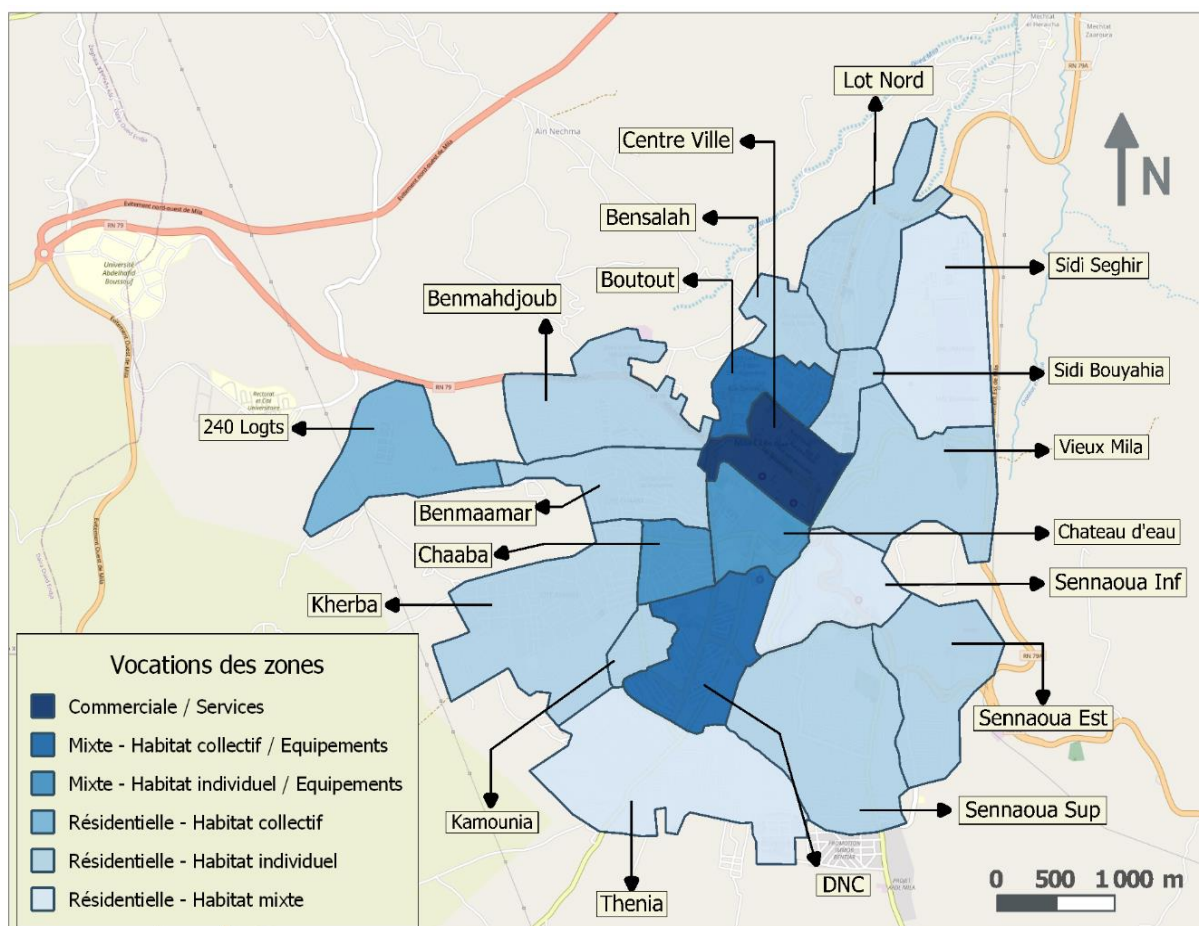


Figure 23: Répartition de la ville selon la vocation dominante des quartiers (Adjeroud. H)

Cependant, afin de définir la répartition spatiale de l'échantillon d'enquête, et en l'absence de statistiques officielles à propos de la répartition des habitants à l'échelle de la ville (habitants par quartier), cette donnée très importante a été calculée par nos soins en se basant sur le taux officiel d'occupation par logement (4,43 habitants/logement¹ à Mila), et sur l'observation et un comptage réalisé sur le terrain.

En effet, comme nous disposons uniquement des chiffres concernant le nombre et la répartition des logements appartenant au parc d'habitat collectif, nous avons commencé par un comptage sur le terrain et par imagerie satellitaire, nous permettant d'identifier et compter, dans chaque quartier, les constructions occupées à usage d'habitation individuelle. Néanmoins, dans l'impossibilité de connaître le nombre réel de logements qui se trouve dans une grande partie de ces constructions (immeubles familiaux), nous tenons compte du nombre de constructions à la place du nombre de logements.

Le taux d'occupation par logement ne pouvant pas s'appliquer aux constructions individuelles lors du calcul du nombre d'habitants par zone, nous avons décidé, au vu de

¹ Annuaire statistique de la wilaya de Mila, année 2016.

l'homogénéité en matière de répartition spatiale des immeubles familiaux sur l'ensemble des quartiers de la ville d'adopter un taux d'occupation par construction, estimé sur la base des données de population urbanisée et de la population occupant le parc d'habitat collectif.

Nous partons de l'idée qu'il faut commencer par le calcul du nombre d'habitants qui résident dans les ensembles collectifs à travers la formule : Habitants du collectif = Nombre de logements x Taux d'occupation par logement, ce qui donne : 5266 logements x 4,43 = 23328 habitants.

En soustrayant le chiffre obtenu de la population totale urbanisée à Mila (71726), nous avons estimé le nombre d'habitants résidant dans le parc d'habitat individuel à 48398. Le calcul est ensuite complété par le nombre de constructions à usage résidentiel qui ont été comptées (8314), ce qui nous a permis de définir un taux d'occupation par construction : TOC = habitants parc individuel / nombre de construction = 48398 / 8314 = 5,82.

Ce taux est adopté pour établir l'estimation finale du nombre d'habitants dans le parc de logements individuels ainsi que le nombre total d'habitants par zone. A titre d'exemple, 89 logements collectifs sont recensés par la direction du logement dans le quartier Benmaamar, et 392 constructions à usage résidentiel individuel ont été repérées lors de ce travail. Sur la base des ratios fixés (4,43 pour le logement dans les ensembles d'habitat collectif, et 5,82 pour les constructions individuelles à usage d'habitation), le nombre d'habitants dans ce quartier est estimé à 2676 (cf. Tableau 9 ,p. 113).

Tableau 9: Table d'attributs par quartier (Adjeroud. H)

Quartiers	Surface (HA)	Densité	Individuel	TOC	Hab_Indiv	Collectif	TOL	Hab_Collec	Hab_Quartier	Echantillon
Benmaamar	48,4	62	392	5,82	2281	89	4,43	394	2676	32
240 Logts	48,3	48	190	5,82	1106	240	4,43	1063	2169	26
Benmahdjoub	63,1	83	668	5,82	3888	185	4,43	820	4707	56
Chaaba	25,8	112	400	5,82	2332	56	4,43	248	2580	31
Kherba	98	77	1149	5,82	6687	0	4,43	0	6687	80
ESTE-Boutout-20 Aout	30,8	168	57	5,82	332	1080	4,43	4784	5116	61
Sidi_Bouyahia-El_kouf	13,8	156	294	5,82	1714	48	4,43	213	1927	23
Bensalah	17,7	137	367	5,82	2136	0	4,43	0	2136	25
Lot_Nord	45	92	469	5,82	2730	230	4,43	1019	3748	45
Sidi_Seghir	79,5	61	290	5,82	1688	660	4,43	2924	4612	55
Vieux_Mila	55,4	55	462	5,82	2689	0	4,43	0	2689	32
Sennaoua_Inf	36	80	247	5,82	1438	280	4,43	1240	2678	32
Kamounia	14,3	100	217	5,82	1263	0	4,43	0	1263	15
Sennaoua_Est	32,3	67	370	5,82	2153	0	4,43	0	2153	26
Sennaoua_Sup	114,4	69	1150	5,82	6693	0	4,43	0	6693	80
Thenia	82	100	777	5,82	4522	700	4,43	3101	7623	91
Centre_ville	36,7	93	401	5,82	2334	170	4,43	753	3087	37
DNC	54	125	176	5,82	1024	1260	4,43	5582	6606	79
Chateau_d'eau	40,5	68	238	5,82	1388	268	4,43	1187	2575	31

La Figure 24, p.114, permet de visualiser la répartition spatiale des habitants sur les différents quartiers de Mila, nous observons une forte concentration de la population dans les zones situées au sud de la ville, caractérisées par une faible mixité fonctionnelle, essentiellement composées d'immeubles d'habitat collectif ou d'habitat individuel sous la forme d'immeubles familiaux, et une faible densité de population dans le centre-ville et les zones environnantes (Château d'eau et Sidi Bouyahia), au vu de la concentration d'activités commerciales et de services, ainsi que dans les lotissements d'habitat individuel (Nord, Bensalah, Benmaamar).

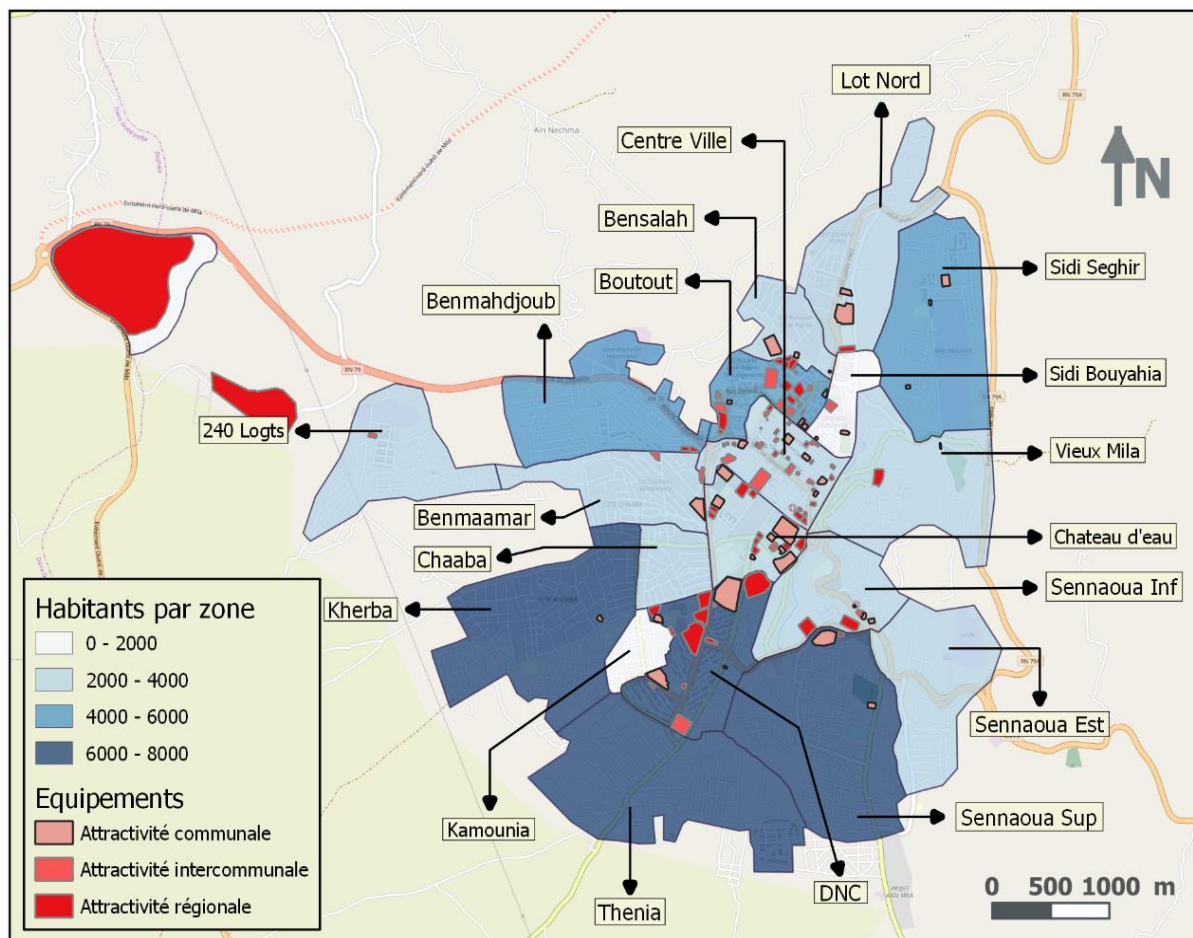


Figure 24: Répartition spatiale de la population (Réalisation : Adjeroud. H)

La taille et la répartition de l'échantillon d'enquête par quartier (cf. Figure 25, p. 115) sont ensuite définies à travers un échantillonnage par quota, où le nombre de questionnaires (855 comme cible) est divisé sur les zones de façon proportionnelle à la taille de leur population (mêmes ratios). Nous remarquons alors que le nombre de questionnaires à réaliser dans les quartiers sud de la ville, et dans les quartiers à dominante mixte "résidentiel collectif / équipements" est plus important que dans le centre-ville (dominante commerciale / services) et les zones de mixité habitat individuel / équipements.

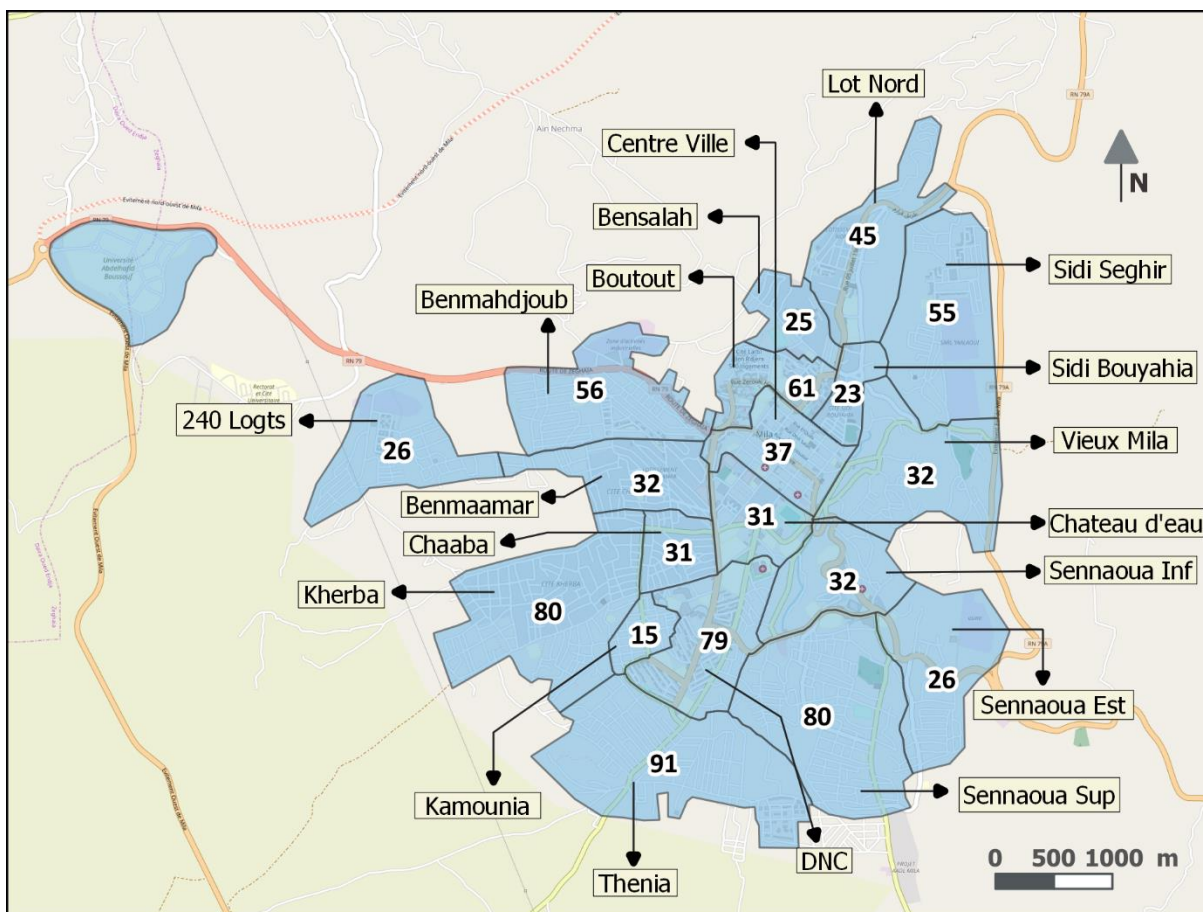


Figure 25: Répartition de l'échantillon (nombre de questionnaires) par zone (objectif)

4.2.5 Choix de la méthode d'acquisition des réponses

Bien que les méthodes d'élaboration des EMD d'Alger et de Bejaïa, et le standard CEREMA en ce qui concerne les enquêtes déplacements villes moyennes, inspirent la démarche adoptée pour la réalisation de cette enquête, il ne s'agit pas d'une reproduction entièrement conforme.

En effet, ayant des objectifs différents et un échancier plus restreint, cette enquête n'en reprend pas toutes les parties et les étapes. Elle est plus orientée sur les individus que sur les aspects qui caractérisent les ménages, et une seule fiche pour le questionnaire va regrouper l'ensemble des données ciblées (fiches personne, déplacements et opinion).

Il convient de citer un certain nombre de règles qui ont été fixées au début de l'enquête :

- Trois méthodes d'acquisition des données sont initialement adoptées ; le questionnaire en ligne, par appel téléphonique et en face à face sur le terrain.
- Les enquêtes en face à face sont réalisées chez les enquêtés à domicile ou dans leurs quartiers de résidence.

- Les logements sont choisis au sein des quartiers concernés de manière complètement aléatoire, et la première personne (ayant plus de 11 ans¹) qui ouvre la porte est enquêtée en plus d'une autre personne du ménage si l'occasion se présente.
- Tous les déplacements réalisés la veille du jour d'enquête par chaque personne enquêtée sont recensés (avec détails sur la destination, l'heure, le mode de transport utilisé et le motif de déplacement), à l'exception des déplacements de moins de 300 mètres dans le même quartier.
- Les enquêtes sont réalisées du lundi au vendredi (hors jours fériés), afin d'éviter le recensement des déplacements des jours de weekend (vendredi et samedi).

4.2.6 Déroulement de l'enquête et ajustements méthodologiques

L'enquête qui a commencé à la rentrée sociale (Septembre 2018) s'est principalement déroulée sur quatre étapes :

La première était principalement basée sur la réalisation de questionnaires en ligne et par téléphone. Elle a été annulée parce que les réponses recueillies en ligne ont présenté un taux de non-réponse élevé et beaucoup de réponses incomplètes, notamment lorsqu'il s'agit des questions ouvertes ; et parce qu'il n'était pas possible de faire des questionnaires par téléphone en l'absence d'un annuaire téléphonique géolocalisé (Algérie Télécom a refusé de le fournir). En plus, les résultats faisaient apparaître de façon très claire une prédominance de la catégorie d'âge 18-25 ans.

Les résultats d'enquête présentés dans la suite de ce travail sont donc, en totalité issus du terrain (passation de l'enquête en face à face).

La deuxième est la plus longue et la plus complexe. Il s'agit de l'étape de réalisation du travail d'enquête sur le terrain auprès des habitants en face à face.

Cette étape a duré plus de 5 mois et s'est caractérisée, contrairement aux enquêtes ménage déplacement des grandes villes algériennes, par le remplacement des fiches ménage par des fiches individuelles, premièrement par manque de temps (au vu des objectifs de la recherche nécessitant des données centrées sur les pratiques des individus, nous avons fait le choix de nous contenter de l'information sur le taux d'équipement automobile des ménages), et

¹ Norme utilisée aussi pour les enquêtes au "standard CEREMA". Les enfants de moins de 11 ans ne sont pas interrogés car c'est l'âge minimum pour accéder au collège. On considère qu'ils ne sont pas susceptibles d'utiliser régulièrement un moyen de transport autre que la marche, et qu'ils peuvent donner des réponses peu fiables.

deuxièmement par souci de fiabilité, car nous avons constaté un manque de précision dans les réponses données par l'enquêté concernant les autres membres de sa famille.

La troisième est l'étape de saisie des données recueillies durant laquelle les réponses des enquêtés, notées à la main, ont été saisies dans le logiciel d'enquête et d'analyse de données Sphinx iQ² pour être traitées par la suite.

Il est aussi important de noter que lors de cette étape, une uniformisation (et une forme de catégorisation) des informations issues des réponses ouvertes était nécessaire afin de permettre un traitement statistique précis et homogène.

La quatrième est principalement consacrée au traitement statistique des données récoltées et saisies, à leur inscription dans les tables attributaires et dans la base de données géographique créée sur QGIS, à la réalisation des différentes représentations cartographiques ainsi qu'à l'analyse et la discussion des résultats de l'enquête.

4.3 Caractérisation de la population enquêtée

4.3.1 Représentativité

Nous estimons que l'enquête réalisée est suffisamment représentative des tendances réelles dans la mesure où nous nous sommes fixés comme objectif de respecter au mieux la répartition spatiale de la population et les principales caractéristiques de sa composition démographique (genre, tranches d'âge...). D'un point de vue quantitatif, à la fin de cette enquête, le nombre total des personnes enquêtées s'est élevé à 923. Ce qui excède l'objectif fixé pour cette étude et équivaut à un taux de représentativité de 1,62 %. Largement supérieur à celui de l'enquête ménage déplacement réalisée à Alger (1,06%), et quatre fois plus important que celui de l'enquête du plan de circulation de la ville de Mila (où seulement 215 questionnaires ont été remplis).

4.3.2 Répartition spatiale

Le mode de répartition spatiale de l'échantillon et la taille prévue de la population sondée sont conformes aux objectifs. Le nombre de questionnaires à compléter a été atteint dans toutes les zones concernées par l'enquête.

Quoique le nombre ait été dépassé dans certaines zones de façon plus importante que dans le reste de la ville, nous estimons que ça n'a pas d'impact sur la qualité des résultats, si ce n'est une amélioration des niveaux de précision dans ces zones.

Cette différence est due au fait qu'un recours à l'aide d'une deuxième personne a été nécessaire au cours de l'enquête, ce qui fait que selon le rythme et le nombre de questionnaires

remplis par chacun des deux enquêteurs par jour, de légers dépassements du quota sont apparus dans certains quartiers.

Globalement, et conformément à la taille et la répartition des échantillons, définies avant la réalisation de l'enquête, nous constatons que le nombre de questionnaires réalisés dans les quartiers du sud de la ville, plus peuplés, et à dominante résidentielle est plus important que le nombre de questionnaires réalisés dans le centre-ville et les quartiers qui l'entourent, qui sont moins peuplés et à dominante commerciale ou mixte (cf, Figure 26, p. 118).

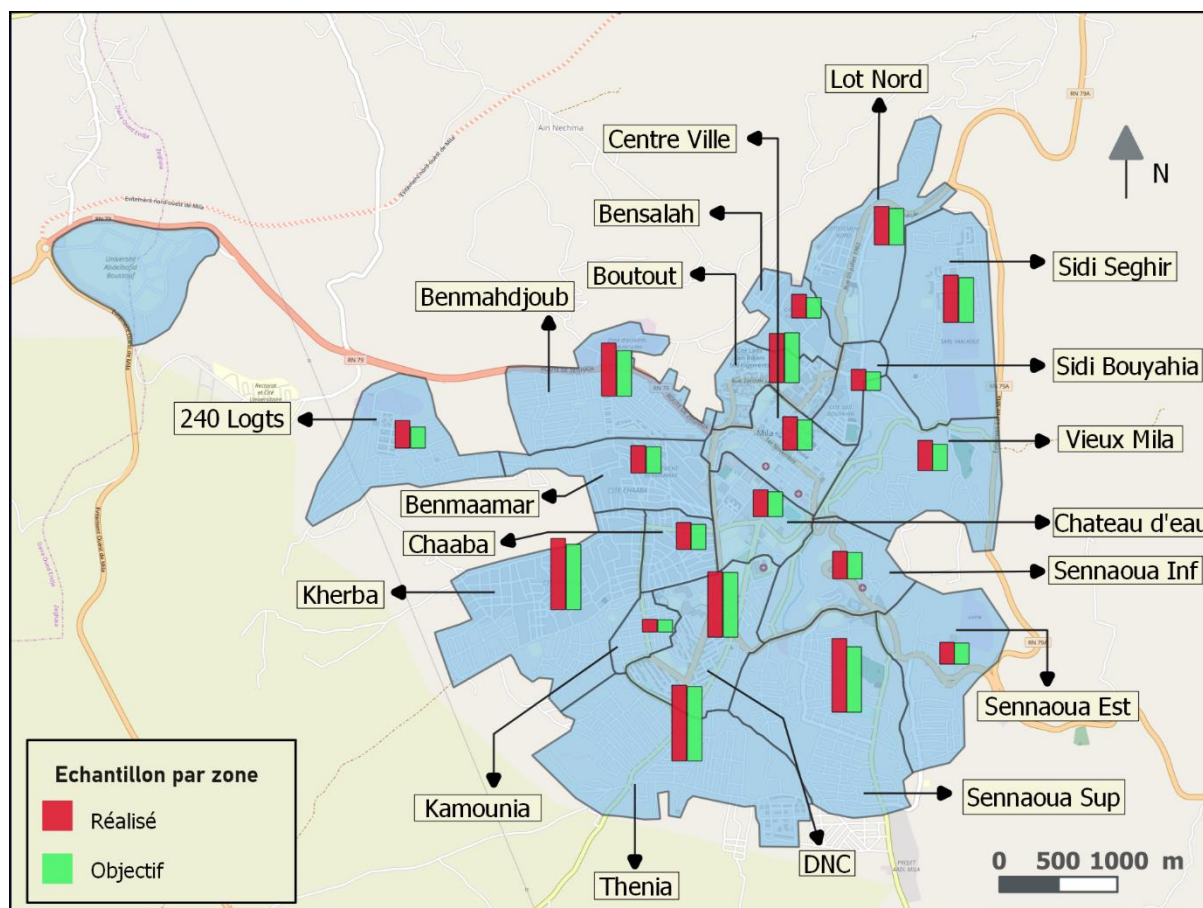


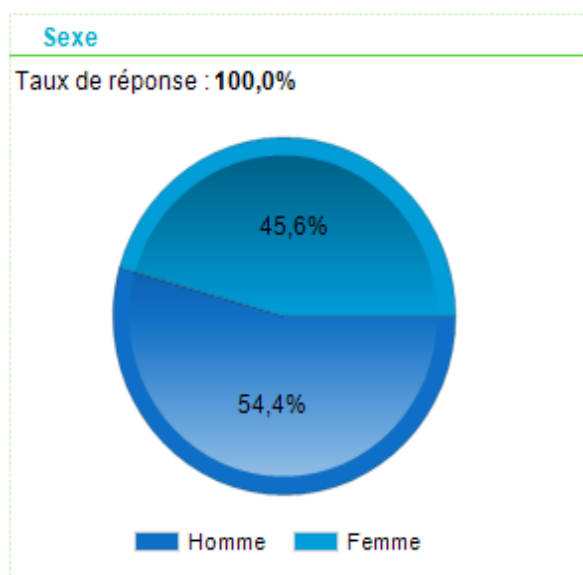
Figure 26: Répartition de l'échantillon d'enquête par zone (enquêtés)

4.3.3 Structure démographique de l'échantillon

L'échantillon obtenu à la fin de l'enquête est constitué de 54,4% d'hommes et de 45,6% de femmes (cf. Graphe 4, p. 119), contre une proportion réelle¹ de 50,42 % d'hommes et 49,58% de femmes. Cette différence est dû au fait que pour des considérations culturelles locales, il y a une certaine tendance à ce que ça soit un homme qui ouvre la porte du logement pour interagir avec un enquêteur homme. L'écart était plus important, mais le recours à une personne de sexe

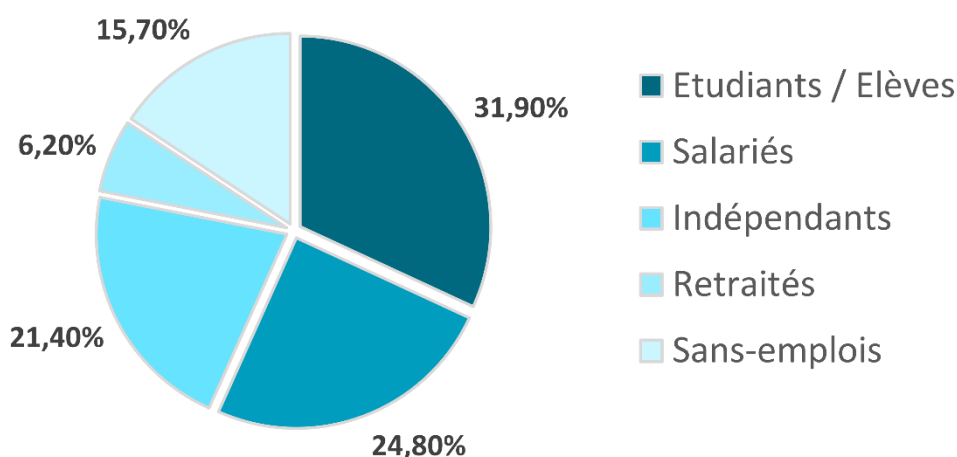
¹ Données 2015 de la Direction de la programmation et du suivi des budgets – Mila.

féminin pour réaliser une partie des questionnaires a permis d'équilibrer la composition finale de la population.



Graphique 4: Répartition de l'échantillon par sexe

Par ailleurs, la population de l'échantillon est très jeune, elle reflète la composition démographique de la ville et du pays. Plus de 75% des personnes enquêtées ont moins de 40 ans, 15,7% ont entre 40 et 55 ans, et 8,8% ont plus de 55 ans (cf. Graphique 6, p. 120).

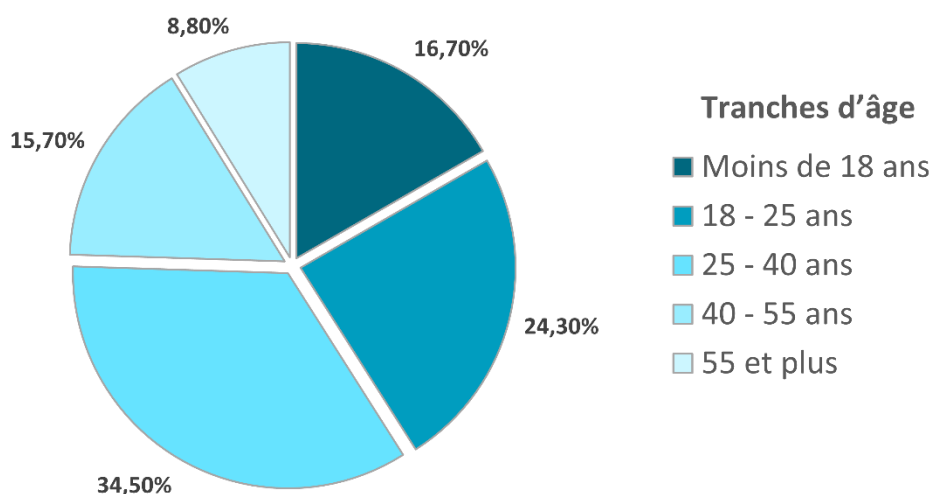


Graphique 5: Répartition de l'échantillon selon les catégories socioprofessionnelles

Une grande portion (31,9%) de l'échantillon est constituée d'élèves et d'étudiants ; la population en activité représente 46,2%, alors que le taux de la population déclarant être sans emploi (beaucoup de femmes au foyer) s'élève à 15,7% (cf. Graphique 5, p. 119). En effet, même si le taux de chômage colle au niveau officiel¹, tous les chiffres ne sont pas corrélés à la tendance réelle du fait que l'échantillon est choisi de façon aléatoire, que les questionnaires ont un caractère individuel, et que les enfants de moins de 5 ans et les personnes de plus de 80 ans ne

¹ Rapport du PDAU intercommunal de Mila, URBACO (2015).

soient pas inclus (plus de 12% de la population), ce qui fait surtout augmenter les taux de représentativité de la population occupée (31% à Mila).



Graphique 6: Répartition de l'échantillon par tranche d'âge

La Figure 27 (p. 121) présente la composition des catégories socio-économiques dans chaque quartier de la ville. Nous observons que dans le centre-ville, caractérisé par une dominance des activités commerciales et servicielles, il y a plus d'indépendants et de personnes exerçant des activités libérales (dont commerçants). C'est aussi le cas dans les quartiers limitrophes Sidi Bouyahia, dans le Vieux Mila, ainsi que dans la majorité des quartiers à dominante résidentielle individuelle ou mixte (lotissement Benmahdjoub, Sidi Seghir, Kherba).

Par ailleurs, nous retrouvons plus de salariés dans les quartiers où il y a plus d'ensembles d'habitat collectif (240 logts, DNC, Sennaoua inférieur) et dans les zones mixtes habitat/équipements où se trouvent beaucoup d'administrations publiques (DNC, Boutout). Cela s'explique en partie par une préférence de proximité du lieu de travail, mais aussi par l'importance du parc de logements de fonction et de logements sociaux attribués en priorité aux cadres et salariés des services et entreprises publiques durant la période qui a suivi la promotion administrative de Mila au rang de wilaya.

Nous constatons également qu'il y a globalement plus d'élèves et d'étudiants dans les quartiers périphériques à vocation résidentielle, plus récents, où se produit l'étalement urbain à travers les nouveaux lotissements et programmes de logement, généralement occupés par les jeunes ménages ayant plusieurs enfants en âge de scolarisation (Thenia, Kherba, Lot Nord).

Concernant les sans-emplois, il est difficile d'établir un constat pertinent vis-à-vis des logiques de spatialisation même si un niveau moins important est observé dans certains

quartiers résidentiels où se concentre une population relativement aisée (Benmahdjoub, Kamounia..).

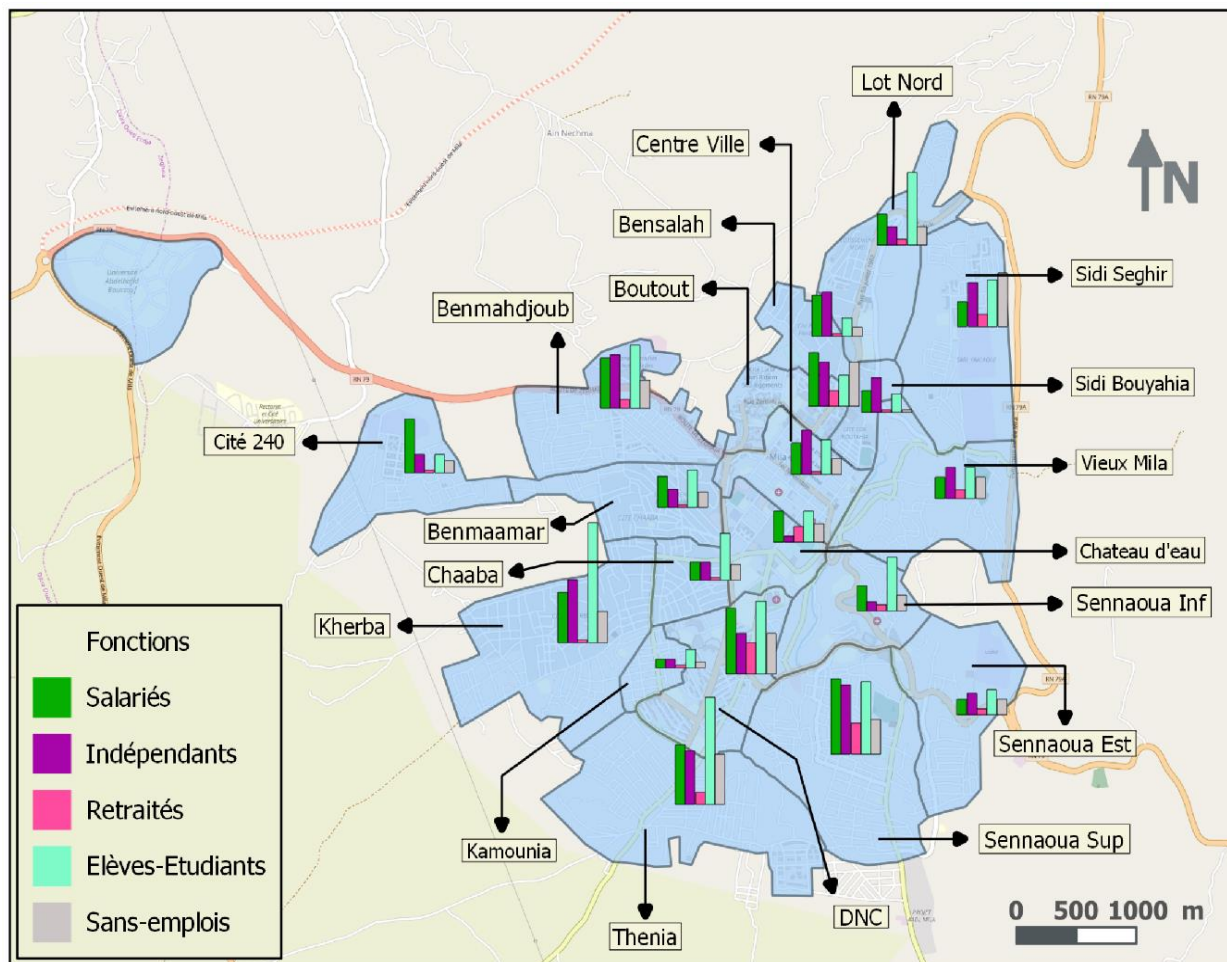


Figure 27: Répartition de l'échantillon par quartier selon la fonction (Réalisation : Adjeroud. H)

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le cadre méthodologique dans lequel a été préparée et réalisée une enquête déplacement à Mila, qui cherche surtout à combler un manque de données spatialisées et renforcer une connaissance limitée sur les pratiques de déplacement et les niveaux de demande de mobilité, au-delà de ce que permet l'enquête du plan de circulation réalisée auparavant par la DTW.

Notre enquête s'inspire largement du standard reconnu des enquêtes ménage déplacements et se consolide sur les aspects qualitatifs en prenant en considération les paramètres de connaissance du réseau, de satisfaction du service et les aspirations des usagers, tout en présentant un niveau de représentativité (qualitative et quantitative) supérieur à ceux observés dans la majorité des enquêtes réalisés auparavant. En effet, notre échantillon d'enquête, qui a une composition démographique relativement similaire à la tendance réelle, est réparti de façon proportionnelle à la densité de population sur le territoire de la ville découpée en 19 zones selon le fonctionnement socio-spatial.

Par ailleurs, lors des phases de réalisation, plusieurs contraintes se présentaient, dont une grande difficulté à réaliser les enquêtes par téléphone ou en ligne, et à interroger les femmes enquêtés lors des passages à domicile. L'ensemble des données présentées dans les chapitres qui suivent ont été récoltées sur le terrain lors d'entretiens réalisés en face à face avec 923 habitants de la ville de Mila.

Chapitre 5 : Demande de mobilité urbaine à Mila : spatialisation, caractéristiques et spécificités

Introduction

Le traitement et l'analyse des données de l'enquête est une phase cruciale et une partie très importante de ce travail de thèse. Elle permet de rassembler les clés de lecture et les indicateurs de performance permettant d'évaluer le rendement du système de transport à Mila, et pouvant servir d'éléments de réponse à nos questionnements de recherche, notamment sur la viabilité du mode de coexistence des services public-privé et son impact sur la qualité de service et la performance du système de transport.

Dans ce chapitre, l'analyse s'articule autour de trois parties principales :

- Une première qui est centrée sur la présentation et l'analyse des indicateurs liés à la mobilité quotidienne en rapport avec les catégorisations socio-économiques, et aux pratiques de déplacements.
- Une deuxième consacrée à l'évaluation quantitative de la demande de mobilité dans la ville, et à l'analyse des flux de déplacement.
- Une partie dédiée aux questions de connaissance des réseaux, de niveaux de satisfaction et aux aspirations des usagers.

5.1 Indicateurs, choix et grandes tendances

5.1.1 Mobilité quotidienne

La moyenne de mobilité quotidienne à Mila (2,62 déplacements/personne/jour), calculée à partir du recensement de tous les déplacements réalisés par les enquêtés la veille de l'enquête, semble être plus importante que dans les grandes villes du pays (1,69 à Alger¹ et 2,32 à Sétif²). Ceci est fort probablement lié aux caractéristiques morphologiques des villes moyennes, dans lesquelles les distances sont réduites, et aux conditions de déplacement plus fluides (moins d'embouteillages en dehors de l'hypercentre, plus de rotations sur les lignes de transports en commun...etc.) permettant aux personnes faisant des déplacements pendulaires d'effectuer plus de deux déplacements par jour.

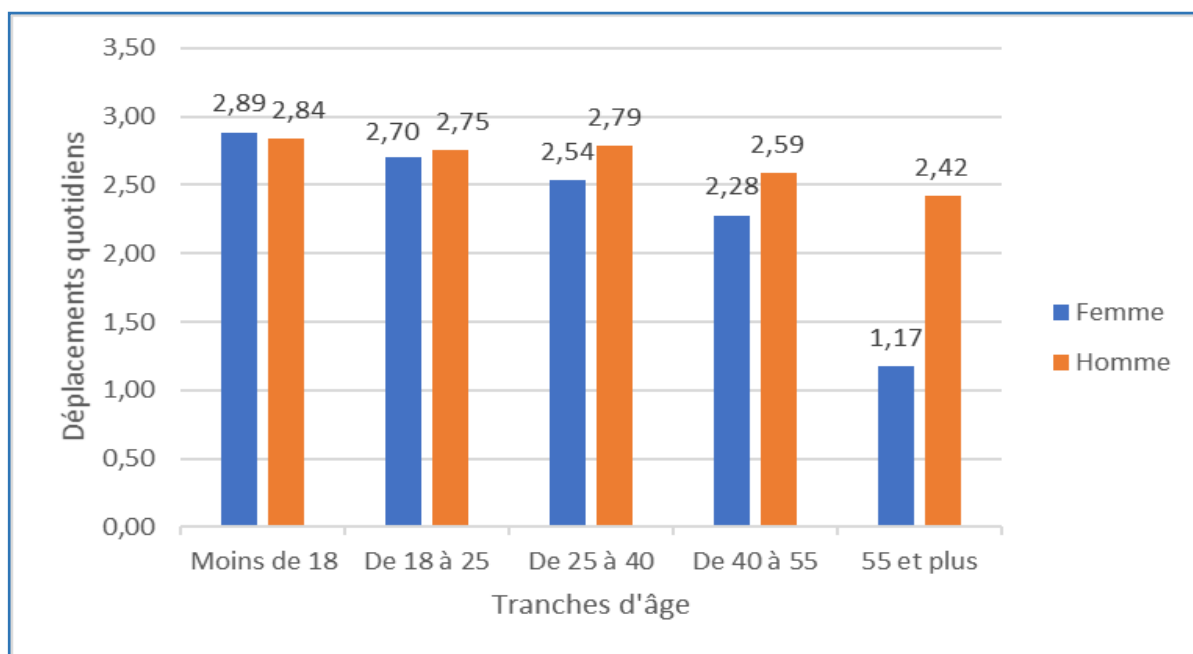
Il faut également noter que les déplacements à pied de moins de 300m à l'intérieur des quartiers (distance moyenne considérée comme acceptable pour se rabattre sur un arrêt de transport en commun, et en dessous de laquelle les usagers n'effectuent pas de choix modal) ne

¹ Source : Enquête ménage déplacement (EMA/BETUR & CNEAP)

² Source : APC Sétif

sont pas recensés. Les explications de l'enquête permettent dans la majorité des cas d'avoir une estimation fiable de la distance parcourue.

Néanmoins, bien que les moyennes ne soient pas trop éloignées, on voit que les hommes se déplacent légèrement plus que les femmes, et que le nombre de déplacements se réduit constamment avec l'âge (cf. Graphe 7, p. 124).



Graphe 7: Nombre de déplacements quotidiens à Mila par sexe et tranche d'âge

D'autre part, le niveau de mobilité a tendance à diminuer lorsqu'on se rapproche du centre, où les déplacements interquartiers ne sont pas indispensables, et où une grande partie de la population ne fait que des déplacements de proximité (cf. Figure 28, p. 125).

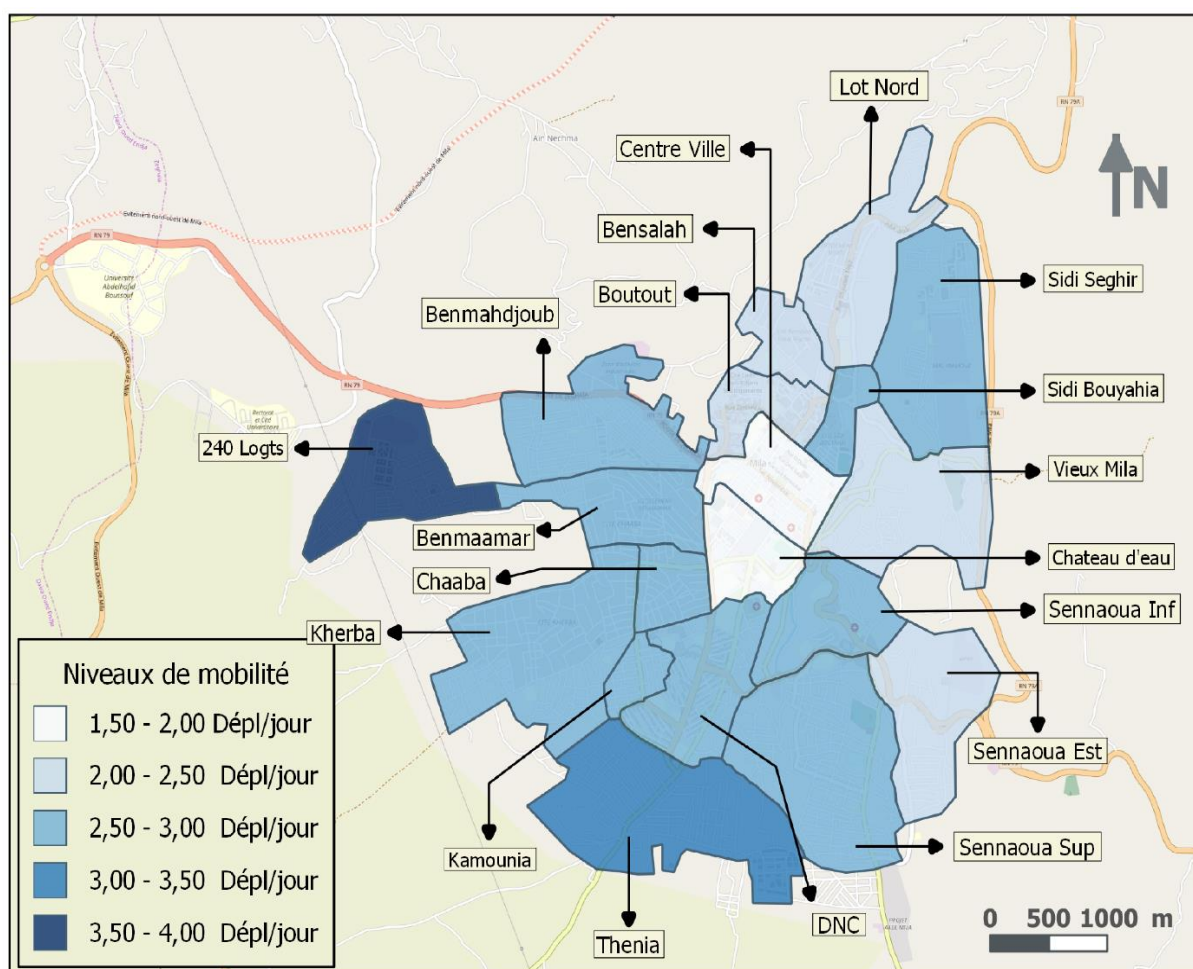


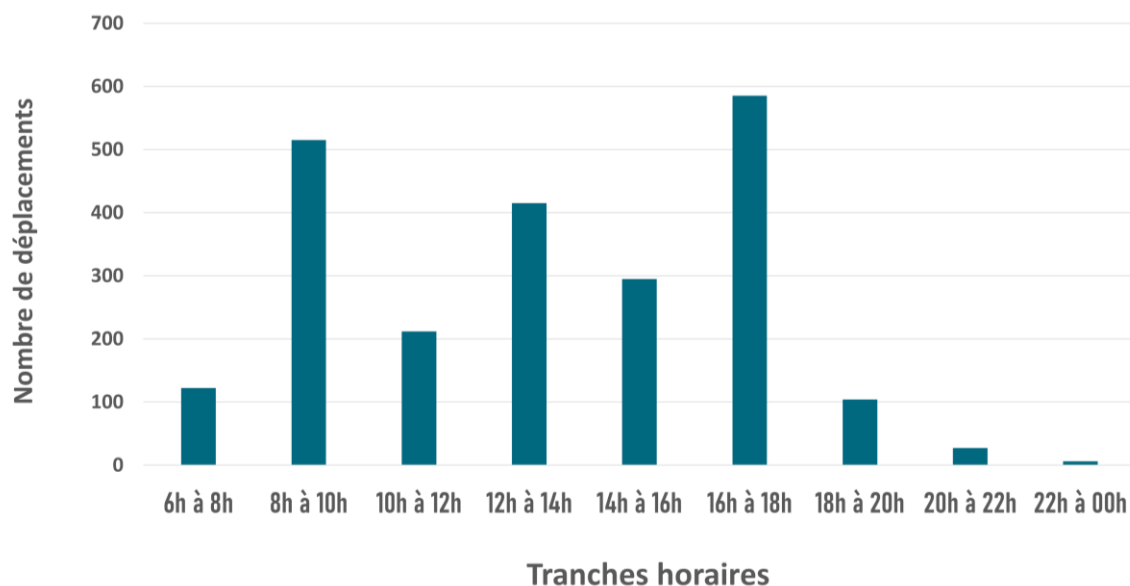
Figure 28: Nombre de déplacements quotidiens par personne dans chaque quartier (Réalisation : Adjeroud. H)

En ce qui concerne les horaires de déplacement au sein de la ville de Mila (cf. Graphe 8, p. 126), on remarque qu'une tendance plutôt familière domine les pratiques de mobilité, avec des pics de déplacements le matin vers 8h00 et l'après-midi entre 16h00 et 17h00, ce qui représente les heures de pointe durant lesquelles se font les déplacements pendulaires domicile-travail et domicile-étude plutôt favorables aux transports collectifs.

Comme beaucoup de personnes, notamment les élèves et les actifs, rentrent à leur domicile pour la pause-déjeuner (spécificité des villes moyennes et petites), une augmentation du nombre de déplacements à midi est observée.

En soirée, les déplacements deviennent rares, notamment après 18h. Les usagers qui se déplaçaient très peu la nuit dans les années 90 pour des raisons sécuritaires, peinent à renverser cette tendance, accentuée par le manque d'activités culturelles (fermeture puis reconversion de la salle de cinéma en centre culturel ouvert uniquement la journée, calendrier très léger des salles de spectacles...etc.) et de dynamique économique nocturne (commerces et restaurants qui ferment tôt sauf en été et en périodes de fêtes).

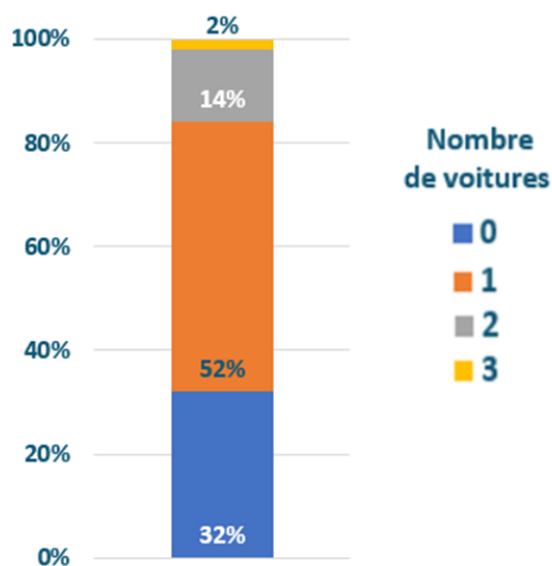
Les opérateurs de transport public et privé se sont systématiquement alignés sur ces horaires (19h00 pour l'ETUSM, 18h00 pour la majorité des opérateurs privés), notamment en hiver (le service est légèrement et naturellement prolongé durant l'été selon la longueur de la journée) ce qui rend le déplacement encore plus difficile le soir, et laisse une place à des taxis clandestins qui prennent le relais pour assurer des courses en soirée.



Graphe 8: Horaires de déplacement à Mila

5.1.2 Equipement et motorisation

Le niveau d'équipement automobile des ménages en véhicule à Mila s'élève à 68,25% (cf. Graphe 9, p. 126) Un taux relativement élevé si on le compare aux autres pays maghrébins ou africains. Ceci peut être justifié par le prix très accessible du carburant (subventions étatiques : 20 DA/litre de gasoil (0,15€), 40 DA/litre d'essence (0,30€)), qui rends l'usage des véhicules particuliers aussi bien accessible que l'usage des transports en commun.



Graphe 9: Motorisation des ménages à Mila

Cependant, il convient de noter que le taux de multi-motorisation reste limité à 15,87%, ce qui est loin de celui des pays du nord (presque 40% en France), et qui fait qu'en général, une seule personne par ménage (généralement le père) se déplace en voiture pour les trajets pendulaires. Ceci se répercute sur la répartition de la part modale, où l'usage de la voiture ne représente finalement que 25% des déplacements effectués (contre plus de 65% en France) (cf. Graphe 11, p. 131).

D'autre part, les niveaux d'équipement des ménages diffèrent d'un quartier à l'autre. Nous observons dans la Figure 29, p. 127 que des quartiers comme Benmaamar, Benmahdjoub, Bensalah et Sennaoua supérieur, caractérisés par une prédominance de l'habitat individuel, présentent des taux de motorisation plus élevés que ceux enregistrés dans les quartiers dominés par les ensembles d'habitat collectif (Boutout, 240 logements), ainsi que dans les quartiers à vocation résidentielle mixte et dans le centre-ville et son environnement immédiat (Château d'eau). Ceci pourrait s'expliquer par un pouvoir d'achat plus important des catégories sociales occupant les lotissements d'habitat individuel, ainsi que par un besoin de déplacement en voiture moins prononcé dans les quartiers polarisant les activités commerciales et les équipements publics et dans les zones denses bien desservies par les transports en commun.

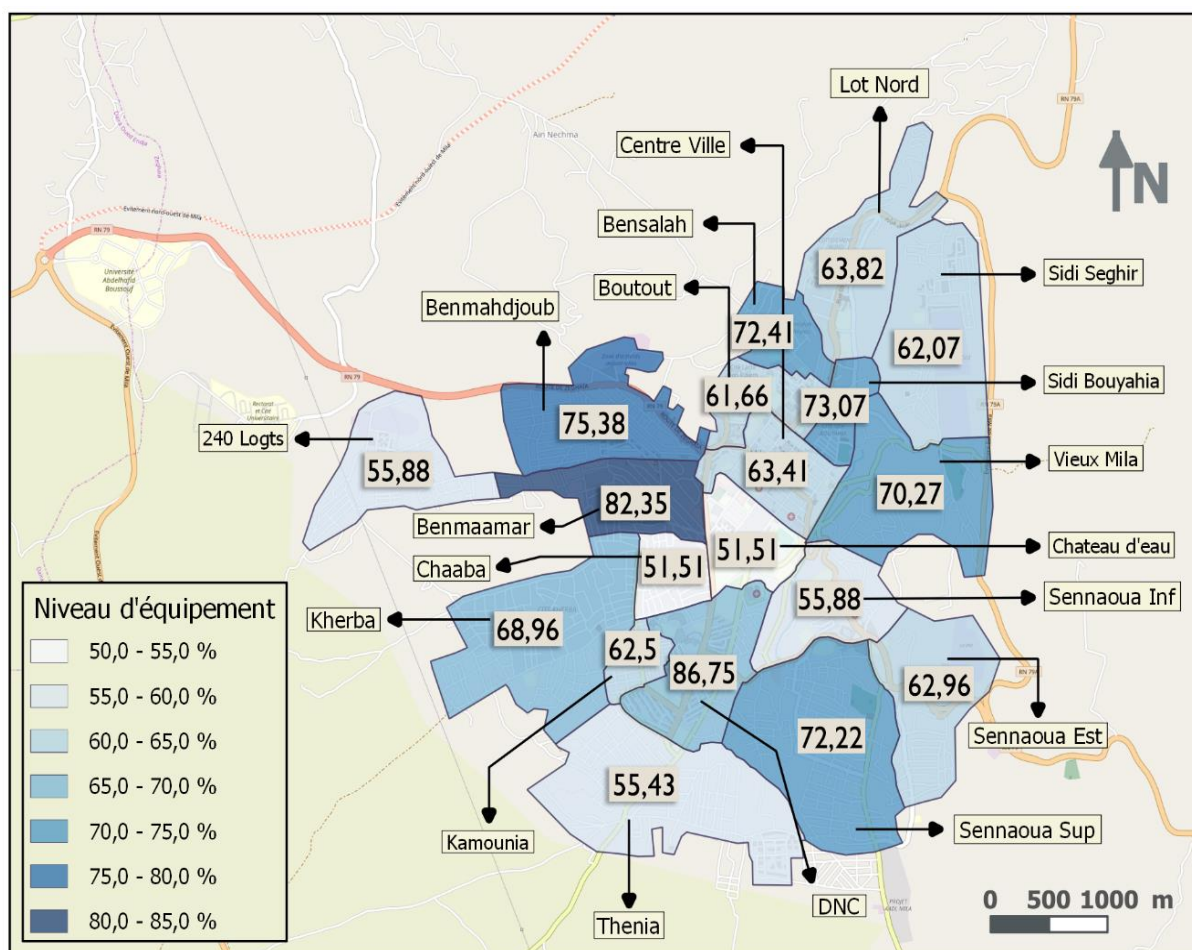


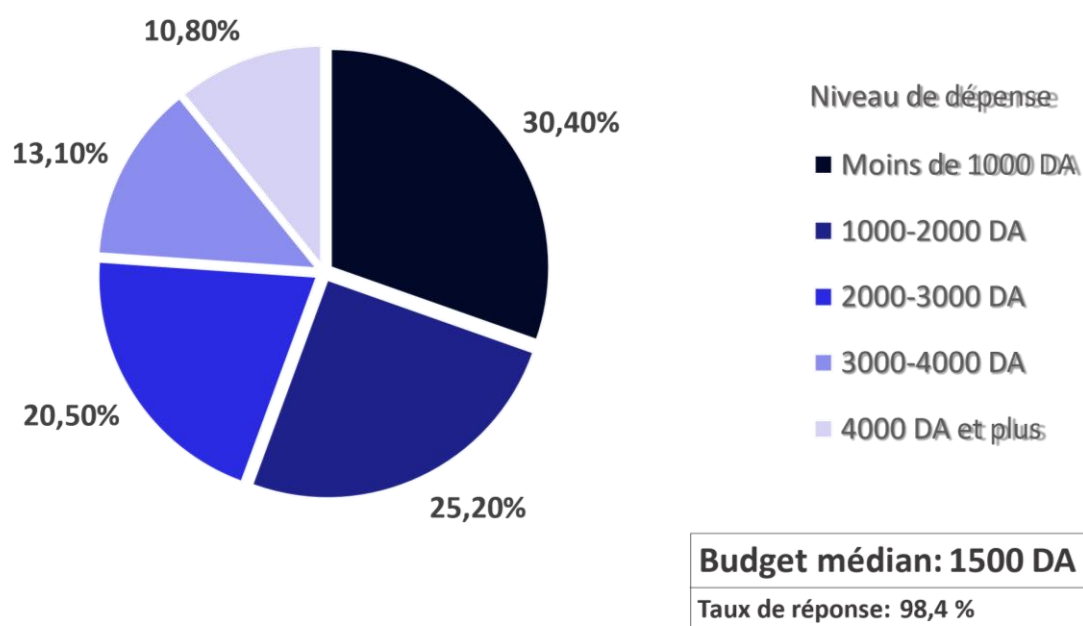
Figure 29: Taux de motorisation des ménages par quartier (Réalisation : Adjeroud. H)

5.1.3 Budget de transport

A. Dépenses mensuelles des usagers

Ici, le budget de transport urbain est le niveau approximatif des dépenses mensuelles consacrées par l'utilisateur à ses déplacements en milieu urbain, que ce soit à travers le transport en commun ou en voiture particulière. La question « combien vous dépensez approximativement par mois sur vos déplacements en ville selon vos pratiques les plus récurrentes ? » est posée aux enquêtés, qui sont assistés par l'enquêteur afin de parvenir à donner les estimations les plus fiables qui correspondent à leurs pratiques et à leur niveau de mobilité de tout un chacun.

Le budget transport mensuel médian par personne à Mila est de 1500 DA (10 €) (cf. Graphe 10, p. 128), ce qui représente 7,5% du salaire minimum garanti (20.000 DA / 135€), et 3,66% du salaire moyen en Algérie (41000 DA¹ / 275€). Un taux qui peut se multiplier plusieurs fois et peser considérablement sur le budget des ménages ayant un seul revenu, notamment au vu de leur grande taille (une moyenne de 5 personnes/ ménage) et de la population en activité qui ne représente officiellement qu'un quart de la population.



Graphe 10: Répartition de la population par niveau de dépenses mensuelles sur les transports

Sur le plan spatial, on remarque que la population des quartiers éloignés du centre-ville (Thenia, Sennaoua supérieur, 240 logements) a tendance à dépenser plus sur les déplacements urbains, avec des niveaux de dépense qui dépassent les 3000 DA ($\approx 20€$) dans certains cas (cf. Figure 30, p. 129). Ce sont d'ailleurs les quartiers où l'on a rarement recours à la marche à pied

¹ Chiffres de l'ONS : Office national des statistiques (2018)

pour effectuer des déplacements en milieu urbain, aussi bien à cause de la distance que du relief très accidenté, notamment au sud de la ville. L'usage des transports collectifs y est largement privilégié.

Il faut noter cependant que dans les petits quartiers de Bensalah et Sidi Bouyahia, une forte concentration de personnes exerçant à titre indépendant (commerçants), qui se déplacent beaucoup, et principalement en véhicule utilitaires est apparue dans l'échantillon. Le niveau de dépense de cette catégorie, bien qu'il porte à la hausse la moyenne des dépenses dans ces zones, relève d'un usage exceptionnel et ne reflète pas forcément une tendance générale.

Sur le reste de la ville, il y a une certaine homogénéité, nous observons des niveaux de dépenses relativement similaires.

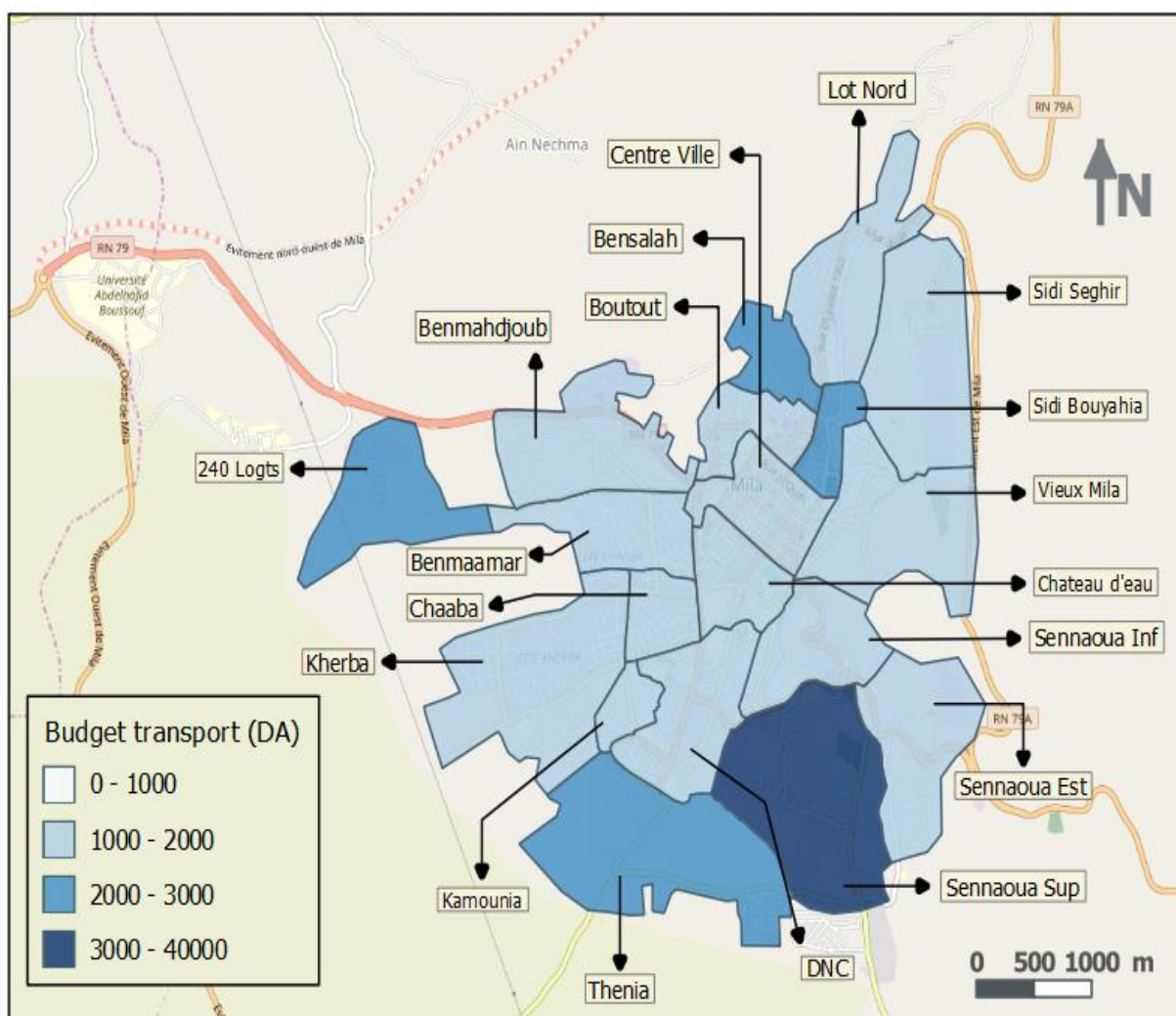


Figure 30: Moyenne des budgets de transport urbain par quartiers (Réalisation : Adjeroud. H)

B. Motorisation et dépenses de transport

Afin d'étudier la relation entre la motorisation des personnes et l'importance du budget alloué aux déplacements urbains, un test statistique de dépendance (khi deux) a été réalisé à partir des données à disposition.

Il cherche à confirmer ou à rejeter les hypothèses suivantes :

H_0 : Il n'y a aucun lien entre la motorisation des personnes et leur budget de transport urbain.

H_1 : Il y a un lien entre la motorisation des personnes et leur budget de transport urbain.

Les résultats du test statistique (cf. Tableau 10, p. 130) montrent que la valeur du Khi deux de Pearson est supérieure à celle du Khi deux inversé pour des risques d'erreur de 5% et de 1% (seuils de signification de 0,05 et 0,01). L'hypothèse nulle H_0 est donc rejetée. Il y a visiblement un lien de dépendance entre la motorisation des personnes et l'importance de leur budget mensuel alloué aux déplacements urbains. La majorité des personnes motorisées dépensent plus de 1500 DA/Mois (environ 10€) pour leurs déplacements urbains que le (ce montant étant le budget médian à Mila).

Tableau 10: Test de dépendance Khi^2 pour la relation motorisation / budget de transport

Motorisation	> 1500	< 1500	Total
Oui	157	41	198
Non	440	270	710
Total	597	311	908
	65,75%	34,25%	

Tab. Chi ²			
Motorisation	> 1500	< 1500	Total
Oui	5,5242403	10,60441	16,12865
Non	1,5405628	2,9572861	4,4978489
Total	7,0648031	13,561696	20,626499

CHI CARRE	20,626499
CHI CARRE 5%	3,8414588
CHI CARRE 1%	6,6348966

5.1.4 Choix des modes de transport

A. Parts modales

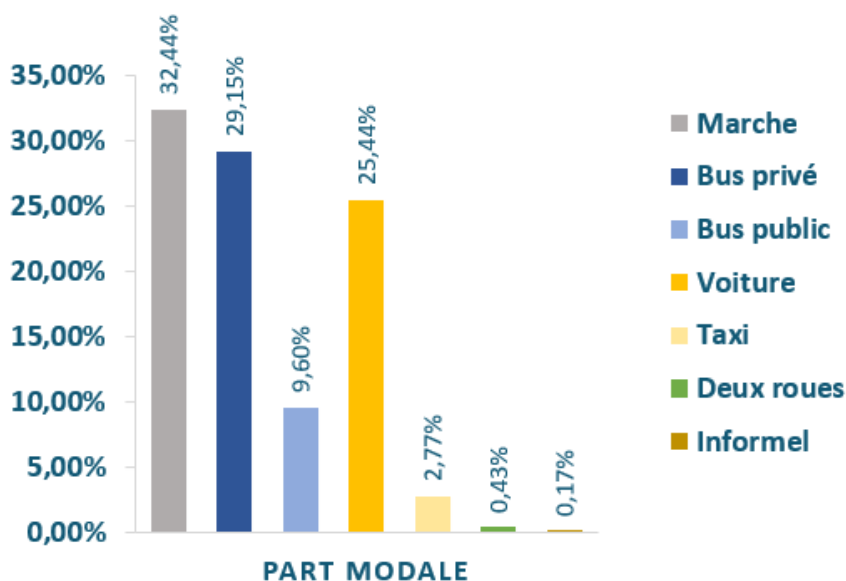
Globalement, dans la ville de Mila, l'usage des modes motorisés domine les pratiques de déplacement avec 67,56 % de part modale, ce qui est largement plus important que dans une

grande majorité des villes algériennes (elle est par exemple de 45% à Alger et de 51% à Bejaia selon les enquêtes ménage déplacements, réalisées respectivement en 2004 et 2006).

Les transports en commun (bus privés et publics) représentent le moyen de déplacement privilégié avec 38,75% de part modale, ce qui se rapproche des niveaux d'adoption dans des villes comme Béjaïa (39,92 %) et reste plus important qu'à Alger (28,74 %), alors que l'usage de la voiture est estimé à 25,44 %, dépassant largement le taux de recours aux véhicules particuliers dans les deux autres villes (12,79% à Alger, 9% à Béjaïa) ainsi que l'estimation du rapport du plan de circulation (18%).

Cette tendance peut s'expliquer par le relief très accidenté de Mila qui rend plus difficile le déplacement à pied ou à vélo, mais l'écart considérable avec les autres villes est forcément amplifié par les 15 et 13 ans qui séparent notre enquête de celles des villes mentionnées, durant lesquels on a observé une amélioration considérable de l'offre de transport en commun (Tramway et métro à Alger, ETUSB à Béjaïa), et une augmentation des taux d'adoption de la voiture parallèlement à l'amélioration de la situation économique du pays.

La marche à pied est le deuxième mode le plus utilisé à Mila (32,44%), mais pour les mêmes raisons évoquées ci-dessus, sa part reste nettement inférieure aux niveaux observés ailleurs (55,77% à Alger, 50% à Béjaïa) (cf. Graphe 11, p. 131).



Graphe 11: Répartition globale des parts modales

Sur le plan spatial, la marche à pied domine les déplacements dans le centre-ville et les quartiers qui l'entourent, près desquels se concentre une grande partie des activités commerciales des services et des équipements (Boutout, Château d'eau, Bensalah, Vieux Mila, Sidi Bouyahia). C'est aussi le cas pour l'ensemble des quartiers situés au nord de la ville, où le relief est plus favorable à la mobilité piétonne (Lotissement Nord, Benmahdjoub).

A l'inverse, le recours aux modes motorisés, et principalement aux transports en commun, est très dominant dans les quartiers périphériques éloignés du centre-ville, ayant principalement des vocations résidentielles, et situés dans les zones les plus accidentées de la ville (au sud). C'est notamment le cas des quartiers Sennaoua Sup, Thenia, Kherba et DNC.

Dans le même sens, nous observons que la part de la voiture augmente de façon quasi-systématique en allant du centre vers la périphérie, que l'usage des deux roues est presque inexistant dans la plupart des quartiers et que la petite part des taxis (sollicités occasionnellement) se répartit essentiellement entre le centre-ville et les zones périphériques (cf. Figure 31, p. 132).

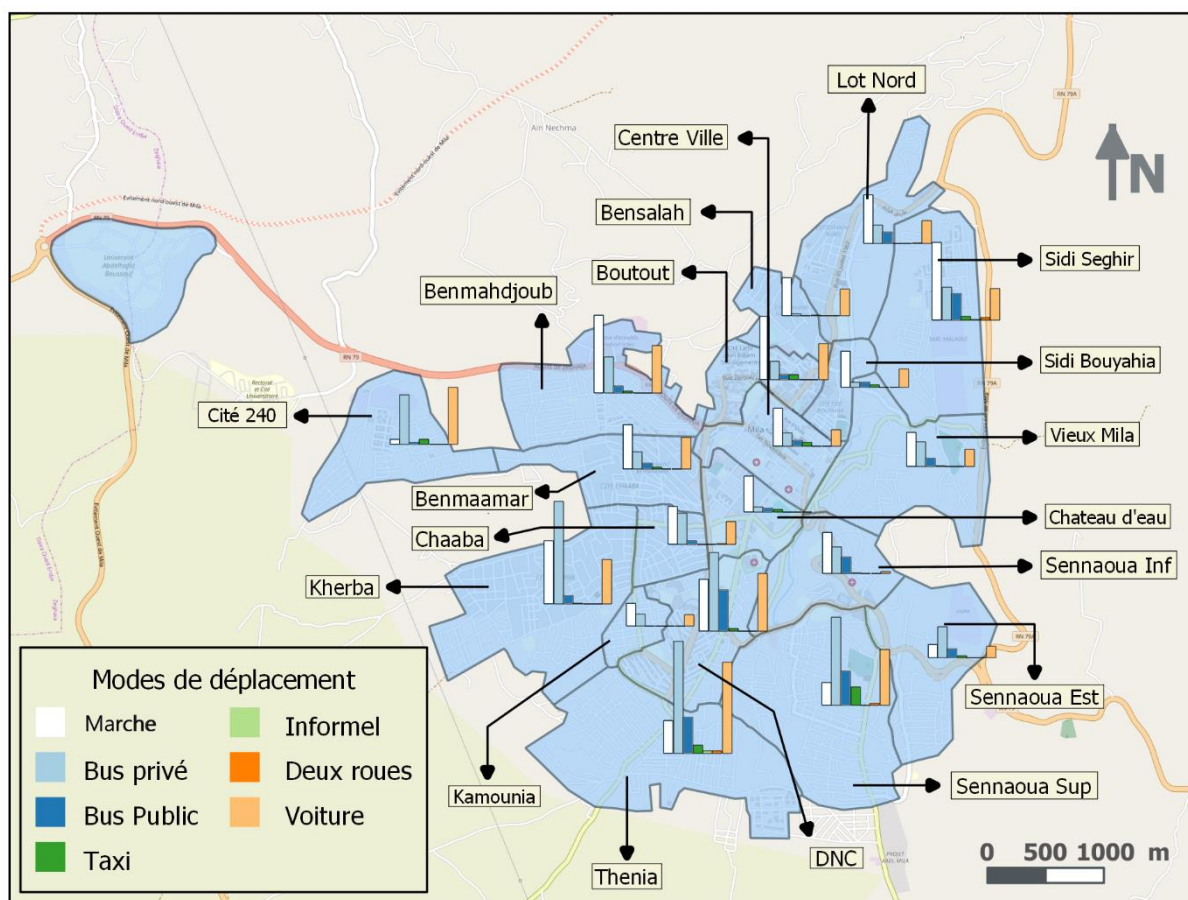
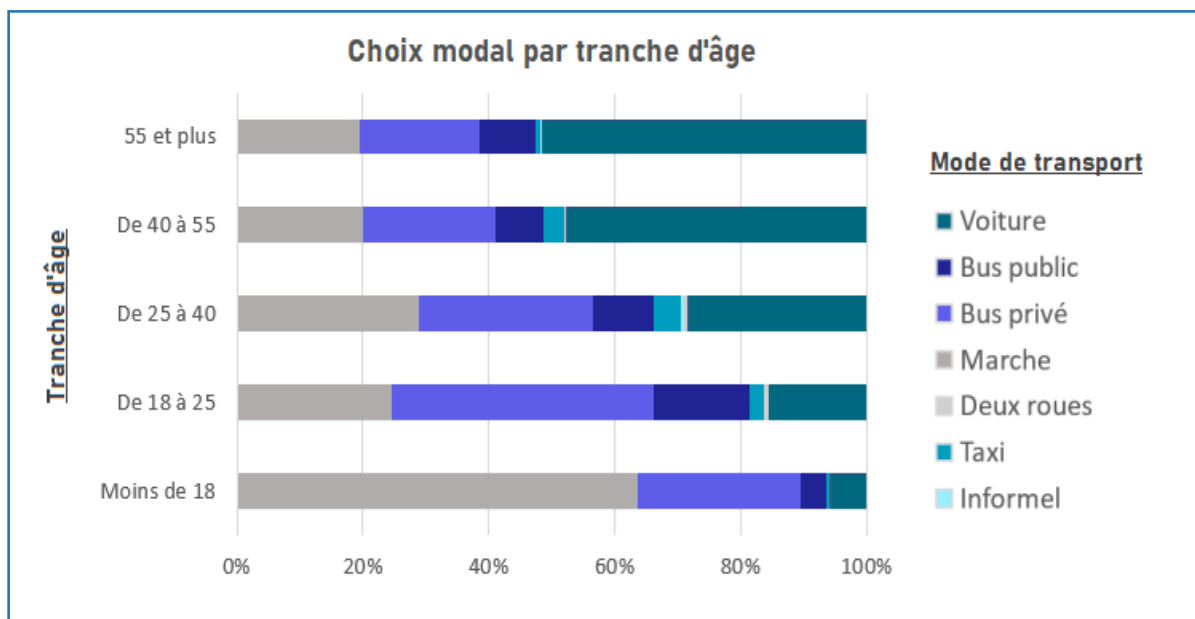


Figure 31: Parts modales par quartier (Réalisation : Adjeroud. H)

Cependant, si on regarde la répartition des choix modaux par rapport aux tranches d'âges et aux niveaux de mobilité (cf. Graphe 12, p. 133), on trouve que les moins de 18 ans effectuent largement plus de déplacements à pied (majoritairement des collégiens et des lycéens), alors que les étudiants (18 - 25 ans) tendent à utiliser beaucoup plus les transports en commun.

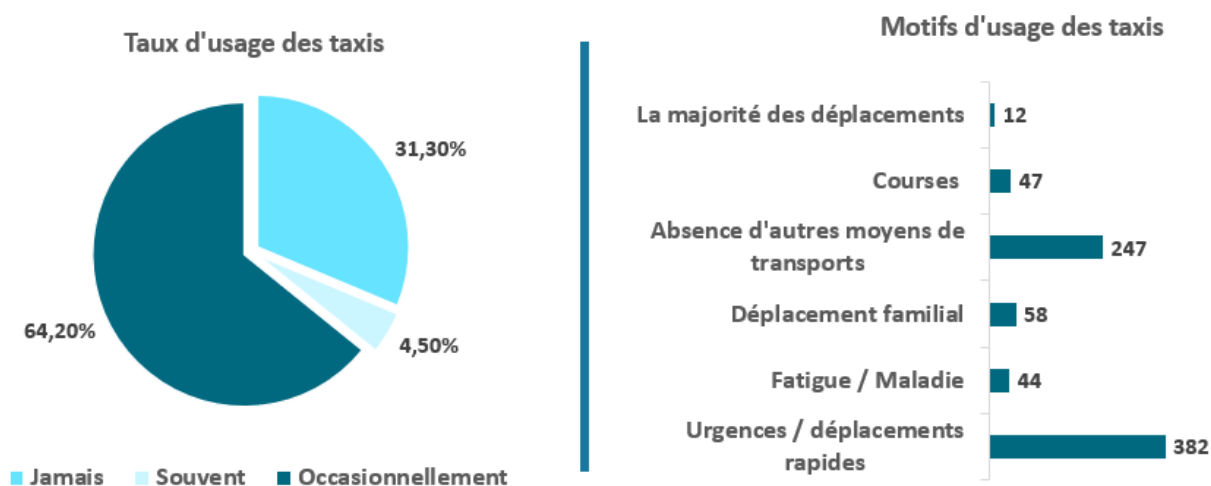
Les parts sont plutôt équilibrées pour la tranche la plus mobile (25-40 ans), mais l'usage de la voiture devient dominant chez les personnes de plus de 40 ans.



Graphe 12: Parts modales par tranche d'âge

En ce qui concerne l'usage des taxis, près d'un tiers de la population enquêtée déclare ne jamais utiliser le service, contre 64,2% qui les utilisent occasionnellement, et 4,5% qui les prennent souvent.

Il s'agit d'un mode de transport alternatif qu'une grande majorité des usagers utilisent uniquement pour les cas d'urgence, ou dans l'absence d'un moyen de transport en commun, la nuit et entre les quartiers périphériques (cf. Graphe 13, p. 133).



Graphe 13: Usage et motif d'usage des taxis

B. Motorisation et usage de la voiture :

Un test statistique de dépendance khi deux a été conduit en exploitant les réponses des enquêtés dans le but de vérifier s'il y a un lien de dépendance entre la motorisation des personnes et leur choix de moyens de déplacement, dont la marche et le transport en commun, On y cherche à confirmer ou à rejeter les hypothèses suivantes :

H_0 : Il n'y a aucun lien entre la motorisation des personnes et leur choix modal (notamment pour la voiture) pour les déplacements urbains.

H_1 : Il y a un lien entre la motorisation des personnes et leur choix modal pour les déplacements urbains.

Les résultats du test statistique (cf. Tableau 11, p. 134) montrent que la valeur de la statistique du Khi deux de Pearson (331,20) est supérieure à celle du Khi deux inversé pour des risques d'erreur de 5% et de 1% (3,84 et 6,63). L'hypothèse nulle H_0 est donc rejetée.

Il y a visiblement un lien de dépendance entre la motorisation des personnes et leur choix modal pour les déplacements urbains ; la plus grande part des usagers disposant d'un véhicule particulier effectue la grande majorité de ses déplacements en voiture.

Tableau 11: Test de dépendance χ^2 pour la relation motorisation / usage de la voiture

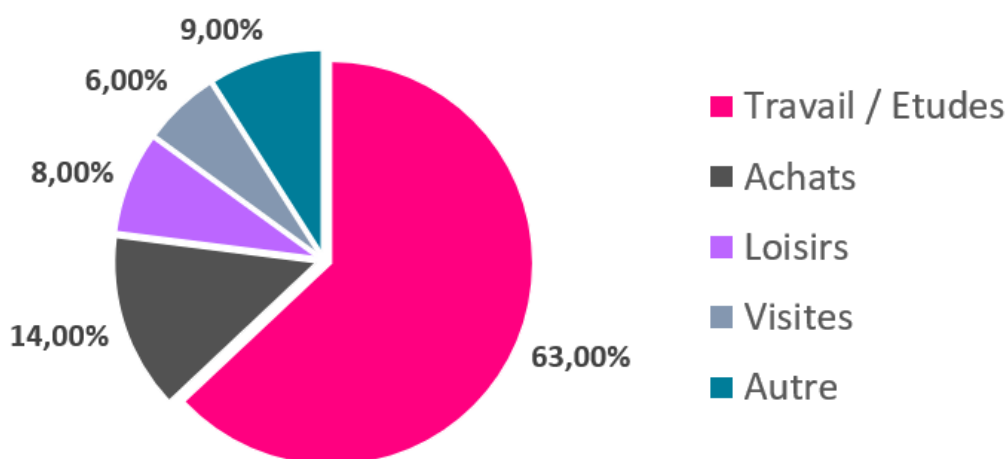
Motorisation	Autres	Voiture	Total
Oui	46	136	182
Non	564	57	621
Total	610	193	803
	75,97%	24,03%	

Motorisation	Autres	Voiture	Total
Oui	61,56142	194,57236	256,13378
Non	18,042155	57,024429	75,066584
Total	79,603575	251,59679	331,20037

CHI CARRE	331,20037
CHI CARRE 5%	3,8414588
CHI CARRE 1%	6,6348966

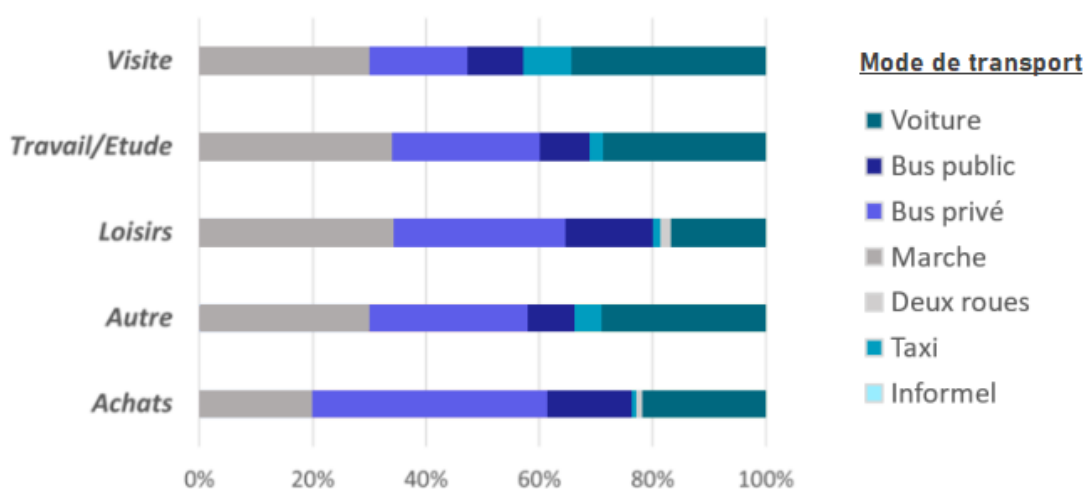
C. Motifs de déplacements

Les résultats affichent une part très importante des déplacements pendulaires. Si nous reprenons le vocabulaire du plan de circulation de la ville de Mila, 63 % des déplacements effectués à Mila sont considérés comme obligatoires (Travail ou études). Ces motifs sont généralement plus favorables aux transports collectifs car réguliers et répétitifs. Les déplacements pour faire des achats représentent 14% des mobilités quotidiennes, et la part des loisirs ou des visites est respectivement limitée à 8% et 6% (cf. Graphe 14, p. 135).



Graphique 14: Répartition des motifs de déplacement

Le graphique 15 (page 135) montre que les déplacements les plus récurrents (travail/études) sont effectués en utilisant les différents modes de transport (marche à pied, transports en commun, voiture) de façon très partagée. La voiture et les taxis sont beaucoup plus utilisés pour les visites familiales et les divers déplacements inclus dans la catégorie autre (visites des médecins, des administrations...etc.).



Graphique 15: Répartition modale des déplacements selon les motifs

La même répartition des motifs de déplacement se reproduit dans la majorité des quartiers (cf. Figure 32, p. 136). Cependant, nous constatons qu'il y a visiblement un lien entre le positionnement des quartiers par rapport au centre-ville et la part des déplacements effectués pour les loisirs ou pour réaliser des achats.

Cette part est sensiblement plus importante dans les quartiers périphériques les plus éloignés du centre-ville, ayant pour la plupart une vocation principalement résidentielle (Sennaoua supérieur, Kherba, Thenia, DNC..), que dans l'hypercentre et les zones qui l'entourent (Château d'eau, Sidi Bouyahia, Vieux Mila..).

Ceci est principalement lié à la concentration d'une grande partie de l'activité commerciale et servicielle, et de la majorité des équipements près du centre-ville, ce qui réduit pour les habitants des zones environnantes la nécessité de se déplacer ailleurs pour ces motifs. Leurs déplacements effectués pour des loisirs ou des achats rentrent en grande partie dans la catégorie des déplacements de moins de 300m, qui ne sont pas pris en compte dans le cadre de cette études (déplacements qui ne sont pas susceptibles d'être effectués en utilisant un moyen de transport motorisé).

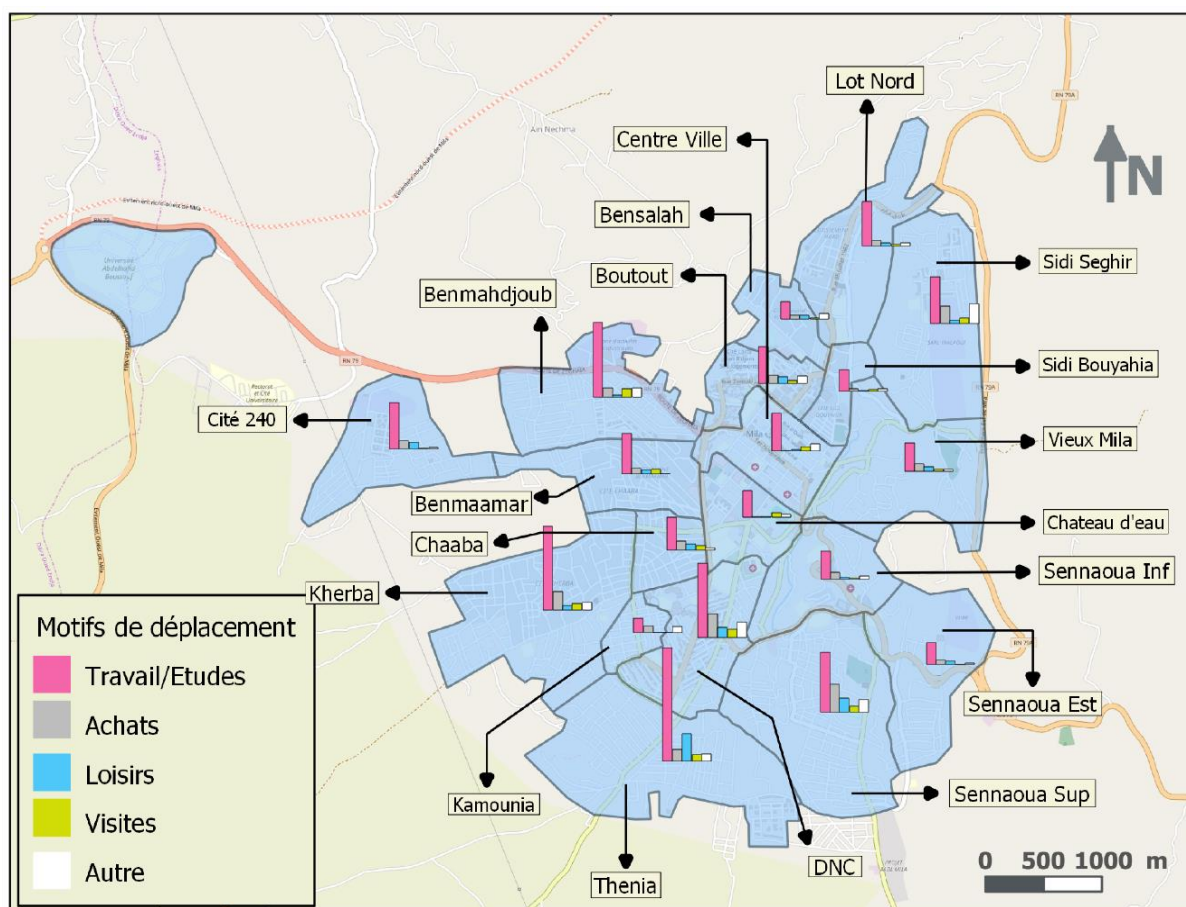


Figure 32: Motifs de déplacement par quartier (Réalisation : Adjeroud. H)

5.2 Demande réelle et flux de mobilités

5.2.1 Matrices Origine / Destination

L'enquête réalisée a permis d'élaborer deux matrices Origine / Destination mieux fournies et plus représentatives que celles du plan de circulation, elles comprennent plus de 2000 déplacements, contre 215 pour celles du le plan de circulation (cf. Tableau 12, p. 138).

Ces matrices permettent d'analyser les différents flux de déplacement, de les cartographier, et de les visualiser.

Elles permettent notamment d'évaluer la demande réelle en mobilité quotidienne entre les différentes entités géographiques, et de faire apparaître, lorsque les escales sont supprimées, les axes de déplacement où une demande existe et se développe en l'absence de liaison directe de transport en commun.

Sur le tableau ci-dessous, nous avons les deux matrices, la première prend en compte les flux se dirigeant vers le centre-ville uniquement dans le but d'effectuer une escale, et la deuxième les néglige. Lorsque nous comparons les valeurs dans les lignes et les colonnes Z13 (correspondant au centre-ville), nous remarquons une baisse de 20% de la taille des flux, ce qui correspond à des déplacements vers l'hypercentre qui se font uniquement dans le but de rejoindre d'autres quartiers.

Tableau 12: Matrices O/D, avec (haut) et sans escales (bas) en centre-ville

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Reçus
Z1		0	2	1	0	1	2	2	0	0	1	0	35	5	5	0	1	4	0	1	6	66
Z2	2		4	2	0	24	2	7	3	0	0	6	43	0	4	0	2	2	10	2	4	117
Z3	4	1		4	0	15	3	2	0	0	2	67	0	3	2	0	0	0	1	3	107	
Z4	0	2	4		7	4	0	1	5	2	2	0	26	2	2	3	0	3	0	1	0	64
Z5	0	0	0	6		2	1	0	1	0	2	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Z6	3	28	21	8	3		27	5	8	4	11	5	82	0	4	7	2	3	9	0	3	233
Z7	2	3	4	1	1	28		2	6	3	1	2	50	0	2	0	1	0	9	0	0	115
Z8	3	2	4	0	0	8	4		1	0	3	3	17	0	0	1	0	0	0	3	2	51
Z9	1	5	0	5	2	8	6	2		5	1	6	19	4	4	3	0	0	0	1	4	76
Z10	3	0	0	1		4	2	0	4		1	0	34	0	0	0	0	0	1	0	0	50
Z11	0	0	0	1	2	8	0	2	1	2		13	31	0	2	4	0	2	0	2	3	73
Z12	0	6	3	0	0	7	1	3	5	0	12		15	0	0	1	0	6	0	2	0	61
Z13	36	39	57	24	13	91	52	23	26	31	26	15		14	7	38	10	12	6	47	6	573
Z14	4	0	1	3	1	0	0	0	4	0	0	0	16		0	1	1	1	0	0	3	35
Z15	2	5	1	0	0	4	2	0	4	0	2	0	8	0		4	1	3	0	0	3	39
Z16	0	3	1	4	0	11	0	2	3	0	4	2	27	1	3		2	4	4	3	5	79
Z17	1	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	12	1	0	1		0	0	0	2	23
Z18	3	0	0	3	0	2	2	0	0	0	3	5	17	1	0	4	0		0	1	3	44
Z19	0	13	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0	0		0	0	37
Z20	0	8	2	2	0	1	0	2	1	2	2	1	37	1	1	4	0	1	0		0	65
Z21	2	5	4	0	0	4	1	1	1	1	3	0	5	4	5	4	3	2	0	0		45
Inter	20	4	4	9	0	16	30	3	5		12	2	12	2	5	8	8	17	0	0	0	157
Emis	86	126	112	74	29	249	142	57	78	50	86	63	575	35	47	87	31	60	38	65	47	2131
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Reçus
Z1		0	2	2	0	3	2	2	0	1	1	0	33	5	5	0	1	4	0	1	6	68
Z2	2		4	2	0	24	2	7	3	1	0	6	40	0	4	0	2	2	10	2	4	115
Z3	5	1		4	0	16	5	3	0	0	0	3	57	0	3	2	0	0	0	1	3	103
Z4	2	2	4		7	11	0	1	5	2	2	0	15	2	2	4	0	3	0	1	0	63
Z5	0	0	0	6		3	2	1	1	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Z6	4	26	22	12	4		28	5	8	8	11	6	56	3	4	14	3	3	9	3	4	233
Z7	2	5	7	1	2	26		2	6	3	2	2	43	0	2	0	1	0	9	2	1	116
Z8	3	2	5	0	1	9	4		1	0	3	3	14	0	0	1	0	0	0	4	3	53
Z9	1	5	0	5	2	8	5	2		6	1	6	17	4	4	3	0	0	0	2	4	75
Z10	3	0	0	1	0	7	3	0	6		1	0	27	0	0	0	0	0	1	1	0	50
Z11	0	0	0	1	2	8	1	2	1	2		13	29	0	2	4	0	3	0	4	3	75
Z12	0	6	3	0	1	7	1	3	4	0	12		13	0	0	2	0	6	0	3	1	62
Z13	30	37	46	16	8	70	44	18	23	31	25	9		10	3	27	9	12	6	34	9	467
Z14	4	0	1	3	1	3	0	0	4	0	0	0	13		0	1	1	1	0	0	3	35
Z15	3	5	2	1	0	5	2	0	4	0	2	0	2	0		4	1	3	0	0	3	37
Z16	0	3	1	4	0	13	0	2	3	0	4	3	23	1	3		2	4	4	4	5	79
Z17	1	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	11	1	0	1		0	0	0	2	23
Z18	3	0	0	4	0	2	2	0	0	0	3	5	11	1	0	5	0		0	4	4	44
Z19	0	13	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0	0		0	0	37
Z20	2	10	7	2	3	2	4	2	1	2	4	3	21	1	3	5	0	5	0		0	77
Z21	2	5	4	0	0	4	2	2	4	2	3	1	11	5	5	4	3	3	0	0	0	60
Inter	20	4	4	9	0	16	30	3	5	0	12	2	12	2	5	8	8	17	0	0	0	157
Emis	87	126	112	73	31	249	144	55	79	58	88	63	464	35	45	87	31	66	38	66	56	2053

5.2.2 Carte des flux

A l'issue de cette enquête, et dans le but de permettre une meilleure visualisation de la demande de mobilité et de la structure géographique des déplacements quotidiens dans la ville de Mila, une carte de flux (cf. Figure 33, p. 139) a été réalisée sur la base de la matrice O/D, en s'assurant que les déplacements vers le centre-ville pour escale soient supprimés et remplacés par des déplacements qui vont directement vers la destination finale.

L'hypercentre polarise une grande partie des flux, principalement parce qu'il regroupe aussi la majorité des activités commerciales, les services et les équipements générateurs de flux, ainsi que tous les terminus de départ des lignes de bus et de taxis.

On remarque aussi l'existence d'un nœud au quartier DNC, regroupant aussi une bonne partie d'administrations et d'équipements d'échelle wilayale (départementale).

La demande en mobilité périphérique est non-négligeable, elle est visible sur plusieurs axes interquartiers, mais il se peut que la structure étoilée du réseau de transport collectif (qui rend les déplacements périphériques plus compliqués) soit un facteur de ralentissement de son développement. C'est une hypothèse qui mérite d'être vérifiée.

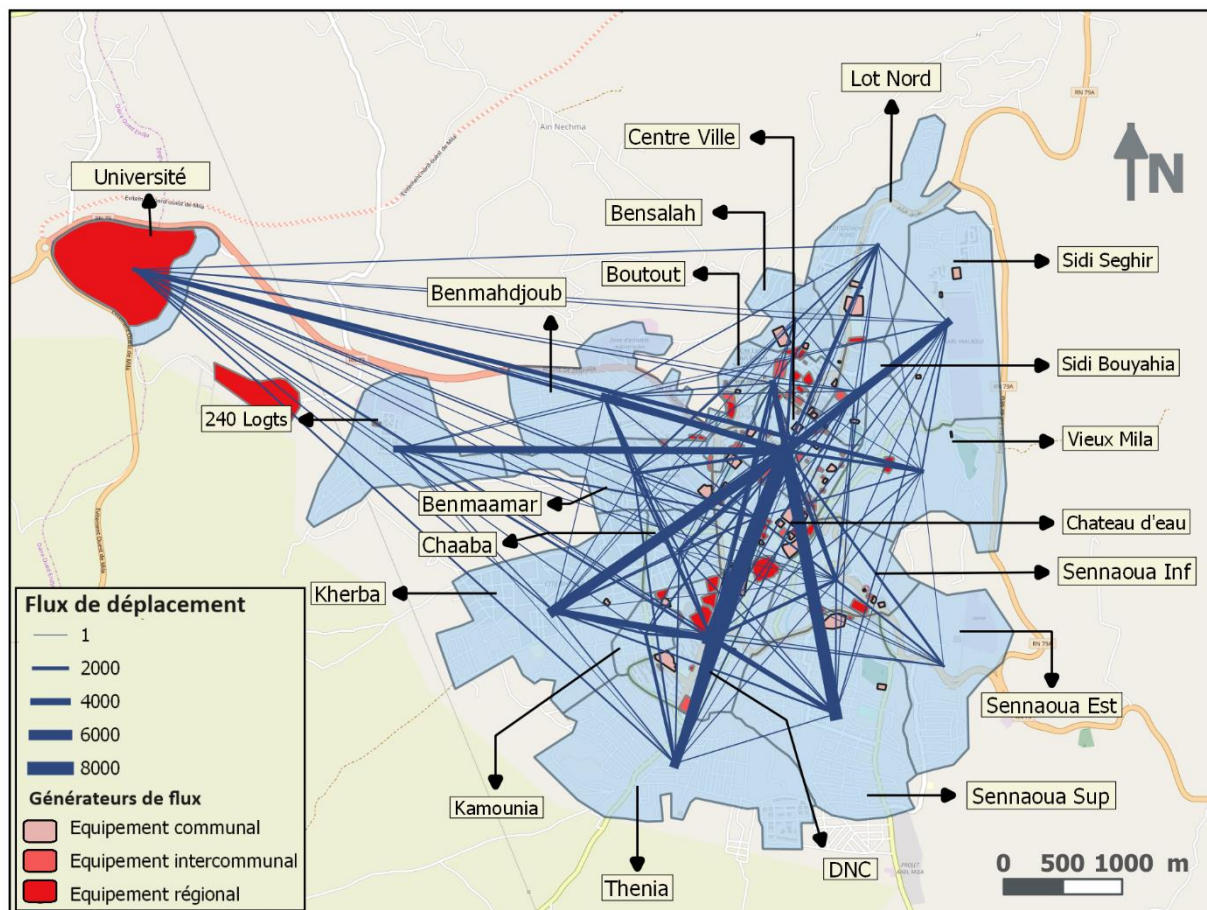


Figure 33: Carte des flux de déplacement (Réalisation : Adjeroud. H)

5.3 Connaissance du réseau et satisfaction des usagers

5.3.1 Connaissance du réseau de transport collectif

Il est important de noter que 98% des enquêtés ont confirmé leur aptitude à différencier visuellement le réseau de transport collectif public du réseau de transport collectif privé.

Le niveau de connaissance du réseau de transport collectif chez les usagers est calculé sur la base d'une moyenne globale des notes obtenues par les enquêtés dans chaque zone.

Il s'agit d'une note sur 5 points correspondant à une échelle qui va de 1: très mauvaise connaissance à 5 : très bonne connaissance, attribuée par l'enquêteur à chaque personne qui répond correctement à deux séries de cinq questions personnalisées par l'enquêteur selon le lieu de résidence de l'enquêté (une série de questions pour le réseaux public et une autre pour le

privé). Ces questions concernent les itinéraires, la localisation des stations, le tarif, la congestion et la qualité de service, et permettent d'évaluer la connaissance du réseau.

A. Réseau public

Globalement, les mileviens affichent un niveau de connaissance acceptable du réseau public de transport collectif, bien que la connaissance semble dégradée à la cité 240 logements.

Sur le plan spatial, il y a une différence remarquable en matière de connaissance du réseau, notamment entre les côtés Est et Ouest de la ville (cf. Figure 34, p. 141).

La connaissance est bonne au centre-ville, au Vieux Mila et dans les quartiers de l'est de la ville, qui sont les plus anciens, et qui ont subi le plus d'opérations d'urbanisation planifiée. Il y a alors plus d'ensembles d'habitat collectif et d'équipements, et donc de densité humaine, de clients et de demande de transport à satisfaire, ce qui a rendu les itinéraires desservant ces quartiers plus rentables et a favorisé leur développement.

La connaissance est moins bonne sur la partie Ouest de Mila, parce qu'une seule ligne du parc très limité de l'ETUSM dessert cette zone (quartier Kherba uniquement) avec une faible fréquence de passage. Ce qui pousse les habitants à faire le choix systématique de se rabattre sur le réseau privé, plus ancien, plus connu et plus développé.

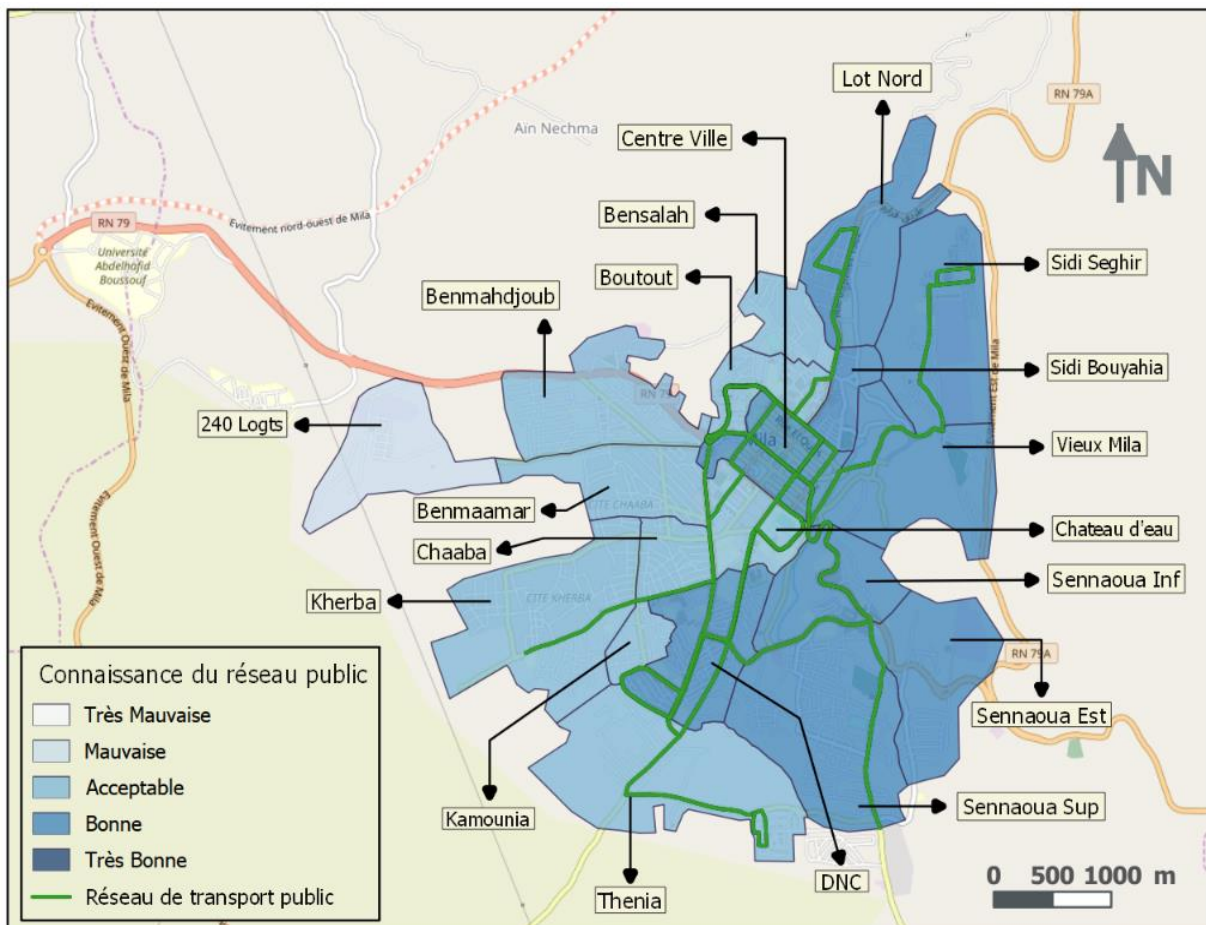


Figure 34: Niveaux de connaissance du réseau public (Réalisation : Adjeroud. H)

B. Réseau privé

Contrairement au réseau public, il y a une bonne connaissance du réseau privé de transport collectif dans la ville de Mila.

Comme prévu à la vue de la structure du réseau (étoilé, avec des terminus qui se situent tous dans l'hypercentre) il y a une très bonne connaissance en centre-ville (mais aussi au quartier Lotissement Nord/Tyayba) ; et une bonne connaissance dans tout le reste de la ville à l'exception de la cité des 240 logements (quartier excentré situé en dehors de l'agglomération) où la connaissance reste dans la limite de l'acceptable (cf. Figure 35, p. 142).

Ceci est principalement dû au fait que le réseau privé de transport collectif présente une offre, une couverture spatiale et une fréquence de passage beaucoup plus importantes que le réseau public et que les opérateurs privés étaient les seuls à opérer sur le territoire depuis le début du déploiement du réseau dans les années 90, jusqu'à l'introduction du réseau public en 2012 (puis du service de taxis). C'était donc pendant longtemps la seule option avec la voiture particulière à disposition des habitants pour leurs déplacements en ville, ce qui a créé une forme de familiarisation systématique.

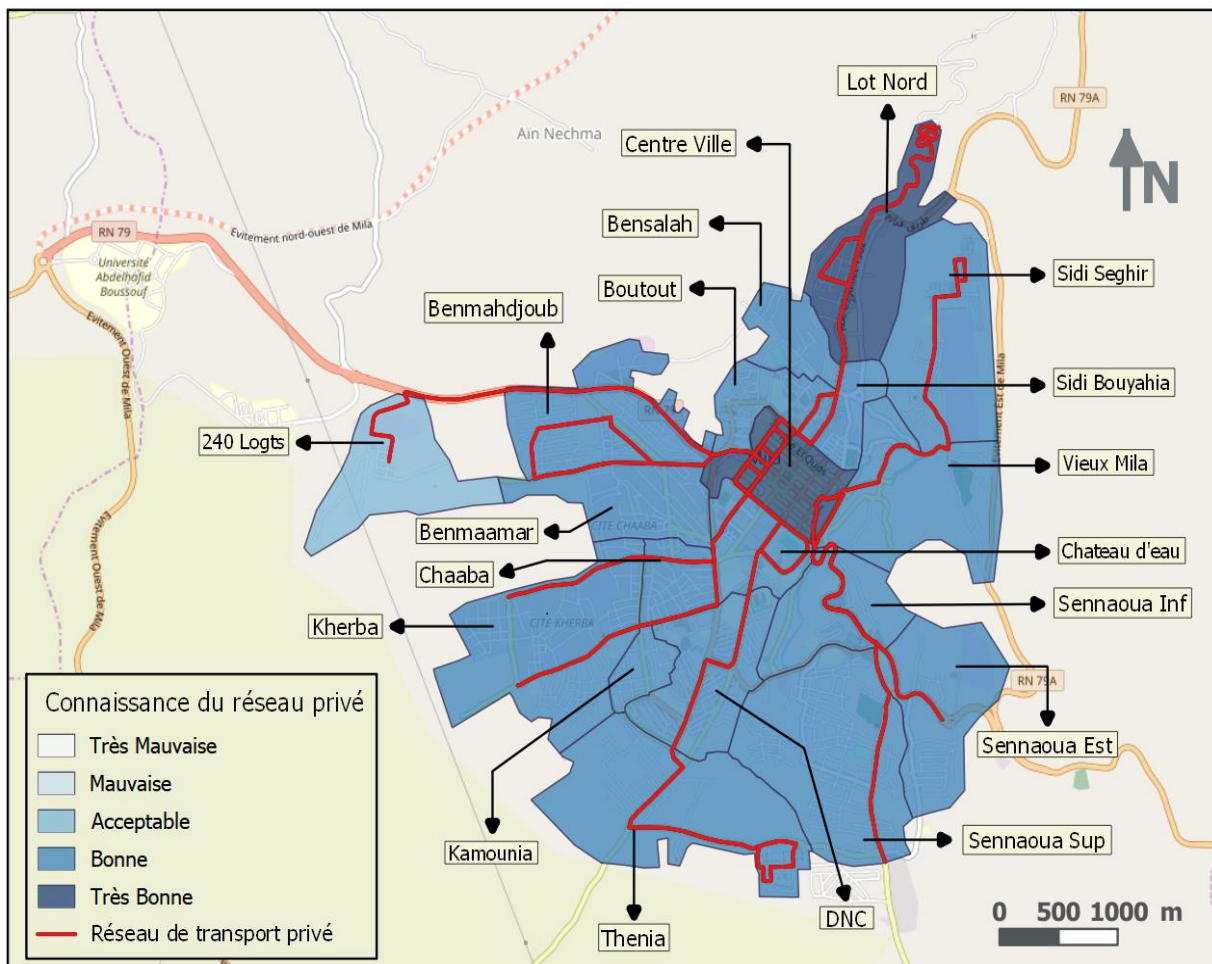


Figure 35: Niveaux de connaissance du réseau privé (Réalisation : Adjeroud. H)

5.3.2 Niveaux de satisfaction des usagers

Le niveau de satisfaction du réseau de transports collectifs chez les usagers est calculé sur la base d'une moyenne des notes que les personnes enquêtées s'attribuent. Il s'agit d'une note sur 4 points, correspondant à l'échelle :

Très insatisfait (1) Plutôt insatisfait (2) Plutôt satisfait (3) Très satisfait (4).

A. Réseau public

Globalement, les enquêtés à l'échelle de la ville sont "plutôt satisfaits" du réseau public de transports collectifs. Cependant, au niveau des quartiers, quoique la partie la plus peuplée de la ville et la mieux desservie est "plutôt satisfaite", les habitants des quartiers de la zone ouest et des quartiers nord, du fait de l'absence de lignes publiques les desservant, et de la fréquence de passage assez faible sur les lignes les plus proches, sont "plutôt insatisfaits" de la performance du réseau (cf. Figure 36, p. 143).

En réalité, c'est en partie les mêmes raisons pour lesquelles la structure du réseau reste plutôt méconnue des habitants qui provoquent l'insatisfaction dans la partie ouest de la ville (absence de desserte, fréquences faibles des lignes limitrophes).

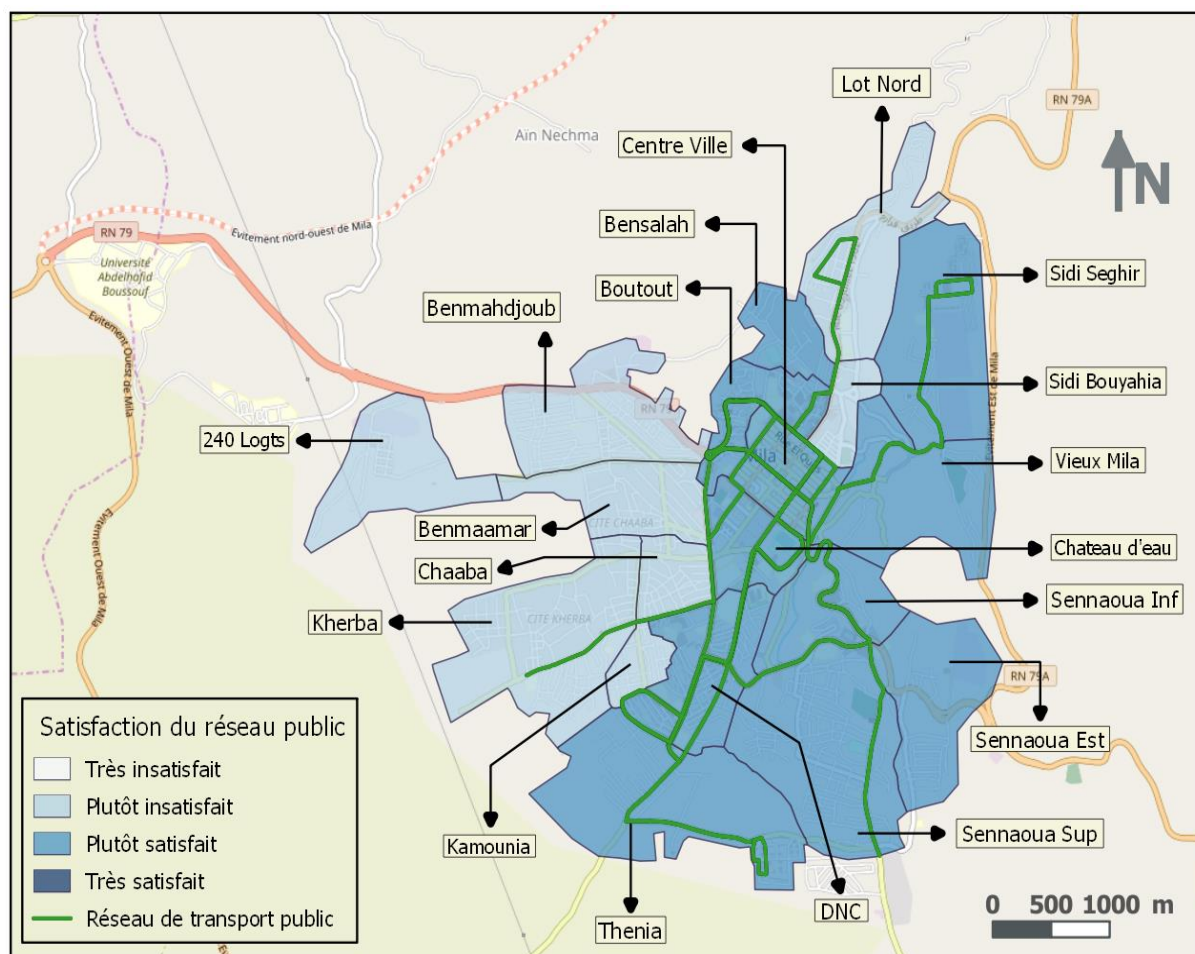


Figure 36: Niveaux de satisfaction du réseau public (Réalisation : Adjeroud. H)

B. Réseau privé

Dans l'ensemble, les usagers du réseau privé de transport collectif sont 'plutôt insatisfaits'. Le problème est aussi bien fonctionnel que spatial. On remarque que les niveaux de satisfaction augmentent au centre-ville et dans les quartiers les plus peuplés et les plus lointains où la fréquence est importante et où les circuits deviennent plus longs (Sennaoua, Thenia, DNC...) et diminuent dans beaucoup de quartiers (10/19) aux alentours de l'hypercentre et dans les zones les moins denses (cf. Figure 37, p. 144).

Mis à part les facteurs confort, qualité de service et régularité, la configuration spatiale du réseau fait que la majorité des quartiers de la première couronne autour du centre-ville sont d'une part positionnés au milieu des itinéraires, et d'autre part traversés par une seule ligne de transport collectif privé (voire aucune, pour la cité Boutout) ; ce qui fait que les habitants trouvent à la fois les itinéraires empruntés à partir de leur quartier trop courts, et la structure du réseau peu optimisée, car obligés d'aller en centre-ville (généralement à pied vu le rapport

distance/prix) à chaque fois qu'ils essayent de rejoindre la majorité des quartiers de la ville en transports collectifs privés.

Par ailleurs, les quartiers peu denses généralement à vocation résidentielle (lotissement nord, Benmahdjoub et la cité 240 logements) gardent aussi un niveau de satisfaction plutôt réduit à cause des faibles fréquences de passage, des temps d'attentes très longs aux terminus durant les heures creuses, et de pratiques peu professionnelles du personnel en charge du parc roulant (ralentissements excessifs sur la route en heures creuses, surcharge et excès de vitesse en heures de pointe, tenues et attitudes non adaptées des receveurs...).

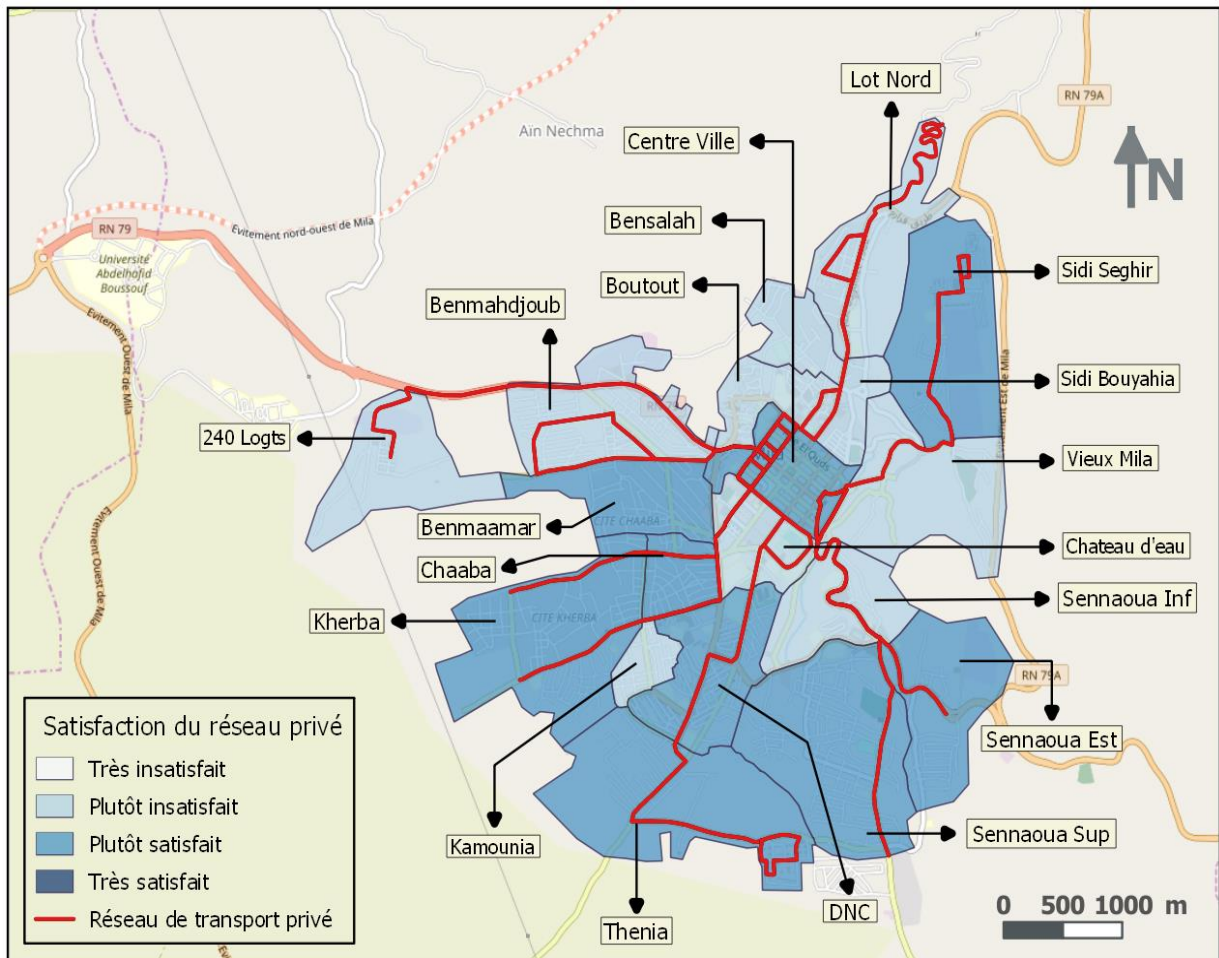


Figure 37: Niveaux de satisfaction du réseau privé (Réalisation : Adjeroud. H)

5.3.3 Satisfaction à l'égard des tarifs

Globalement, 65,5% des mileviens se déclarent satisfaits de la tarification. Une tendance qui se répète dans la majorité des quartiers.

Néanmoins, la moyenne globale n'est pas représentative de la réalité, parce que d'un point de vue spatial, il y a des écarts considérables en matière de taux de satisfaction (cf. Figure 38, p. 146).

Les habitants des quartiers périphériques, Thenia et Sennaoua renvoient des niveaux de satisfaction plus élevés par rapport aux tarifs des transports que dans le reste de la ville du fait qu'ils empruntent au même prix des itinéraires plus longs que ceux desservant les quartiers proches du centre-ville, et bénéficient d'une fréquence de passage beaucoup plus élevée du fait qu'ils soient dans des quartiers démographiquement plus denses. Ce qui n'est pas le cas par exemple pour le lotissement nord et le quartier Kherba, zones peu denses, principalement constituées d'habitat individuel, dont une grande partie est récente, et qui se trouvent loin des cités d'habitat collectif et des équipements générateurs de flux, ce qui diminue systématiquement la qualité et la richesse de l'offre, et par conséquent les niveaux de mobilité et de dépense par rapport aux autres quartiers périphériques.

De manière générale, la majorité des usagers insatisfaits estiment que les tarifs sont plutôt élevés par rapport à la longueur des circuits, c'est le cas dans les quartiers Châaba et Kamounia, ayant subi une augmentation de tarifs sur leurs lignes, bénéficiant pourtant d'itinéraires assez courts.

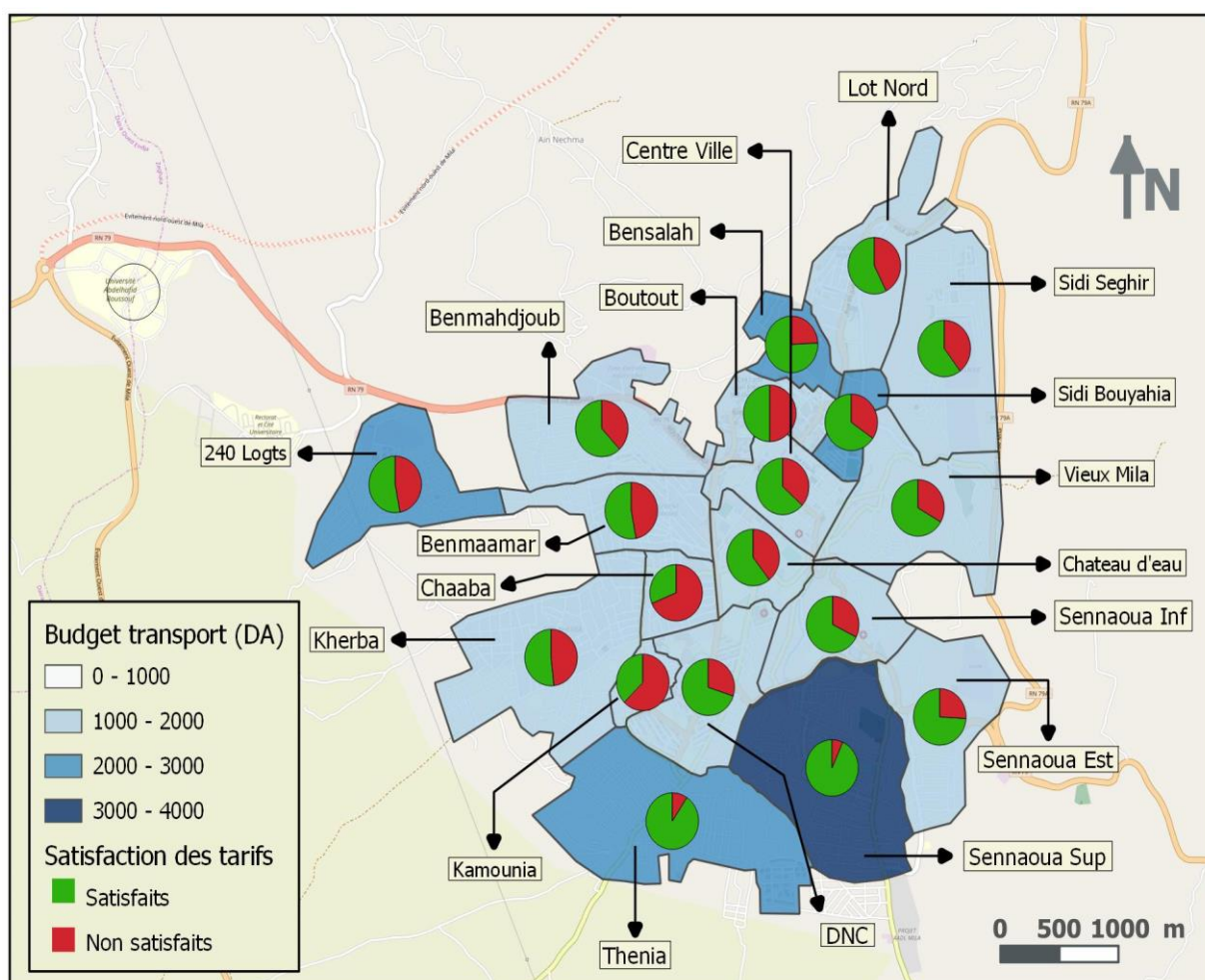


Figure 38: Taux de satisfaction des tarifs par quartier (Réalisation : Adjeroud. H)

5.3.4 Avis et aspirations des usagers

L'enquête a permis d'identifier, du point de vue des usagers, les points forts et les points faibles des deux réseaux de transport collectif, et de recenser les avis, les propositions et les attentes des enquêtés qui sont pratiquement tous liés aux points faibles identifiés.

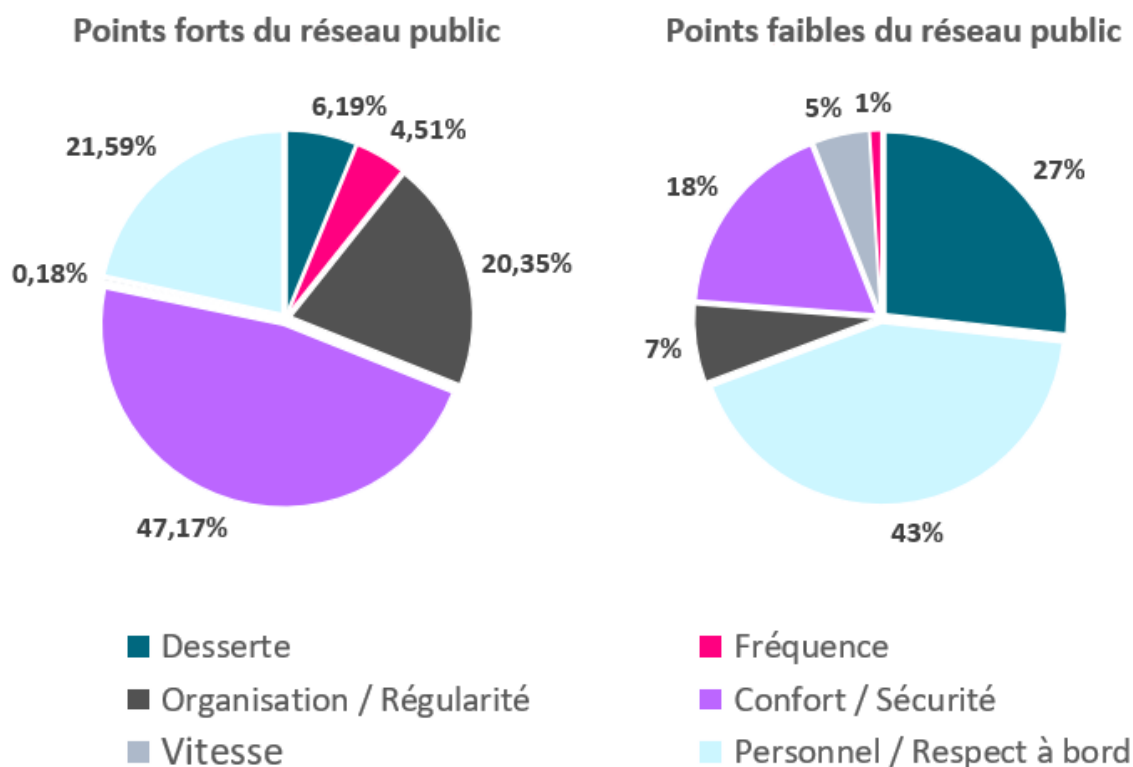
A. Atouts et faiblesses

Les usagers ont répondu à deux questions ouvertes sur ce qu'ils pensent de la performance et de la qualité de service des deux offres de transport. Leurs réponses (positives ou négatives) ont ensuite fait l'objet d'une catégorisation pour être rattachées aux six principaux indicateurs de performance que l'enquête fait ressortir.

Réseau Public

Le graphe 16 (page 147) représente l'ensemble des points forts et des points faibles du réseau de transport collectif public du point de vue de ses usagers.

Selon les répondants, le réseau de transport collectif public (ETUSM) offre une meilleure régularité, une meilleure organisation, un meilleur confort et un personnel à bord mieux formé et plus agréable, mais compte moins de zones desservies, roule peu vite (à cause du gabarit des bus) et a une faible fréquence de passage.



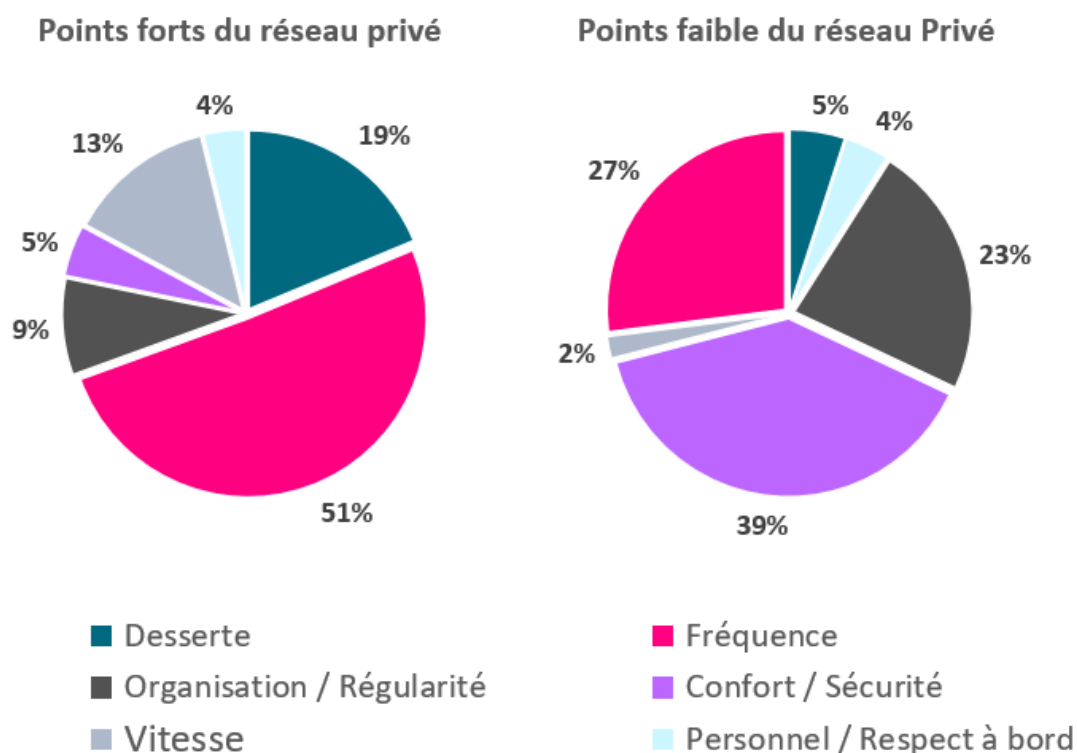
Graphe 16: Atouts et faiblesses du réseau de transport collectif public

Réseau privé

Le graphe 17 (page 148) représente l'ensemble des points forts et des points faibles du réseau de transport collectif privé du point de vue de ses usagers.

Les principaux atouts du réseau de transport collectif privé à Mila sont la forte fréquence de passage (notamment dans les quartiers les plus peuplés), la vitesse commerciale, et la desserte du réseau, qui ne permet pas de réaliser des déplacements directs interquartiers, mais qui dispose de liaisons vers tous les quartiers depuis le centre-ville.

Cependant, l'offre artisanale ne parvient pas à satisfaire les habitants en matière de confort et de sécurité (vu la vétusté et la non-conformité aux standards minimaux de la majorité des autobus), de qualité du personnel (non formé et souvent peu agréable), ainsi qu'en matière d'organisation et de régularité (transport au fonctionnement sans horaires fixes, avec fréquences très faibles en heures creuses dans certaines zones).



Graphie 17: Atouts et faiblesses du réseau de transport collectif privé

B. Propositions et attentes

Un tri synthétique des réponses aux questions ouvertes sur les attentes et les propositions des usagers montre qu'il y a des propositions nécessitant des réponses techniques (conception des circuits, choix des gabarits...), financières (renforcement et renouvellement du parc roulant), mais aussi politiques. Ce qui illustre une fois de plus le rôle à jouer pour l'autorité organisatrice des transports urbains (dans ce cas, la direction du transport), dans un contexte régi par les pressions socio-professionnelles et le diktat politique, où l'opérateur public est officieusement empêché de développer son réseau, en faveur des privés s'attachant à leurs circuits et logiques de fonctionnement par crainte d'une concurrence qui pourrait réduire leurs marges de profits (Gicheru et al., 2011), et où la performance (fonctionnelle, quantitative et qualitative) peu satisfaisante du réseau de transport urbain à Mila commence à peser sur la qualité de vie des citoyens.

C'est la raison pour laquelle on retrouve sur le tableau plusieurs problèmes en apparence d'ordre technique, mais repris dans la case des propositions pour lesquelles il faut préconiser des solutions politiques (cf. Tableau 13, p. 149), car nécessitant un travail de concertation, de négociation, et la mise en place de mécanismes de gouvernance appropriés, permettant l'articulation la plus optimisée des relations entre les différents acteurs, principalement basées sur la compétitivité et la complémentarité des offres.

Tableau 13: Propositions et attentes des usagers

Solutions	Réseau public	Réseau privé
Politiques	Renforcer le parc de l'ETUSM ; Créer de nouvelles lignes (circuits couvrant les zones non- desservies)	Revoir la conception des circuits.
Techniques et organisationnelles	Réduire le gabarit des bus sur certaines lignes Fixer les arrêts	Revoir la conception des circuits. Contrôler les pratiques du personnel Fixer les horaires Former le personnel
Financières	Créer de nouvelles lignes Renforcer le parc de l'ETUSM	Changer les bus

Conclusion

À l'issue de la présentation et de l'analyse des résultats de l'enquête réalisée, nous parvenons à confirmer la majeure partie des hypothèses présentées dans le chapitre 4 (page 107) de cette thèse. En effet, Mila est une ville où la mobilité quotidienne est plus importante que ce qui est annoncé dans le rapport du plan de circulation, mais aussi dans une bonne partie des villes où des EMD ont été réalisées durant les dernières années. La morphologie, les distances réduites et le réseau de transport dense semblent encourager les miléviens à se déplacer davantage. D'ailleurs, les transports en commun et la marche à pied dominent la répartition des parts modales, même si l'usage de la voiture particulière est aussi en dessus de la moyenne observée dans la plupart des grandes villes algériennes.

Parallèlement, les chiffres obtenus ont montré un décalage entre la configuration actuelle de l'offre et la structure de la demande. Des écarts considérables en matière d'accessibilité ont été constatés entre les quartiers. Et sur les matrices Origines / Destination, nous pouvons observer l'émergence de nouveaux axes de demande de déplacement, notamment en périphérie, où les flux sont relativement importants mais pas forcément pris en charge. Ceci met l'accent sur les lacunes de la composition actuelle de l'offre, qui sont encore plus mises en lumière dans la dernière section du chapitre.

Dedans, nous constatons des niveaux de connaissance beaucoup plus limités pour le réseau de transport public que pour le réseau privé (plus ancien), et des niveaux de satisfactions qui ne sont pas très positifs dans l'ensemble. D'une part, la couverture spatiale et les fréquences restent limitées dans les zones peu denses malgré les efforts consentis au moment du déploiement de l'offre publique, et d'autre part, la qualité de service et les niveaux de confort n'évoluent pas sur les lignes les plus fréquentées, opérées par les privés.

A la fin de l'enquête, nous dressons une classification des points forts et points faibles de chaque réseau de transport, et nous catégorisons les différentes aspirations des usagers, recensées à partir des échanges ouverts au moment des entretiens, selon la nature des solutions préconisées (politiques, techniques, financières...).

Chapitre 6 : Confrontation offre/demande

Introduction

Dans ce chapitre, nous mettons en exergue le déséquilibre existant entre la configuration et les spécificités de l'offre et celles de la demande croissante de transport urbain à Mila. Nous nous intéressons d'abord aux niveaux de desserte, en exposant les grands écarts qui existent en matière de couverture spatiale entre les différents quartiers et en montrant les limites d'une complémentarité non optimisée des deux réseaux qui cohabitent.

Ensuite, nous détaillons les principaux points de dysfonctionnement opérationnel qui caractérisent une défaillance du mécanisme de planification des transports. Et nous décrivons les tensions dominantes et les rapports de forces qui régissent le fonctionnement du secteur à l'heure actuelle.

Pour finir, nous discutons des aspects réglementaires et du mode de gouvernance en mettant la lumière sur les lacunes enregistrées sur le plan stratégique et celui de la politique locale, qui empêchent un fonctionnement optimal d'un système de transport aussi riche et diversifié. En effet, nous réalisons à travers une analyse globale, une lecture critique susceptible d'apporter des éléments de réponse à la question de l'amélioration du cadre de coexistence des opérateurs public et privé.

6.1 Niveau et qualité de desserte

L'offre de transport urbain dans la ville de Mila est assez développée et diversifiée. Elle est aussi, dans une certaine mesure, planifiée par les autorités. Comme nous l'avons constaté à travers les entretiens réalisés, il y a une certaine volonté de créer une forme de complémentarité à travers les orientations imposées à l'entreprise publique de transport urbain, dont les itinéraires des lignes ont été définis pour combler le manque constaté par rapport à la spatialisation de l'offre de transport collectif privé.

Cependant, à la vue des résultats de l'enquête, il est clair que le niveau de desserte de l'offre publique reste largement insuffisant. C'est d'ailleurs ce qui ressort le plus sur l'ensemble des points faibles du réseau signalés par les usagers.

En effet, les citoyens déplorent un niveau et une qualité de desserte insuffisants, voire carrément l'inexistence d'une liaison en transport collectif public dans certaines zones de la ville, ainsi que des fréquences de passages très faibles.

D'autres part, bien qu'en moyenne, les niveaux de desserte et la fréquence de passage ressortent en points forts du réseau de transport collectif privé, une lecture plus approfondie des données permet rapidement de s'apercevoir que ce constat n'est pas valable pour tous les quartiers. Le résultat global est influencé par la taille importante des échantillons d'enquêtes dans les quartiers les plus anciens et les plus peuplés, qui sont généralement les mieux desservis. Et que dans plusieurs zones de la ville, la desserte est très perfectible.

La figure 39 (page 152), est une cartographie résultant de la superposition de tampons de 300m qui ont été appliqués à chaque itinéraire (distance moyenne domicile-arrêt considérée comme acceptable pour un transport urbain par bus). Ainsi, les zones les plus foncées correspondent aux espaces les mieux desservis par l'offre publique et privée de transport en commun.

On voit bien que l'Hypercentre est très bien desservi par les différents opérateurs, et que la qualité de desserte reste acceptable au niveau des quartiers les plus anciens et les plus peuplés de la ville (Sennaoua, DNC) mais commence à se réduire en s'éloignant du centre et des grandes artères routières (ex. RN 79, Boulevard de la liberté), et en s'orientant vers les nouvelles extensions et les zones intermédiaires qui séparent les grands ensembles.

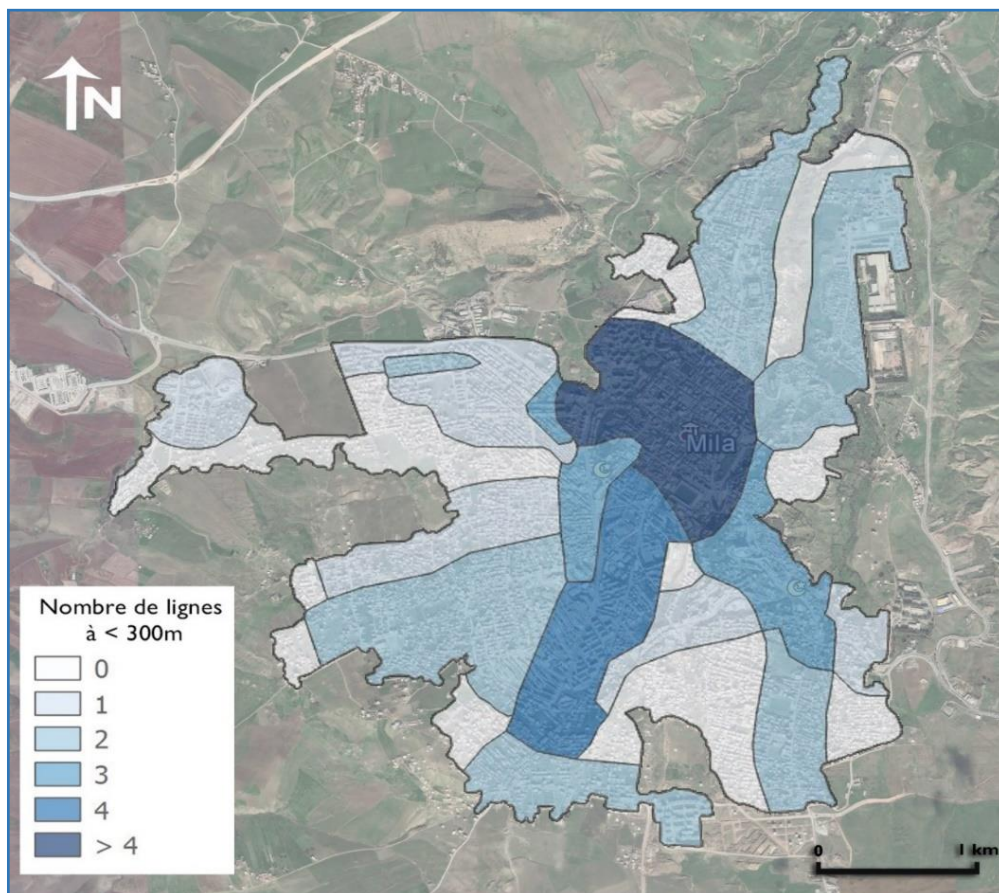


Figure 39: Synthèse de la couverture spatiale de l'offre de transport en commun (Réalisation : Adjeroud. H)

6.2 Une offre riche mais incomplète

Le travail réalisé met en exergue l'importance, la richesse et la diversité de l'offre de transport urbain à Mila, mais montre aussi les limites et les faiblesses de ce système hybride de mobilité en matière de performance et de qualité du service offert.

L'offre de transport urbain à Mila est consistante, entre les services de transport collectif public et privé, les taxis, et les clandestins, elle présente un potentiel remarquable, non seulement d'un point de vue quantitatif, mais aussi en matière de flexibilité, de capacité d'adaptation et de résilience (Ducharme, 2016) notamment pour les opérateurs privés auto-organisés.

Ce potentiel se manifeste plus particulièrement sur les itinéraires hypercentre-périphérie qui desservent les quartiers les plus anciens et les plus denses, et à travers les grandes artères de mobilité. Toutefois, cette étude montre qu'il y a un véritable hiatus entre la structuration fonctionnelle et spatiale de l'offre de transport urbain, et la demande réelle en mobilité, qui est constatée et quantifiée à travers l'enquête déplacement, mais qui n'a pas été décrite de manière précise par les enquêtes et les travaux réalisés auparavant.

En effet, la rupture et l'écart existant entre la structure et le mode de fonctionnement du réseau de transport urbain, et la taille et la nature de la demande observée sur le terrain, se manifeste à travers les quatre points principaux identifiés ci-dessous :

- La matrice Origine-Destination montre clairement qu'il y a près de 20% de flux reçus et émis par les arrêts (Terminus) du centre-ville qui peuvent être directement pris en charge sur d'autres itinéraires qu'il serait important de créer (Sennaoua supérieure vers DNC par exemple).
Quoique la polarisation des flux vers le centre-ville demeure un phénomène dominant, plusieurs liaisons interquartiers méritent d'exister et présentent à la fois un besoin avéré de déplacements pendulaires réguliers, et un potentiel commercial important (rentabilité).
- Comme dans plusieurs pays en développement, le mode de fonctionnement du réseau artisanal, aux horaires irréguliers (Adeniji, 1987), basé sur la rentabilité, bien qu'il s'adapte aux variations de la demande, notamment en heure de pointe, sur les lignes les plus fréquentées, en assurant une desserte rapide avec une bonne capacité de charge, reste inadapté aux zones peu denses et sur les lignes les moins fréquentées. Il y a souvent des délais d'attente très importants, notamment en heures creuses, dus

à l'irrégularité de la desserte (une forme de transport où les intervalles de rotations dépendent du niveau de remplissage aux arrêts de départ).

- L'offre de transport de l'ETUSM, bien qu'elle réponde à certains besoins et essaye de combler les manques du réseau privé, opère via un parc très restreint, reste insuffisante (plusieurs zones non-desservies et fréquences de passage faibles), et présente une grande vulnérabilité économique à cause du choix presque exclusif d'itinéraires peu rentables.
- L'amplitude du service et les horaires de travail des chauffeurs plutôt restreints de tout le réseau de transport urbain collectif influencent les niveaux de mobilité, notamment en soirée, et laissent apparaître une offre clandestine.

De manière générale, avec une offre privée plutôt efficace, le retour des investissements publics dans le domaine du transport à travers l'établissement public de transport urbain et suburbain de Mila a participé à une diversification de l'offre, à l'apparition de nouveaux rapports de concurrence et de complémentarité et à relever en quelque sorte les niveaux de satisfaction de la demande de déplacements, aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif.

Cependant, si dans la plupart des cas, les opérateurs de transport artisanal se montrent politiquement fragiles et sous-représentés (Cervero & Golub, 2007), les opérateurs privés à Mila se trouvent plutôt en position de force. Les pressions sociales et le poids des décisions de l'administration centrale, subi par l'opérateur public, créent un rapport de force déséquilibré en l'absence d'un cadre réglementaire permettant un travail de concertation et une meilleure articulation du jeu d'acteurs dans le secteur des transports urbains. Une forme de concurrence déloyale s'est alors instaurée, ce qui n'a pas permis à la collectivité d'aller chercher des options et des modes de fonctionnement du réseau plus optimisés, d'améliorer de façon effective la couverture spatiale de l'ensemble du réseau qui demeure insuffisante et de résoudre les problèmes qui se posent concernant la qualité de l'offre (sécurité, régularité, confort, pollution...etc.) et de la desserte (Boubakour et Merzaga, 2006).

6.3 Repenser les interactions entre acteurs

La ville de Mila ne disposant pas de plan de transport peine depuis 2015 à mettre en œuvre les dispositions et les orientations du plan de circulation¹ réalisé par le Cabinet CECOM-Cirta, et approuvé par la DTW et la wilaya, et à concrétiser les solutions qu'il propose pour la

¹ Selon la loi n°01-13, du 7 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres, le plan de circulation est un outil de travail au service de la planification du transport et dont l'objectif n'est autre que la satisfaction des besoins de déplacement de la population, et ce en tenant compte de la disponibilité, du coût, de la sécurité et de la qualité de service.

modification du réseau car il y a un refus catégorique des opérateurs privés de transport collectif de migrer vers les nouveaux circuits.

Ces derniers ont confirmé lors d'une série d'entretiens réalisés avec trois opérateurs que leurs représentants n'ont été consultés qu'une fois l'étude finalisée et approuvée.

Par ailleurs, les entretiens réalisés avec les différents acteurs du secteur ont confirmé l'existence d'un dysfonctionnement du mécanisme de coproduction en matière de planification du transport urbain (déjà constaté à travers le travail de terrain et les résultats de l'enquête).

En effet, la planification de l'offre de transport relève des prérogatives des experts des cabinets d'études sélectionnés par la direction du transport de la wilaya, qui, en l'absence d'une AOTU¹, assure verticalement son rôle, sans revenir aux pratiques démocratiques de concertation, et sans consulter les différents acteurs du secteur.

Le caractère atomisé (Godard, 2008) des opérateurs privés est devenu, dès lors, un élément très important dans la construction de l'offre de transport. Le très grand nombre d'acteurs particuliers a favorisé un mode de travail de la DTW régit par des pressions sociales et des tensions alimentées par des logiques de rentabilité. Selon les responsables de l'établissement public, cela a créé une atmosphère de concurrence malsaine, dans laquelle la DTW exerce exclusivement une autorité de tuteur sur l'établissement, en lui imposant des itinéraires, des modes de fonctionnement et en freinant sa cadence de développement.

Selon les directeurs techniques de l'ETUSM, leurs autobus offrent un service de meilleure qualité que les minibus du secteur privé, notamment parce que les véhicules respectent les normes de confort et de sécurité mentionnées dans les cahiers des charges. Ils ont des horaires fixes de desserte. Ils respectent la loi et les conditions de travail du personnel à bord et proposent des itinéraires plus longs et plus équitables sur le plan spatial. Dans la pratique, tous ces aspects sont autant de contraintes auxquelles doit faire face l'ETUSM. De plus, selon les responsables, ils ne peuvent toujours pas développer leur parc en exploitation, ni proposer leurs propres itinéraires à cause des restrictions appliquées par le pouvoir local qui estime que la demande globale est quantitativement satisfaite sans prendre en considération la qualité du service et les aspirations des différents acteurs du secteur.

Les opérateurs privés pour leur part, voient le déploiement du service public de transport urbain comme un frein à leur rentabilité et donc potentiellement au développement de nouvelles

¹ Autorité organisatrice des transports urbains, instaurée par le décret exécutif n°12-109 du 06 Mars 2012, portant sur l'organisation, le fonctionnement et les missions de l'AOTU.

lignes. Dans une optique de minimisation des risques, ils auront donc tendance à se limiter aux itinéraires existants et rentables, et à capter un maximum d'usagers sur ces lignes.

D'autre part, bien qu'ils ne le disent pas, les autorités en charge du secteur semblent vouloir maintenir le statu quo dans une démarche de préservation de la paix sociale (Benhouria, 1980), à défaut de pouvoir proposer une offre publique de grande envergure qui permettrait de satisfaire tous les acteurs (opérateurs, chauffeurs, receveurs, usagers).

Cette situation permet de s'interroger sur les relations entre les différents acteurs du système de transport urbain et sur les changements possibles sur les mécanismes de conception et de reconfiguration de l'offre.

Il est clair qu'un effort est à consentir par les pouvoirs publics pour accroître la place de l'utilisateur-citoyen dans le processus de définition de l'offre. Cet enjeu est aujourd'hui fondamental. En plus de ses pratiques et de sa connaissance du réseau, l'utilisateur devrait être force de propositions. Or, ce n'est pas le cas. Les enquêtes réalisées contribuent à révéler cet état de fait. Car au-delà du fait d'apporter une meilleure connaissance de l'offre et de la demande de transport, les enquêtes permettent une prise de conscience des limites du statu quo actuel au regard des niveaux de satisfaction des usagers qui restent globalement faibles.

Les visions des différentes parties concernant la configuration optimale du système ne se ressemblent pas, et c'est bien de la mise en cohérence des objectifs des différents acteurs du système de transport urbain dont il est question (Bavoux et al., 2005).

La clé de l'amélioration du système de transport urbain réside dans la redéfinition des interactions entre pouvoirs publics, opérateurs privés, usagers-citoyens et experts.

Cette situation sous optimale, déterminée par les intérêts respectifs des opérateurs publics et privés et non pas par ceux de l'utilisateur, ne peut pas perdurer. Le rôle des pouvoirs publics dans le secteur des transports urbains est de construire un environnement de travail collectif autour de la notion de service public. Bien que les logiques de rentabilité des opérateurs privés priment et que la marge de manœuvre est limitée, il y a quand même des pistes à exploiter, que les experts peuvent transcrire en propositions opérationnelles tout en prenant en considération les positionnements de chaque acteur.

Il s'agit entre autres de créer de nouvelles lignes publiques sur les axes de demande naissante identifiées par l'enquête, d'explorer la piste du BHNS, de durcir le contrôle du respect du cahier de charge en matière de qualité de service, mais surtout, d'adopter une approche de gestion intégrée des processus de planification urbaine et de planification du transport dans le but

d'assurer une densification des activités et de l'habitat autour des axes de transport, et une meilleure anticipation des besoins de déplacements de la population.

Aussi, pour dépasser la dimension commerciale relevant de la relation usager/opérateur et s'intéresser à des questions se référant à la qualité du service produit (Huron & Spieth, 2014), il faut initier une démarche participative (cf. Figure 40, p. 157) qui permettra de rééquilibrer le rapport de force entre acteurs en associant au processus de planification et de conception de l'offre de transport urbain tous les acteurs concernés, notamment l'utilisateur-citoyen qui devrait jouer un rôle primordial dans le processus décisionnel..

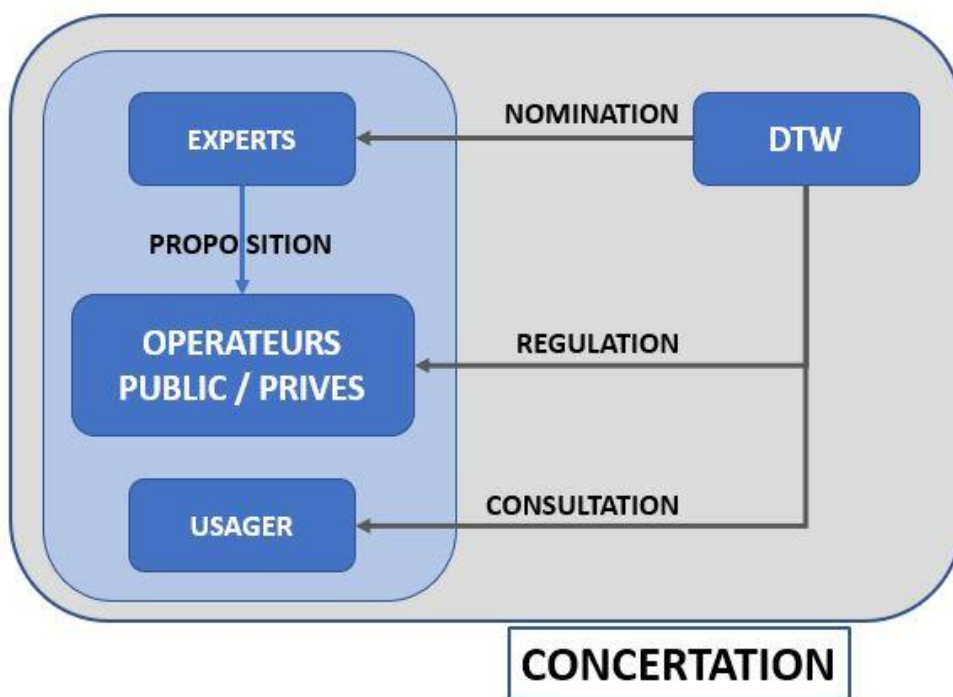


Figure 40: Articulation du jeu d'acteurs pour une démarche participative

Conclusion

Dans ce dernier chapitre de la deuxième partie de la thèse, nous avons établi un constat important sur la situation actuelle du secteur de transport urbain à Mila tout en mettant en avant la richesse et la diversité de l'offre de transport.

Cependant, le travail de terrain, les entretiens effectués et les résultats de l'enquête déplacements réalisée supposent qu'en l'état, la performance du système et de sa composition mixte ne correspond pas au potentiel dont dispose la ville et ne répond pas à la demande de déplacement exprimée. En réalité, même si les axes de mobilité périphérie - centre-ville sont très bien couverts, les niveaux de desserte ne sont pas satisfaisants dans plusieurs quartiers, et l'offre n'assure pas de couverture suffisante dans les zones peu denses, exclusivement desservies par l'opérateur public.

Dans le même sens, nous avons mis l'accent sur l'écart entre la configuration de l'offre et la demande de transport urbain, exprimé dans les résultats de l'enquête à travers les indicateurs de certaines zones, ainsi que via les matrices Origine – Destination qui affichent plusieurs axes de forte demande de mobilité sur lesquels il n'y a pas de ligne de transport.

Cet écart est aussi amplifié par le cadre et les conditions de coexistence des réseaux public et privé qui entretiennent des relations de complémentarité, mais surtout de concurrence. Les deux réseaux ont des logiques de fonctionnement qui ne se ressemblent pas, avec un réseau privé artisanal très orienté vers la rentabilité, et un réseau public qui assure avec son parc restreint, dans une logique de service public, des liaisons sur des itinéraires imposés, moins denses, et par conséquent moins rentables.

Ensuite, nous démontrons que la problématique du transport à Mila n'est pas principalement d'ordre quantitatif, et qu'il y a des dysfonctionnements en ce qui concerne les mécanismes de développement de l'offre, mais aussi concernant le mode de gouvernance, avec des acteurs absents (dont élus), une autorité d'organisation des transports (DTW) soumise aux pressions sociales exercées par les opérateurs privés, et un opérateur public qui peine à trouver le modèle économique permettant d'assurer son développement et sa pérennité.

In fine, nous mettons en exergue la nécessité de construire un cadre institutionnel, politique et opérationnel où on adopte une approche participative, pour une gestion intégrée du secteur, assurant une optimisation des services de transport urbain, et une protection des intérêts des différents acteurs impliqués.

Conclusion de la partie

L'enquête déplacements réalisée offre un aperçu détaillé des pratiques de mobilité quotidiennes des habitants de la ville de Mila, et permet d'avoir une meilleure connaissance de la demande et des différentes caractéristiques de près de 150.000 déplacements/jour.

Ici, il ne s'agissait pas d'élaborer un comptage et un recensement dans le cadre d'une approche exclusivement quantitative. L'enjeu était plutôt d'aborder la question de la mobilité en prenant en considération tous les éléments du contexte urbain et sociale qui l'entourent.

Pour ce faire, le questionnaire que nous avons élaboré, se distingue par son caractère ouvert et transversal. De plus, il revêt une dimension plus individualisée et approfondie, et aborde des aspects que l'on ne trouve pas sur une fiche enquête ménage déplacements ou enquête O/D.

L'intégration de la dimension participative de l'utilisateur interrogé, qui implique la prise en compte de ses opinions individuelles et de ses aspirations, a non seulement permis d'analyser ses pratiques de déplacement ou d'élucider les motivations sous-jacentes à ses choix modaux, mais également de saisir de manière approfondie les enjeux inhérents à la gestion du système de transport urbain à Mila dans sa globalité.

Ce travail dévoile les limites du réseau de transport urbain à Mila qui peine à satisfaire correctement les besoins des usagers, aussi bien au niveau quantitatif que qualitatif, bien qu'il présente une offre diversifiée, avec la coexistence d'opérateurs publics et privés sur un territoire plutôt restreint et maîtrisable.

A l'issue de l'enquête, nous pensons que le réseau privé, avec près de 160 opérateurs de transport artisanal mis en place 20 ans avant le réseau public, freine le développement de ce dernier en monopolisant les itinéraires les plus rentables sur lesquels il offre un service plutôt performant en matière de fréquence et d'adaptabilité, mais très limité en matière de desserte spatiale, de confort pour l'utilisateur et de régularité. Alors que l'opérateur public, avec un confort plus acceptable et une desserte plus large sur les lignes qu'il occupe, peine à trouver le modèle économique lui permettant d'assurer une autonomie et un développement de son offre qui est plus orientée "service public" et "équité spatiale". La question de l'équilibre financier du service avait d'ailleurs été longuement développée lors d'un entretien avec le directeur technique de l'entreprise publique de transport urbain à Mila, qui parle d'une dépendance permanente de l'ETUSM aux subventions de l'État (Adjeroud et al. 2019).

In fine, cette relation complémentarité / concurrence déséquilibrée, entraîne des répercussions très visibles sur les niveaux de connaissance de l'offre et sur la satisfaction de l'utilisateur par rapport au service fourni.

C'est la raison pour laquelle il nous semble indispensable de repenser la forme de la coexistence public-privé et d'explorer des méthodes d'optimisation du système ; et ce n'est qu'à travers une réforme des modes de gouvernance dans le secteur des transports urbains dans la ville de Mila, notamment à travers le travail de terrain et l'intégration du citoyen dans le processus décisionnel qu'une amélioration de la situation est envisageable.

Loin des aspects politiques et réglementaires de la problématique, nous présentons dans la partie qui suit, à travers une approche techniciste, par la modélisation et la simulation multi-agents du système de transport à Mila, un modèle qui permettra d'évaluer les performances et les capacités du système de transport urbain dans la ville et d'explorer les différentes possibilités d'optimisation et d'amélioration qui se proposent. L'enjeu est d'ouvrir des pistes d'exploration qui permettent une meilleure compréhension du fonctionnement de ces systèmes de transport urbain, et de mettre à la disposition des chercheurs un outil qui pourrait être adapté à d'autres contextes similaires.

**Partie III : Enjeux et perspectives pour le transport
urbain à Mila : une approche de géosimulation pour
l'analyse de la coexistence des réseaux public-privés**

Introduction de la partie

Dans une perspective d'évaluation de la performance du réseau de transport à Mila, l'analyse du terrain, les enquêtes usagers, et les séries d'entretiens réalisés avec les différents acteurs (cf. Annexe A, p. 273 ; Annexe B, p. 276 ; Annexe C, p. 279 ; Annexe D, p. 285) nous ont permis d'un côté de construire une vision plus claire de la demande de mobilité, du comportement des usagers et de ce qui motive leurs choix dans leurs pratiques quotidiennes de déplacement ; et de l'autre d'identifier les vecteurs des rapports de concurrence et de complémentarité entre les opérateurs (public et privés), et de comprendre dans une certaine mesure les équilibres, les origines des tensions et les logiques qui régissent les interactions entre les différents acteurs, et qui constituent une entrave au bon fonctionnement de ce système mixte de transport urbain et l'empêche d'assurer un rendement optimal.

Cependant, un besoin d'associer une lecture proprement technique à l'étude des aspects politico-sociaux et des comportements et préférences des différents acteurs du secteur s'avère indispensable pour qu'une image plus complète se dresse, permettant de mieux aborder la question de la coexistence public-privé (ou institutionnel/artisanal) au sein du système de transport urbain à Mila et dans les villes aux contextes comparables.

En réalité, les systèmes urbains, et plus particulièrement les systèmes de mobilités, sont par nature complexes. Leurs états sont définis au regard de leurs rapports à plusieurs d'autres systèmes (politique, social, économique...), et en fonction des comportements très variables des entités autonomes qu'ils regroupent, qui sont en interaction constante entre eux et avec leur environnement (Allen, 1997 ; Lammoglia, 2013).

Ceci compromet la capacité des approches traditionnelles utilisées en sciences humaines et sociales à offrir les outils d'analyse nécessaires et suffisants pour bien cerner le fonctionnement de ces systèmes, et impose une migration vers des approches modélisatrices adaptées au contexte.

Les évolutions qui ont suivi la présentation de la théorie des systèmes (Bertalanffy, 1968), avec le développement puis l'adaptation des approches de modélisation systémique aux problématiques géographiques nous offrent l'opportunité d'avoir recours à des outils innovants, permettant d'analyser le système de transport à Mila en tenant compte de l'ensemble des interactions et propriétés émergentes, et de la configuration spatiale et géographique de son environnement.

Dans cette partie, nous adoptons une approche de géosimulation pour aborder les enjeux et les perspectives de la coexistence public-privé au sein du système de transport urbain à Mila. L'idée est d'apporter une connaissance supplémentaire de la capacité du système à répondre aux besoins de déplacement de la population selon les différentes configurations possibles de ses composantes et d'évaluer la pertinence de cette diversité des modes opérationnels à travers l'exploration de plusieurs scénarii.

Chapitre 7 : Géosimulation et SMA dans les études des systèmes urbains et des systèmes de transport

Introduction

Ce chapitre s'attache à explorer les fondements et les applications de la géosimulation et des systèmes multi-agents, en mettant en lumière les avancées théoriques et méthodologiques qui ont émergé au fil du temps. Nous aborderons ici les différentes approches employées pour représenter la dynamique des systèmes géographiques, présentant ainsi les bases conceptuelles nécessaires à la compréhension des modèles présentés dans la suite de ce travail.

Dans une seconde partie, nous nous tournons vers les modèles basés sur l'agents qui suscitent un intérêt croissant dans le domaine de la modélisation des systèmes naturels. Ces modèles, composés d'entités autonomes interagissant au sein d'un environnement spatial sont décrits de façon à mettre en évidence leurs atouts et leurs apports en matière de représentation et de simulation des phénomènes géographiques complexes.

Enfin, nous explorons les applications spécifiques des Systèmes Multi-Agents dans plusieurs champs d'action, mais particulièrement dans l'étude des systèmes de transport urbain. En considérant la complexité inhérente à ces systèmes, nous décrivons, en se basant sur les exemples d'outils existant, comment les SMA peuvent offrir des outils puissants pour simuler et analyser les interactions dynamiques entre les différents acteurs de la mobilité urbaine.

7.1 Fondements de la géosimulation

Dans la géographie et les études urbaines, les modèles employés jusqu'aux années 1970 étaient principalement destinés à des analyses à macro-échelle (Irwin, Jayaprakash & Munroe, 2009), où l'on considère souvent les circonstances politiques et socioéconomiques globales comme principaux catalyseurs des dynamiques spatiales et où la norme est que les entités étudiées soient agrégées (Li, Wu, & Zang, 2014 ; Housseini, 2017).

Les chercheurs remettent en question la pertinence pour les aménageurs et urbanistes des réponses apportées par des modèles de planification urbaine tels que celui de Lowry (1964), utilisé pour simuler la répartition spatiale des retombées économiques s'exerçant sur une agglomération urbaine, ou le modèle EMPIRIC (1965) conçu à Boston pour simuler le développement de l'usage des sols. Ces modèles très utilisés aux états unis jusqu'aux années 1970, sont basés sur les déductions faites à l'échelle micro en partant d'analyses et d'observation de données à un niveau macro : par exemple, prédire l'usage des sols et localiser les travailleurs et les services à partir de la distribution des emplois. Dans ce contexte, des

experts comme Michael J. Webber (1984) critiquent fortement le modèle de Lowry (dont les prédictions sont relativement précises) pour son incapacité d'apporter des explications aux phénomènes étudiés et au fonctionnements des systèmes urbains (Marchand, 1985).

A partir de là, et avec l'arrivée et le développement de nouvelles techniques de calcul, les modèles basés sur l'agent sont créés pour remplacer les modèles traditionnels et remplir le besoin des géographes et des urbanistes de disposer d'outils capables de simuler des systèmes géographiques désagrégés au niveau des entités (individus, résidents, usagers, opérateurs. Etc) (Benenson, 1998, 1999 ; Moulinet al. 2003).

Ces nouveaux modèles s'inspirent en grande partie des différentes applications et des recherches sur les automates cellulaires et les systèmes multi-agents, (Batty, Couclelis, et Eichen, 1997 ; Benenson, et Torrens, 2004 ; O' Sullivan et Torrens, 2001 ; Torrens, 2003), et ouvrent la porte pour des possibilités de modélisation de la dynamique spatiale intégrant des dimensions importantes qui concernent le comportement interactif d'objets géographiques élémentaires dans une variété illimitée de façons (flux, diffusion, action à distance...).

En effet, leur développement est le fruit d'approches étroitement liées au paradigme de la complexité et à la théorie des systèmes complexes (Allen, 1997). Par conséquent, ils ont vocation à permettre la simulation et l'analyse de systèmes composés d'une multitude d'éléments autonomes et séparés, interdépendants et interconnectés, ayant des comportements individuels dont la somme peut faire émerger des phénomènes et des comportements complexes observables au niveau global (Collard, Verel & Clergue, 2013).

Benenson et Torrens (2004) considèrent que contrairement aux modèles conventionnels, cette classe de modèles urbains est bien adaptée pour traiter la dynamique complexe des systèmes urbains, et l'associent au concept de « géosimulation » qu'ils commencent à utiliser au début des années 2000.

Aujourd'hui, la géosimulation qui est à la base une approche de modélisation des systèmes urbains complexes inspirée de la microsimulation, constitue comme prévu par Torrens (2001), un champ de recherche en expansion continue dans le domaine des sciences de l'information géospatiale, regroupant les concepts, les méthodes, et les techniques qui intègrent les outils aux capacités de plus en plus avancées de simulation assistée par ordinateur, de télédétection et les systèmes d'information géographique pour simuler la façon dont les utilisateurs pourront utiliser les entités géospatiales, en particulier dans les environnements urbains.

Dans la géosimulation, l'enjeu n'est pas seulement de prédire, mais surtout de comprendre selon une approche "bottom-up" (Li, Wu & Zang, 2014), les dynamiques des systèmes géographiques complexes à travers l'analyse de l'impact des comportements individuels des différentes entités qui composent le système et leurs interactions dans l'environnement simulé, sur des phénomènes observables à d'autres niveaux d'organisation géographique et sur le système dans sa globalité (Parker et al., 2003 ; Benenson et Torrens, 2004).

A partir de là, dans sa publication sur les applications de la géosimulation dans la modélisation de la croissance urbaine, Paul Torrens (2006) définit les principales caractéristiques des modèles de géosimulation :

- En géosimulation, les unités spatiales (parcelles de terrain par exemple) constituent l'espace géographique de simulation, elles sont immuables et non interchangeables, contrairement aux unités agrégées des modèles traditionnels ;
- Les simulations y sont réalisées au niveau micro, les comportements simulés sont à l'échelle de l'entité (véhicules, personnes, maisons...) ;
- Selon le contexte de la géosimulation, les entités spatiales peuvent être mobiles ou immobiles, vivantes ou non vivantes, des personnes ou des objets (véhicules, terrains et poches foncières...). Elles peuvent donc prendre la forme d'agents représentatifs d'entités réelles ;
- Les comportements des entités en géosimulation sont spatialement hétérogènes. Les entités sont autonomes, interactives et interdépendantes ;
- Les méthodes en géosimulation sont plus axées sur les événements et les phénomènes que sur la dimension temporelle.

Ainsi, la géosimulation appliquée à l'urbanisme ouvre la possibilité d'étudier des phénomènes caractéristiques des environnements urbains en analysant des faits spatiotemporels à travers la reproduction de mécanismes d'interactions d'agents mobiles qui simulent le comportement de différents acteurs dans les paysages urbains.

Ces agents étant capables d'agir, et de produire à travers leurs actions, simultanées et interactives, des structures spatio-temporelles qui font sens à un niveau plus global d'observation, permettent une lecture plus poussée et une meilleure compréhension des phénomènes urbains émergents.

Dans ce contexte, les avancées informatiques nous permettent de construire des agents et de structurer leurs comportements via des règles et des procédures configurées à travers un langage

standardisé. L'approche la plus répandue consiste à coupler les méthodes de travail appliquées aux automates cellulaires à des systèmes multi-agents. Ceci favorise la création d'environnements de simulation (souvent grilles de cellules) où les agents ont des capacités de mémorisation et d'apprentissage, ce qui donne à leurs comportements un caractère évolutif (Sanders, 2005), renforçant la pertinence de l'adoption de ces modèles en urbanisme et en géographie.

7.2 Les modèles basés sur l'agent

Les modèles basés sur l'agent, sont des modèles informatiques en forte expansion depuis la fin des années 1990 et le début des années 2000, qui combinent des éléments de la théorie des jeux, de celle des systèmes complexes et de l'émergence, dans une approche explicative du comportement individuel et collectif des agents aux comportements codifiés, au sein des systèmes naturels.

Comme cité par Troitzsch (1997), la modélisation à base d'agent naît à la suite des développements et évolutions de la microsimulation, de la modélisation par automates cellulaires et de l'intelligence artificielle (cf. Figure 41, p. 167).

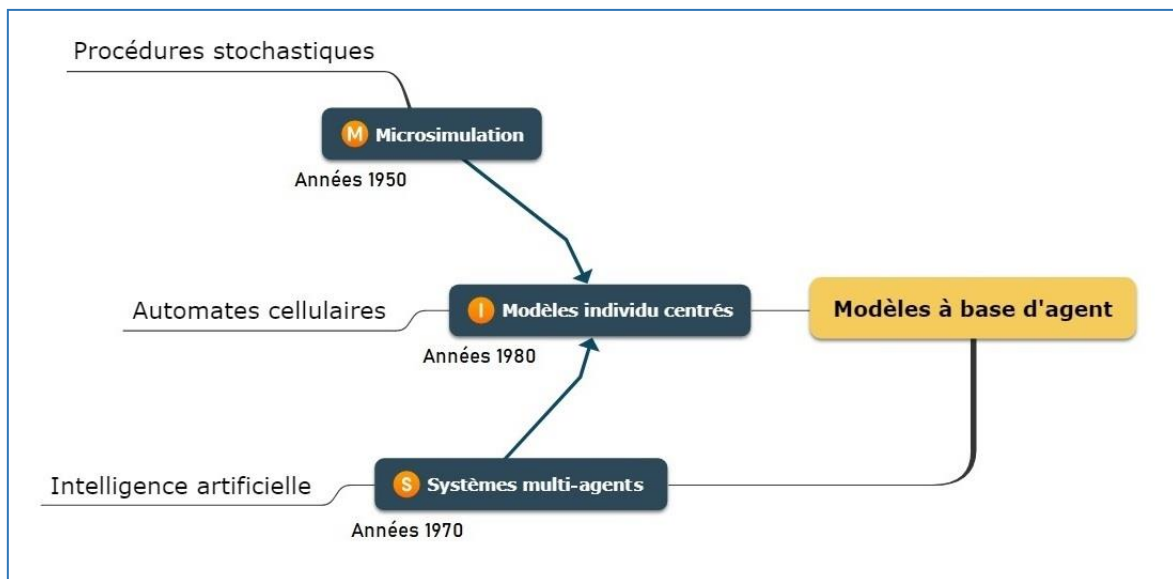


Figure 41: Développement des modèles basés sur l'agent

En effet, la popularisation des automates cellulaires qui commence avec le voisinage de Von Neumann (Von Neumann & Burks, 1966), construit avec l'aide de Stanislaw Ulam, et les travaux qui l'ont suivi, tel que le jeu de la vie de John Conway (1970) et le modèle de ségrégation de Thomas Schelling (1971) ; ainsi que le développement des premiers langages universels permettant d'automatiser des simulations d'agents à l'image de Simula (Dahl & Nygaard, 1965), ont permis de préparer le terrain pour l'apparition de dispositifs fonctionnels

permettant de créer des modèles à base d'agent très utiles pour analyser des phénomènes en biologie et épidémiologie, en sciences de l'environnement et en sciences humaines et sociales.

Le modèle Sugarscape présenté par Joshua M. Epstein et Robert Axtell (1996) pour simuler des comportements d'agents intelligents suivant un ensemble ou une partie de règles prédéfinies, est souvent considéré comme le premier modèle à base d'agent de grande taille.

Il est suivi par l'émergence d'une panoplie de modèles visant à combler des besoins de représentation des interactions sociales ou des processus spatiaux (Deymier & Nicolas, 2005), comme dans le cas d'ASCAPE (Parker, 2001), et de la simulation des flux pédestres par Batty, Jiang & Thurstain-Goodwin (1998).

7.2.1 Analyser et comprendre les systèmes complexes : introduction à l'approche multi-agents

A. Les agents :

Dans les systèmes multi-agents, les agents logiciels permettent de simuler des entités réelles ou abstraites, et sont capables de communiquer entre eux et d'agir sur leur environnement et sur eux-mêmes (Ferber, 1995). Selon Jennings, Sycara et Wooldridge (1998), ils sont typiquement (et parfois optionnellement) :

- **Autonomes** : les agents sont capables de prendre des décisions et d'agir de manière indépendante, avec un contrôle total de leurs états internes ;
- **Situés** : un agent agit sur son environnement et en dépend, il perçoit les éléments de l'environnement à travers des entrées sensorielles ;
- **Sociables** : un agent est capable d'interagir avec d'autres agents et processus dans son environnement ;
- **Cognitifs** : un agent dispose d'une représentation précise de l'environnement, possède des connaissances sur les autres, un raisonnement avec des buts et des plans explicites et des compétences pour agir ;
- **Réactifs** : un agent peut percevoir et répondre aux changements détectés dans son environnement ;
- **Proactifs** : selon l'environnement de simulation, un agent a la capacité d'orienter ses comportements en fonction d'un objectif et d'être opportuniste, il est capable de prendre l'initiative de façon instantanée en réaction aux changements qui surviennent autour de lui ;

- **Mécanistes** : un agent peut être programmé pour agir de manière déterministe et prévisible en réponse à des stimuli ou à des règles prédéfinies. Il suit des algorithmes de manière stricte et ne manifeste pas d'autonomie ou de comportement imprévisible.

Dans beaucoup de cas, les mécanismes de fonctionnement des agents sont simples, notamment lorsqu'ils sont réactifs et mécanistes. Cependant, les agents autonomes sont beaucoup plus évalués en fonction de leur « intelligence », qui est déterminée par leurs actions intentionnelles, autonomes et apprises. En d'autres termes, les agents ont parfois une connaissance (plus ou moins limitée) de l'environnement dans lequel ils évoluent et utilisent cette connaissance pour prendre des décisions intelligentes.

Dans certains cas, ne pouvons retrouver des agents capables d'évaluer la viabilité des décisions prises et de changer de cap en conséquence. Globalement, leur processus de prise de décision implique un raisonnement basé sur leur état interne, l'état des autres agents et l'état de l'environnement.

B. Les systèmes

De façon simplifiée, tout système distribué comprenant plusieurs agents interagissant entre eux et avec l'environnement est un système multi-agents. Les interactions de chaque agent représentatif d'entité réelle au sein de l'environnement multi-agents sont régies par des règles préconfigurées lors du processus de modélisation. Comme montré sur la Figure 42 (page 169),

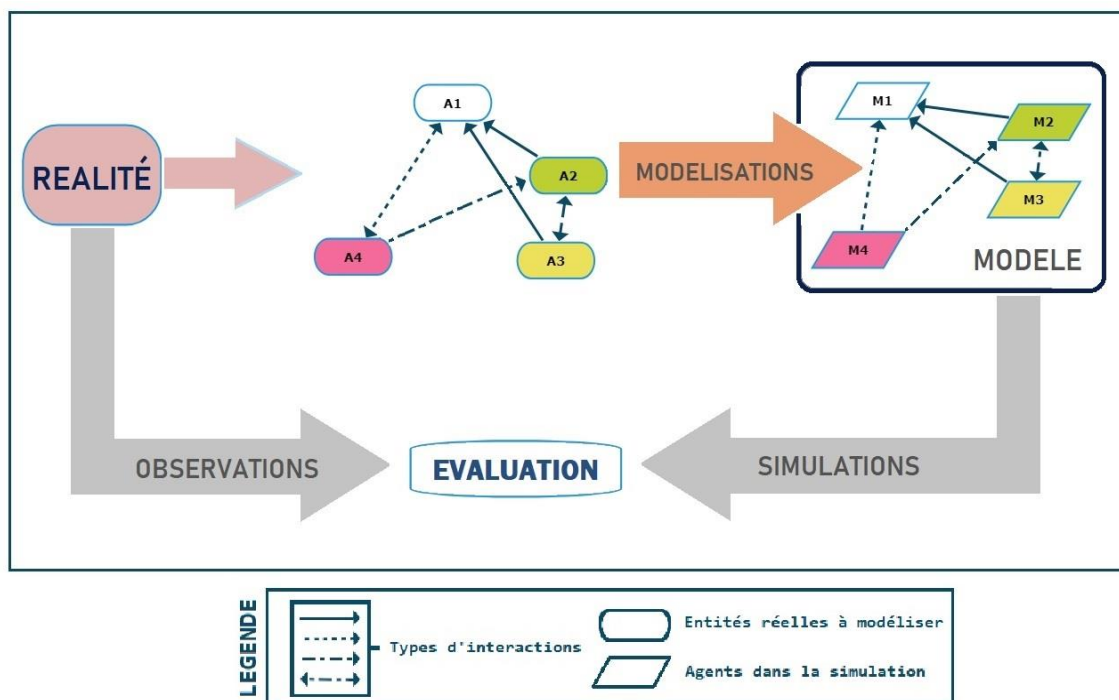


Figure 42: Principe de la simulation multi-agents (Adapté de Drogoul, 1993)

le phénomène réel est décomposé en un ensemble d'éléments qui agissent ou interagissent et qui seront modélisé par un agent. Le modèle général résulte des interactions entre ces agents.

Généralement, les SMA sont hétérogènes (Ferber & Weiss, 1999), ils forment un ensemble complexe impliquant des interactions ainsi que des processus de coordination entre des agents ayant des caractéristiques et des capacités différentes.

Comme le montre la Figure 43 (page 171), les agents ont des attributs, des comportements plus ou moins sophistiqués et une capacité d'interagir directement ou indirectement avec d'autres entités du système. De plus, ils ont une capacité de perception de leur environnement, qui est défini par une métrique, des lois de fonctionnement et par toutes sortes d'attributs, qui peuvent évoluer au cours d'une simulation (Lammoglia, 2013).

Les agents ont des objectifs individuels qui ne correspondent souvent pas à l'objectif visé par le système multi-agents dans sa globalité. L'environnement multi-agents est le plus souvent organisé selon des modes de coopération, de concurrence ou de coexistence (Chaib-Draa, Jarras, & Moulin, 2001).

On peut associer trois formes de liens et d'interactions aux systèmes multi-agents :

- Une première où les agents dépendent les uns des autres pour l'accomplissement des tâches ;
- Une forme où les agents fonctionnent de manière asynchrone pour créer un système complètement distribué ;
- Une forme où les agents font preuve d'autonomie et de coordination pour assurer un contrôle décentralisé.

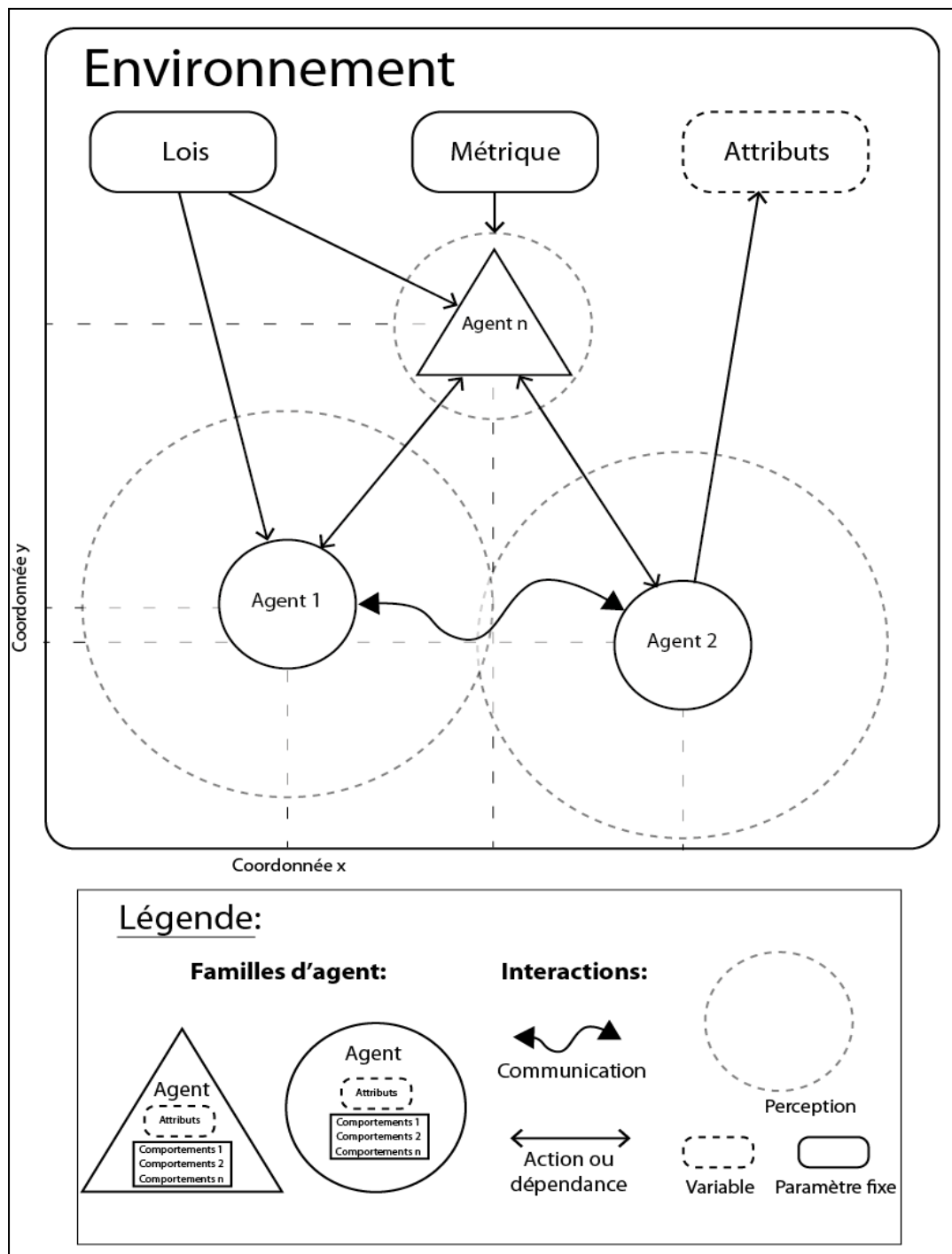


Figure 43: Schéma d'un modèle basé sur l'agent (Lammoglia, 2013 adapté de (Treuil, Drogoul & Zucker, 2008))

Dans ce dernier contexte, contrairement aux systèmes centralisés, il n'y a pas de point d'optimisation unique, ce qui offre plus de flexibilité lors de la modélisation de systèmes complexes. Cette décentralisation permet à la modélisation d'être hautement configurable, ce qui la rend plus robuste et évolutive.

D'une manière générale et d'un point de vue pratique, l'approche multi-agents présente plusieurs atouts qui ont motivé leur expansion rapide auprès des chercheurs, notamment en

sciences humaines et sociales. Sa modularité, permettant une conception incrémentale et progressive des éléments du système (Six, Saunier, Guessoum & Leng, 2015), et la façon dont les SMA sont construits offrent souvent à l'utilisateur final une facilité de compréhension et d'adoption de l'outil, et au modèle une solidité architecturale et une efficacité de représentation suffisantes. Aussi, la décentralisation d'une grande partie des modèles multi-agents ressemble aux entités fonctionnelles du monde réel au sein de toute organisation, c'est-à-dire que les entités travaillant pour leurs objectifs individuels, contribuant finalement à l'objectif organisationnel global. De toute façon, les agents autonomes alimentent continuellement le modèle et rendent le système hautement dynamique et réactif aux changements et aux événements dans l'environnement.

En somme, dans les SMA, les ressources sont distribuées, les agents en interaction ont un comportement personnalisé et l'environnement sous-jacent est dynamique.

C. Les communications

Après la conception des agents, un environnement permettant des interactions riches entre eux doit être créée. Cela implique la mise en place de protocoles d'échange d'informations entre les agents en interaction. Le type le plus courant est la communication locale basée sur le passage de messages (Moulin et al., 2003). Il s'agit d'une communication bidirectionnelle qui ne nécessite pas de mémoire ni d'intermédiaire. Les agents peuvent aussi communiquer en utilisant une sorte de dépôt d'information partagé entre les membres du groupe. Il s'agit d'une structure fédérée aussi connue sous le nom de tableau noir (Corkill, 2003), qui permet l'accès à un référentiel d'informations simple et cohérent, mais qui constitue aussi une source centrale de vulnérabilité pouvant interrompre les opérations à travers tout le système (Lammoglia, Josselin, & Marilleau, 2016).

Par ailleurs, les systèmes multi-agents implémentent généralement leurs protocoles de communications à l'aide d'un langage universel compréhensible par l'ensemble des agents communicants, ce qui garantit la cohérence des informations en circulation entre les agents. De plus, l'hétérogénéité inhérente à un système multi-agents nécessite un protocole de communication qui supporte l'interopérabilité entre les agents en interaction, et qui peut aussi favoriser la compatibilité du système avec d'autres environnements.

D. Prise de décision dans les SMA

Le principe fondateur d'un système multi-agents est la coexistence et l'interaction de ses agents. Même si les agents sont autonomes, ils ont la capacité d'interagir avec d'autres agents et de reformuler des modèles de décision dans un environnement qui évolue rapidement. Les décisions prises par les agents dans un système multi-agents pèsent beaucoup plus que celles prises par des agents individuels. Elles comportent un facteur d'incertitude associé aux conséquences de la décision prise. Ceci est logique pour un environnement où les décisions prises par un agent peuvent avoir un impact sur d'autres agents et sur leur environnement (Parker et al., 2003). Plus précisément, une décision prise au niveau de l'agent fait partie d'un ensemble d'actions conjointes, qui affectent la récompense globale du système plutôt que la capacité d'un seul agent d'atteindre son état cible. En plus, toute décision prise au niveau supérieur est basée sur des informations provenant des niveaux inférieurs. En particulier, pour les systèmes à grande échelle, l'organisation doit relever le défi de la quantité d'informations qui circulent entre les niveaux.

Dans ce contexte, le développement des capacités d'apprentissage au sein des systèmes multi-agents, aide les agents dans le processus de prise de décision à travers l'exploitation de nouvelles informations, d'informations historiques et des données disponibles sur les conséquences des actions passées. En fonction des observations on peut distinguer :

- Un apprentissage actif : consistant à analyser et à observer l'environnement afin d'élaborer un modèle de décision où l'agent a une connaissance explicite de soi, de l'environnement, de l'organisation et des interactions dans le système. Il peut être déductif, inductif ou probabiliste.
- Un apprentissage réactif : consistant à lancer des agents sans intelligence, sans aucune observation réelle de l'environnement. Ils commencent dépourvus d'une connaissance de base, mais se construisent et s'améliorent au fur et à mesure avec l'accumulation des données.

7.2.2 Domaines d'application des SMA

Au fil des années, le paradigme multi-agents a été appliqué à de nombreux domaines et champs de recherche. On trouve beaucoup d'applications en chimie, en robotique, en immunologie et en épidémiologie (les agents représentent les particules, molécules, robots...), mais ils sont beaucoup plus utilisés dans des domaines comme celui des réseaux informatiques, en particulier dans le secteur des télécommunications et des technologies Internet. Avec l'avènement des objets connectés et du cloud, les systèmes multi-agents ont été adoptés pour

explorer de nombreux problèmes tels que la consommation d'énergie (Donnell, Howley, & Duggan, 2020), la performance des systèmes (Grzonka et al. 2018), l'allocation des tâches et le partage des ressources. Parallèlement, ils ont aussi été utilisés par les experts en cybersécurité pour tester la sécurité des réseaux en simulant les différentes attaques possibles.

La gestion des processus industriels, des usines intelligentes (Wang et al., 2016) et des chaînes d'approvisionnement est un autre domaine dans lequel les SMA ont été appliqués avec succès. Ils sont utilisés pour l'optimisation du processus de fabrication, la gestion des ressources et des différentes composantes des chaînes de production, et pour garantir des délais de livraison plus courts et assurer la fiabilité des réseaux de distribution (Ghadimi, Toosi & Heavey, 2018 ; Giannakis & Louis, 2011 ; Lee & Kim, 2008 ; Skobelev, 2015).

Plus important encore, plusieurs modèles multi-agents à l'image de Simpop (Bura et al, 1996, Sanders et al, 1997), PUMA (Ettema et al., 2007) ou LUDAS (Le, Park & Vlek, 2010) sont utilisés par les urbanistes pour simuler des systèmes de villes, analyser et prédire les dynamiques urbaines et interurbaines et résoudre les problèmes liés à l'urbanisation, notamment en ce qui concerne la croissance urbaine, l'usage des sols, la congestion du trafic et la mobilité (Benenson, 1998 ; Bretagnolle & Pumain, 2010 ; Ligtenberg et al., 2004 ; Parker et al., 2003 ; Perret et al., 2010 ; Tian et al., 2011).

A titre d'exemple, la figure 44 (page 174) illustre l'évolution de la répartition spatiale et du nombre de logements vacants par zone dans la Randstad (Pays-Bas) sur une simulation PUMA. On observe de fortes concentrations dans les villes d'Amsterdam, d'Utrecht et certaines petites villes (gauche). Ces concentrations de logements vacants disparaissent dès qu'il y a une augmentation du nombre de ménages (droite).

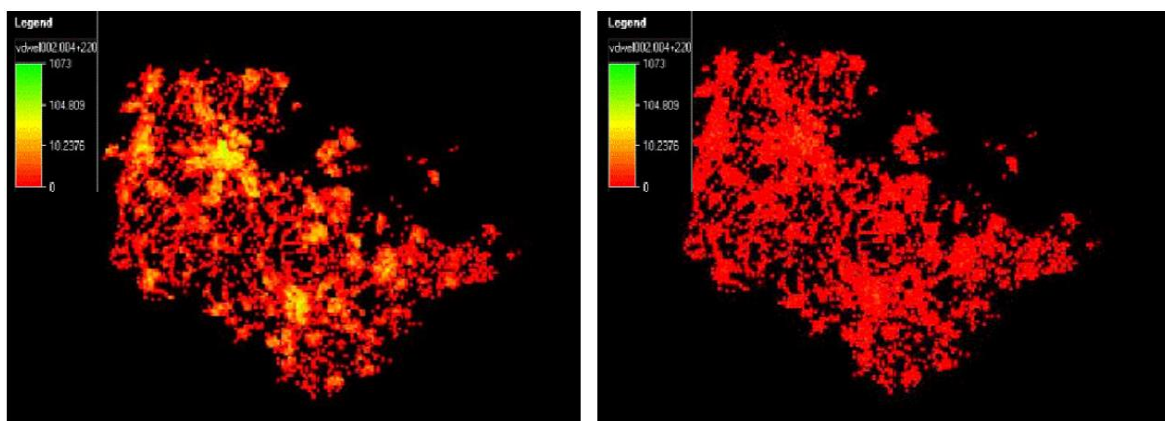


Figure 44: Prédiction des logements vacants via PUMA (Ettema et al., 2007)

Le domaine de la recherche urbaine est un de ceux où ces nouveaux modèles de simulation ont connu l'essor le plus spectaculaire (Benenson & Torrens, 2004). En effet, la flexibilité de

l'approche multi-agents permet d'implémenter des modèles à des échelles spatiotemporelles distinctes, qui peuvent concerner des pratiques individuelles et des phénomènes qui surviennent sur quelques heures ou une journée au niveau des parcelles, îlots ou axes routiers, ou des phénomènes d'étalement, d'usage du sol et de mobilité résidentielle qui émergent au niveau métropolitain sur une période de plusieurs années.

7.3 Les SMA pour l'étude de la mobilité et des systèmes de transport urbain

La gestion des mobilités et du transport urbain est au cœur des préoccupations de tout décideur et acteur de la ville d'aujourd'hui. Ce champ d'action conditionne significativement la qualité de vie en ville et a un impact important sur les pratiques urbaines, l'organisation des activités et sur le paysage urbain dans son ensemble. Gérer la question des mobilités et du transport urbain exige une compréhension de l'état actuel de l'objet d'étude et une anticipation des états futurs. Les modèles multi-agents de transport permettent de comprendre ces états, d'explorer des scénarii possibles et d'informer les planificateurs et les décideurs politiques, ce qui favorise une croissance durable.

En effet, si d'autres types de modèles, permettant d'analyser la flexibilité spatiotemporelle, l'adaptabilité et l'autonomie des SMA facilitent la représentation des entités de trafic, qu'il s'agisse de piétons ou de véhicules, ce qui les rend particulièrement pertinents pour la modélisation des déplacements et des systèmes de transport urbain mixtes et diversifiés (Chen, 2012). Ces outils ont été largement utilisés dans le but de simuler le comportement des éléments en mouvement dans l'espace urbain, avec des applications aux divers phénomènes liés aux problématiques de mobilité.

Nagel et Rasmussen utilisent en 1994 dans un premier temps un système multi-agents pour mesurer l'ampleur et la fréquence des embouteillages, et ouvrent le champ pour d'autres modèles appliqués au trafic à grande échelle (Cetin et al., 2002), aux problèmes de stationnement (Benenson et al., 2008), au flux piétons (Batty, 2003 ; Turner & Penn, 2002), et à la gestion des risques et à l'évacuation d'urgence (Crooks, Castle & Batty, 2008).

Aussi, en raison de leur nature géographiquement distribuée et asynchrone, les SMA sont rapidement adoptés pour la modélisation des systèmes de transport urbain, notamment collectif (Burmeister, Haddadi & Matylis, 1997). Plusieurs projets se succèdent pour offrir aux chercheurs et aux experts du domaine des sets d'outils et des packages de simulation permettant de le faire. On peut citer la plateforme MATsim qui permet des simulations à grande échelle des systèmes de transport et qui reste l'une des plus utilisées en Europe et en France (Horni, Nagel & Axhausen, 2016 ; Zargayouna, 2021), le progiciel TRANSIMS développé par le Los

Alamos National Laboratory et utilisé pour des études de cas réels aux états unis, permettant entre autres de mesurer les impacts du trafic, la congestion et la pollution (Hobeika, 2005, dans Chen, 2012 ; Lee, Eom, & Moon, 2014) ; et la suite logicielle open source de simulation SUMO, permettant la modélisation microscopique du trafic et la modélisation des systèmes de trafic intermodal (Behrisch et al., 2011 ; Lopez et al. 2018).

Les figures ci-dessus montrent respectivement une visualisation de la congestion routière sur TRANSIMS à travers une carte de chaleur où les zones fluides sont en vert et les plus congestionnées sont en rouge (cf. Figure 45, 176), ainsi qu'une interface de simulation des niveaux de pollution sur SUMO, avec des véhicules colorés en vert, jaune ou orange selon leur quantité d'émission de CO2 (cf. Figure 46, 177).

Par ailleurs, des environnements de simulation plus généralistes comme Swarm, Repast, Mason ou NetLogo offrent à travers leurs interfaces de modélisation, l'opportunité de créer des modèles multi-agents dédiés à la simulation des transports urbains très flexibles et malléables, ce qui est surtout recherché lorsqu'il s'agit de réseaux de transports flexibles ou artisanaux. Les travaux d'Adrien Lammoglia sur la comparaison des services de transport français et sénégalais (2013) montrent l'utilité et les apports de ces boîtes à outils dans l'étude des systèmes de transport, notamment dans les pays du sud.

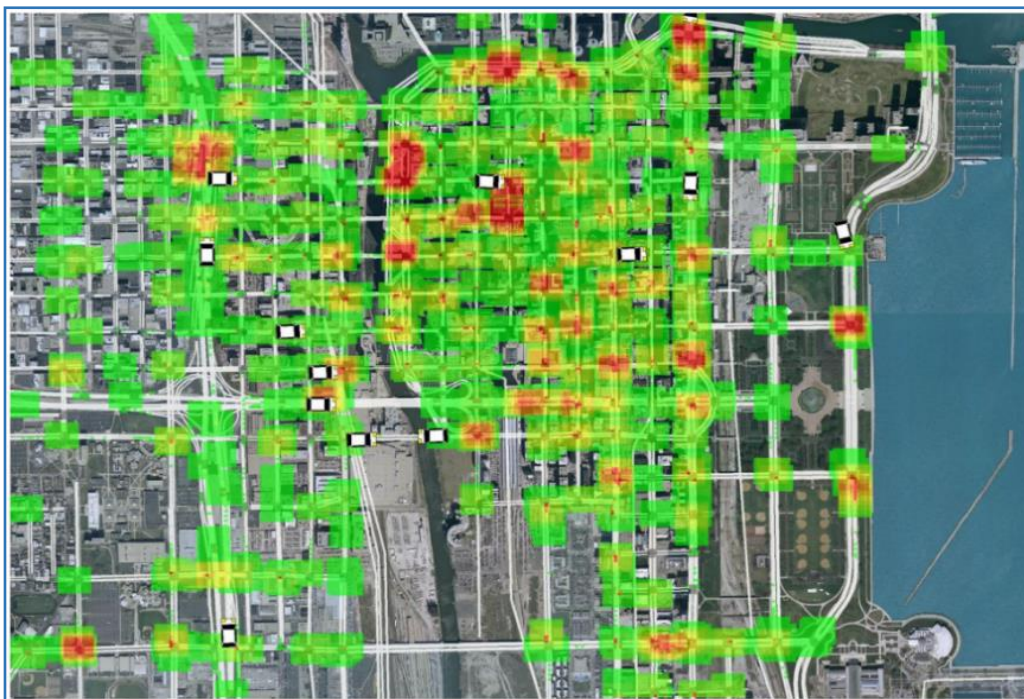


Figure 45: Visualisation de la congestion sur TRANSIMS (TRACC, Etats-Unis)

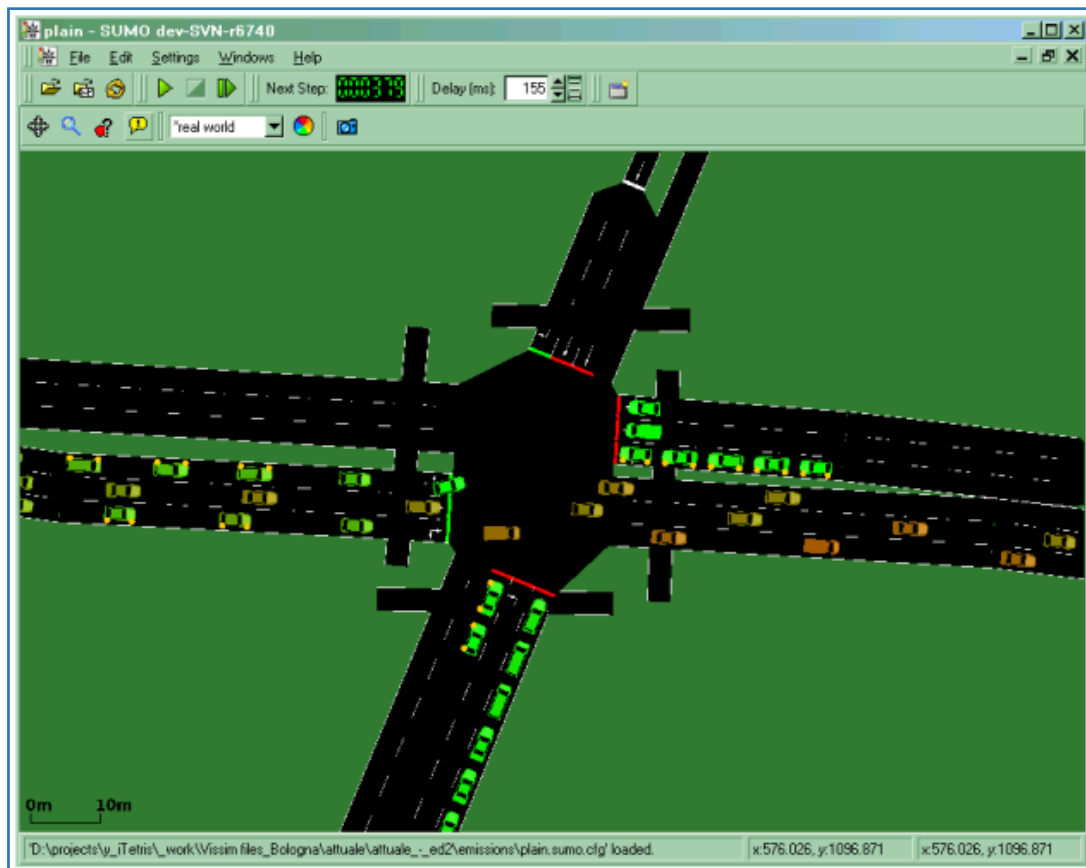


Figure 46: Interface SUMO pour la simulation des émissions de CO2 (Behrisch et al., 2011)

Conclusion

La géosimulation est l'une des approches de la modélisation les plus prisées par les chercheurs dans le cadre de l'étude des entités dynamiques au sein des systèmes géographiques. Dans ce chapitre, nous avons posé les bases théoriques et les fondements, et décrit les évolutions méthodologiques à l'origine du développement de cette approche, à partir des premiers modèles de planification urbaine, en passant par la microsimulation et les automates cellulaires, et jusqu'aux modèles à base d'agents.

Face aux limitations des modèles traditionnels agrégés, souvent incapables de fournir les explications nécessaires aux phénomènes qui se produisent dans les systèmes géographiques, nous avons mis en lumière les besoins exprimés par les chercheurs géographes et urbaniste de disposer d'une catégorie de modèles permettant de répliquer les comportements individuels, les interactions et les interdépendances des différentes entités au sein d'un espace de simulation. La pertinence de ces modèles réside dans la possibilité de reproduire des événements à l'échelle micro, qui ont un des effets observables à une échelle globale, ce qui facilite la compréhension des principes de fonctionnement des systèmes géographiques et urbains complexes.

Dans ce cadre, nous avons expliqué que les avancées en matière de puissance de calcul, et les progrès réalisés dans le domaine informatique ont permis l'émergence des Systèmes Multi-agents et plus globalement des modèles à base d'agents qui se montrent comme l'un des outils phares de simulation des systèmes complexes dans beaucoup de domaines. En effet, grâce à sa flexibilité spatiotemporelle, le paradigme multi-agents est aussi bien appliqué en informatique, que dans la gestion des processus industriels, la biologie, les sciences sociales, la géographie et les études urbaines.

Enfin, nous avons exposé certains usages des SMA dans les domaines de la recherche urbaine, en soulignant particulièrement leur apport pour l'analyse des systèmes de transports et de la mobilité. La capacité des SMA à créer des représentations fidèles aux caractéristiques propres aux différentes entités d'un espace de simulation (parcelle de terrain, piétons, voitures...etc.) les rends très pertinents pour traiter des problématiques comme celles du stationnement, la congestion routière, la marchabilité, l'empreinte carbone et la performance des systèmes de transport. Ces applications sont facilitées à travers le développement et à la mise à disposition des chercheurs d'un ensemble de boites à outils polyvalentes et intuitives à l'instar de NetLogo que nous présentons dans le prochain chapitre.

Chapitre 8 : Application au cas de Mila

Introduction

Le recours à la modélisation multi-agents pour le cas de Mila est principalement motivé par la polyvalence des systèmes multi-agents et leur caractère distribué, permettant de concevoir des modèles très opérationnels à partir de données disponibles à un niveau désagrégé, qui concernent principalement les comportements individuels des conducteurs et des clients, décrits et recensés à travers l'observation et les enquêtes réalisées sur le terrain. Ceci s'adapte aux particularités de notre contexte où l'accès et aux données géographiques à grande échelle et leur disponibilité sont limités.

Pour notre cas d'étude, l'enjeu est de modéliser le système de transport urbain à Mila, à l'échelle microscopique, de façon à ce que notre SMA permette de répliquer le mode de fonctionnement des opérateurs et d'évaluer les performances des différentes compositions possibles du système, afin de mieux appréhender la question de la coexistence des réseaux public et privés de transport collectif et leurs rapports de concurrence et de complémentarité, et d'explorer à travers les scénarios simulés, les pistes d'amélioration possibles et les perspectives de développement.

Dans ce chapitre, nous exposons l'approche méthodologique choisie, en commençant par la présentation de la plateforme de simulation et des modèles conçus, puis en dérivant le protocole de simulation adopté.

8.1 Approche méthodologique

8.1.1 La plateforme NetLogo et le modèle TCTS

Cette partie de notre recherche va être réalisée sur la plateforme en développement continu NetLogo¹, créée et utilisée pour la première fois par Uri Wilensky à l'université Northwestern (Wilensky 1999 ; Tisue & Wilensky 2004). Il s'agit d'une plateforme bien adaptée à la modélisation des agents mobiles à interactions courtes, fonctionnant en parallèle sur une grille (Treuil, Drogoul & Zucker, 2008). Son environnement est simple, il est composé de : "Tortues" qui sont les agents mobiles se déplaçant dans le monde ; de "Patches", représentant les portions de sol sur lesquelles les tortues peuvent se situer et se déplacer ; de "Liens" qui

¹ ccl.northwestern.edu/netlogo/

relient les tortues ; et d'un "observateur" (non situé dans le monde) qui permet de regarder de l'extérieur le monde des tortues et des patches.

Dans notre contexte, deux aspects principaux justifient le choix de cette plateforme. Le premier concerne les atouts qu'elle présente pour notre cas précis en comparaison avec les autres plateformes populaires. NetLogo est sous licence gratuite, sa prise en main est facile, sa communauté d'utilisateurs est large et la documentation disponible et bien fournie (cf. Tableau 14, p. 180). Le deuxième est lié au fait que nous avons l'opportunité de travailler sur un outil existant préconçu et développé sur NetLogo par Adrien Lammoglia pour l'étude des systèmes de transports flexibles, sur lequel il a fallu apporter des modifications pour l'adapter au contexte de Mila et aux systèmes de transport en place. Il s'agit du modèle TCTS (Trans-Cultural Transport Simulator) utilisé pour modéliser et comparer plusieurs systèmes de transport en France et au Sénégal (Dakar) (Lammoglia et al., 2012 ; Lammoglia & Josselin, 2013 ; Lammoglia, 2013).

Tableau 14: Comparaison des boites à outils Swarm, Repast, Mason et NetLogo (Adapté de Gilbert, 2007)

	Swarm	Repast	Mason	NetLogo
<i>Licence</i>	GPL*	GPL	GPL	Gratuite
<i>Expérience d'Installation</i>	Mauvaise	Acceptable	Acceptable	Bonne
<i>Documentation</i>	Incomplète	Limitée	Limitée	Bonne
<i>Base d'utilisateurs</i>	Diminue	Large	En évolution	Large
<i>Langage</i>	Java, ObjC	Java, Python	Java	NetLogo
<i>Vitesse</i>	Moyenne	Rapide	Rapide	Moyenne
<i>Dévelop. Interface graphique</i>	Limité	Bon	Bon	Très bon - Point & Click
<i>Expérimentations systématiques</i>	Prise en charge Partielle	Prises en charge	Prises en charge	Prises en charge
<i>Apprentissage</i>	Long	Moyen	Moyen	Facile
<i>Intégration SIG</i>	Non	Oui	Oui	Oui

*Licence Publique générale

8.1.2 Démarche de modélisation

Dans ce travail de modélisation, bien que nous nous basions en partie sur des données et des informations recueillies sur le terrain, nous n'avons pas l'intention de faire une reproduction complète du réel. Ce modèle vient justement apporter une connaissance complémentaire en abordant la problématique de la coexistence public-privé dans le système de transport urbain à Mila sous un angle de vision proprement technique, tout en se détachant des aspects politiques et sociaux, qui influencent beaucoup la situation réelle.

Le processus de modélisation n'est pas exhaustif. Nos simulations intègrent notamment des éléments géographiques comme la forme du réseau routier et la configuration spatiale des itinéraires de transport public, ainsi que des données issues de l'observation et des enquêtes de terrain à l'image de la répartition des proportions de densité de la population. Mais elles gardent tout de même un caractère abstrait au vu de leurs contextes théoriques et des limitations des modèles sur plusieurs aspects.

En effet, nous ne proposons pas à la fin de cette partie une feuille de route pour les décideurs ou une liste de solutions prêtes à appliquer. La confrontation des résultats des simulations sert principalement de support d'évaluation des forces et des faiblesses des compositions simulées et d'outil d'identification des pistes d'amélioration à explorer.

On peut structurer la démarche adoptée en trois parties principales (cf. Figure 47, p. 183) :

- La première partie a commencé par l'observation du terrain et des différentes entités qui composent l'environnement étudié. L'idée était d'identifier les éléments à recréer dans le modèle, de décrire leurs caractéristiques et spécificités et de décortiquer leurs comportements et la façon dont ils interagissent avec l'environnement et avec l'ensemble des autres éléments fixes ou mobiles qui se trouvent en son sein.

Ici, il s'agit de regrouper les propriétés les plus pertinentes caractérisant la mécanique en premier lieu des éléments du système de transport urbain à Mila.

Le travail effectué ensuite nous permet de synthétiser les données à notre disposition afin de pouvoir établir une classification des agents et des objets de l'environnement, et de schématiser un ensemble de processus permettant de modéliser les comportements des clients et les modes de fonctionnement des opérateurs de transport (public et privés), de construire l'environnement de simulation adapté au bon fonctionnement des services (réseau routier, stations, bassins de vie), et de codifier les interactions et l'ensemble des protocoles d'échange entre les différentes entités.

- La deuxième partie concerne l'implémentation des modèles dans NetLogo. Elle nécessite la construction de l'environnement de simulation avec tous les objets qui le constituent et requiert, dans notre cas, la reprise et la modification de certaines composantes du Trans-Cultural Transport Simulator (TCTS) afin d'adapter les comportements et les variables d'état à celles de certains éléments similaires du système de transport milevien, ainsi que la transcription en code des composantes manquantes avec toutes les procédures permettant de bien faire tourner le modèle dans sa nouvelle configuration. Elle comporte aussi une étape qui consiste à définir les indicateurs d'évolution du modèle en créant les moniteurs pour les suivre et surveiller l'état général du système.

En effet, les véhicules du réseau de transport public et ceux du réseau privé artisanal à Mila ont des modes de fonctionnement qui ressemblent à ceux de certaines composantes du TCTS. Le modèle *Public* dans notre cas a presque le même principe de fonctionnement que le modèle *Bus*, la différence est qu'il y a un minuteur fixant les intervalles de rotation, et un nombre de bus prédéfini pour le modèle *Public*, ce qui fait que les bus ne sont pas en circulation continue. Parallèlement, le modèle *Privé* fonctionne selon des logiques de gestion des fréquences suivant les taux de remplissage et adopte un comportement qui ressemble en partie à celui des véhicules du modèle *Clandos* sur le TCTS dont le mode de fonctionnement est inspiré des taxis « clandos » observés à Dakar. Les véhicules dans ce modèle ne circulent pas en continu au cours de la simulation et vont systématiquement attendre les clients aux stations avant de commencer à rouler et ils entament leurs tournées seulement lorsque le véhicule est suffisamment rempli (Lammoglia & Josselin, 2013). La différence entre les deux modèles réside dans le fait que le modèle *Privé* est un modèle de bus, ayant un itinéraire fixe avec des destinations prédéfinies alors que le modèle *Clando* est un modèle de taxi qui a la capacité de choisir ses destinations.

La reprise d'une bonne partie du code de ces modèles nous a facilité la tâche. En revanche, il était nécessaire de créer un modèle mixte qui permet la simulation simultanée des réseaux de transport urbain public et privés.

Cette partie de la démarche de modélisation est la plus chronophage, car la construction d'un modèle fonctionnel et fiable a demandé beaucoup de tests et d'allers-retours entre les observations du terrain, les modèles conceptuels et le code sur NetLogo.

- Enfin, la troisième partie est celle où l'on analyse les résultats des simulations. Celles-ci doivent d'abord être réalisées suivant un protocole qui cible les scénarii et les configurations nous permettant de faire les lectures les plus pertinentes à propos de la question étudiée. Il s'agit ensuite de comparer la performance des différents modèles et compositions du système de transport à Mila selon une grille d'évaluation complète, à travers la confrontation des résultats des simulations conduites dans les mêmes conditions et les mêmes configurations d'environnement.

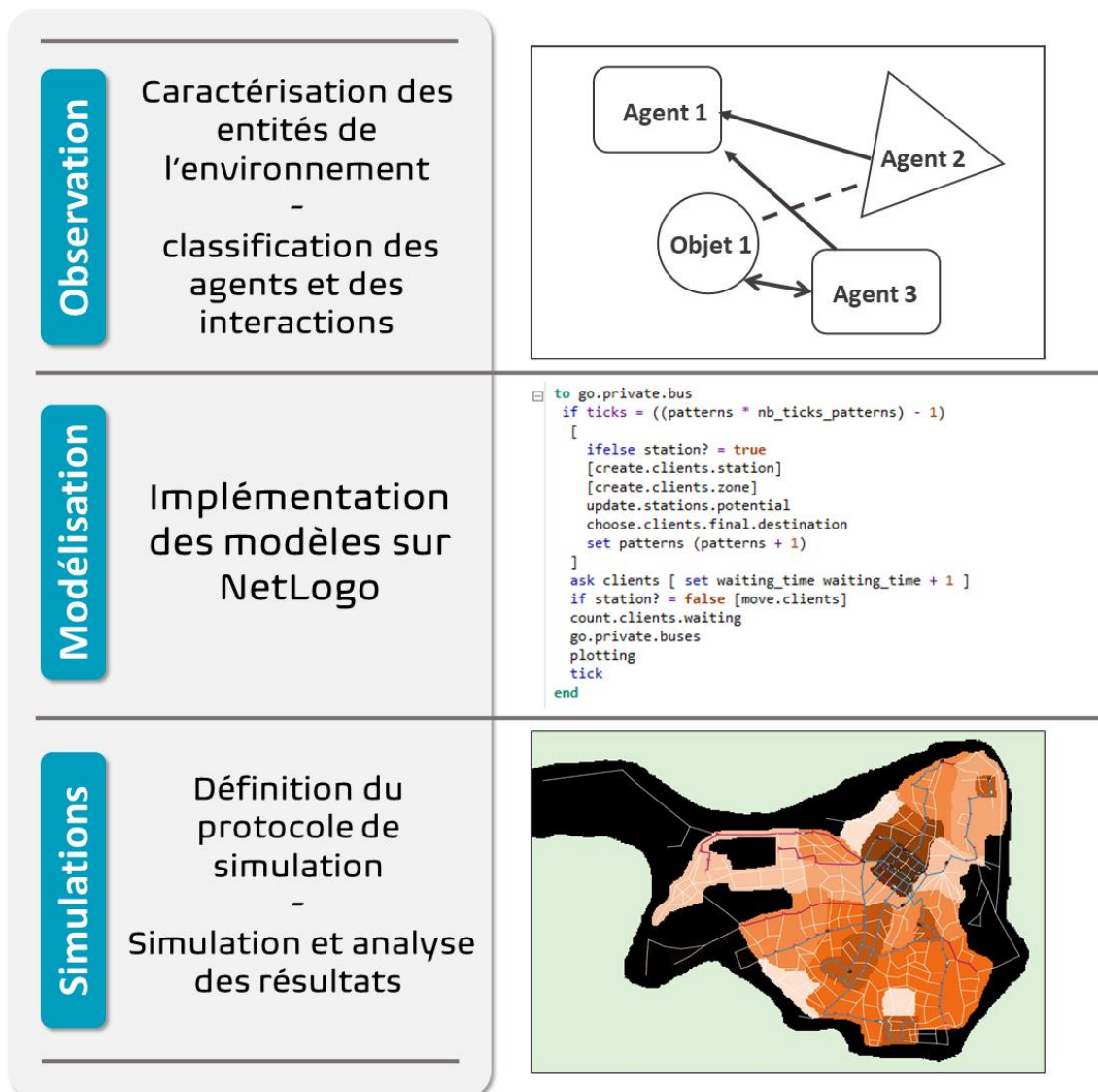


Figure 47: Processus de modélisation

8.1.3 Protocole Overview, Design concepts, Details (ODD)

En plus de la présentation de leur structure générale et du diagramme des classes, nous présentons les modèles de façon plus ou moins détaillée afin de permettre une meilleure compréhension de leur composition et de leur mode de fonctionnement, et d'assurer une facilité de lecture et de réplique pour les utilisateurs de n'importe quelle autre plateforme.

Pour cela, nous utilisons le protocole ODD (Overview, Design concepts, Details), conçu et présenté par Volker Grimm et son équipe (Grimm et al., 2006 ; Grimm et al., 2010 ; Grimm et al., 2020) dans le but de permettre aux chercheurs de présenter et décrire des modèles multi-agents de manière standardisée, pédagogique et simplifiée. Le protocole propose de procéder en trois étapes (cf. Tableau 15, p. 184) : une vue d'ensemble identifiant les objectifs, les entités, les variables et l'organisation ; une partie descriptive des éléments de conception et des principes de fonctionnement des modèles, et une dernière étape où sont détaillés entre autres, les choix de simulation, l'état des variables, et les processus assurant le fonctionnement des sous-systèmes.

Tableau 15: Composants du protocole ODD

Catégories	Eléments
Overview (Vue d'ensemble)	Sujet
	Entités, variables d'état, échelle
	Processus et ordonnancement
Design concepts (Eléments de conception)	Principes de base
	Emergence
	Adaptation
	Objectifs
	Apprentissage
	Prédiction
	Sens / Perception
	Interaction
	Stochasticité
	Coopération
	Observation
Détails	Initialisation
	Données d'entrée
	Sous-modèles

8.2 Présentation des modèles

8.2.1 Conceptualisation et cadre général

Pour atteindre les objectifs de cette partie en matière d'évaluation et de comparaison des performances des différentes compositions spatiales et fonctionnelles du système de transport urbain à Mila, nous avons eu recours à l'observation qui nous permet de conceptualiser les modèles à simuler et de classer les différentes entités identifiées.

En effet, nous construisons principalement trois modèles inspirés du terrain :

- **Le modèle Public** : qui fait tourner des bus de façon régulière et peu flexible sur 6 itinéraires fixes relativement longs, traversant entre autres, des zones peu denses. Il fonctionne selon une logique de gestion des horaires, les bus démarrent après un temps d'attente prédéfini fixé avant le début de la simulation.
- **Le modèle Privé** : qui fait tourner des bus de façon irrégulière sur 9 itinéraires fixes de forme étoilée, traversant principalement des zones denses. Il fonctionne selon une logique de gestion des fréquences, les bus ne démarrent pas tant que le taux de remplissage n'a pas dépassé 80%.
- **Le modèle mixte** : fait tourner simultanément les composantes des deux modèles précédents dans le même espace de simulation, chacune selon son mode de fonctionnement et ses caractéristiques propres.

Ces modèles tournent dans un monde virtuel composé de zones de densité des clients et d'un réseau de routes et de stations épousant la forme du réseau de Mila.

Dans la Figure 48 (p. 186), nous retrouvons la trame viaire sur laquelle sont implantées six (06) lignes de transport par bus reprenant la forme du réseau public (bleu), et neuf (09) de forme étoilée, inspirées de la configuration du réseau privé à Mila (rouge).

Les bassins de densité des clients sont représentés par des nuances de couleur (en l'occurrence le marron) allant de la plus claire (faible densité) à la plus foncée (forte densité). La plus grande densité étant au centre de l'espace de simulation, dans la zone où se croisent / se rejoignent la plupart des lignes de transport par bus simulées.

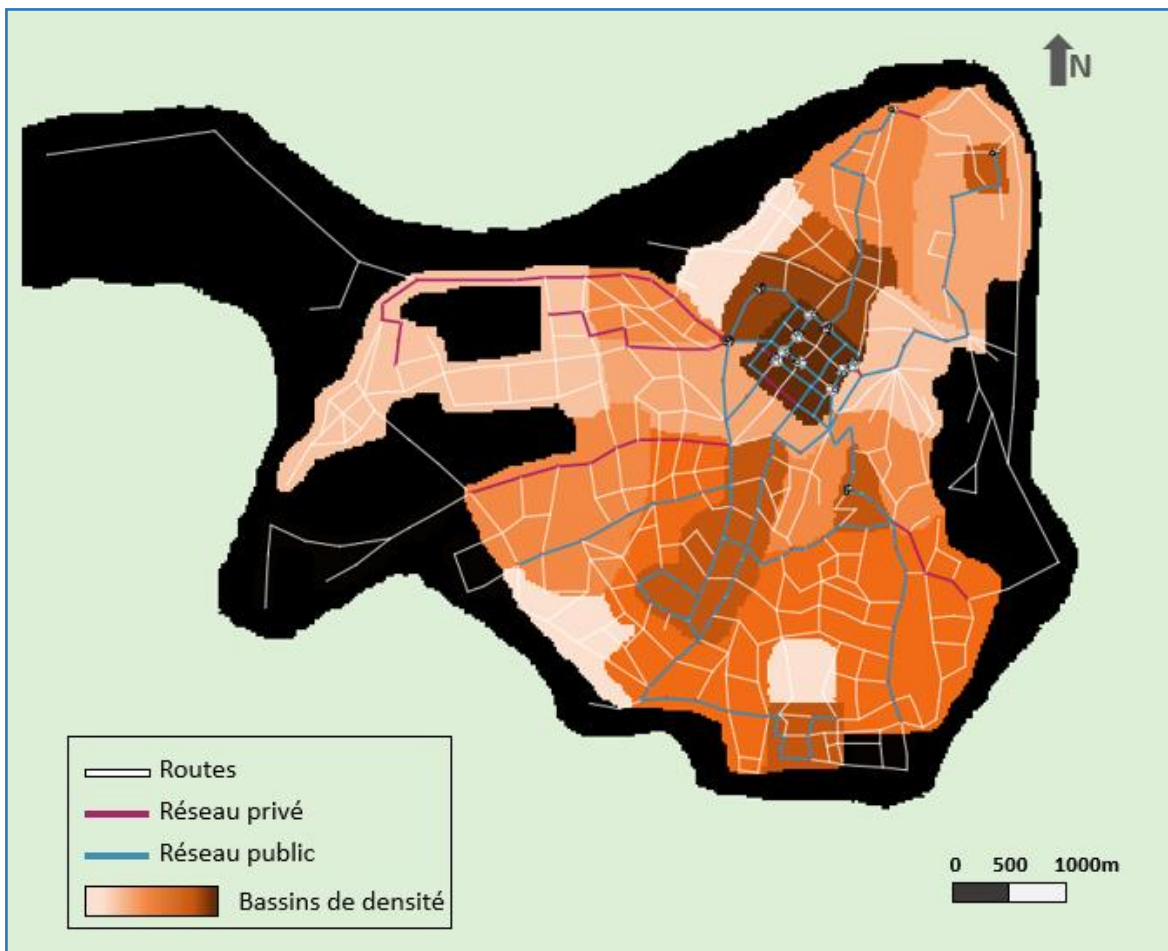


Figure 48: Monde de simulation (Zones de densités, réseau de routes et de stations)

Pour l'ensemble des modèles, les itinéraires de bus ont un point de départ sur lequel les agents-véhicules attendent leur tour, et un terminus sur lequel les véhicules inversent le sens de circulation sans temps d'attente. Les clients sont créés tout au long de la simulation selon des quantités et des pas de temps choisis par l'utilisateur. Les clients choisissent aléatoirement une destination et disparaissent automatiquement de la simulation lorsqu'ils y arrivent.

Il faut aussi noter que pour l'ensemble des modèles de simulation, seuls les trajets directs sont simulés, la possibilité d'effectuer des correspondances n'est pas prise en considération.

Le diagramme dans la Figure 49 (page 187) présente l'organisation commune des entités pour l'ensemble des modèles conçus. Les deux familles d'agents, clients et véhicules (bus publics et bus privés), se déplacent dans un environnement de simulation composé d'une entité géographique (sol) et d'un réseau de routes et de stations. Certaines stations sont aussi des destinations où les véhicules peuvent prendre et déposer des clients.

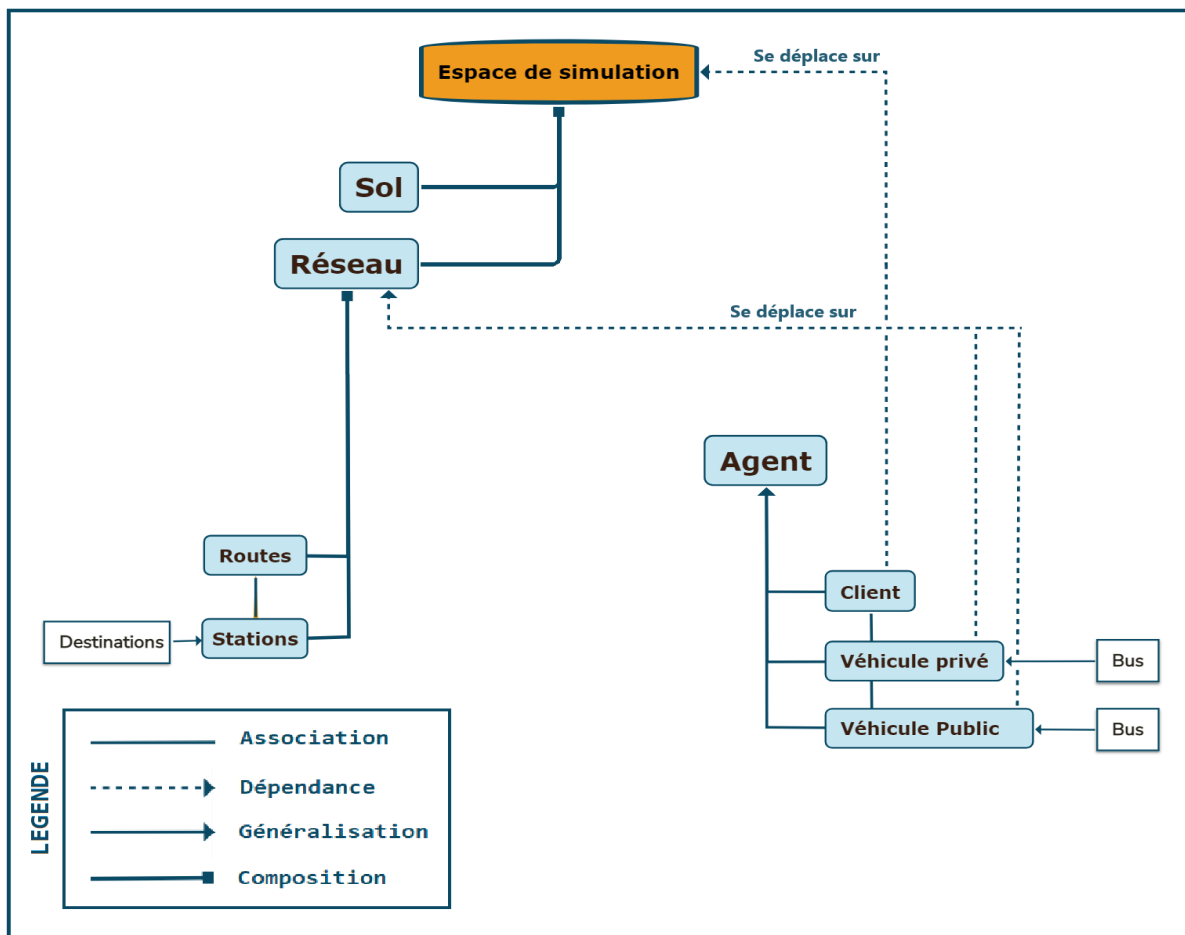


Figure 49: Diagramme des classes du méta-modèle (adapté de celui du modèle TCTS, Lammoglia, 2013)

Les véhicules publics et privés démarrent d'une station de départ et font des trajets en aller-retour sur des itinéraires prédéfinis qui sont différents selon le type de bus. Ils prennent sur leur route des clients qui se regroupent dans les stations où passent des bus pouvant les amener à destination. Les itinéraires empruntés par les bus privés sont courts et rectilignes alors que ceux empruntés par les bus publics sont plus longs et couvrent plus d'espace (cf, Figure 50, p. 188).

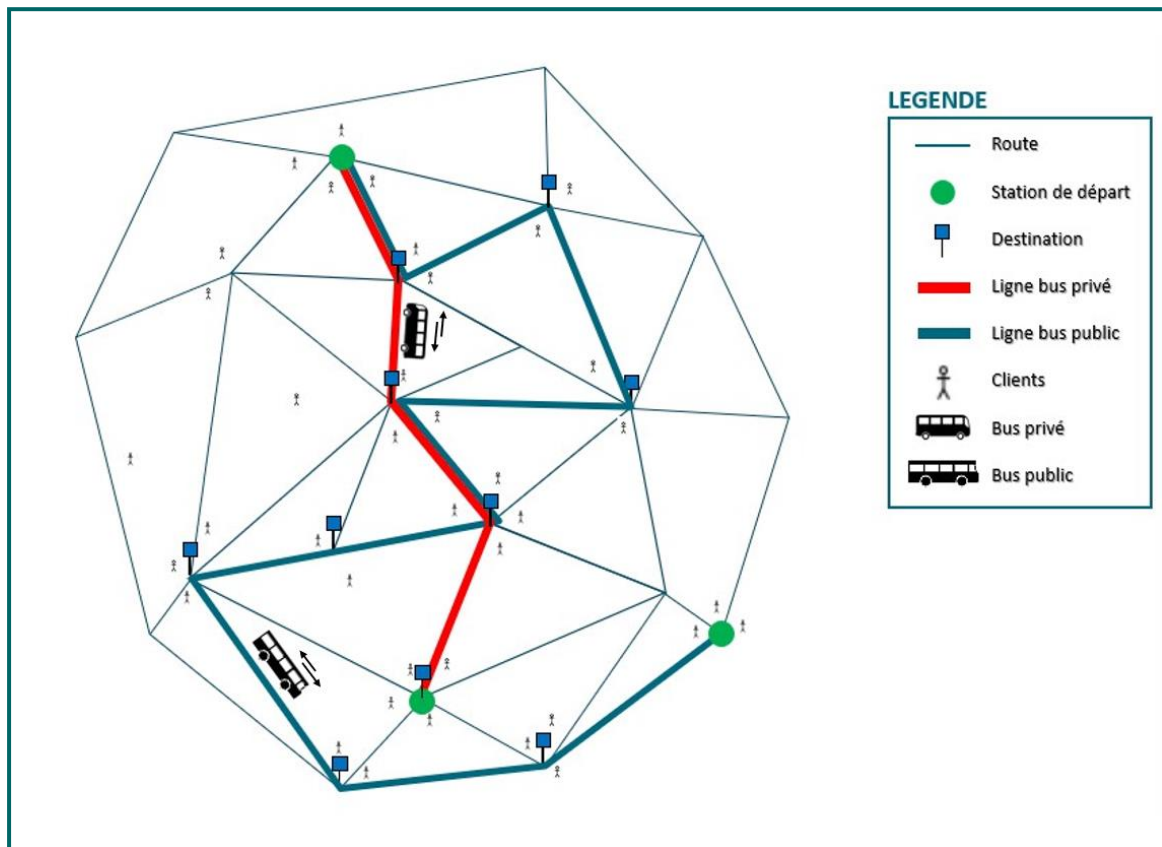


Figure 50: Structure graphique commune des modèles (Réalisation : Adjeroud. H)

8.2.2 Les modèles

A. Vue d'ensemble

Sujet :

A travers trois configurations, ces modèles simulent à partir des observations de terrain :

- Le mode de fonctionnement du réseau de transport de l'ETUSM
- Le mode de fonctionnement du réseau de transport urbain artisanal (opérateurs privés)
- Le fonctionnement mixte du système de transport milevien avec la présence des deux réseaux public et privé et leurs deux modes de fonctionnement

Entités, variables d'état et échelles

Dans ces modèles, on simule deux familles d'agents, les clients et les véhicules. Les agents-véhicules ont une station de départ, un terminus et une capacité d'occupation fixes tout au long de la simulation, alors que les agents-clients ont seulement une origine et une destination. Les itinéraires des véhicules sont répertoriés de façon à permettre aux agents-clients de les lire.

Les simulations tournent sur un espace de 400x300 patches, principalement constitué d'une trame de routes et de stations dessinée à partir du réseau de Mila extrait de la plateforme OpenStreetMaps. La seule référence temporelle utilisée dans les modèles est un temps discret issu des itérations logicielles de NetLogo. Elle concerne particulièrement les intervalles de rotation des agents-véhicules-publics qui sont définis à partir du nombre d'itérations que prend un bus pour traverser tout son itinéraire (environ 600 itérations sur les itinéraires les plus longs).

Processus et ordonnancement :

Les clients sont créés en quantités différentes selon les zones de densité prédéfinies, ils choisissent aléatoirement une destination, puis se dirigent à pied, en fonction de la distance, soit vers la destination ou vers la station la plus proche par laquelle passent des véhicules qui desservent leur destination.

Les véhicules sont créés en nombre prédéfini sur des stations de départ fixes, et font des rotations par ordre, un par un. Les agents-véhicules-publics commencent leurs rotations selon un intervalle temporaire régulier, alors que les agents-véhicules-privés démarrent lorsque le taux de remplissage dépasse 80%, ce qui correspond au mode de fonctionnement des opérateurs privé dans la réalité, qui ne démarrent pas en dessous de ce seuil (approximatif).

Les véhicules se déplacent de station en station en embarquant des clients et actualisent à chaque fois leurs positions. Ils s'arrêtent à la fin de chaque rotation pour attendre à nouveau leur tour.

B. Eléments de conception

Objectifs

L'objectif des clients est d'atteindre leurs destinations le plus rapidement possible. Celui des véhicules est d'embarquer le maximum de clients qui se trouvent sur leurs itinéraires et de les emmener à destination. Les agents-véhicules-privés ont particulièrement l'objectif d'embarquer un maximum de clients à la station de départ (au moins 80% de leur capacité).

Interactions

Les agents-véhicules commencent à prendre des clients à la station de départ après le départ du véhicule précédent. Les agents-véhicules-publics démarrent à la fin d'un intervalle d'attente fixe alors que les agents-véhicules-privés ne quittent pas la station de départ si leur taux de remplissage ne dépasse pas 80%.

Les clients et les véhicules communiquent au niveau des stations où les véhicules peuvent prendre et déposer des clients (appelées destinations). Les véhicules comptent les clients à bord dont la destination finale est la station où ils se trouvent, pour les déposer, et comptent les clients ayant une destination qui se trouve sur leurs itinéraires avant d'embarquer un maximum de clients selon le nombre de places disponibles.

Sens / Perception

Chaque famille d'agents a une forme de connaissance de son environnement, les clients peuvent connaître la liste des lignes de bus qui passent par chaque station et choisir leur station d'attente en fonction des lignes disponibles et de la distance entre les stations d'attente et la destination finale. Les véhicules peuvent compter le nombre et connaître la destination des clients qui se trouvent dans la station.

Adaptation

Les clients se déplacent en fonction de la disposition spatiale des itinéraires des véhicules.

Stochasticité

La différence en matière de nombre de stations-destinations dans chaque zone fait qu'il est plus probable que les zones les plus denses captent plus de clients. Cependant, les clients choisissent leurs destinations finales de manière complètement aléatoire sur l'ensemble de l'espace de simulation afin d'éviter la conception de modèles déterministes et de tester les capacités du système face à une configuration de la demande plus ou moins variable.

Observation

En cours de simulation, les indicateurs sont calculés en temps réel. Des moniteurs nous permettent de les suivre et de les observer tout au long du processus.

Emergence

Au fur et à mesure de la simulation, des structures se créent pour identifier les axes de desserte les plus actifs, et ceux avec les temps d'attente les plus longs.

C. Détails

Initialisation

A l'initialisation des modèles, la forme des réseaux de transport simulés, avec l'ensemble des liens, stations et destinations est importée. Les agents-véhicules apparaissent dans leurs

stations de départ alors que les agents-clients sont créés dans l'espace en respectant des proportions de densité selon les zones prédéfinies par les couleurs des patches.

Données d'entrée

Les paramètres de simulation sont définis avant le lancement et les modèles ne sont pas alimentés par des données en cours de simulation.

Sous-modèles

Les diagrammes d'activité ci-dessous présentent les caractéristiques propres au mode de fonctionnement et aux interactions des agents dans les modèles *Public*, *Privé* et *Mixte*.

Pour les trois modèles, les agents-clients calculent la distance vers leur destination (choisie aléatoirement) avant de décider, soit de marcher jusqu'à la station-destination finale, soit de rejoindre la station la plus proche afin d'attendre un véhicule capable de les embarquer et les déposer à destination. Dans le modèle mixte, ils n'ont aucune forme de préférence par rapport au type des véhicules à prendre (public ou privé), ils prennent le premier véhicule arrivant en station avec des places disponibles.

Pour le modèle *Public* (cf. Figure 51, p. 192), les agents -véhicules vérifient d'abord s'il y a des clients à prendre à la station de départ et les embarquent tout en suivant le compteur déclencheur des rotations, ils démarrent à la fin du temps d'attente vers la prochaine station de l'itinéraire où ils vérifient le nombre de places disponibles à bord, le nombre de clients à débarquer, et les clients à prendre dans la station, avant de décider selon la situation, de continuer le chemin vers la station d'après ou de s'arrêter pour déposer ou/et prendre des clients. Le cycle se répète jusqu'à la dernière station de l'itinéraire que les véhicules parcourent en boucle (aller-retour), qui est aussi la station de départ. Ils attendent alors leur tour pour entamer une nouvelle rotation.

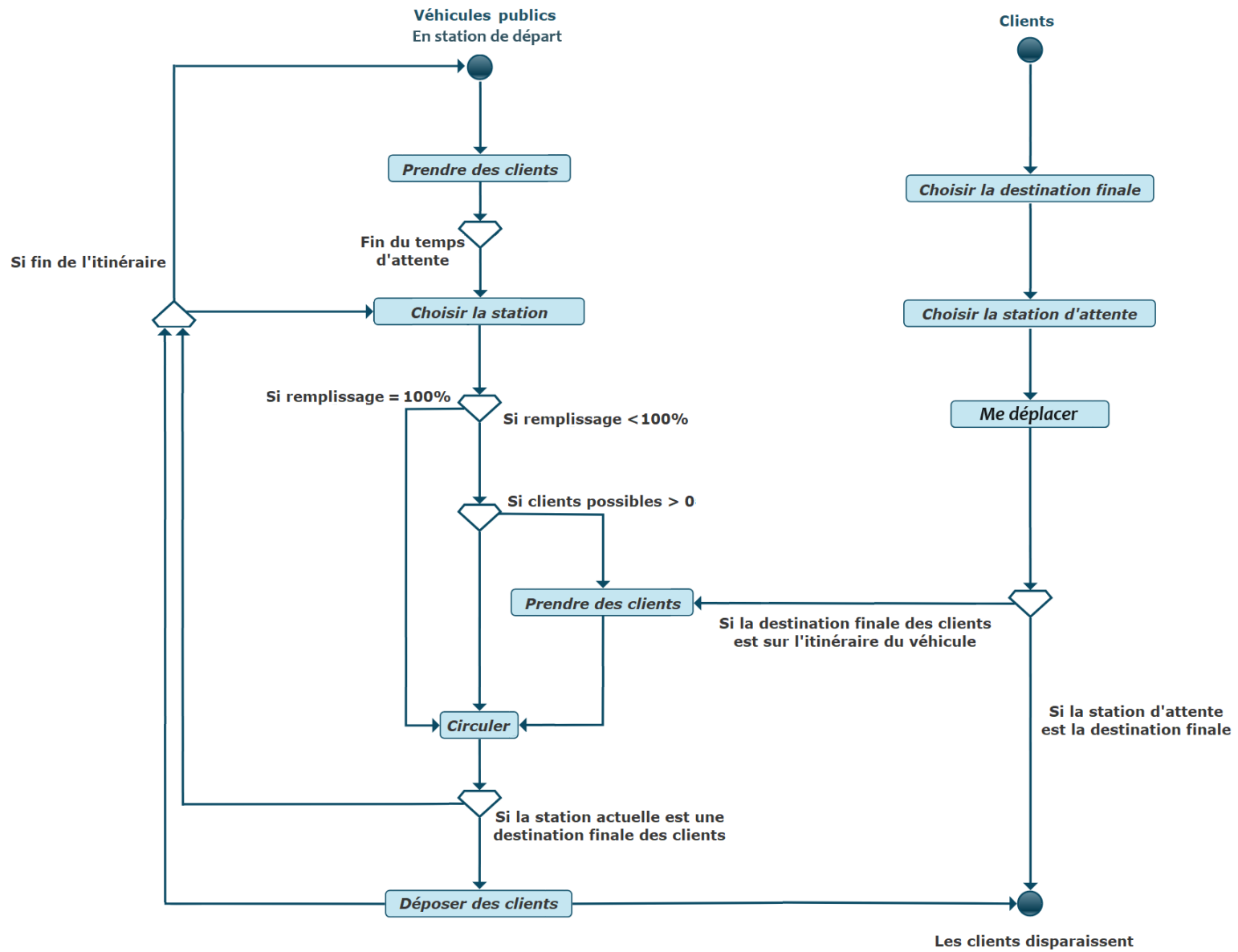


Figure 51: Diagramme d'activité du modèle public (Réalisation : Adjeroud. H, inspiré des travaux d'Adrien Lammoglia, 2013)

Pour le modèle *Privé* (cf. Figure 52, p. 194), les agents -véhicules commencent par vérifier le nombre de clients à prendre à la station de départ et les embarquent tout en recalculant le taux de remplissage et le nombre de places disponibles. Ils démarrent quand leur taux de remplissage dépasse 80% vers la prochaine station de l'itinéraire où, comme pour le modèle *Public*, ils vérifient le nombre de places disponibles à bord, le nombre de clients à débarquer, et les clients à prendre dans la station, avant de décider, selon la situation, de continuer le chemin vers la station d'après ou de s'arrêter pour déposer et/ou prendre des clients. Le cycle se répète sur tout l'itinéraire en aller-retour (boucle) jusqu'à ce que les véhicules rejoignent à nouveau leur station de départ. La particularité de ce modèle est que les véhicules ne peuvent jamais démarrer à vide.

Finalement, dans le modèle *Mixte* (cf. Figure 53, p. 195), les agents-véhicules publics et privés fonctionnent simultanément de la même manière que dans les deux premiers modèles. Ils embarquent des clients à la station de départ et démarrent soit à la fin du temps d'attente (pour les véhicules publics), soit quand le taux de remplissage est supérieur à 80% (pour les véhicules privés). Le reste du schéma de fonctionnement est similaire pour les deux catégories de véhicules.

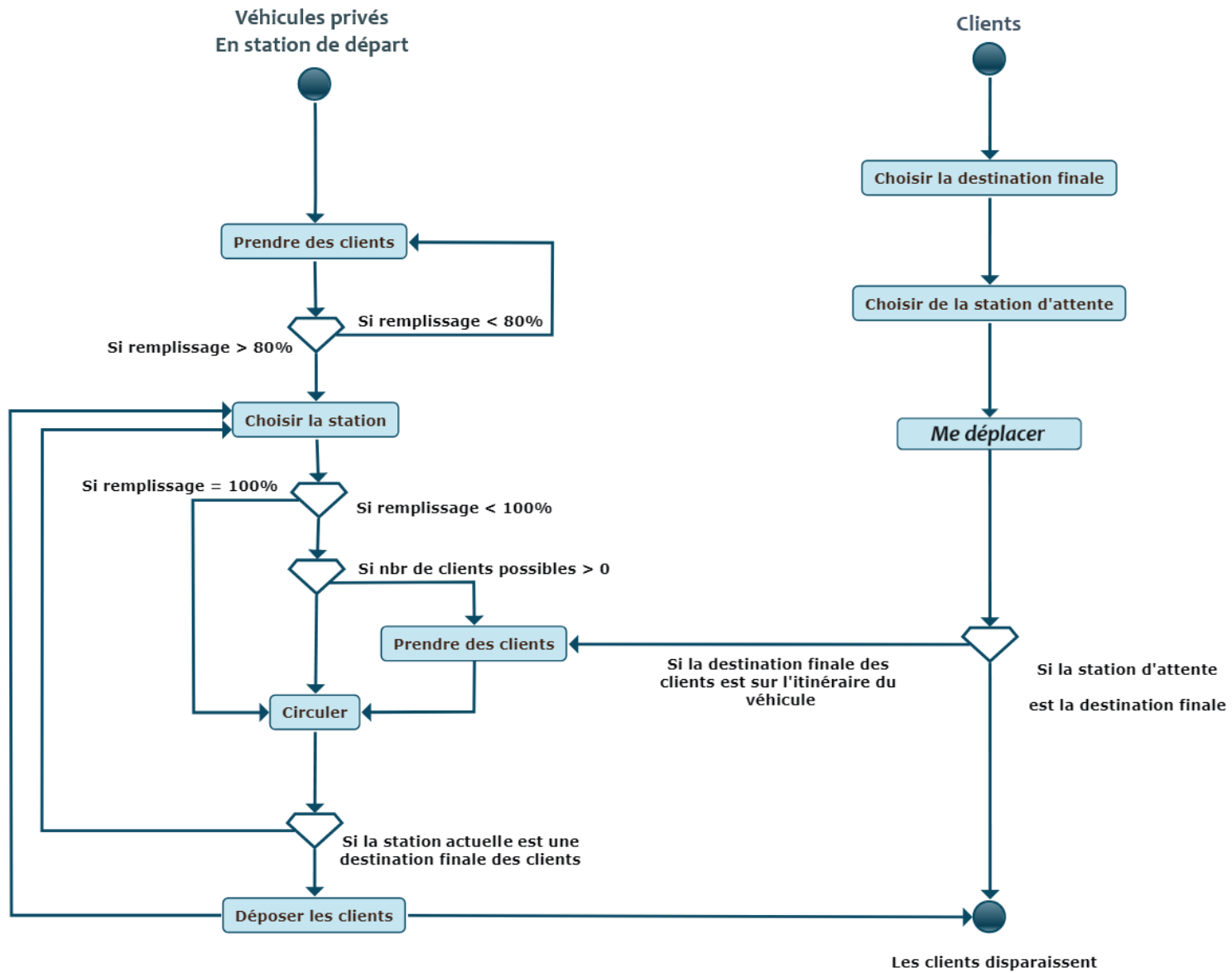


Figure 52: Diagramme d'activité du modèle privé (Réalisation : Adjeroud. H, inspiré des travaux d'Adrien Lammoglia, 2013))

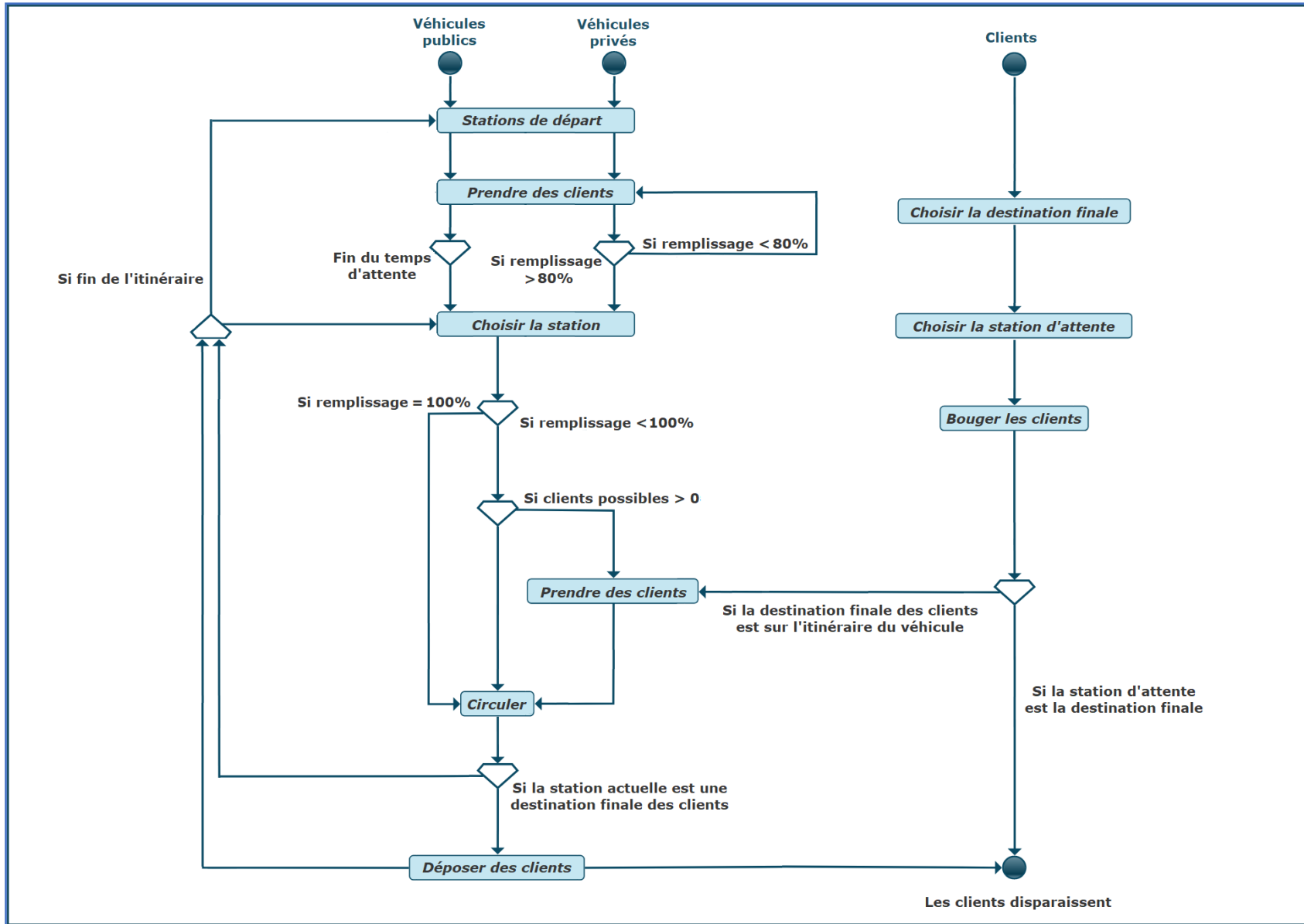


Figure 53: Diagramme d'activité du modèle mixte (Réalisation : Adjeroud. H, inspiré des travaux d'Adrien Lammoglia, 2013))

8.3 Le protocole de simulation

Nous exposons ici la procédure suivie, la méthodologie adoptée et les configurations fixes et modifiables des simulations à conduire.

8.3.1 Enjeux et organisation

Durant cette étape du travail, nous devons être en mesure d'explorer et d'analyser le fonctionnement et le rendement des composantes publiques et privées du système de transport milevien dans un espace isotrope avec une population synthétique et une demande variable. La performance des deux réseaux est évaluée sur plusieurs plans, que ce soit du point de vue des clients ou des opérateurs. Les différentes combinaisons de simulations devraient nous permettre de les comparer, d'analyser les impacts de leur coexistence au sein des compositions mixtes et d'identifier certaines conditions qui peuvent aider à l'optimisation du système et qui sont susceptibles d'être prises en compte pour d'éventuelles transpositions à des situations réelles.

Pour cela, nous optons pour une déclinaison des trois modèles déjà présentés en cinq principaux scénarios de simulation dans lesquels les différentes compositions possibles de l'offre de transport sont simulées et analysées :

1^{er} Scénario : public

Consiste en une série de simulations dans un modèle où l'offre est uniquement constituée des 6 lignes de transport urbain public. Ce qui est un contexte théorique qui suppose l'inexistence de l'offre privée.

2^{eme} Scénario : privé

Il s'agit d'une série de simulations dans un modèle où l'offre est uniquement constituée des 9 lignes de transport urbain privé. Ce qui ressemble à la situation de Mila avant la création et l'implantation de l'offre publique.

3^{eme} Scénario : mixte

Il s'agit d'une série de simulations dans un modèle où l'offre est constituée des 9 lignes de transport urbain privé et des 6 lignes de transport urbain public qui tournent simultanément dans l'espace de simulation, en respectant le mode de fonctionnement propre à chaque type de réseau. C'est le modèle de coexistence inspiré de la situation actuelle du système de transport à Mila.

4^{eme} Scénario : le tout public

Il s'agit d'une série de simulations dans un modèle où l'offre est constituée de 15 lignes de bus qui empruntent les itinéraires des 9 lignes de transport urbain privé et des 6 lignes de transport urbain public, en adoptant exclusivement le mode de fonctionnement du modèle public. Ce contexte théorique teste les conséquences d'une régulation du mode de fonctionnement des opérateurs privés ou de leur remplacement par un développement spatial de l'offre publique.

5^{eme} Scénario : le tout privé

Consiste en une série de simulations dans un modèle qui inverse le principe du scénario précédent, avec les 15 lignes du système qui reprennent le mode de fonctionnement du modèle privé (les bus tournent aussi sur les lignes publiques mais en mode privé). Il s'agit d'un contexte théorique qui teste les conséquences d'un développement spatial supposé de l'offre privée artisanale sans l'implantation d'une offre publique régulée.

8.3.2 Paramètres de simulation

L'interface de simulation des modèles construits nous permet de modifier un ensemble de paramètres qui concernent des aspects très divers de la simulation (cf. Tableau 16, p. 198).

Mis à part les itinéraires des bus, la taille et les caractéristiques du territoire de simulation sont les mêmes pour tous les modèles. Nous fixons aussi certains paramètres avant le début des simulations pour l'ensemble des scénarios afin de garder une homogénéité et de garantir une bonne comparabilité des résultats obtenus. Cela concerne principalement le nombre de bus (calqué sur le réel), la vitesse de marche des clients et la distance maximale qu'ils peuvent parcourir à pied que nous définissons de façon proportionnelle en rapportant une distance de 500m à la distance équivalente dans le monde de simulation, ainsi que la fréquence à laquelle des clients sont créés dans l'espace de simulation et le temps de simulation qui est fixé à une valeur permettant de stabiliser le modèle et de faire apparaître les structures émergentes.

Après plusieurs tests, nous fixons le temps de simulation à 20000 itérations car nous constatons que les résultats ne varient plus à partir de ce seuil, et nous optons pour une fréquence de création des clients à 200 itérations parce qu'elle nous permet d'accélérer la simulation sans pour autant congestionner les ressources de l'ordinateur.

Pour la demande de mobilité, à travers nos essais, et selon les niveaux de saturation du modèle, nous fixons trois paliers de densité, à 10000, 20000 et 30000 clients créés toutes les 200 itérations. Parce que nous ne pouvons pas agir sur la nature de la demande (destinations choisies), et dans un souci de reproduction des phénomènes de centralité observés dans notre

cas d'étude, nous générons 50 % des clients à l'intérieur du périmètre du centre-ville (abritant peu d'habitants mais concentrant beaucoup d'activités qui le rendent très attractif en journée), et 50% dans les autres zones périphériques de façon proportionnelle aux densités de population.

Cependant, en ce qui concerne les variables liées à l'offre de transport, nous choisissons trois paliers pour le temps d'attente à la station de départ réservé au modèle public (600, 1200 et 1800 itérations). Ces valeurs se basent sur la durée approximative observée, nécessaire pour qu'un bus traverse son itinéraire de bout en bout (600). Elles correspondent respectivement à trois tailles de bus possibles (de capacité 25, 50 et 80). Si les autobus de 80 places et les minibus de 25 places sont utilisées par les réseaux public et privé dans le contexte réel, le gabarit moyen (50 places) est rajouté aux variables de simulation pour permettre de mesurer l'impact de la capacité des bus sur l'efficacité du réseau.

Pareillement, les facteurs de vitesse 6, 7.5 et 9 correspondent respectivement au bus de grande, moyenne et de petite capacité, et sont définis proportionnelle à la vitesse de marche des clients (0,5 correspondant à 3km/h, les autres valeurs à 35, 45 et 55 km/h).

Tableau 16: Variables de simulation

Catégorie	Variable	Valeur
Temps	Temps de simulation	20000 itérations
	Fréquence de création des clients	200 itérations
Espace	Taille	410x300 patchs
Offre privée	Capacité des bus	25 / 50 / 80
	Vitesse	9 / 7,5 / 6
Offre publique	Capacité des bus	25 / 50 / 80
	Vitesse	9 / 7,5 / 6
	Temps d'attente avant départ	600/1200/1800 itérations
Demande	Nombre de clients	10000 / 20000 / 30000
	Coefficient d'initialisation (Clients créés à l'initialisation du modèle pour accélérer la simulation)	2
	Spatialisation	50% des clients générés en centre-ville, le reste en différentes densités selon les zones.
	Vitesse de marche	0.5
	Distance de marche maximale	40

Cet ensemble de paramètres modifiables, crée une multitude de combinaisons possibles, qui correspondent à une série de 63 simulations (cf. Figure 54, p. 199).

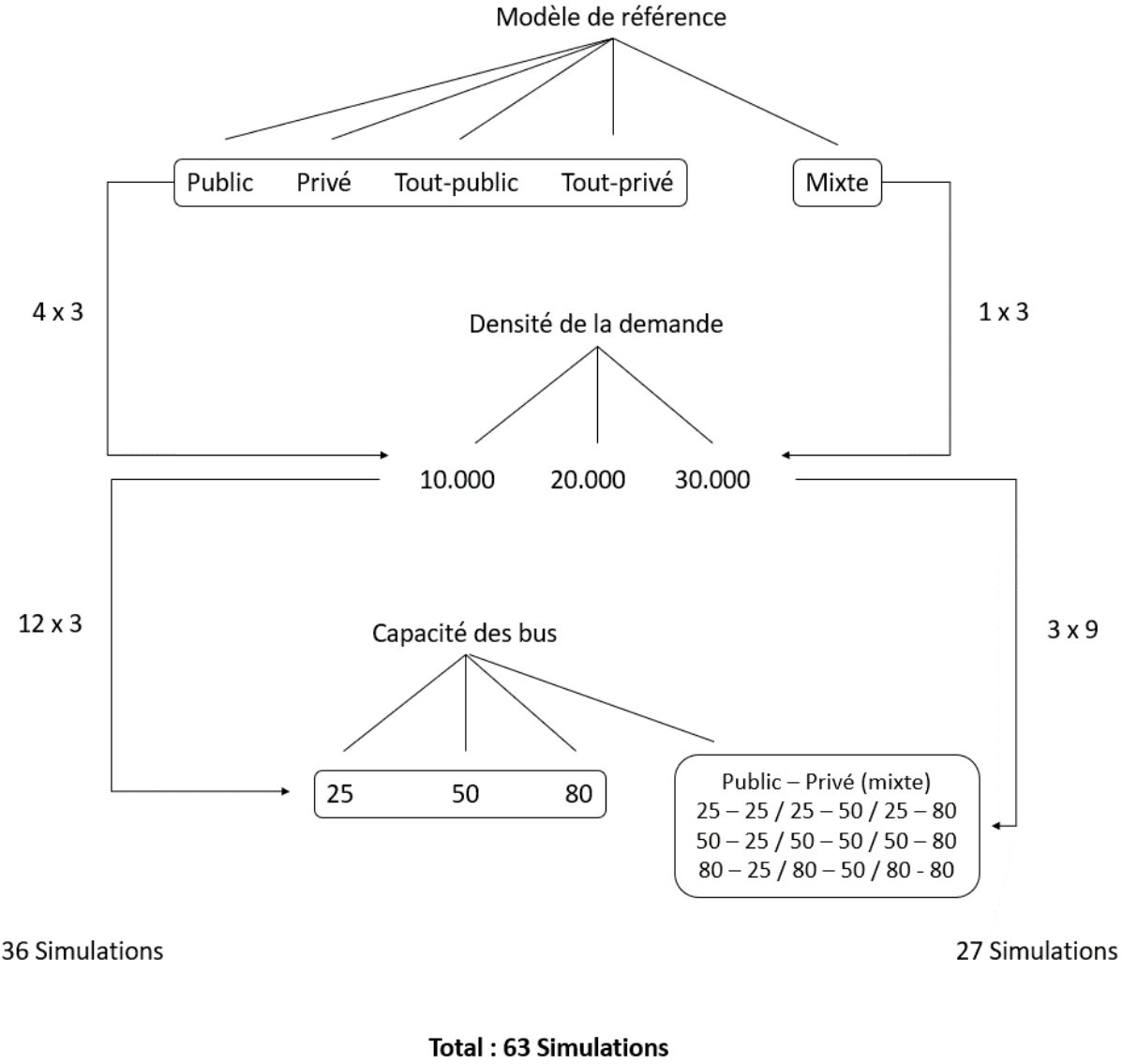


Figure 54: Arbre des simulations

Les combinaisons de paramètres des différentes versions de simulation sont présentées dans le tableau 17 (page 200).

Tableau 17: Versions de simulation

		Demande		Capacité		Fréquence			
Version		Nombre de clients		Public		Privé		Itérations	
Modèle public	V01	10000	25					600	
	V02	20000	25					600	
	V03	30000	25					600	
	V04	10000	50					1200	
	V05	20000	50					1200	
	V06	30000	50					1200	
	V07	10000	80					1800	
	V08	20000	80					1800	
	V09	30000	80					1800	
Modèle tout public	V10	10000	25					600	
	V11	20000	25					600	
	V12	30000	25					600	
	V13	10000	50					1200	
	V14	20000	50					1200	
	V15	30000	50					1200	
	V16	10000	80					1800	
	V17	20000	80					1800	
	V18	30000	80					1800	
Modèle privé	V19	10000			25				
	V20	10000			50				
	V21	10000			80				
	V22	20000			25				
	V23	20000			50				
	V24	20000			80				
	V25	30000			25				
	V26	30000			50				
	V27	30000			80				
Modèle tout privé	V28	10000			25				
	V29	10000			50				
	V30	10000			80				
	V31	20000			25				
	V32	20000			50				
	V33	20000			80				
	V34	30000			25				
	V35	30000			50				
	V36	30000			80				
Modèle mixte	V37	10000	25	25				600	
	V38	10000	25	50				600	
	V39	10000	25	80				600	
	V40	10000	50	25				1200	
	V41	10000	50	50				1200	
	V42	10000	50	80				1200	
	V43	10000	80	25				1800	
	V44	10000	80	50				1800	
	V45	10000	80	80				1800	
	V46	20000	25	25				600	
	V47	20000	25	50				600	
	V48	20000	25	80				600	
	V49	20000	50	25				1200	
	V50	20000	50	50				1200	
	V51	20000	50	80				1200	
	V52	20000	80	25				1800	
	V53	20000	80	50				1800	

V54	20000	80	80	1800
V55	30000	25	25	600
V56	30000	25	50	600
V57	30000	25	80	600
V58	30000	50	25	1200
V59	30000	50	50	1200
V60	30000	50	80	1200
V61	30000	80	25	1800
V62	30000	80	50	1800
V63	30000	80	80	1800

8.3.3 Critères d'évaluation

La confrontation des modèles et des compositions simulées de ce système de transport nécessite une catégorisation des résultats obtenus selon la nature des indicateurs et les aspects que l'on cherche à évaluer.

A l'issue du traitement des résultats, nous comparons les performances du système dans les cinq scénarios de simulation, avec trois niveaux différents de demande de déplacement, sous trois volets qui concernent principalement : la qualité de desserte, la qualité de service et la performance des opérateurs. Le rendement du système est évalué à travers six indicateurs (deux pour chaque volet) mesurés tout au long des simulations.

La qualité de desserte est évaluée à travers :

- **Le taux de desserte** : qui est une valeur correspondant au nombre de clients que le système de transport arrive à emmener à destination rapporté au nombre total de clients créés depuis le début de la simulation ;
- **La part des stations avec des clients en attente** : présentée par une moyenne des valeurs calculées à chaque itération, correspondant au nombre de stations avec des clients en attente, rapporté au nombre total de stations qui se trouvent sur l'ensemble de l'espace de simulation.

La qualité de service, en plus des aspects liés à la nature de l'équipement et du personnel, décrits dans la partie 2 de la thèse, est évaluée ici à travers :

- **Le temps d'attente aux stations** : qui correspond à la durée moyenne qu'un client pourrait passer dans une station avant d'être pris en charge par un bus. C'est la moyenne générale actualisée en continu de l'ensemble des moyennes de temps d'attente des clients, calculées tout au long de la simulation.

- **Le nombre de clients en attente** : indiquant la valeur moyenne globale calculée à chaque itération, du nombre de clients qui se trouvent simultanément dans les stations dans l'attente d'une prise en charge.

La performance opérateur (rentabilité des services de transport) est, quant à elle, examinée via :

- **Le taux d'occupation** : qui est le niveau moyen de remplissage des bus. Il correspond à la moyenne des moyennes des taux d'occupation (nombre de clients à bord rapporté à la capacité du véhicule) de l'ensemble des véhicules qui circulent dans l'espace de simulation à un instant t.
- **L'indicateur VPK (Voyageurs par kilomètre)** : correspond à une valeur qui est aussi actualisée en continu, obtenue à travers le nombre de clients pris en charge rapporté à la distance parcourue calculée en pixels.

A la fin des simulations, une grille d'évaluation unifiée est créée avec des classes de niveaux liées aux indicateurs de performance applicables à l'ensemble des modèles et des scénarios, afin d'assurer une facilité d'interprétation et un bon ordonnancement des analyses.

8.3.4 Interface de simulation

L'ensemble des paramètres présentés dans ce chapitre sont personnalisables à travers une interface de simulation simple et intuitive, qui permet de visualiser et d'observer l'évolution des différents indicateurs. Nous avons la possibilité d'importer un environnement de simulation créée et personnalisé selon le cas d'étude et de faire le choix entre les trois (03) modèles construits pour cette étude (*Public, Privé et Mixte*).

Nous retrouvons à gauche de l'interface les paramètres modifiables de la simulation, à configurer avant l'initialisation, qui concernent principalement les caractéristiques de l'offre de transport et les niveaux de demande de déplacement.

A droite, nous pouvons observer en temps réel, sur des moniteurs spécifiques, l'évolution des différents indicateurs de performance présentés auparavant, ainsi que suivre les informations sur le développement de l'espace de simulation, notamment concernant le temps de simulation, la part des bus entrés en service, le nombre de clients créés, en circulation et ceux arrivés à destination (cf. Figure 55 , p. 203).

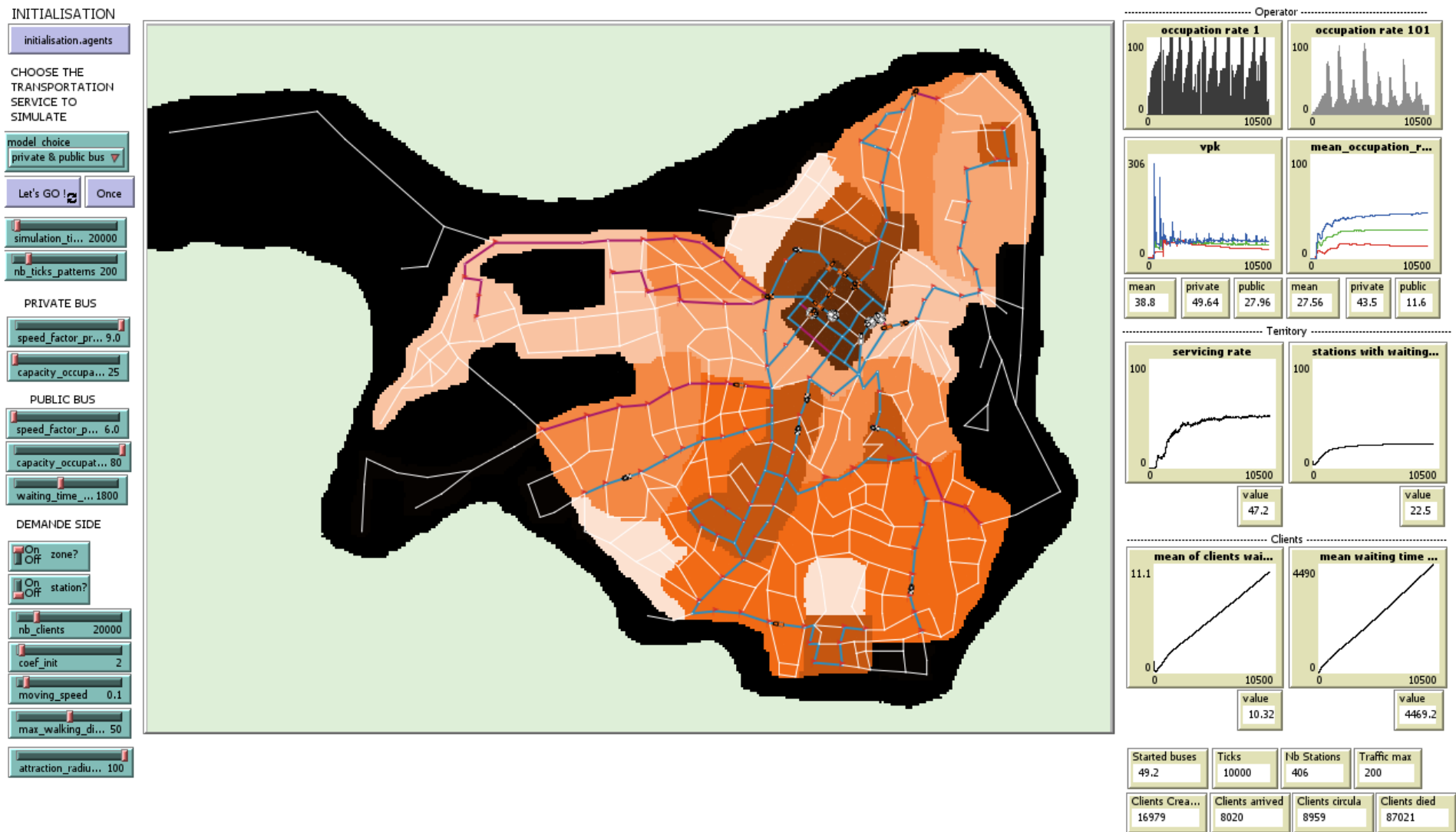


Figure 55: Interface de simulation

Conclusion

Dans ce chapitre, nous expliquons et nous décortiquons l'approche et la démarche de modélisation adoptée pour cette étude. Trois (03) modèles sont proposés, déclinés en cinq (05) scénarios correspondant aux configurations possibles du système de transport à Mila.

Nous avons opté pour la plateforme NetLogo pour sa simplicité et sa polyvalence, qui permet de construire et de simuler des agents mobiles en interaction, et de répliquer des comportements autonomes. Mais surtout parce que nous avons la possibilité de travailler directement sur des modèles existants, qui nécessitent certes des adaptations pour correspondre aux modes de fonctionnement que nous voulons simuler, mais qui nous permettent de gagner beaucoup de temps.

La modélisation du système de transport milevien est passée par trois étapes consistant à créer les modèles qui reprennent les mêmes principes de fonctionnement des composantes publique et privée, ainsi qu'un modèle mixte qui fait cohabiter les deux.

Derrière, nous avons défini un protocole de simulation en trois phases :

Premièrement, en composant un set de cinq scénarios où nous rajoutons deux configurations (fictives) du système de transport, ce qui nous permettra d'évaluer les performances de toutes les configurations possibles comprenant des cas où il n'y a que l'offre publique ou privée sur les itinéraires du réseau public ou privé actuel, des cas où les deux offres fonctionnent ensemble et des cas où les bus sur tous les itinéraires possibles sont opérés selon le même mode de fonctionnement (Tout-public et Tout-privé).

Deuxièmement en fixant des paramètres de simulation qui déterminent les conditions dans lesquelles sont testées les capacités et les performances des modèles. Il s'agit particulièrement de déterminer le nombre de clients créés (niveau de demande de mobilité) et de définir les caractéristiques de l'offre.

Troisièmement, en définissant les critères d'évaluation et les indicateurs y correspondant. Nous avons opté pour une composition d'indicateurs permettant d'analyser la performance du système vis-à-vis des clients (desserte et couverture spatiale, qualité de service), mais aussi vis-à-vis des opérateurs publics et privés (rentabilité).

Pour finir, l'interface de simulation a été présentée. Simple et intuitive, elle permet de modifier les paramètres de simulation et de suivre et visualiser l'évolution des indicateurs.

Chapitre 9 : Exploration et analyse des résultats de simulation

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons et décryptons les résultats des simulations réalisées, décrites et présentées précédemment.

Nous commençons par une évaluation de la variabilité des modèles à travers la simulation répétitive des 5 scénarios (10 par modèle) avec des conditions de simulation similaires.

Nous présentons ensuite l'évolution des différents indicateurs de performance pour tous les modèles proposés dans des contextes de faible, de moyenne, et de forte demande de déplacement. L'objectif est de pouvoir observer le comportement des différentes configurations du système face aux divers niveaux de demande de mobilité, et d'évaluer leurs capacités de montée en charge et d'assurer une bonne qualité de service.

Les résultats de simulation des modèles déclinés en 5 configurations (scénarios) sont confrontés et analysés dans la dernière partie du chapitre dans l'optique de permettre une meilleure compréhension du fonctionnement du système étudié, et d'identifier les configurations susceptibles de présenter le meilleur compromis entre les performances de couverture territoriale, de qualité de service, et de rentabilité pour les différents opérateurs de transport urbain.

9.1 Variabilité des modèles

Les tests de variabilité sont très importants dans un processus de simulation, ils permettent d'évaluer l'impact des procédures aléatoires sur le modèle et l'évaluation de l'homogénéité et la significativité des résultats, ce qui renforce la pertinence des analyses effectuées sur la base des indicateurs obtenus à la fin des simulations et des enseignements tirés à partir de cet exercice.

Afin d'évaluer la variabilité des modèles simulés dans notre cas, nous avons réalisé cinq séries de 10 simulations (une série pour chaque modèle), avec un set de paramètres identiques (cf. Tableau 18, p. 205)

Tableau 18: Paramètres de simulation pour l'analyse de variabilité

Catégorie	Variable	Valeur
Temps	Temps de simulation	20000 itérations
	Fréquence de création des clients	200 itérations

Espace	Taille	410x300 patches
Offre privée	Capacité des bus	25 pour le modèle mixte 50 pour les autres modèles
	Vitesse	9 pour le modèle mixte 7.5 pour les autres modèles
Offre publique	Capacité des bus	80 pour le modèle mixte 50 pour les autres modèles
	Vitesse	6 pour le modèle mixte 7.5 pour les autres modèles
	Temps d'attente avant départ	1800 itérations pour le modèle mixte 1200 pour les autres modèles
Demande	Nombre de clients	30000
	Coefficient d'initialisation (Clients créés à l'initialisation du modèle)	2
	Spatialisation	50% des clients générés en centre-ville, le reste en différentes densités selon les zones
	Vitesse de marche	0.5
	Distance de marche maximale	40

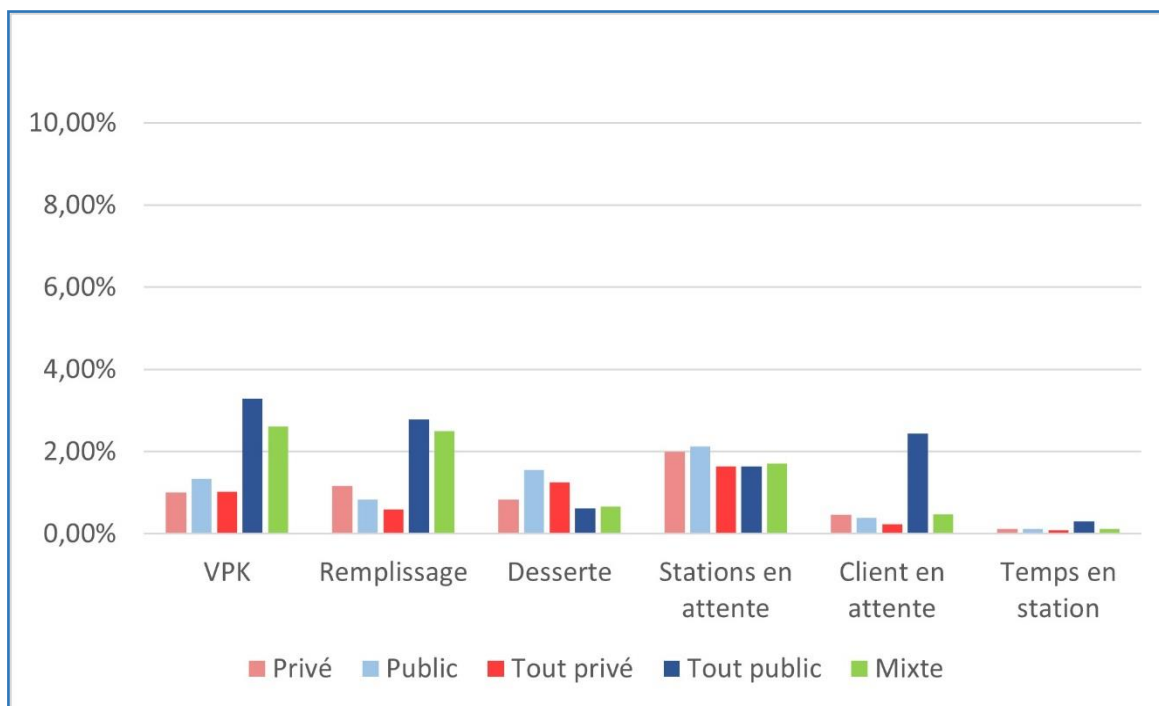
Pour chaque modèle, le coefficient de variation exprimé en pourcentage est calculé via la formule $CV = \frac{\text{écart-type}}{\text{Moyenne des résultats}}$.

La variabilité du modèle est évaluée selon le niveau de dispersion des résultats, plus le coefficient de variation est petit, moins le modèle est soumis à l'aléatoire. Il est communément admis qu'un coefficient de variation inférieur à 15% signifie que les données forment un groupe homogène.

Le graphe 18 (page 207) présente et permet de comparer les coefficients de variation des différents indicateurs pour les différents modèles simulés.

On peut voir que pour l'ensemble des scénarios, les valeurs obtenues pour les différents indicateurs varient très peu et restent globalement sous la barre des 2%. Même si la valeur pour le VPK et le taux de remplissage dépassent cette barre pour les modèles *Tout public* et *Mixte*, la dispersion reste très légère et n'atteint jamais les 5%.

Ainsi, l'ensemble des modèles affichent une faible dépendance à l'aléatoire, ce qui était prévisible au vu de la place restreinte de l'aléatoire dans l'exercice. En effet, les différents scénarios reposent sur des lignes régulières et des bassins de population configurés avant le début des simulations ; seul le choix des destinations par les clients n'est pas défini en amont.



Graphe 18: Coefficients de variation des différents indicateurs

9.2 Indicateurs de performance : exploration des résultats

Les résultats des simulations réalisées pour les 5 scénarios sont exposés dans cette partie à travers trois paliers correspondant à trois niveaux de densité de population adoptées lors de l'exercice. Nous présentons ici les performances mesurées des configurations spatiales et opérationnelles du système de transport étudié, dans des scénarios de faible, de moyenne et de forte demande de déplacement.

L'analyse des indicateurs de performance pour les trois paliers se structure en un ensemble d'approches qui concernent la couverture spatiale, le confort des usagers, et la performance propre aux opérateurs. Cela facilite une lecture globale de la situation permettant de cerner la question de la performance du système en prenant en considération les enjeux territoriaux et les intérêts à la fois des usagers-citoyens et des opérateurs du secteur.

Il convient de noter que pour un même niveau de demande généré, les indicateurs ne sont pas calculés sur la base du même nombre de clients à prendre en charge (clients qui restent sur l'espace de simulation) et du même nombre de stations pour tous les modèles testés.

En effet, il y a en moyenne 30% de stations en plus sur un itinéraire du réseau public que sur un itinéraire du réseau privé, et logiquement, du fait de leur composition, plus de stations à desservir sur les modèles *Tout-privé*, *Tout-public* et *Mixte* que sur les deux premiers modèles. En outre, compte tenu de la configuration du modèle qui exclut les clients générés en dehors de la zone d'attractivité des stations (définie par une distance maximale de marche), les modèles associés à des réseaux plus étendus se trouvent avec une charge de clients à desservir plus conséquente. Cela dit, bien que des enseignements puissent tout de même être tirés des comparaisons entre les cinq scénarios, l'analyse la plus pertinente émerge de la confrontation entre les modèles *Tout-privé*, *Tout-public* et *Mixte*.

Sur le Tableau 19 (page 208) on peut observer un exemple de l'écart de population à desservir entre une simulation du modèle *Privé* et une autre du modèle *Mixte* avec les mêmes paramètres.

Tableau 19: Clients à desservir (on radius) dans des simulations des modèles privé et mixte

Modèle	Clients créés en zone d'attractivité des stations	Clients arrivés à destination	Clients en circulation
Privé	304380	154271	150109
Mixte	362326	175065	187261

9.2.1 Desserte et couverture spatiale

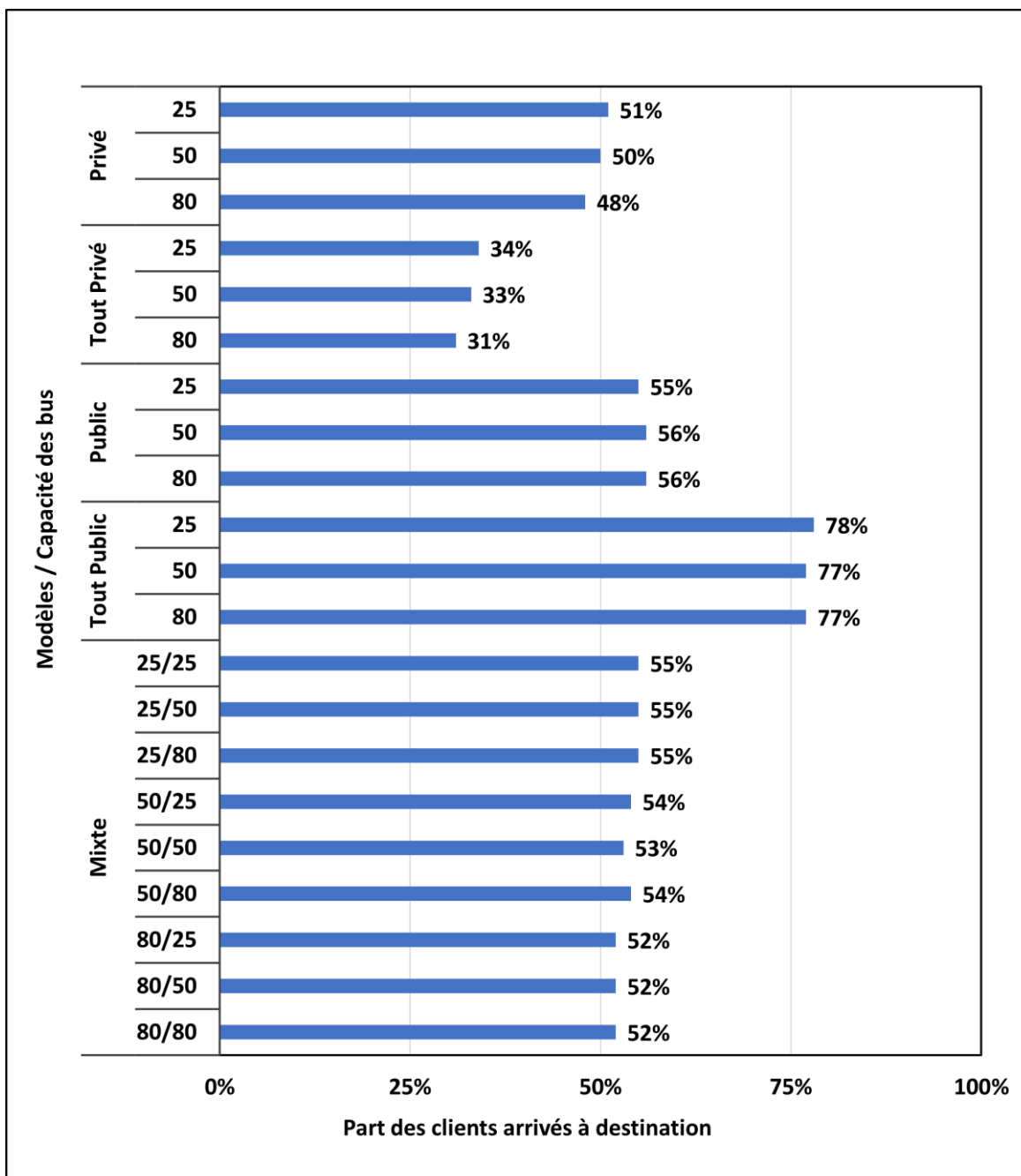
A. *Demande faible (10000 clients / 200 itérations)*

En matière de desserte globale, nous constatons que dans le cas d'une demande de déplacement faible (cf. Graphe 19, p. 210), le modèle *Tout-public* se distingue avec le meilleur taux de desserte (jusqu'à 78% des clients pris en charge), suivi respectivement par les modèles *Public* et *Mixte* qui ont des taux relativement proches (jusqu'à 55 et 56%) ; puis par le modèle *Privé* (jusqu'à 51%).

La régularité du mode de fonctionnement public et la configuration spatiale élargie du réseau permet aux trois premiers modèles d'assurer un bon niveau de desserte pour une population de faible densité.

En revanche, le modèle *Tout-privé* affiche un niveau de desserte très faible par rapport au reste des systèmes testés avec un taux qui ne dépasse pas les 34%. Nous pensons que la multiplication des stations et des lignes dans ce scénario disperse les clients et ne favorise pas le bon fonctionnement d'un système où le début des rotations est conditionné par le niveau de remplissage des véhicules à la station de départ.

En ce qui concerne les différentes configurations de gabarits et de fréquences, il faut noter qu'à faible densité de clients, nous observons quelques différences en faveur d'un service très légèrement amélioré lorsqu'on a de petits gabarits de véhicules et des niveaux de fréquence plus importants, mais il n'y a pas d'impact considérable sur le taux global de desserte.



Graphe 19: Taux de desserte des modèles dans le cas d'une demande faible

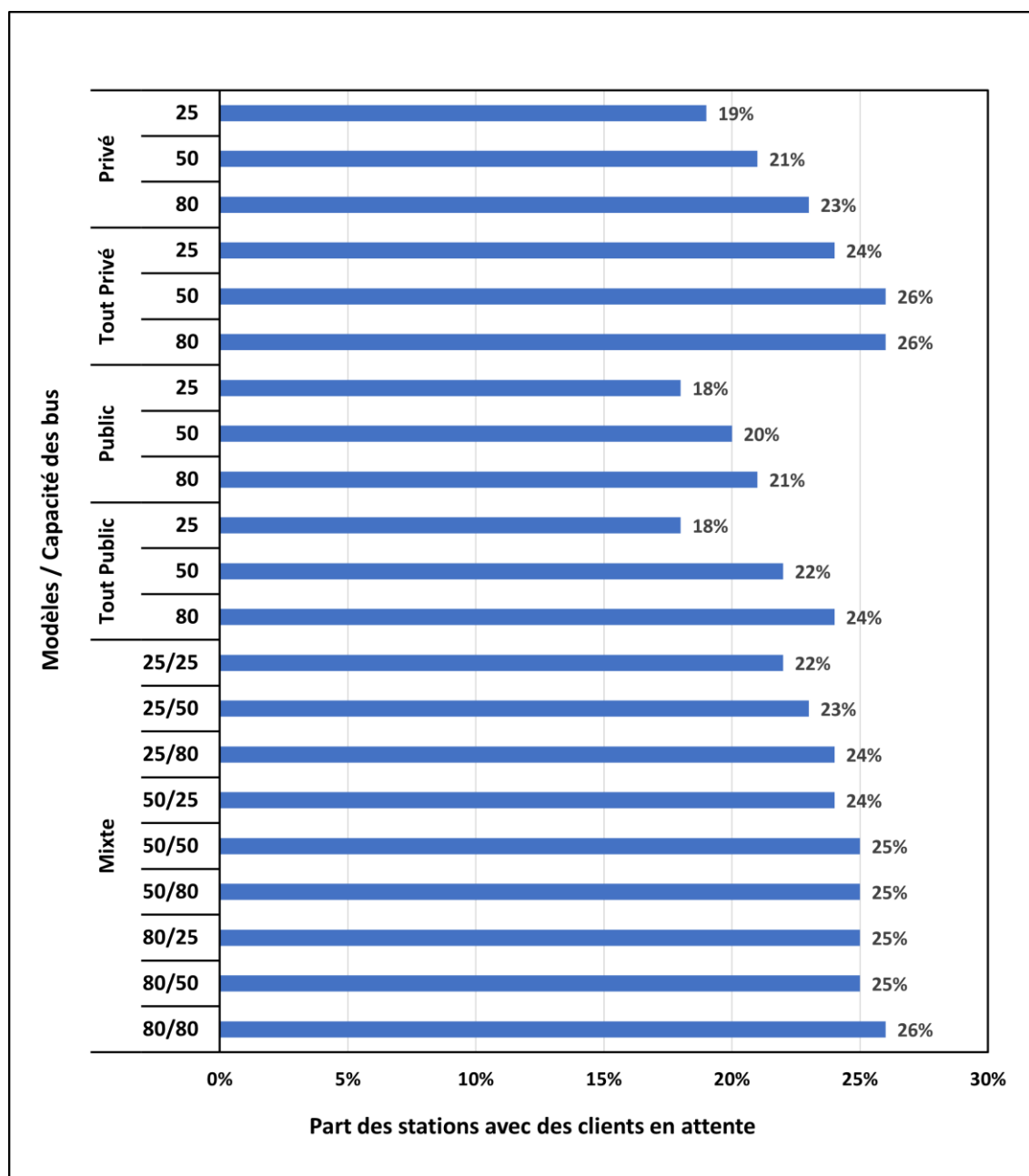
* Plus c'est haut, mieux c'est

Au niveau de la couverture territoriale, nous remarquons que les modèles *Public*, *Privé*, ainsi que le modèle *Tout-public* enregistrent les parts les moins importantes de stations avec des clients en attente, et que le modèle *Mixte* suivi du modèle *Tout-privé* performant moins bien sur ce critère (cf. Graphe 20, p. 211).

Trois paramètres semblent avoir un impact sur la part des stations avec des clients en attente. Nous pensons que dans le cas d'une faible demande, le mode opératoire du modèle *Public* est légèrement plus avantageux ; les configurations avec petit gabarit–haute fréquence sont plus

efficaces, et les modèles ayant des réseaux spatialement élargis (plus de stations et d'itinéraires) ont plus de difficulté à desservir le territoire.

B. Demande moyenne (20000 clients / 200 itérations)



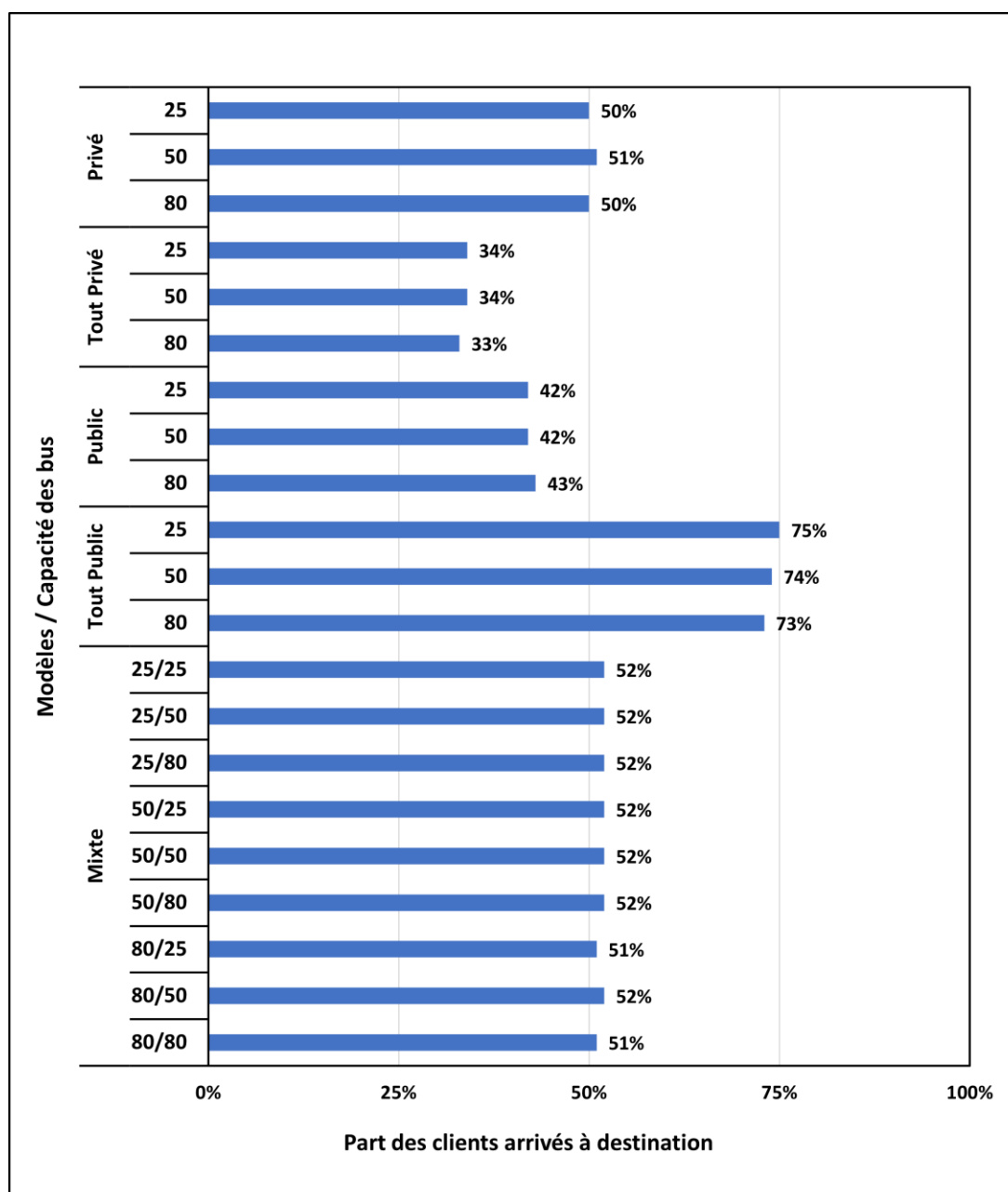
Graph 20: Couverture des stations dans le cas d'une demande faible
*Plus c'est bas, mieux c'est

Dans le cas d'une demande moyenne de déplacement, nous observons une stabilité des taux de desserte pour les modèles *Privé* et *Tout privé*, et une baisse pour le cas des modèles *Public* (-14%), *Tout-public* (-4%) et *Mixte* (-2 à 3%) (cf. Graph 21, p. 212).

Cette chute importante du taux de desserte pour le modèle *Public* est dû au caractère régulier de son mode de fonctionnement qui s'adapte mal aux augmentations de densité. Cela est sensiblement amorti par l'élargissement de l'offre dans le cas du modèle *Tout-public* qui

maintient sa position avec le meilleur niveau de desserte et par la présence de la composante privée (plus stable et adaptable) dans le cas du modèle *Mixte* qui passe en deuxième place.

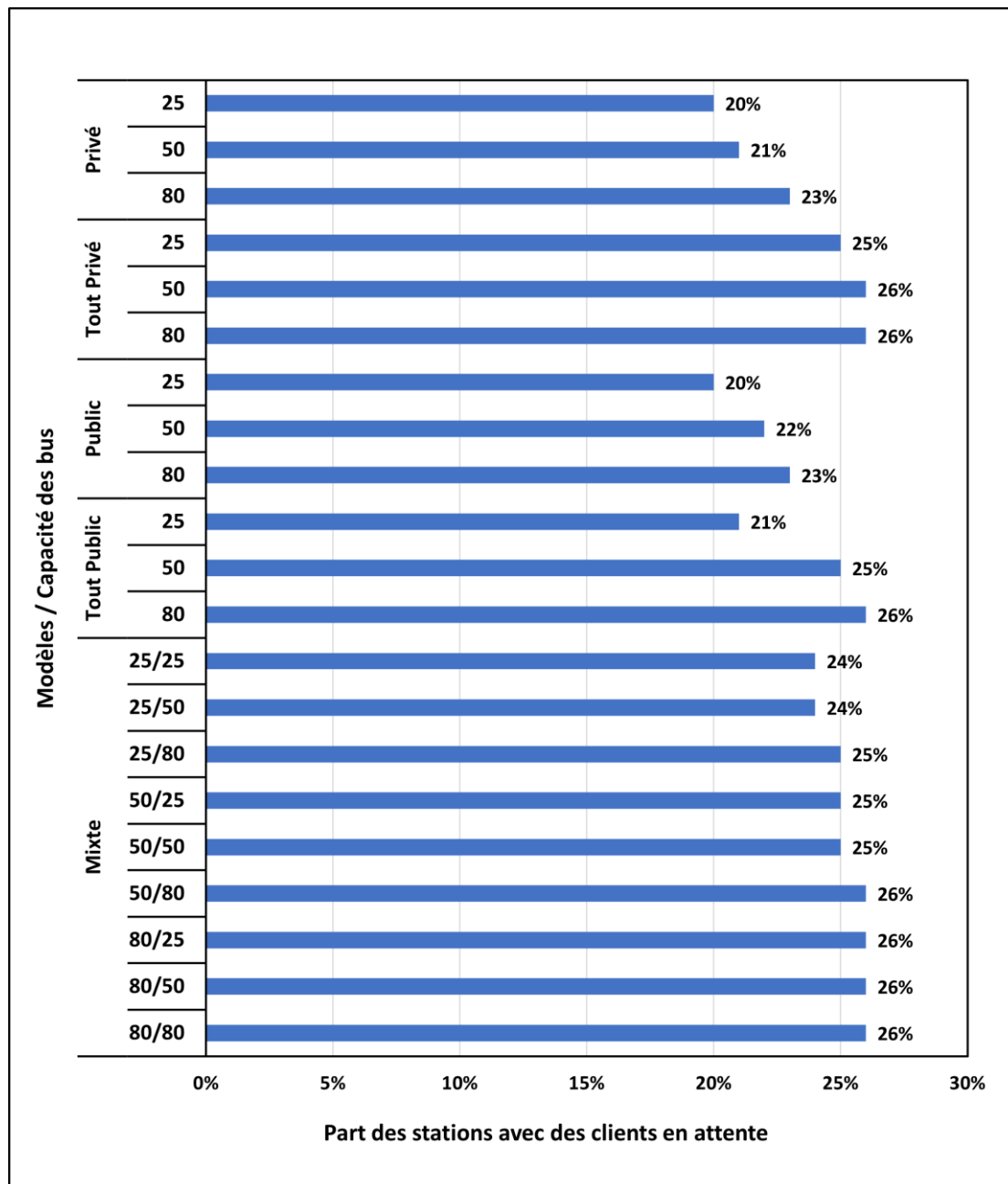
Cependant, l'évolution de la demande confirme le constat initial de l'impact très restreint de la taille des véhicules et des fréquences sur le taux global de desserte.



Graph 21: Taux de desserte des modèles dans le cas d'une demande moyenne
* Plus c'est haut, mieux c'est

Concernant la couverture territoriale, nous remarquons que les tendances se reproduisent sensiblement de la même manière dans le cas d'une demande moyenne de déplacement, avec les modèles *Public et Privé*, à la configuration spatiale restreinte, qui affichent des parts moins importantes de stations avec des clients en attente par rapport aux modèles *Mixte, Tout-privé et Tout-public*, ayant des réseaux élargis (cf. Graph 22, p. 213).

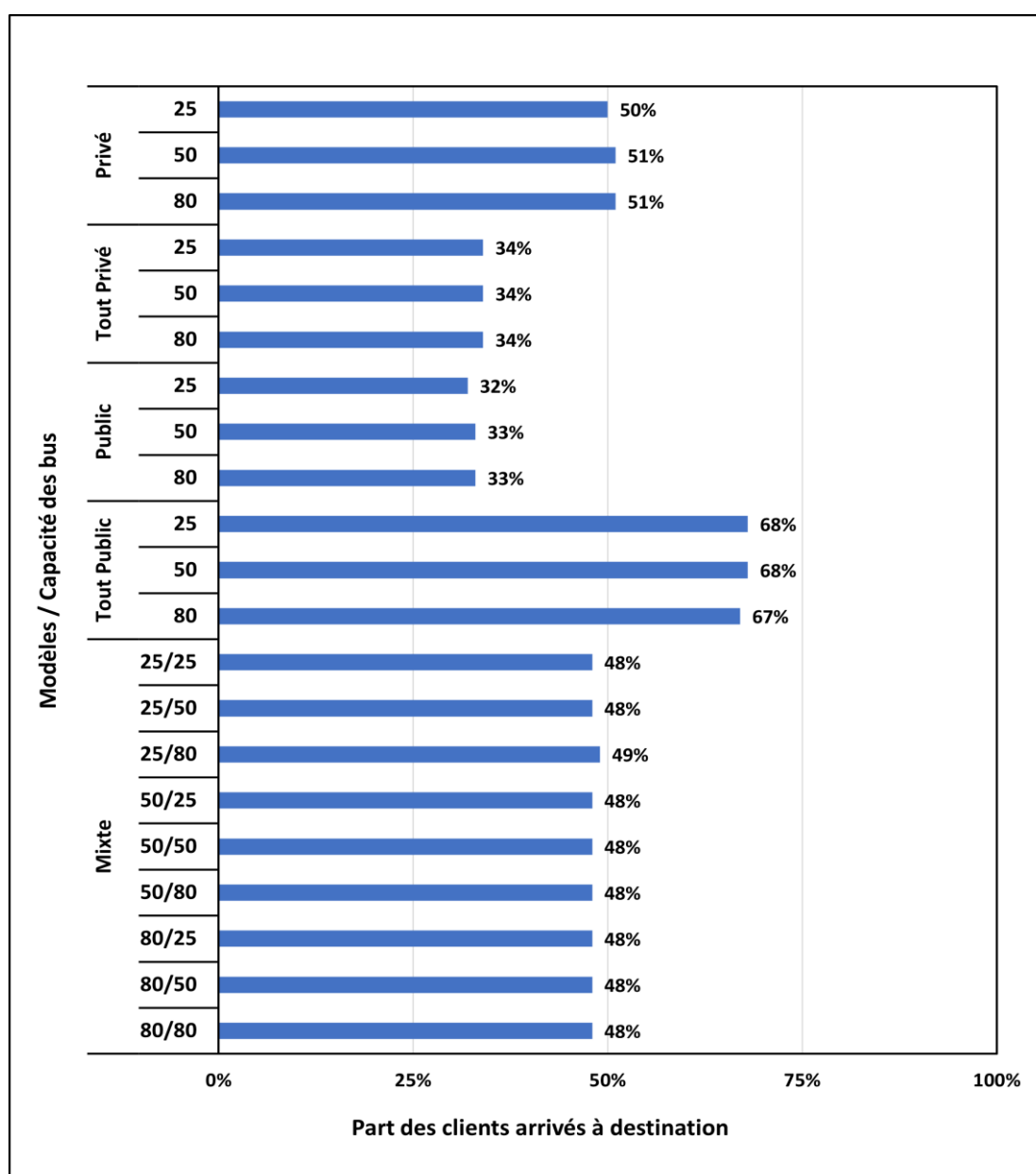
Toutefois, si les systèmes avec petits véhicules et haute fréquence restent légèrement plus efficaces avec l'augmentation de densité, le mode opératoire du modèle *Public* devient de moins en moins avantageux.



Graph 22: Couverture des stations dans le cas d'une demande moyenne
*Plus c'est bas, mieux c'est

C. Forte demande (30000 clients / 200 itérations)

En présence d'une forte demande de mobilité, on constate encore une fois des taux de desserte très stables pour les modèles *Privé* et *Tout-privé* qui s'adaptent bien aux changements de densités et ont visiblement une très bonne capacité de montée en charge, à l'opposé des modèles *Public* et *Tout-public* qui font encore respectivement -10% et -6%, suivis du modèle *Mixte* à -4% (cf. Graphe 23, p. 214), ce qui met plus en exergue les limites du mode de fonctionnement de la composante publique, ne parvenant pas à supporter les fluctuations de la taille des flux. Si le modèle *Tout-public* garde un meilleur taux de desserte, le modèle *Mixte* qui s'affiche légèrement en dessous du modèle *Privé*, montre plus de résilience à cause de sa structure hybride, et une meilleure capacité de montée en charge que les modèles publics.

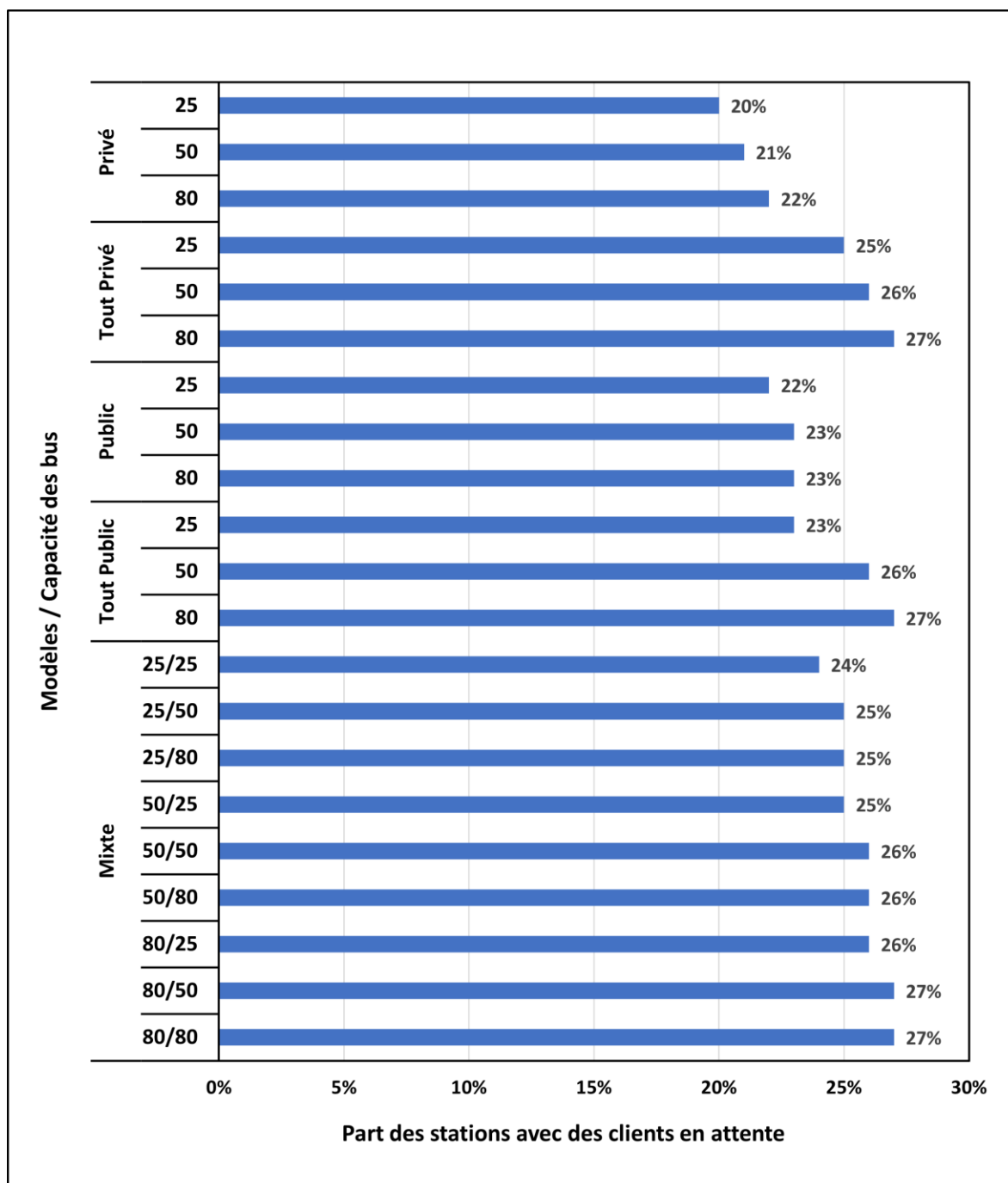


Graphe 23: Taux de desserte des modèles dans le cas d'une forte demande

* Plus c'est haut, mieux c'est

En matière de couverture territoriale, le même schéma se reproduit dans le cas d'une forte densité de clients (cf. Graphe 24, p. 215). Les modèles *Privé* et *Public* sont toujours en tête devant les modèles aux structures spatiales larges (*Tout-public*, *Tout-privé* et *Mixte*).

Néanmoins, on observe un déclin de la capacité de desserte du modèle *Public*, qui se trouve légèrement derrière le modèle *Privé*.

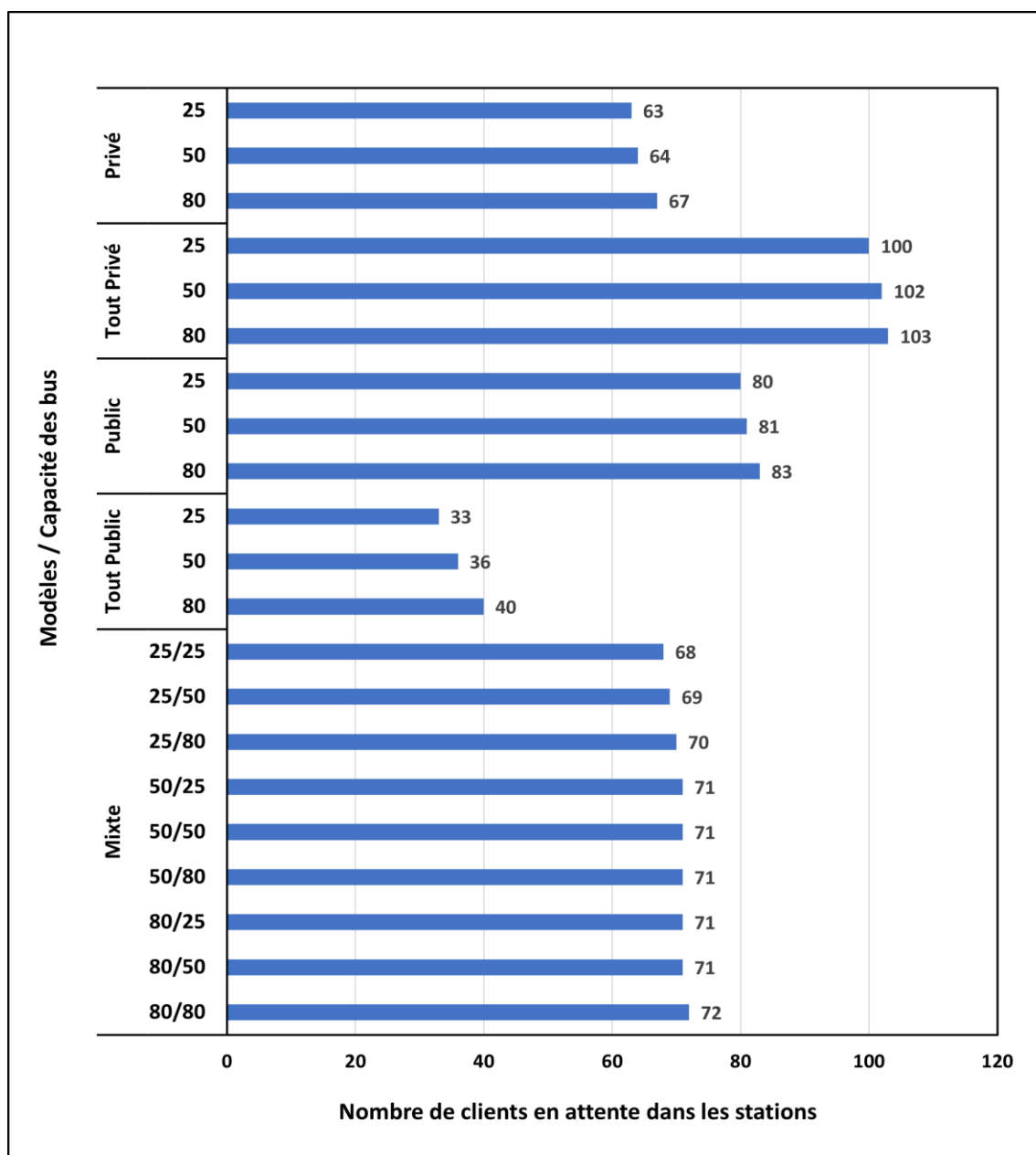


Graph 24: Couverture des stations dans le cas d'une forte demande
 * Plus c'est bas, mieux c'est

9.2.2 Qualité de service

A. Demande faible (10000 clients / 200 itérations)

Dans le scénario à faible demande, en regardant le nombre moyen de clients en attente dans les stations tout au long de la simulation (cf. Graphe 25, p. 216), nous constatons qu'il y a beaucoup moins de clients en attente pour le modèle *Tout-public* que pour le reste des modèles, et que les modèles *Privé* et *Mixte* arrivent derrière avec des taux assez proches, suivis par le modèle *Public*. Le modèle *Tout-privé* enregistre en revanche le nombre le plus important de clients en attente dans des stations. Ceci doit être lié aux délais de remplissage dans les stations de départ, rallongés par la dispersion des clients sur un réseau plus grand.

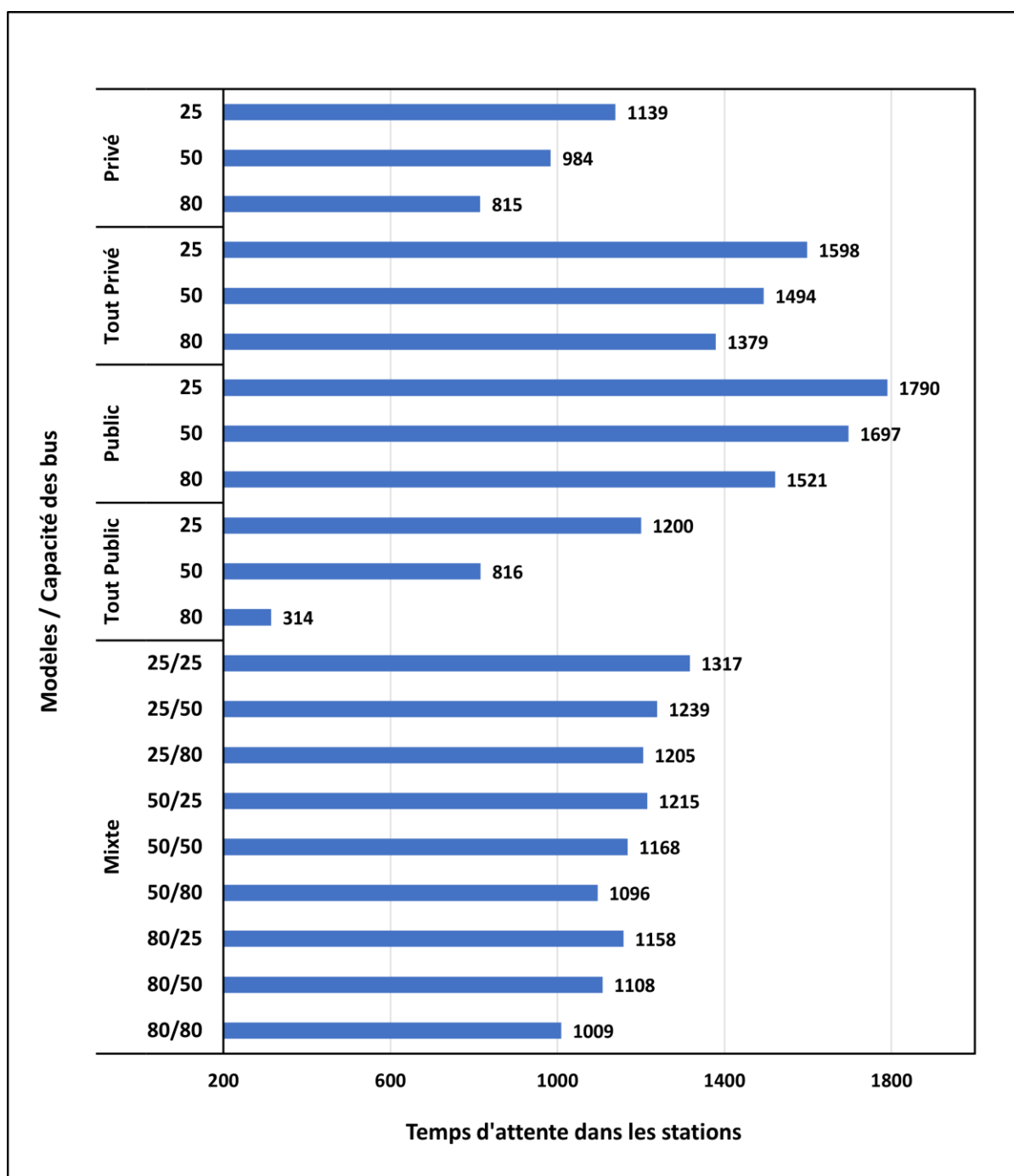


Graphe 25: Moyenne du nombre de clients en attente dans les stations dans le cas d'une demande faible

* Plus c'est bas, mieux c'est

En matière de temps d'attente dans les stations, le modèle *Tout-public* s'en sort bien avec la prise en charge la plus rapide, suivi de près par le modèle privé puis le modèle *Mixte*. De l'autre côté, on remarque que le modèle *Public* enregistre les temps d'attente les plus longs derrière le modèle *Tout-privé* (cf. Graphe 26, p. 217).

Par ailleurs, les gabarits des bus semblent avoir un impact sur les temps d'attente en station, les clients sont desservis plus rapidement avec des véhicules de grande capacité, même si les fréquences sont moins importantes.



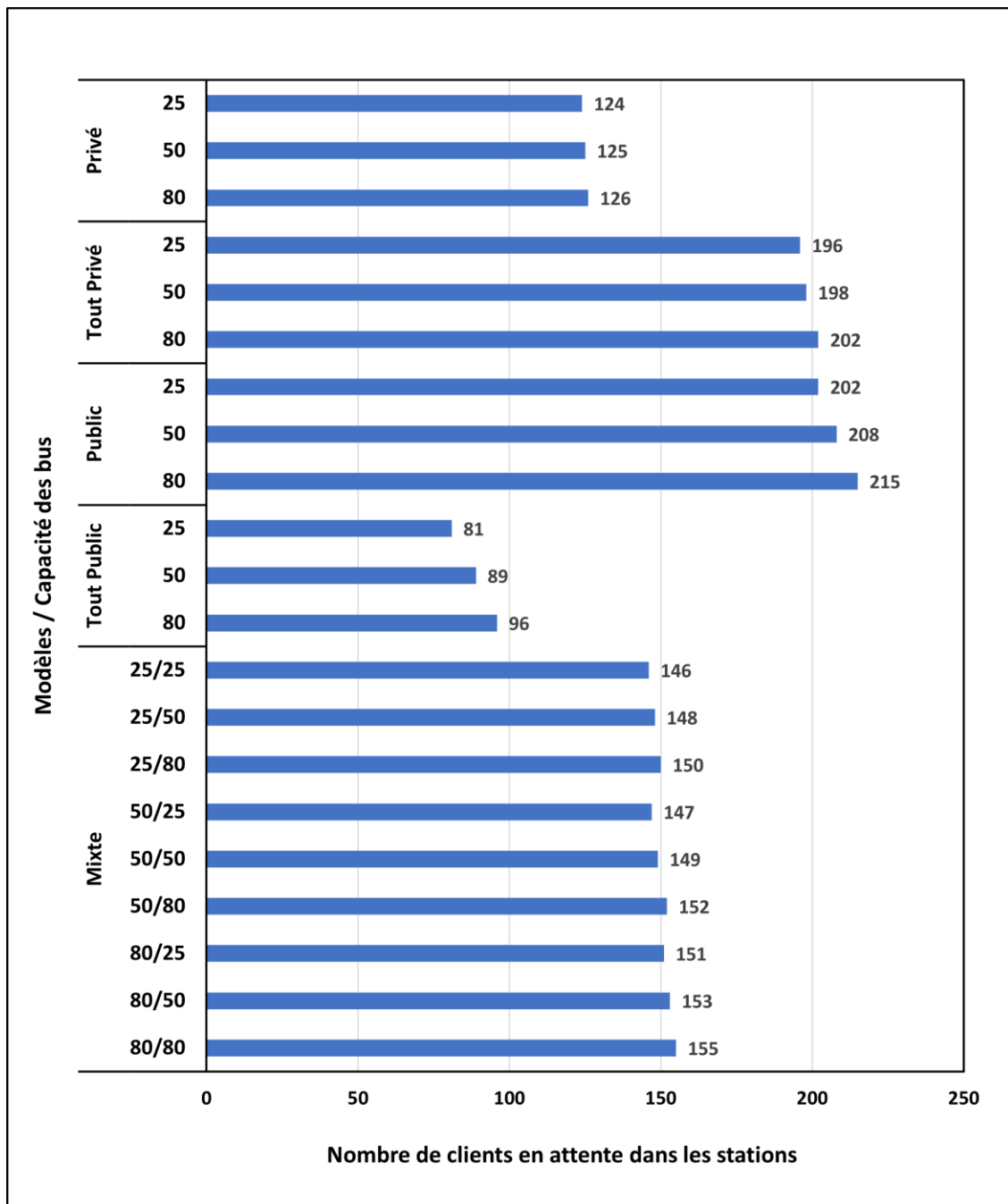
Graph 26: Temps d'attente des clients dans le cas d'une demande faible

* Plus c'est bas, mieux c'est

..

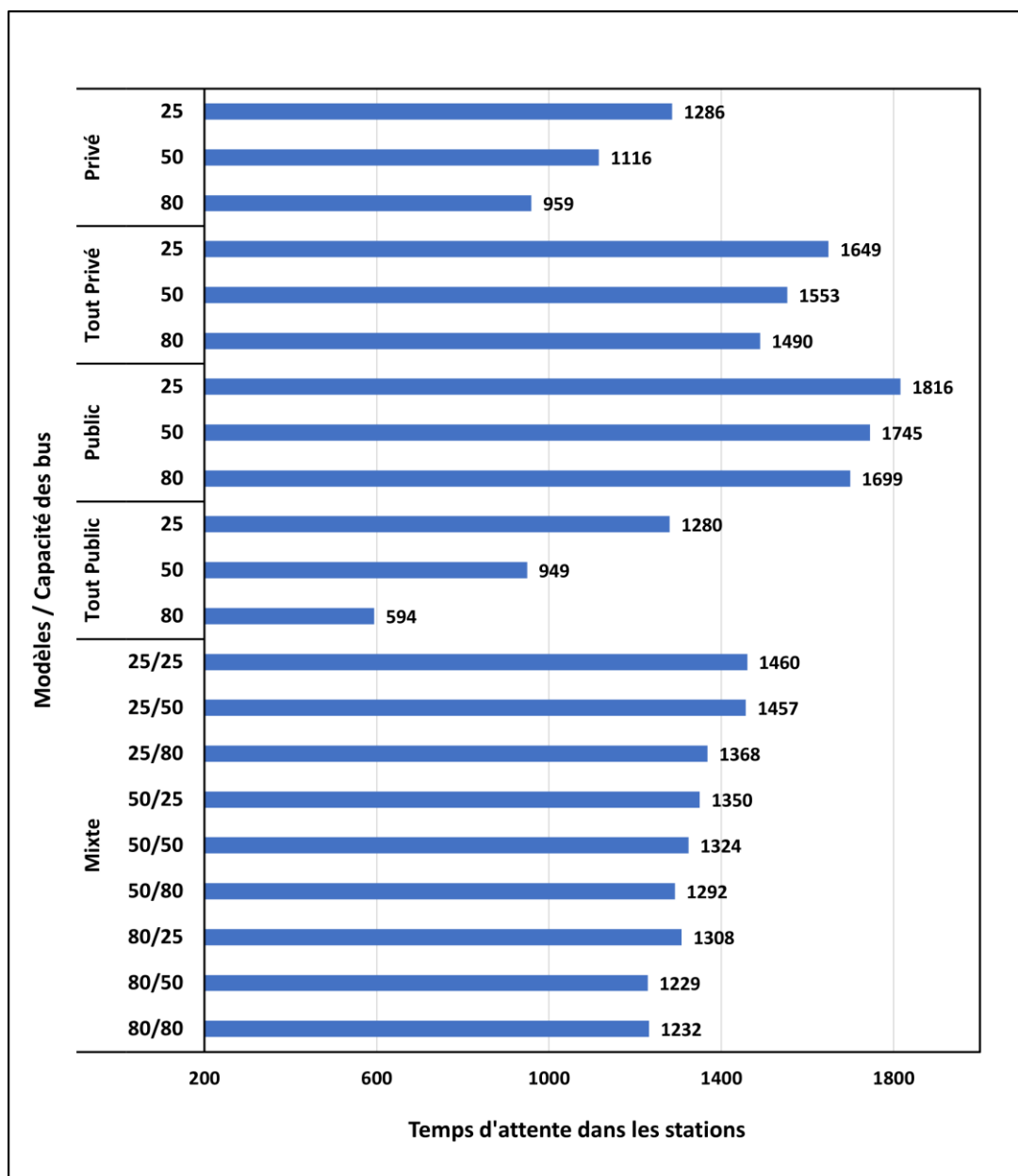
B. Demande moyenne (20000 clients / 200 itérations)

En ce qui concerne le nombre de clients en attente dans les stations, lorsqu'on monte à une densité moyenne, nous observons des tendances similaires à celles identifiées dans le cas d'une faible densité, sur l'ensemble des modèles à l'exception du modèle *Public* dont la performance se détériore considérablement le faisant passer légèrement derrière le modèle *Tout-privé*. Ce qui est dû à ses intervalles de rotation fixes qui ne s'adaptent pas à la hausse de la demande. Cependant, le nombre plus important de bus compense largement cette faiblesse pour le modèle *Tout public* réalisant les meilleurs résultats (cf. Graphe 27, p. 218).



Graph 27: Clients en attente dans les stations dans le cas d'une demande moyenne
* Plus c'est bas, mieux c'est

Pour le temps d'attente dans les stations, bien qu'il augmente pour l'ensemble des modèles (cf. Graphe 28, p. 219), le schéma général ne change pas, nous obtenons toujours les modèles *Tout-public* et *Privé* en tête, suivis par le modèle *Mixte*, et les modèles *Public* et *Tout-privé* avec la plus mauvaise performance. En effet, si le modèle *Tout public* arrive à assurer une prise en charge rapide au vu de la taille de son réseau et de sa couverture spatiale, le modèle *Privé* le fait grâce à son mode opérationnel basé sur le taux de remplissage, qui le rend réactif aux augmentations de la demande. Parallèlement le modèle *Public* n'arrive pas à être aussi performant vu sa couverture spatiale réduite, et le *Tout Privé* car le déclenchement de ses rotations devient très long à cause de la dispersion des clients sur des stations de départ plus nombreuses.

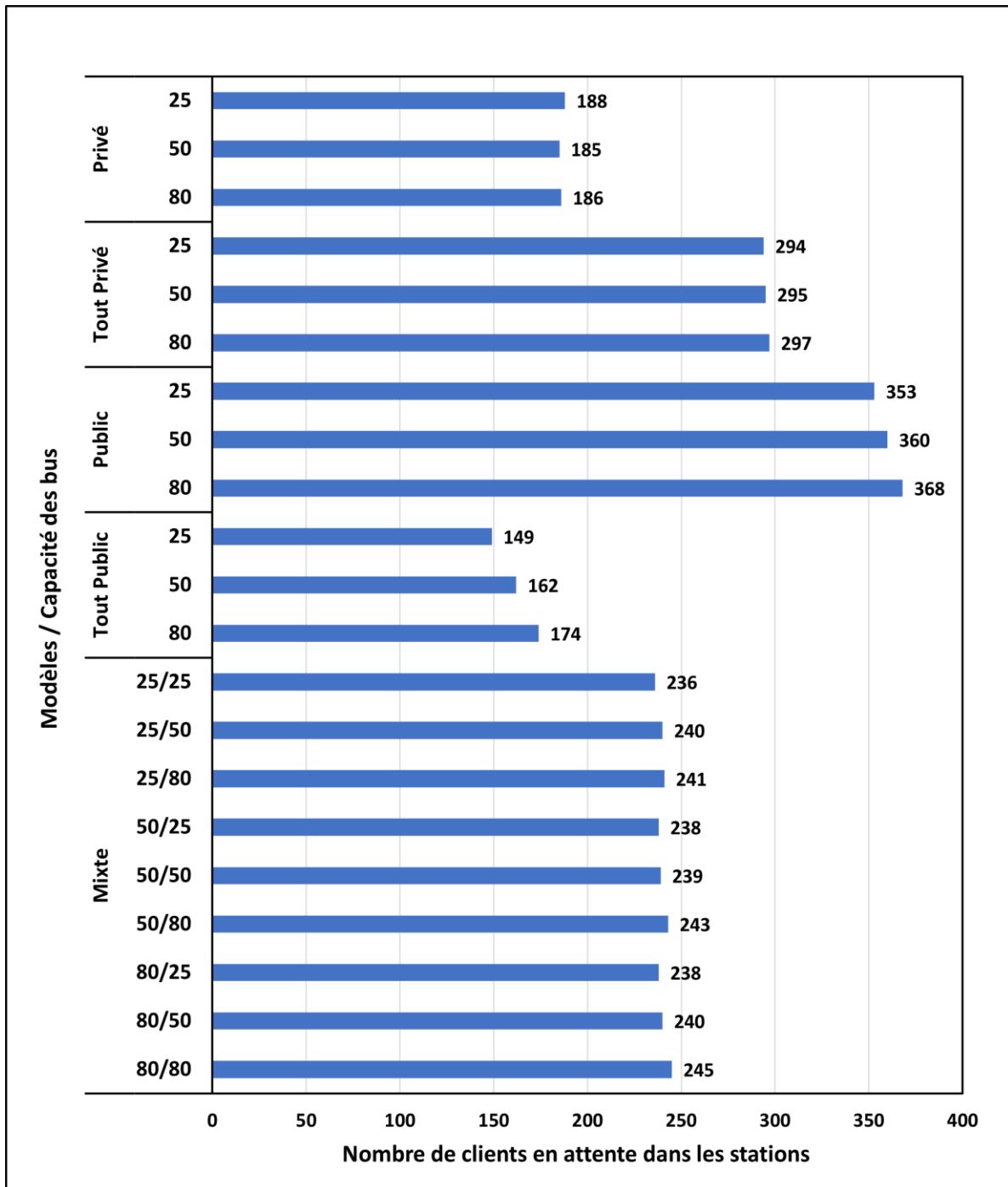


Graph 28: Temps d'attente des clients dans le cas d'une demande moyenne
 * Plus c'est bas, mieux c'est

C. Forte demande (30000 clients / 200 itérations)

Avec une forte demande de mobilité, nous constatons que l'écart se resserre entre le modèle tout-public et le modèle *Privé*, et s'élargit de façon considérable entre le modèle *Tout-privé* et le modèle *Public* qui a la plus mauvaise performance. Le modèle *Mixte* se situe encore une fois au milieu (cf. Graphe 29, p. 220).

En effet, nous percevons encore une fois la stabilité du modèle privé et les difficultés enregistrées par les modes *Public* en matière d'adaptation aux fortes densités.

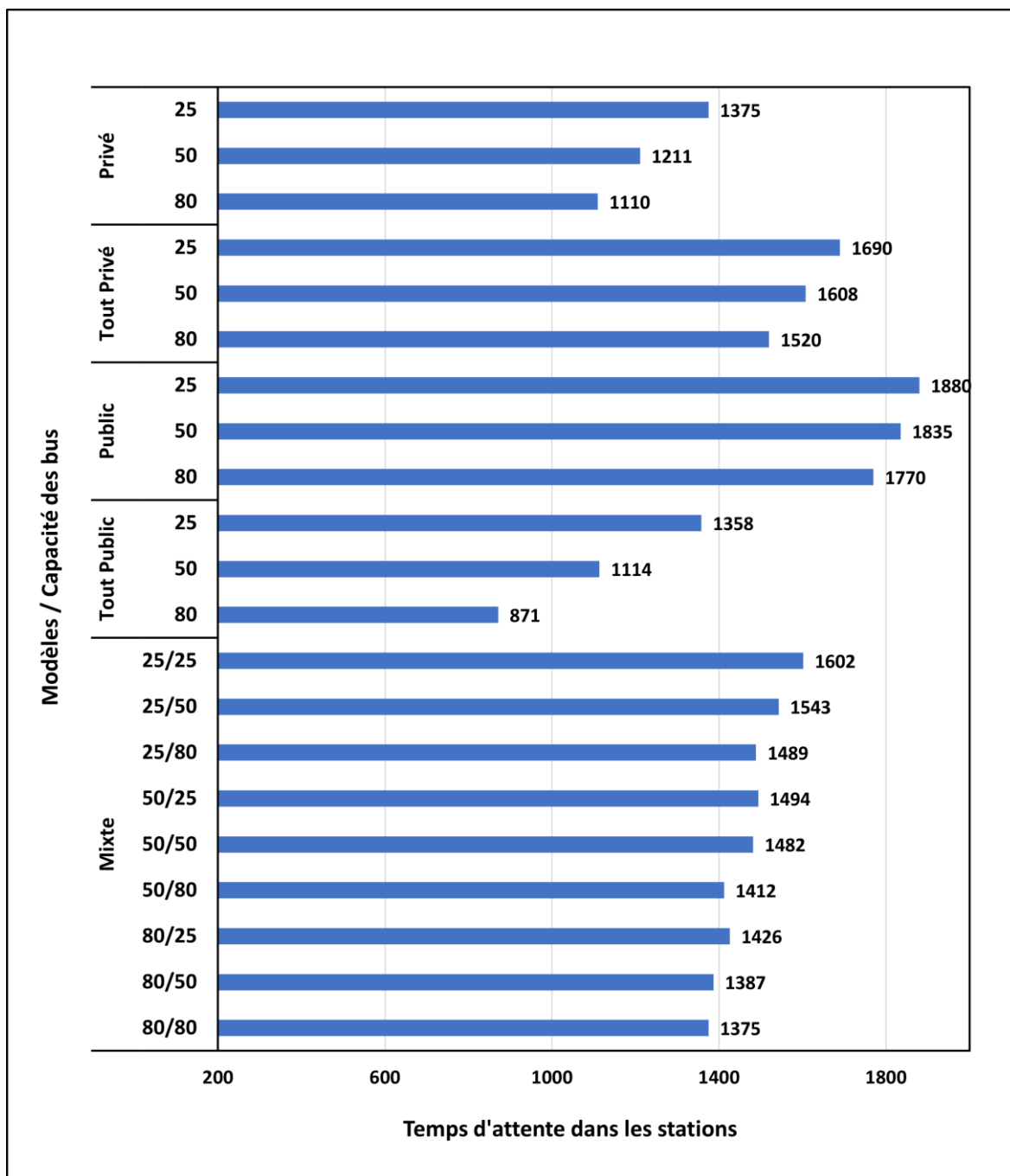


Graphe 29: Clients en attente dans les stations dans le cas d'une forte demande

* Plus c'est bas, mieux c'est

Concernant les temps d'attente dans les stations, les durées s'allongent encore une fois avec l'augmentation de la demande générée, mais le positionnement des modèles en matière de performance n'évolue pas vraiment (cf. Graphe 30, p. 221). Nous observons un réseau public élargi et régulier et un réseau privé restreint et adaptable affichant tous deux les meilleures performances sur ce critère.

Par ailleurs, il y a toujours un impact perceptible de la taille du véhicule sur le temps d'attente qui diminue à chaque fois en augmentant le gabarit utilisé.

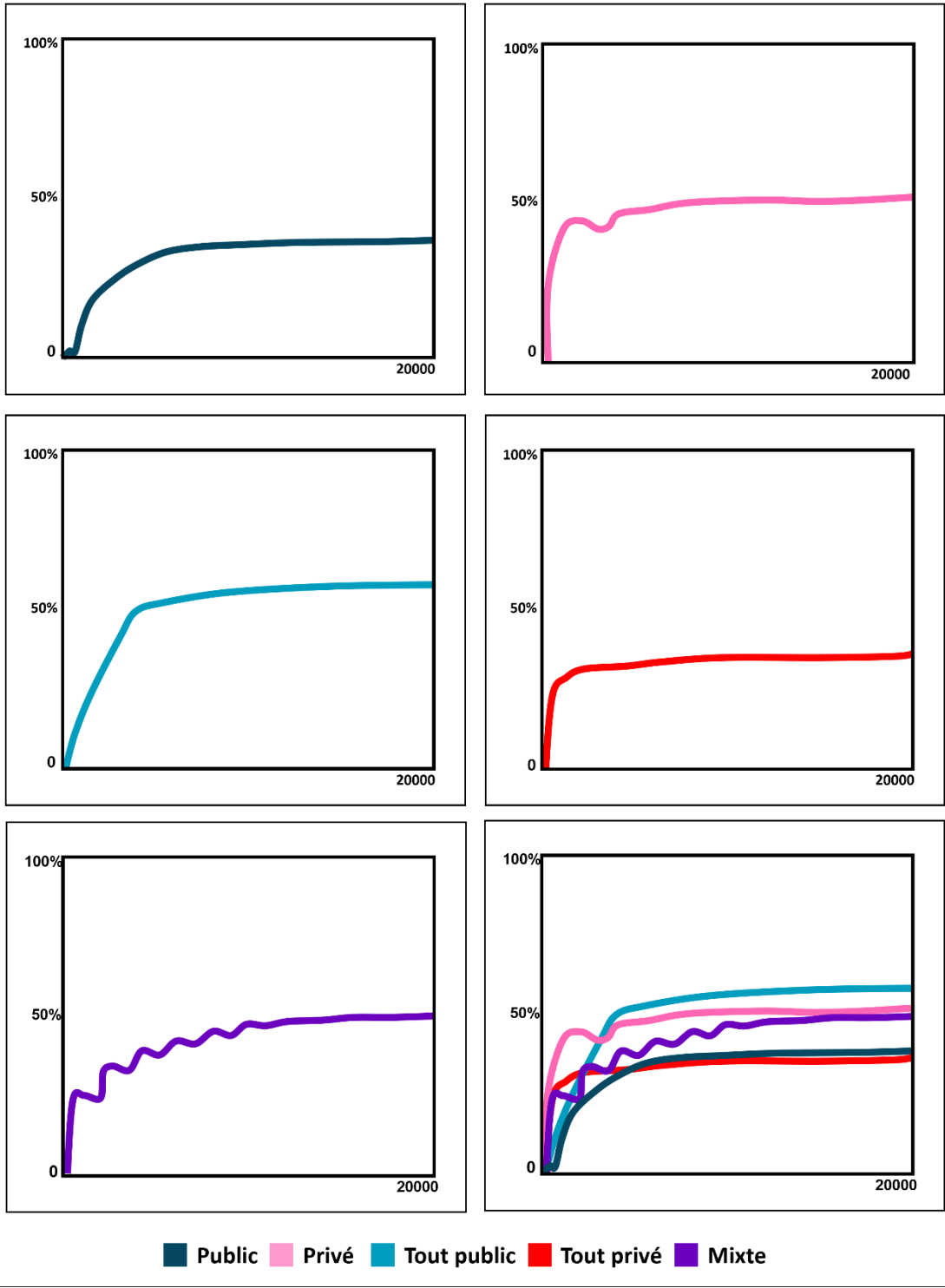


Graph 30: Temps d'attente des clients dans le cas d'une forte demande
 * Plus c'est bas, mieux c'est

Cependant, il est important de noter que ces temps d'attente représentent une moyenne calculée sur toute la durée de la simulation et ne sont pas le seul indice à prendre en compte afin d'évaluer et construire une connaissance exhaustive de la performance de chaque modèle à un instant t .

Le graphe 31 (page 223) nous permet d'identifier par exemple un comportement impactant à la fois le niveau de desserte et les temps d'attente aux périodes de création d'une forte demande. Nous observons une forme de réactivité du réseau privé (qui contribue en partie à l'amélioration du fonctionnement global du modèle *Mixte* aussi), caractérisé par une accélération de la prise en charge au départ de la courbe, au moment de la création d'une grande population de clients, ce qui favorise une bonne réactivité du système en heures de pointe par rapport aux modèles exclusivement publiques où les intervalles réguliers de rotations ne permettent pas une telle adaptabilité.

Taux de desserte (Part des clients arrivés à destination)



Graphe 31: Evolution de la prise en charge client pour les différents modèles

9.2.3 Performance de l'opérateur

A. *Demande faible (10000 clients / 200 itérations)*

En ce qui concerne les performances propres à l'opérateur, en matière de taux d'occupation, nous constatons que dans le cas d'une demande de déplacement faible (cf. Graphe 32, p. 225), les modèles au mode de fonctionnement privé affichent les plus hauts niveaux de remplissage (jusqu'à 54% pour le *Tout-privé* et jusqu'à 44% pour le *Privé*). A l'inverse, les modèles au mode de fonctionnement public ont des taux d'occupation très faibles (jusqu'à 12% pour le *Tout-public* et jusqu'à 32% pour le *Public*).

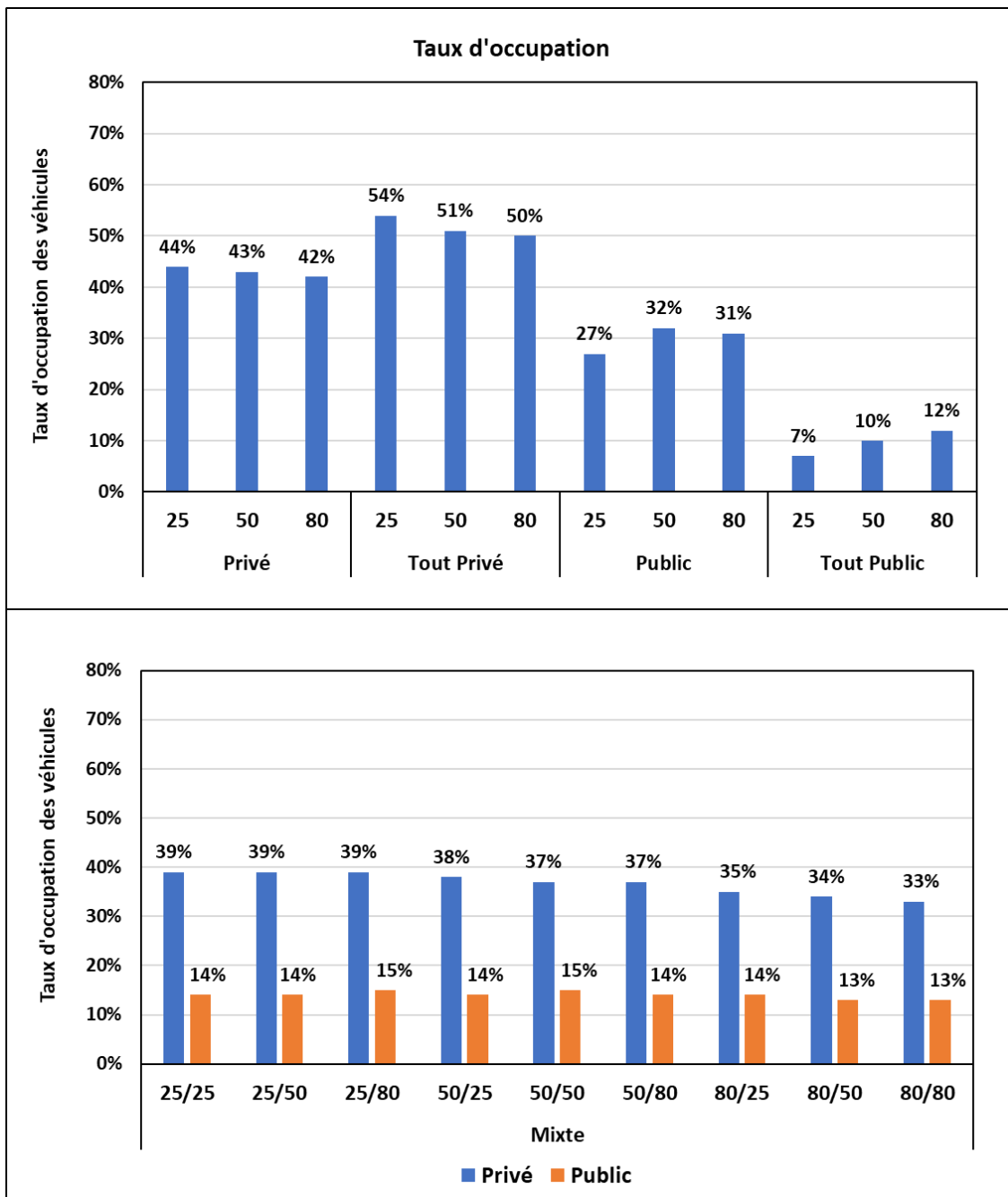
Cela était prévisible au vu de la logique de fonctionnement des deux systèmes, avec des débuts de rotations principalement conditionnés par le taux d'occupation pour le privé, et par des intervalles temporaires fixes concernant le public, Ce qui amortit l'impact d'une demande faible sur les niveaux de remplissage des véhicules pour le premier, et l'accentue considérablement pour le deuxième où des rotations se font à très faible remplissage, notamment lorsque le réseau et les itinéraires sont élargis (cas du modèle *Tout-public*).

Cependant, le modèle *Mixte* se situe entre les deux groupes. Ses composantes semblent être en concurrence avec des taux d'occupation légèrement en baisse pour sa composante privée par rapport aux modèles *Privé* et *Tout-privé*, en forte baisse pour sa composante publique par rapport au modèle *Public*, et des taux légèrement en hausse par rapport au modèle *Tout-public* (il faut noter que pour une même simulation de la configuration mixte, nous pouvons avoir la valeur des indicateurs de manière dissociée pour les composantes publique et privée).

En ce qui concerne les différentes configurations de gabarits et de fréquences, nous observons deux tendances inversées :

- Un remplissage légèrement meilleur des véhicules privés lorsqu'on a de petits gabarits ;
- Un meilleur remplissage des véhicules publics en ayant de gros gabarits avec des fréquences faibles.

Dans le premier cas, le véhicule commence la rotation avec 80% de taux d'occupation et se remplit plus facilement sur l'itinéraire à faible capacité même si les stations ne sont pas encombrées. Alors que dans le deuxième, la faible fréquence de rotation d'un grand véhicule permet d'assurer un meilleur taux de remplissage à faible densité parce que le réseau et les stations sur les itinéraires ont plus de temps pour se remplir.



Graph 32: Taux d'occupation des véhicules dans le cas d'une demande faible

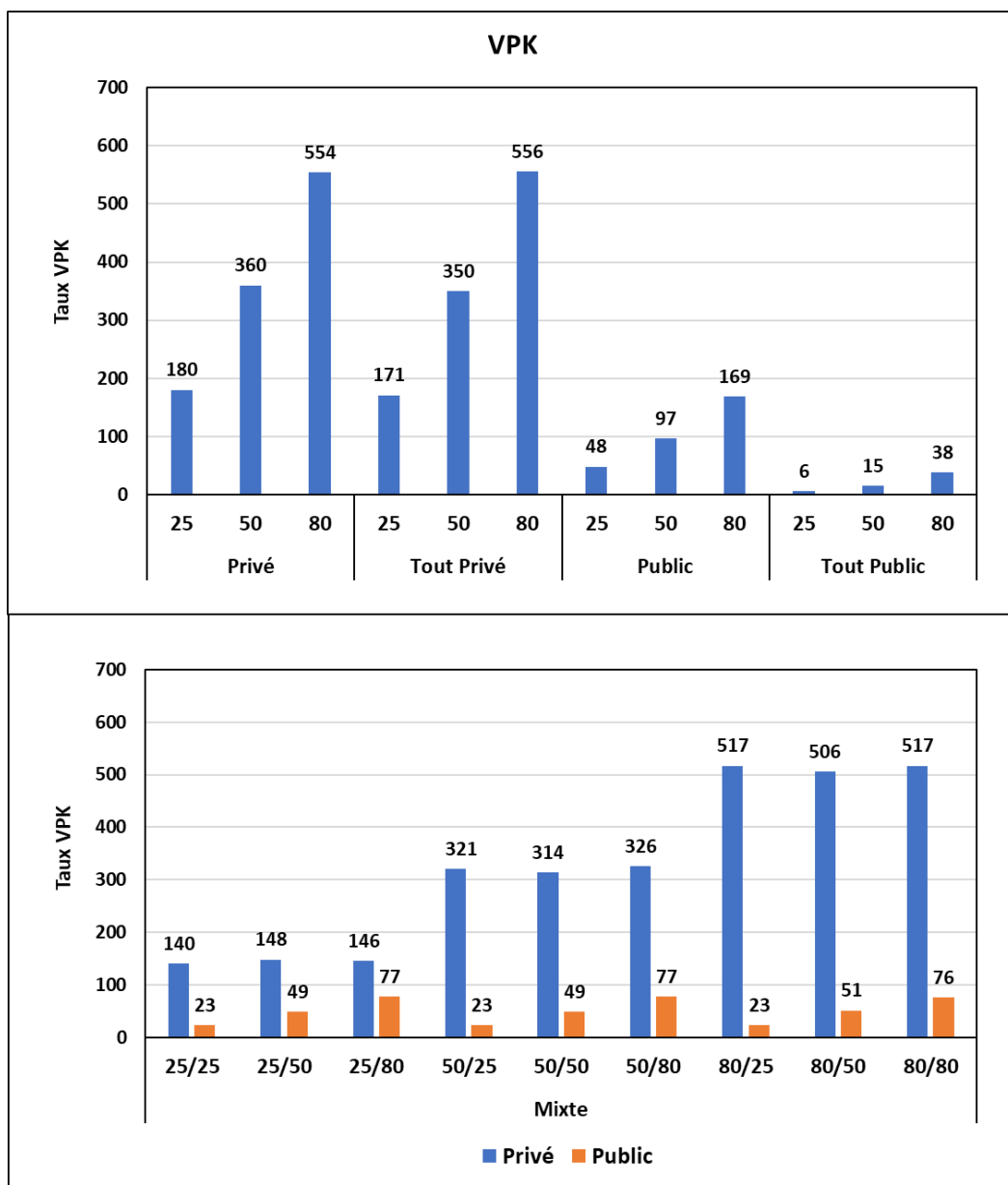
* Plus c'est haut, mieux c'est

Concernant l'indicateur VPK (cf. Graph 33, p. 226), la tendance à faible demande est un peu similaire à celle relative aux taux d'occupation. Les modèles *Privé* et *Tout-privé* arrivent en tête avec des valeurs allant de 170 à plus de 550 selon la capacité des véhicules, suivis par le modèle *Mixte* qui enregistre des valeurs légèrement plus basses que les deux premiers modèles pour son réseau privé (140 à 517) et des valeurs plus hautes que le modèle *Tout-public* pour son réseau public (23 à 77).

Les modèles au mode de fonctionnement public arrivent en dernier avec des valeurs en dessous de 170 pour le *Public* et moins de 40 pour le *Tout-public*.

Ces résultats sont directement liés aux modes de fonctionnement des différents modèles. Les bus des modèles privés, motivés par la maximisation du nombre de clients à bord retardent leurs rotations de façon à créer un cumul des clients en attente sur leurs itinéraires, afin de compenser les faibles niveaux de demande. Alors que dans les modèles publiques, les bus entament des rotations quels que soient les niveaux de demande ou de remplissage.

En matière de tailles de véhicules et de fréquences, nous observons logiquement une corrélation directe entre le gabarit/fréquence et le VPK. La valeur observée augmente à chaque fois que la taille des véhicules augmente.



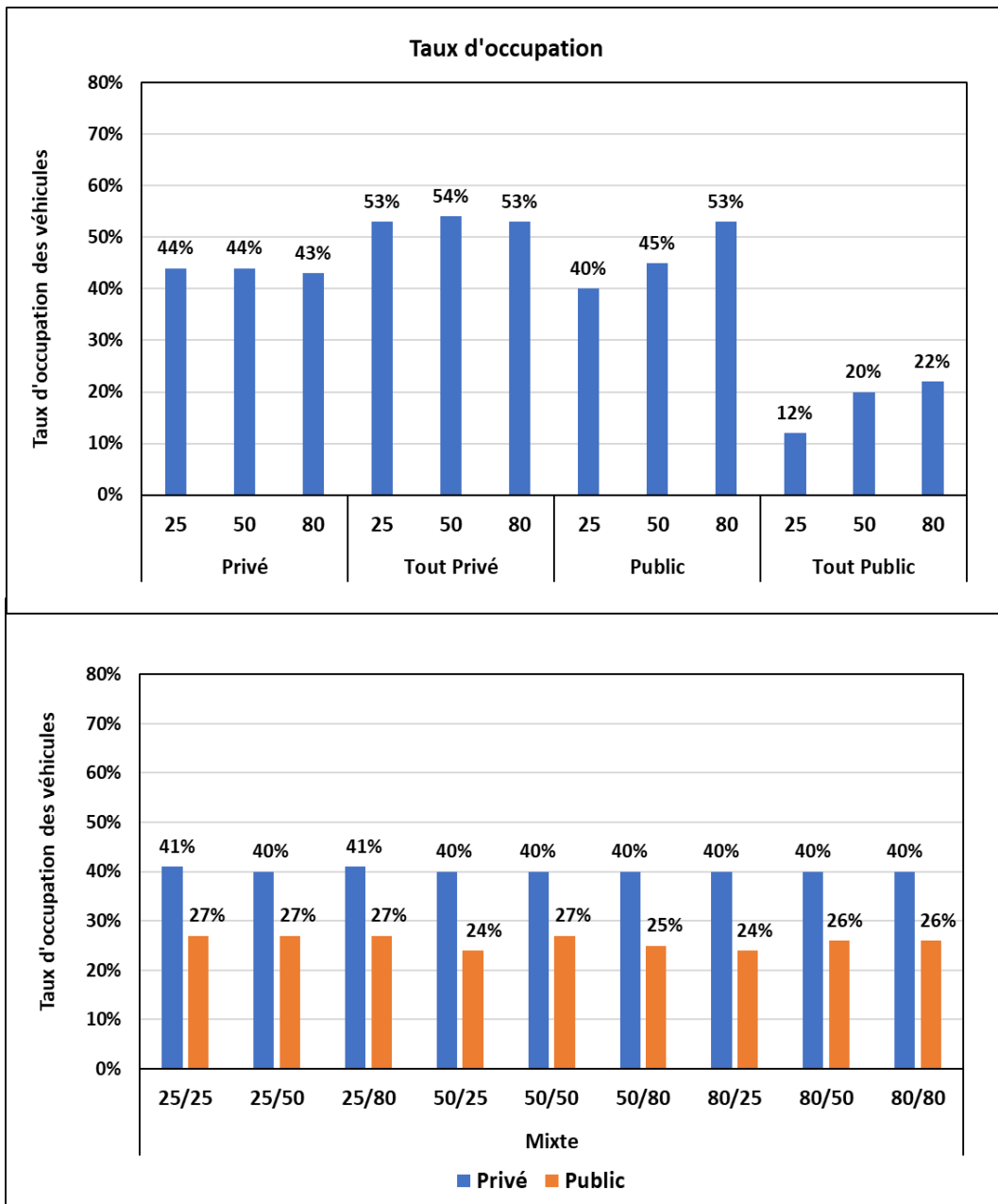
Graphe 33: Taux VPK dans le cas d'une demande faible

* Plus c'est haut, mieux c'est

B. Demande moyenne (20000 clients / 200 itérations)

Lorsqu'on monte vers une demande de déplacement moyenne, le modèle *Tout-privé* garde la meilleure performance en matière de taux d'occupation (54%), ce qui est prévisible au vu du mode de fonctionnement conditionné à la base par le taux de remplissage, mais nous observons une évolution considérable pour les modèles au mode opératoire public, notamment le modèle *Public* qui passe devant le modèle *Privé* (cf. Graphe 34, p. 227).

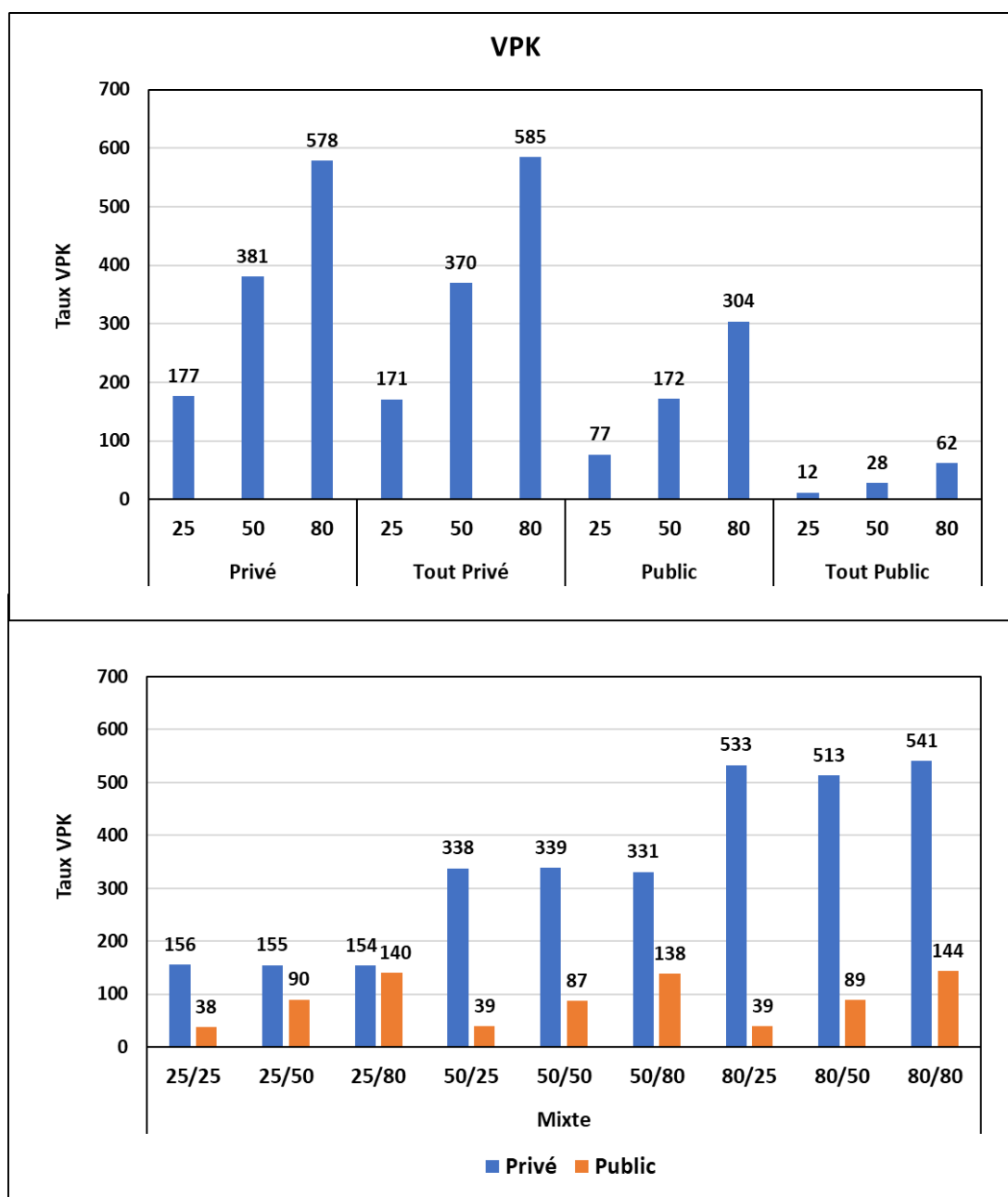
Le modèle *Mixte* reste tout de même devant le modèle *Tout-public* en matière de performance et se rapproche un peu, dans sa composante privée, du taux d'occupation du modèle *Privé*.



Graphe 34: Taux d'occupation des véhicules dans le cas d'une demande moyenne
* Plus c'est haut, mieux c'est

Par ailleurs, l'impact de la taille des véhicules commence à s'estomper pour les réseaux privés, mais nous constatons toujours à ce niveau de densité, un avantage des gros gabarits/ faible fréquence en ce qui concerne le modèle *Public* et le modèle *Tout-public*.

Au niveau de l'indicateur VPK, bien que la hiérarchie des modèles ne change pas, nous constatons dans le cas d'une demande moyenne, une augmentation considérable du VPK pour les modèles à composante publique (*Public*, *Tout-public* et *Mixte*), visiblement sensibles aux fluctuations de la demande. Les indicateurs des modèles *Privé* et *Tout-privés* quant à eux, n'évoluent pas de façon remarquable car leur mode de fonctionnement ne laisse pas une grande marge de progression sur cet aspect (cf. Graphe 35, p. 228).

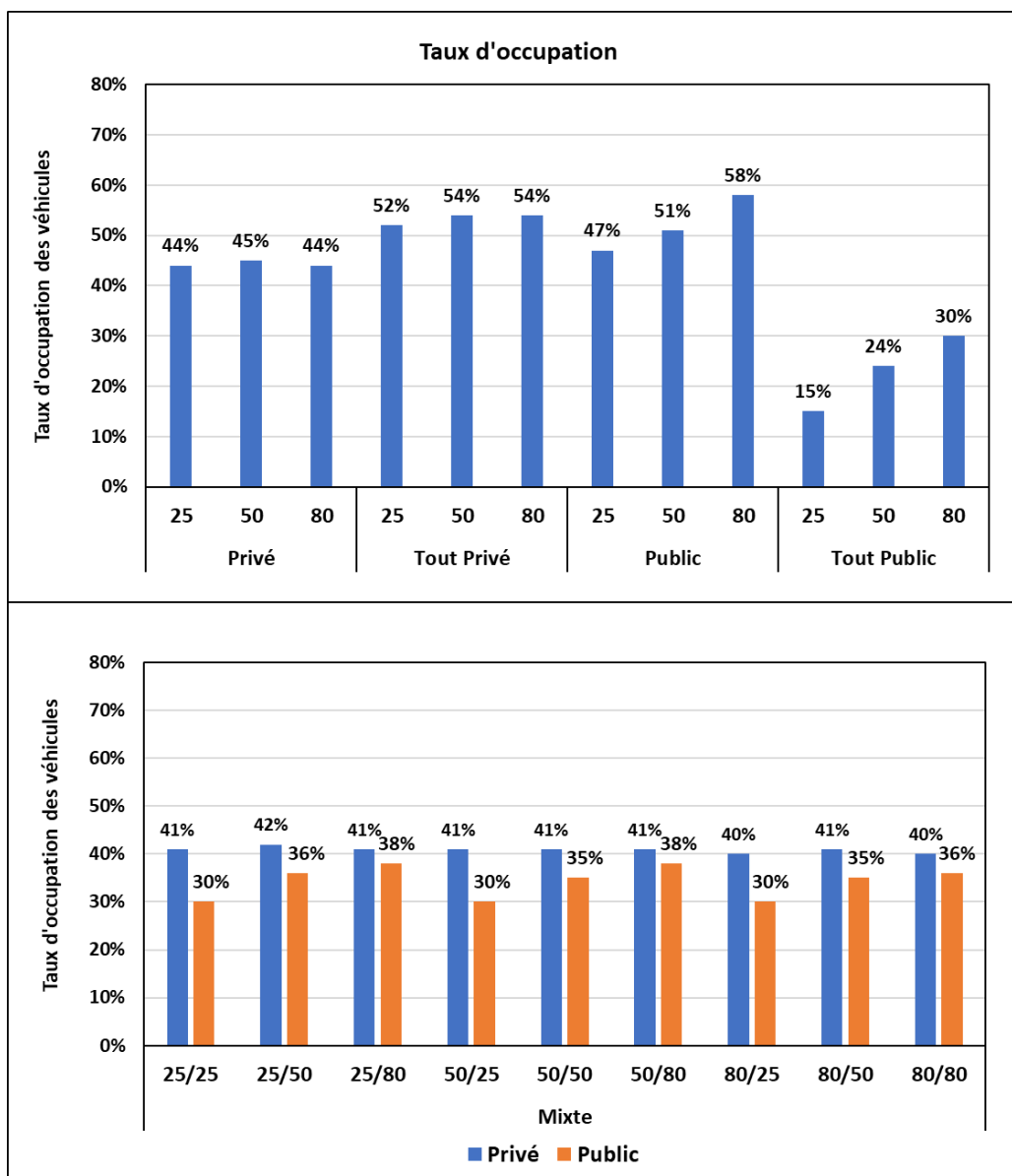


Graphe 35: Taux VPK dans le cas d'une demande moyenne
* Plus c'est haut, mieux c'est

C. Forte demande (30000 clients / 200 itérations)

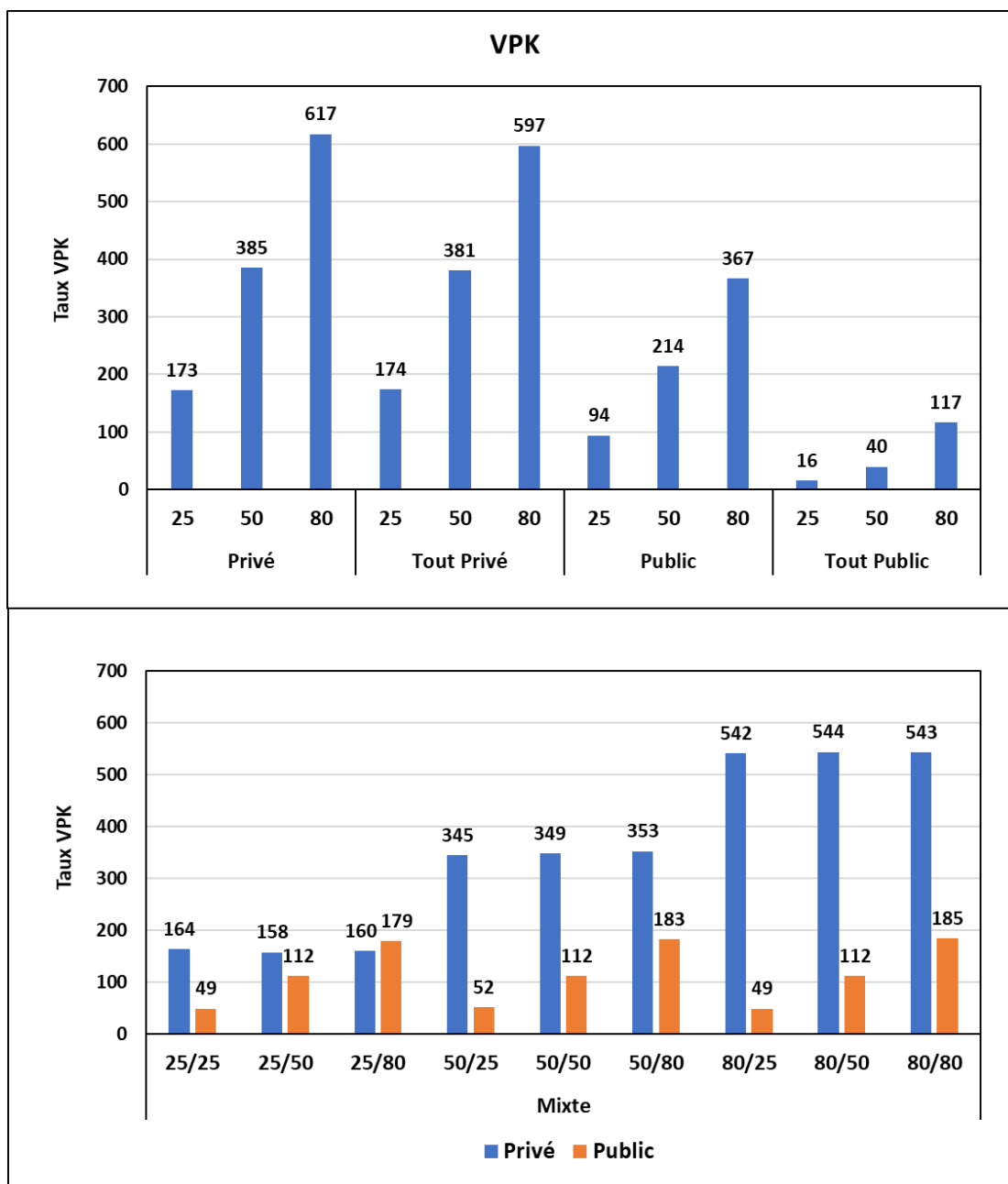
A forte demande de mobilité, on constate encore une fois des taux d'occupation relativement stables en ce qui concerne les modèles *Privé* et *Tout-privé* pour lesquels cet indicateur est au cœur de la logique de fonctionnement (cf. Graphe 36, p. 229). Cependant, nous remarquons encore une fois l'augmentation du taux d'occupation pour le reste des modèles, dont le modèle *Public* qui arrive même à dépasser le modèle *Tout-privé* lorsqu'il tourne à faible fréquence avec un grand gabarit (58%), et le modèle *Mixte* qui s'affiche légèrement en dessous du modèle *Privé*, mais qui arrive à équilibrer encore plus les niveaux de remplissage des deux composantes de sa structure hybride.

D'autre part, l'impact de l'usage des gros gabarits à faible fréquence se voit plus clairement à forte densité sur les niveaux de remplissage pour les modèles public, tout-public et mixte.



Graphe 36: Taux d'occupation des véhicules pour dans le cas d'une forte demande
* Plus c'est haut, mieux c'est

A propos de l'indicateur VPK (cf. Graphe 37, p. 230), la tendance à forte demande est globalement la même que pour les autres niveaux de densité de clients. Les modèles *Privé* et *Tout-privé* gardent le plus haut VPK avec une légère hausse, alors qu'une augmentation plus visible est enregistrée sur les indicateurs des modèles *Public*, *Tout-public* et sur la composante publique du modèle *Mixte*.



Graphe 37 : Taux VPK dans le cas d'une forte demande

* Plus c'est haut, mieux c'est

9.3 Confrontation des modèles

9.3.1 Atouts et faiblesses

À la fin de cet exercice de simulation, il est nécessaire de confronter et de comparer les performances globales des configurations simulées. Pour cela, nous utilisons une grille d'évaluation conçue pour tous les indicateurs, qui attribue des notes en fonction du niveau de performance de chaque modèle.

Cette évaluation est basée sur les moyennes globales des indicateurs de performance dans les différents scénarios de demande de déplacement (faible, moyenne et forte demande). Après la discrétisation des indicateurs en six classes, nous avons défini un barème de notation de 1 à 6 points pour faciliter cette comparaison (cf. Tableau 20, p. 231). Pour le VPK, le taux d'occupation et le taux de desserte, les valeurs les plus élevées correspondent aux meilleurs résultats, alors que l'inverse s'applique pour le reste des indicateurs.

Tableau 20: Grille d'évaluation des indicateurs

Notes	VPK	Taux d'occupation	Taux de Desserte	Stations avec des clients en attente	Clients en attente	Temps d'attente
1	0-20	0-10 %	0-12,5 %	26-28 %	250-300	1950-2100
2	20-40	10-20 %	12,5-25 %	24-26 %	200-250	1800-1950
3	40-80	20-30 %	25-37,5 %	22-24 %	150-200	1500-1800
4	80-120	30-40 %	37,5-50 %	20-22 %	100-150	1200-1500
5	120-180	40-50 %	50-62,5 %	10-20 %	50-100	600-1200
6	180-240	50-60 %	62,5-75 %	0-10 %	0-50	0-600

La confrontation des résultats obtenus confirme plusieurs constats établis sur le terrain à travers l'observation et les enquêtes. En effet, nous constatons sur le diagramme de Kiviat (cf. Figure 56, p. 232) que dans l'ensemble, le mode de fonctionnement des modèles privé et tout-privé est conçu pour maintenir la meilleure performance possible du point de vue de l'opérateur (les plus hauts indicateurs Vpk/remplissage) parmi tous les modèles testés, au détriment de la qualité de desserte.

À l'inverse, les modèles public et tout public à travers leur régularité et leur étendue spatiale, assurent globalement les meilleurs niveaux de desserte avec une faible rentabilité.

Parallèlement, nous observons que le modèle mixte, réalise des performances globales correctes et surtout plus équilibrées par rapport aux autres modèles aux configurations spatiales élargies, avec des niveaux de desserte spatiale, de confort usager, et de performance opérateur qui sont légèrement inférieurs à la meilleure valeur enregistrée de chaque indicateur.

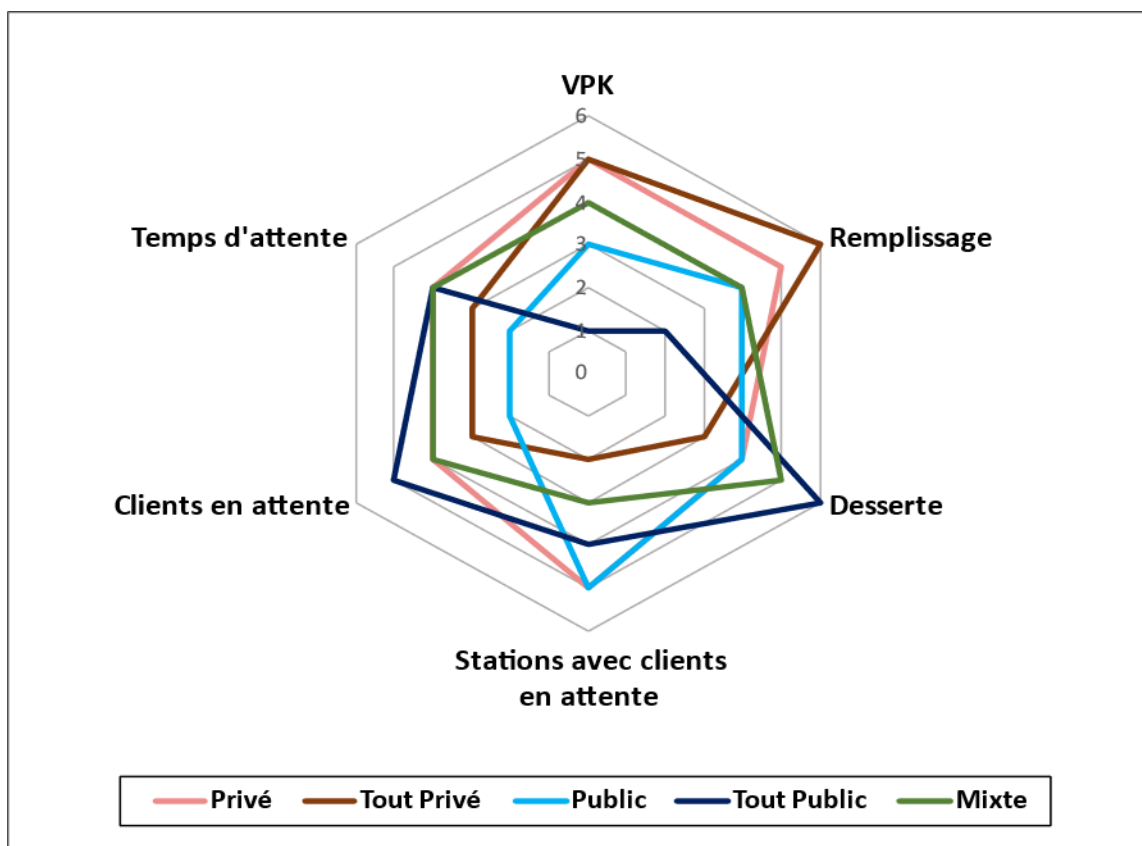


Figure 56: Performances comparées des modèles (moyenne des indicateurs obtenus à faible, moyenne et forte demande avec un bus de capacité 25)

Néanmoins, le comportement des modèles testés varie considérablement selon les conditions de simulation, ce qui met encore plus en exergue leurs spécificités, leurs atouts et surtout leurs limites.

Selon les différentes configurations, l'exercice nous permet d'identifier plusieurs tendances principales :

- **Les modèles publics desservent mieux à faible densité mais ils sont très sensibles aux évolutions de la demande** : les résultats montrent qu'ils ont une meilleure performance que les autres modèles lorsque la demande est faible, mais que leur capacité de montée en charge est limitée. Si malgré une légère chute des indicateurs, le modèle tout-public parvient grâce au dédoublement de l'offre et à son enveloppe spatiale élargie à garder la meilleure performance en matière de desserte à forte densité, le rendement du modèle public qui a une offre et une

taille de réseau restreintes se dégrade considérablement avec l'évolution des niveaux de demande.

- ***Les modèles privés ont une bonne capacité de montée en charge, mais ne sont pas très performants en matière de desserte et de couverture spatiale*** : ils se montrent très stables face à l'évolution de la demande et gardent sensiblement les mêmes niveaux de performance sur l'ensemble des simulations. Ces performances restent en revanche en dessous de celles des modèles publics, notamment dans le cas du modèle tout-privé qui affiche une qualité de desserte médiocre.

- ***Les modèles public et privé ont une extensibilité réduite, la configuration spatiale élargie du réseau n'est pas adaptée aux scénarios à mode de fonctionnement unique*** : nous constatons que les modèles tout-public et tout-privé ont des performances excellentes sur certains aspects (qualité de desserte pour le premier et rentabilité pour le deuxième), mais un rendement très faible sur d'autres volets. On observe pour le cas du modèle tout-public, que le dédoublement sur le même territoire d'une offre régulière sur un tel nombre d'itinéraires (dont des lignes qui se superposent) engendre une dégradation considérable de la rentabilité du service, ce qui rend le scénario non viable. Parallèlement, dans le cas du modèle tout-privé, l'exploitation de tous les itinéraires par des privés induit une multiplication des stations de départ, avec une dispersion plus importante des clients, ce qui ralentit considérablement le remplissage des véhicules et réduit le nombre de rotations. Par conséquent, les niveaux de desserte et la qualité de service se dégradent énormément offrant la pire performance parmi les modèles stimulés.

- ***L'usage des véhicules à grande capacité avec des fréquences réduites est plus adapté au mode de fonctionnement du modèle public*** : les différentes simulations montrent que l'usage des petits véhicules d'une capacité de 25 passagers permet une desserte et une exploration du territoire légèrement meilleure pour l'ensemble des modèles testés. Cependant, nous observons une réduction importante des temps d'attente des clients dans les stations, et surtout une amélioration nette des indicateurs de rentabilité du modèle public lorsque des véhicules de plus grande taille (notamment pour une capacité de 80 passagers) sont utilisés.

9.3.2 Modèle mixte : réseaux concurrents mais complémentaires

Parmi les modèles simulés, le modèle *Mixte*, en plus d'être la représentation la plus réaliste de la configuration du système de transport à Mila, présente des caractéristiques intéressantes et des performances plus équilibrées par rapport au reste des configurations testées, notamment celles de même taille. Meme si le modèle *Privé* se montre plus intéressant au premier regard,

nous considérons au vu du nombre restreint de clients et de stations qu'il couvre par rapport aux modèles à large configuration spatiale, et de son extensibilité très réduite (performances médiocres si le réseau est développé ou densifié), qu'il n'est pas voué à assurer un service de qualité face à une demande de déplacement et un territoire qui évoluent constamment.

A une échelle globale, nous pensons que la composition du modèle *Mixte* permet dans une certaine mesure, de mettre en évidence les difficultés de cohabitation des modèles *Public* et *Privé*, tout en compensant les lacunes de chaque composante du système, et en améliorant la performance générale à travers le cumul des forces et des atouts. Dans ce contexte opérationnel, les réseaux public et privé affichent clairement une forme de complémentarité qui engendre des renforcements considérables des performances du système.

En effet, nous observons en premier lieu une complémentarité des modes de fonctionnement, en combinant la régularité du service public à la réactivité du service privé aux augmentations de la demande. Cette configuration permet de garantir une meilleure prise en charge des clients quels que soit les niveaux de demande de déplacement, avec le service public qui améliore la desserte en heures creuses, et le service privé qui optimise la réponse du système en cas de forte augmentation de la demande (heures de pointe).

Aussi, nous constatons une complémentarité au niveau spatial ; la configuration du modèle mixte associe les deux formes des réseaux public et privé ayant une couverture territoriale et des itinéraires et différents pour les lignes de bus, ce qui permet d'étendre le champs de desserte du système et de prendre en charge plus de clients, tout en réduisant les conséquences particulières observées dans le cas des modèles *Tout-public* et *Tout-privé* (le modèle *Mixte* dessert mieux que le modèle *Tout-privé* et se montre plus rentable que le modèle *Tout-public*).

Toutefois, bien que complémentaires, les réseaux qui composent ce système de transport urbain sont en concurrence directe sur une bonne partie du territoire desservi et empiètent sur les intérêts de l'un et l'autre. Ce rapport est particulièrement visible à travers son impact sur les points forts des deux réseaux, et sur les niveaux de leurs performances opérateur qui diminuent lorsqu'ils cohabitent, même s'il y a manifestement toujours un avantage en faveur des opérateurs privés, occupant les axes de déplacement les plus denses.

Néanmoins, dans un contexte réel, nous pensons que ces logiques de concurrence pourraient avoir un impact positif sur certains aspects, en créant les conditions favorables à l'amélioration de la qualité de service et du confort usager, notamment en ce qui concerne les opérateurs privés.

En effet, cette configuration est intéressante, elle apporte une forme de réponse à la question de l'organisation du système de transport étudié, mais nous pensons qu'elle est loin d'être complètement optimisée.

Ce constat nous oblige à soulever la question des pistes d'optimisation possibles, afin de pouvoir concilier les intérêts de l'ensemble des acteurs dans un contexte de coexistence public-privé qui peut être remarquablement fructueux.

9.3.3 Optimisation du système : conditions et pistes d'amélioration possibles

Bien que nous n'ayons pas pu examiner toutes les possibilités d'amélioration des performances du système à travers les simulations, nous avons tout de même réussi à identifier certaines pistes d'optimisation prometteuses qui devraient être prises en considération et dont les mécanismes opérationnels de mise en œuvre sont à définir après une étude plus approfondie.

En effet, à la fin de ce travail de modélisation, une série de tests a été réalisée avec les mêmes paramètres, suivant plusieurs scénarios dans un contexte de forte demande de déplacement.

Premièrement, nous avons modifié les bassins de densité de la demande dans notre espace de simulation de façon à prévoir plus de densité de déplacements autour des grands axes de transport.

Ici, il ne s'agit pas de modifier des densités d'habitants parce que nous avons conscience que la répartition de la population est une contrainte sur laquelle on ne peut pas agir et que c'est plutôt à l'offre et au modèle de s'adapter. A travers cette approche, nous simulons une configuration que nous pensons réalisable compte tenu de la capacité d'agir (à court et moyen terme) dont nous disposons sur la localisation spatiale des éléments générateurs de flux, comme les activités commerciales, les équipements et administrations publiques ; et des possibilités de densification de certaines zones. En effet, nous avons réduit la densité des déplacements à l'hypercentre tout en créant de nouvelles zones d'attractivité aux entrées est et ouest de la ville, et sur les grandes artères reliant les quartiers de Sennaoua, DNC et la zone peu dense des lotissements Benmaamar et Benmahdjoub

Ensuite, nous avons procédé au changement des itinéraires de certaines lignes selon une configuration qui assure plus de liaisons périphériques et qui prend en charge les axes de demande naissante non couverts par la structure spatiale originelle des offres de transport.

Les lignes 103 et 105 ont été modifiées. La 103 est prolongée vers Sennaoua (sud) et vers les zones résidentielles de l'ouest de la ville. La 105 vers le quartier DNC à vocation mixte résidentielle / équipement (cf. Figure 57, p. 236).

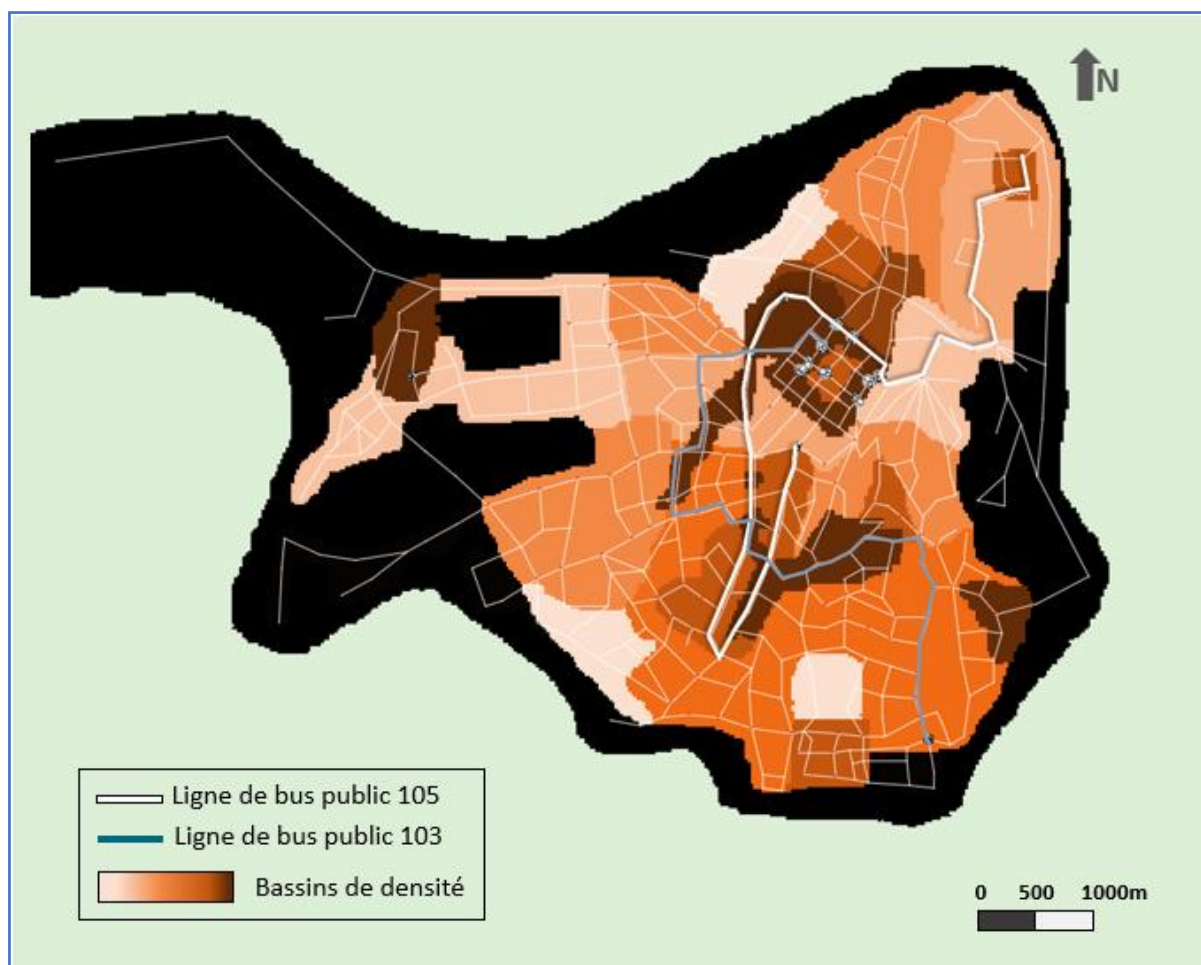


Figure 57: Espace de simulation avec les bassins de densité des déplacements et les itinéraires modifiés des lignes

Le Tableau 21 (page 237) montre les différences de performance du modèle mixte entre le scénario analysé au cours des précédentes simulations, et les scénarii testés après les modifications décrites ci-dessus.

Nous constatons une amélioration légère du rendement du système lorsqu'on apporte des modifications à la structure spatiale de l'offre publique et quand on densifie la population et la demande de mobilité urbaine aux abords des lignes de bus public actuelles. Mais un renforcement considérable et plus perceptible de la performance globale de ce système de transport est observé en combinant les deux approches. En effet, lors de nos tests d'exploration de cette piste, le taux de desserte augmente de 10%, les lignes deviennent plus rentables et les temps d'attente ainsi que le nombre de clients en station se réduisent.

Par ailleurs, il est important de noter que les modifications apportées lors des tests ne constituent pas forcément l'état le plus optimisé du système. Ces pistes doivent être évaluées et

analysées en profondeur car d'autres configurations peuvent donner des résultats encore plus intéressants.

Tableau 21: Impact de la densification autour des axes de mobilité et de la modification des lignes sur la performance du modèle mixte

Indicateurs	Actuel	Après densification	Après modification des lignes	Après modification + densification
Taux de desserte (%)	49	51	53	62
Clients en attente dans les stations	242	205	228	141
Temps d'attente	1489	1365	1323	983
Remplissage (%) (Privé/Public)	41/38	43/36	45/47	62/40
VPK (Privé/Public)	161/179	192/219	144/233	268/250

A la fin de cette partie, en plus des enseignements tirés des phases précédentes du travail, nous avons pu compléter notre vision sur les voies d'amélioration possibles et mettre en lumière deux types de pistes possibles pour l'amélioration du rendement du système de transport étudié, qui se différencient à la fois par l'approche et par l'échéancier.

Le premier concerne les solutions techniques en matière d'organisation opérationnelle du système de transport et des rapports entre opérateurs, applicables à court ou à moyen terme, que nous résumons dans les mesures suivantes :

- Création ou modification et rallongement des lignes sur les axes de demande naissante identifiés par l'enquête et non-exploités, en réduisant les superpositions de lignes publiques et privées.
- Suspension des attributions de nouvelles lignes au réseau privé qui dessert déjà une grande partie du territoire : les tests réalisés montrent qu'il a un niveau d'extensibilité plutôt médiocre.
- Création de lignes de Bus à Haut Niveau de Service sur les grands axes de la demande de mobilité en remplacement de l'offre existante publique et privée.
- Hybridation du mode opératoire de tous les opérateurs (public et privés) au lieu d'une mixité du système avec deux réseaux fonctionnant différemment : introduire plus

de flexibilité avec un cadencement variable des rotations selon les périodes de la journée ou avec des rotations qui peuvent à la fois être régulières ou déclenchées selon le remplissage pour les mêmes véhicules, suivant la demande. L'idée est d'avoir un bus qui démarre quand il est plein, sinon après un temps d'attente maximal fixé à l'initialisation (dans la réalité, la possibilité d'application de ce modèle est tributaire de la capacité de la DTW à imposer un mode de fonctionnement aux opérateurs privés). Cette piste est à développer davantage ultérieurement car elle nécessite des modifications sur le modèle qui sont chronophages.

Le deuxième concerne les choix stratégiques en matière de planification et de gestion du secteur, applicables sur le moyen et le long terme. Il s'agit de :

- L'adoption d'une approche de planification intégrée qui s'inspire des approches comme celle du Corridor urbain ou du Transit-Oriented Development (TOD), visant une articulation forte entre urbanisme et transport qui permet de planifier l'urbanisation autour des grandes gares et stations de transport en commun, en densifiant les zones tampon et où les fonctions urbaines sont coordonnées au cœur d'un urbanisme structuré par un ou plusieurs modes de transport (L'Hostis, 2014 ; Liu, 2016).
- Densification de l'urbanisation autour des axes de mobilité existants et sur les grandes artères de déplacement actuelles, notamment celles desservies par le service public : des tests préliminaires effectués avec des bassins de densité de la demande légèrement modifiés en densifiant certains axes montrent une certaine amélioration de la performance globale.

Conclusion

Les résultats obtenus à l'issue de ce travail confirment une majeure partie des constats établis à la fin du travail d'enquête réalisé dans la deuxième partie de la thèse. Nous avons remarqué que les modèles à composante privée réalisent les meilleures performances en matière de rentabilité, et que les modèles à composante publique sont les meilleurs en matière de desserte et de qualité de service. En plus, leurs atouts et faiblesses sont amplifiés lorsque la taille du réseau est élargie. Le *Tout-privé* est le modèle le plus rentable et le moins performant en matière de desserte et de qualité de service, alors que le *Tout-public* a les meilleurs indicateurs de desserte et de qualité de service tout en étant le plus faible en matière de rentabilité.

Par ailleurs, nous avons constaté que le modèle mixte se trouve entre les deux groupes de modèles, et semble proposer un bon compromis entre les motivations de rentabilité et l'enjeu d'une bonne desserte des clients. Il associe les forces des deux composantes publiques et privées aux priorités opposées et amortit leurs faiblesses en créant une forme de complémentarité des services. En même temps, il impose une forme de concurrence aux deux réseaux qui entraîne une baisse de certains indicateurs. Ce modèle est globalement le plus équilibré si on tient compte des résultats de tous les indicateurs à tous les niveaux de demande, mais il ne parvient pas forcément à assurer un rendement optimal du système.

Finalement, nous avons essayé d'identifier à travers des espaces de simulation modifiés, quelques pistes d'amélioration des performances du système de transport milevien. Nous retenons qu'il existe de meilleures configurations spatiales (itinéraires des lignes) que celles des réseaux actuels, que les politiques de densification de la demande autour des grands axes de transport peuvent améliorer considérablement l'état du système, et que la piste d'une fusion de certaines lignes semble réellement promettante.

Un modèle pertinent, mais une connaissance non exhaustive :

Le modèle proposé dans cette partie de la thèse permet de réaliser des lectures tout à fait transposables au cas réel de Mila. Cependant, il convient de signaler qu'il présente plusieurs limites qui nous imposent de reprendre avec prudence les conclusions et les constats qu'on pourrait établir à partir des résultats de simulation, qui ne sont pas forcément représentatifs, dans leur intégralité, d'une tendance réelle.

Parmi les principales limites, nous pouvons souligner les points suivants :

- Le modèle ne prend pas en considération et n'est pas en mesure de simuler les aspects qualitatifs de la performance du système (qualité du service à bord, nature du parc roulant...etc.) ;
- Nous sommes limités en termes de puissance de calcul. A partir d'un certain nombre de clients créés, le logiciel se ralentit énormément ou s'arrête ;
- Le modèle ne prend pas en considération les préférences des clients par rapport aux opérateurs et n'est pas en mesure de générer une demande spatialisée correspondant à la tendance réelle ;
- Dans notre cas, les clients situés trop loin d'une station de transport disparaissent de l'espace de simulation. Ce qui fait que les modèles n'ayant pas les mêmes taille et configuration du réseau ne sont pas comparés sur la base du même nombre de clients à desservir mais sur la base du nombre de clients qui ont accès aux réseaux.

La connaissance de ces limites, confirme notre positionnement initial qui considère qu'il y a une nécessité d'associer les approches qualitatives et quantitatives et de renforcer les travaux de recherches théoriques et les modèles de simulation par du travail de terrain. Ce n'est qu'à travers une forme d'analyse plus transversale que nous pouvons asseoir un véritable socle de connaissances autour de cette question de la coexistence des services de transport public et privé.

Conclusion de la partie

Au cours de cette troisième partie de la thèse, nous avons eu l'opportunité de réaliser une évaluation encore plus poussée de la performance du système de transport étudié. L'approche de géosimulation adoptée et l'exercice réalisé à l'aide d'un système multi-agents offrent une lecture technique plus objective de la problématique de la configuration du réseau de transport à Mila et des impacts et enjeux de la coexistence des opérateurs publics et privés.

Toutefois, il convient de signaler que l'ensemble de la lecture effectuée à travers cet exercice de modélisation et de simulation n'est pas exhaustif et ne suffit pas à élaborer un constat définitif de la performance d'un système de transport. Ou de constituer un panel complet de solutions à préconiser. En réalité, les modèles conçus ne prennent pas en considération toutes les dimensions liées à la qualité de service à bord, à la satisfaction des usagers, la préférence personnelle et à plusieurs autres paramètres qui ne peuvent être abordés qu'à travers une approche qualitative.

A travers la simulation, et via cette association d'un regard technique et quantitatif à l'analyse initiale à caractère qualitatif, nous pouvons apporter des éléments de réponse complémentaires aux principales questions de recherche, notamment à propos de la capacité de la composition mixte actuelle du système de transport urbain milevien à répondre aux besoins de déplacement.

En effet, les modèles *Public* et *Privé* représentant le mode de fonctionnement des deux composantes du système de transport à Mila, avec leur configuration spatiale actuelle ont montré leurs limites sur plusieurs aspects, avec une scalabilité (extensibilité) médiocre et des tendances peu équilibrées (et globalement inversées). Plus précisément, les résultats de simulation renforcent notre postulat initial sur les caractéristiques des deux offres ; nous constatons que le modèle *Privé* est stable, mais très axé sur des objectifs de rentabilité. Il est capable quelle que soit la taille de la demande, de maintenir les mêmes niveaux (et qualité) de service, mais surtout de rentabilité, quitte à limiter sa performance en matière de desserte, particulièrement dans les scénarios à faible densité. En revanche, le modèle *Public* se montre pénalisé par une structure spatiale et une taille de l'offre sensiblement restreintes. Il assure une régularité de service permettant d'avoir des niveaux de desserte intéressants à faible demande, mais reste moins performant face à une demande quantitativement importante, et surtout peu rentable.

Par ailleurs, la simulation des scénarios *Tout-privé* et *Tout-public* a permis de mettre en évidence de façon plus remarquable les particularités et les limites de chaque modèle, avec un modèle *Privé* élargi, toujours aussi stable en termes de taux d'occupation et de capacité de ramassage mais beaucoup moins efficace en termes de qualité de desserte, et un modèle *Tout-public* beaucoup plus performant en ce qui concerne la couverture spatiale et les taux de desserte, mais également beaucoup moins rentable.

Parallèlement, loin des aspects politiques et des problèmes de gouvernance, les résultats découlant de la simulation du modèle *Mixte* corroborent l'existence de substantiels liens de complémentarité, tout comme de concurrence, entre les réseaux privé et public. Des liens qui se manifestent particulièrement à travers une amélioration de l'équilibre global du système, un renforcement des performances de desserte territoriale, ainsi qu'une détérioration des indicateurs de performance opérateur pour les deux composantes.

En somme, nous avons constaté que la configuration mixte, inspirée par la structure du système de transport urbain en vigueur à Mila, qui se caractérise par la coexistence des opérateurs public et privés, constitue en effet un compromis relativement satisfaisant, et établit un équilibre entre les avantages et les limites des deux modèles aux modes de fonctionnement distincts. Néanmoins, cette configuration demeure perfectible et sa performance, bien que plus équilibrée et supérieure sur certains aspects à celle des modèles exclusivement privés ou publics ne permet pas actuellement de répondre efficacement aux besoins des usagers tout en conciliant les intérêts de l'ensemble des opérateurs.

Pour terminer, nous avons identifié un ensemble de pistes intéressantes d'amélioration du système de transport urbain étudié. Celles-ci méritent par la suite d'être explorées plus en profondeur et de manière plus détaillée. Il s'agit, entre autres, d'apporter une modification de lignes et d'itinéraires, d'ajuster les modes de fonctionnement des services public et privé, mais surtout d'adopter une démarche de planification intégrée ville-mobilité avec des stratégies qui permettent de densifier les zones urbaines autour des grands axes de déplacement de la population et de mieux prévoir le développement futur de la ville avec des mécanismes de coproduction urbanisme-transport plus efficaces.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette thèse est centrée sur l'évaluation de la performance du système de transport urbain d'une ville moyenne algérienne dans le cadre de la coexistence des opérateurs publics et privés de transport collectif. L'objectif principal est de mesurer la capacité de cette composition hybride présente dans plusieurs villes du pays à répondre aux besoins des usagers, et d'identifier des pistes d'optimisation du système, tant sur le plan politique qu'opérationnel, éventuellement transposables dans d'autres contextes similaires.

Pour cela, nous avons adopté une méthodologie basée sur l'association des approches qualitatives et quantitatives, à travers l'observation du terrain, les enquêtes par questionnaires auprès des usagers et une série d'entretiens semi-directifs réalisés avec les différents acteurs du secteur du transport à Mila, auxquelles s'ajoute une étape de simulation à l'aide d'un système multi-agents, permettant de tester les différents scénarios de fonctionnement possible du système.

Mise en contexte

A travers la première partie de la thèse, nous avons pu asseoir un certain nombre de connaissances indispensables à une bonne compréhension du contexte géographique, politique et institutionnel, et apporter des éléments de réponse au questionnement initial sur la place des villes moyennes (et particulièrement de Mila) dans les stratégies nationales d'aménagement du territoire et dans les politiques du secteur du transport.

Nous avons constaté qu'en matière d'aménagement du territoire, les villes moyennes occupent une place importante du point de vue des planificateurs qui y voient un potentiel intéressant en tant que supports de la politique nationale portant l'ambition de renverser la tendance de la population à occuper le littoral et le nord du pays. En effet, plusieurs villes moyennes font partie des villes relais du Tell ou des villes relais ou d'équilibre des hauts plateaux, alors que des villes comme Mila font aussi partie des 18 pôles d'économie du patrimoine prévus par le SNAT. Cependant, nous avons remarqué que les villes moyennes sont peu présentes dans les discours publics sur les grandes orientations en matière de transport urbain. Et même si l'ensemble des chefs-lieux de wilayas ont pu créer une entreprise publique de transport urbain, toute la priorité en matière de grandes infrastructures, d'études, de prospective, de programmation et en matière d'efforts en gestion et gouvernance est donnée aux métropoles et aux grandes agglomérations.

Pour le cas de Mila, la ville ne bénéficie pas des projets de grandes infrastructures réalisées depuis le début années 2000 et reste enclavée dans son territoire accidenté, avec une accessibilité restreinte aux réseaux ferroviaires et autoroutiers. Elle profite en revanche de son statut de chef-lieu de wilaya pour développer son réseau de transport urbain à travers le déploiement d'une offre de transport riche et diversifiée, essentiellement composée d'un réseau collectif privé, d'un réseau collectif public et d'une offre de transport urbain par taxis.

Dans ce cadre, l'analyse du processus de développement de l'offre, ainsi que de la configuration et du mode de fonctionnement actuel du secteur, montre un ensemble de dysfonctionnements qui concernent essentiellement le décalage entre planification urbaine et planification du transport urbain, et les difficultés de gouvernance du secteur engendrées par la multiplication des acteurs et les croisements de prérogatives entre l'ensemble des décideurs aux échelles nationale et locale.

Constat général sur la performance du système

Au cœur de cette thèse, la recherche documentaire et le travail de terrain basé sur l'observation in-situ, les entretiens avec les différents acteurs, mais surtout sur une enquête déplacements réalisée auprès de 923 usagers, ont permis de poser un regard analytique assez complet sur la performance du système de transport urbain milevien.

Selon les résultats obtenus après le traitement des données récoltées, la configuration hybride actuelle du système de transport en commun, peut répondre dans une certaine mesure à la demande de déplacement grandissante des usagers mileviens, mais montre tout de même beaucoup de limites et de lacunes qui témoignent de la nécessité d'optimisation du système, à la fois d'un point de vue opérationnel et d'un point de vue politique et réglementaire.

Concrètement, le système de transport collectif urbain à Mila, qui capte un peu moins de 40% des flux de déplacement quotidiens, ne couvre que partiellement la demande de mobilité dans la ville et peine à satisfaire quantitativement et qualitativement les besoins des usagers. Nous observons que le réseau privé, avec le nombre important d'exploitants qui le constituent, très motivés par la rentabilité, parvient à satisfaire une bonne partie de la demande de déplacement pendulaire depuis et vers les zones denses, notamment en heures de pointe grâce à son mode de fonctionnement et son principe de rotation basé sur les niveaux de remplissage, mais n'arrive pas à assurer une bonne desserte spatiale dans les zones à faible densité, et à maintenir des fréquences acceptables en cas de faible demande. A noter que sur le plan qualitatif, il offre, via son parc de véhicules vétustes, un service insatisfaisant, dans des

conditions peu respectueuses des normes en vigueur en matière de confort et de sécurité, et avec un personnel à bord non formé et peu professionnel.

En parallèle, le réseau public fournit un service confortable et de qualité, qui assure une régularité de la desserte et une couverture spatiale améliorée dans les zones à faible densité, mais ne parvient pas à couvrir l'intégralité des quartiers de la ville et à développer sa qualité de desserte globale à cause de la taille restreinte de son parc d'un côté et de l'opposition vigoureuse des opérateurs privés à toute tentative de déploiement de nouvelles lignes publiques qui pourraient empiéter sur leurs itinéraires de desserte de l'autre côté.

En effet, bien que les données obtenues et analysées à l'issue de l'enquête montrent une meilleure connaissance du réseau privé auprès des usagers, les niveaux de satisfaction sont plutôt en faveur de l'offre publique, même si globalement, nous observons un sentiment général de mécontentement. Ceci est en partie la conséquence d'une politique d'achat de paix sociale adoptée par les autorités publiques qui, en l'absence de véritables outils de gouvernance leur permettant d'imposer les règles régissant le secteur, cèdent souvent aux pressions sociales des opérateurs privés, très nombreux, en exerçant une forme de diktat politique sur l'entreprise publique qui freine son développement, la contraint à assurer les missions de service public de transport urbain dans des zones peu rentables et la prive de l'opportunité de disposer d'un équilibre financier et d'une autonomie lui permettant de se libérer d'une dépendance chronique aux subventions publiques.

Ce constat nous oblige à nous questionner sur les modes de gestion des relations interacteurs, et sur le rôle que doit jouer l'utilisateur-citoyen dans le processus de planification, de création et d'organisation de l'offre de transport urbain et dans les approches participatives visant à contrebalancer un équilibre des forces qui est aujourd'hui en faveur des opérateurs privés. Cela nous renvoie aussi à la nécessité de réformer le cadre politique et institutionnel existant afin de permettre l'émergence dans les villes de taille moyenne qui en ont besoin, d'autorités organisatrices capables de gérer et de réguler les activités de transport urbain et de mettre en œuvre les processus de concertation en toute autonomie.

Enseignements sur la coexistence public / privé

Comme expliqué dans cette recherche à propos de la coexistence entre les opérateurs public et privés dans le secteur du transport urbain à Mila, notre diagnostic approfondi et l'enquête réalisée ont révélé l'existence de rapports étroits de concurrence, mais aussi de complémentarité entre les deux réseaux de transport.

Même si le rapport de force actuel instaure une forme de concurrence déloyale qui pénalise l'ETUSM, les rapports de complémentarité naissant d'un étalement spatial de l'offre globale via les lignes publiques et d'un couplage de la capacité d'adaptation à la demande, caractéristique de l'offre privée, à la régularité du service public, restent bien perceptibles à travers des niveaux et une qualité de desserte améliorée sur l'ensemble des zones desservies, ce qui constitue un apport réel de cette coexistence public / privé à la performance globale du système, qui ne pourrait être obtenu dans un contexte où une seule offre existe.

Cependant, comme ce qui a été relevé dans le rapport de l'étude de l'organisation institutionnelle des transports urbains de voyageurs dans la zone d'Alger et dans les grandes agglomérations (Groupement IDC - SYSTRA - Emergence Consult – Best, 2008), il y a une forme de consensus généralisé concernant le besoin de changement face à la situation chaotique du secteur privé et une envie exprimée chez les usagers de supprimer entièrement cette offre. Toutefois, il convient d'agir avec prudence, car le travail de terrain effectué montre que le service privé dispose de capacités et de caractéristiques particulières, susceptibles d'apporter des améliorations à la performance globale du système, et surtout parce que l'offre privée constitue actuellement l'essentiel de l'offre de transport urbain et couvre une grande part des besoins de déplacement de la population avec très peu de dépendance aux financements publics. En effet, la désorganisation actuelle du secteur est étroitement liée à l'insuffisance de l'articulation des règles du jeu et à leur contrôle sur le terrain, ainsi qu'à l'absence de l'usager-citoyen en tant qu'acteur primordial du secteur.

Pour remédier à la situation problématique actuelle, il est essentiel de renforcer les outils de régulation et de gouvernance en veillant à leur adéquation avec le contexte concerné, et d'accorder une attention particulière à la surveillance et au contrôle des activités des opérateurs afin de garantir le respect des normes de qualité, de sécurité et de fiabilité des services de transport. Il est par ailleurs impératif de mettre en place des mécanismes de coordination et de collaboration plus étroits entre les acteurs publics et privés, dans le but de favoriser une complémentarité efficace et d'éviter les conflits inutiles. Cela nécessite l'établissement de partenariats solides, basés sur la transparence et la définition claire des rôles et des responsabilités de chaque partie prenante.

En résumé, bien que le bilan actuel de cette coexistence public / privé soulève des préoccupations légitimes, il est essentiel d'adopter une approche mesurée et pragmatique. Une réforme basée sur une meilleure régulation, une surveillance rigoureuse, une association de l'usager à la démarche de gouvernance du transport urbain, et une collaboration renforcée entre

les acteurs public et privés permettra d'améliorer de manière significative la performance globale du système de transport urbain, en garantissant une offre de qualité, efficiente et durable pour les usagers.

L'apport des SMA

Dans la troisième partie de la thèse, la modélisation multi-agents du système de transport urbain à Mila nous a permis dans le cadre d'une association des approches quantitatives et qualitatives d'apporter un regard purement technique à une problématique de recherche complexe, qui touche aussi des aspects à la fois sociaux, politiques et réglementaires. C'est une étape complémentaire de la recherche qui nous permet de tester encore davantage les hypothèses de départ et d'explorer de nouvelles pistes et des angles d'approche offrant une perception plus large de la problématique de la performance du système de transport urbain milevien.

A travers les scénarii simulés, nous avons pu confirmer notre positionnement initial par rapport à la capacité limitée du système de transport étudié, dans sa configuration mixte actuelle, à satisfaire les besoins de déplacement des usagers. Toutefois, le travail de modélisation et de simulation permet aussi de voir que la pertinence du choix de faire cohabiter les deux réseaux public et privé n'est pas forcément à remettre en question. En effet, les scénarios testés montrent que les modèles à composante unique (publique ou privée), n'offrent pas forcément une meilleure performance. Au contraire, ils sont soit très rentables mais peu performants en matière de desserte à faible densité (privé), soit très performants en matière de desserte mais peu rentables (public). Ces modèles ont aussi une scalabilité réduite, car l'augmentation de la taille de l'offre engendre dans les deux cas des performances plus détériorées (amplification des points faibles).

Par ailleurs, les résultats des simulations renforcent le constat établi sur l'existence d'importants rapports de concurrence, mais surtout de complémentarité dans la configuration à deux réseaux. Ils consolident l'idée selon laquelle la coexistence public / privé n'est pas en soi, la raison d'une performance perfectible du système de transport urbain étudié. D'autres facteurs tels que la répartition des densités de population, la structure et la répartition spatiale des itinéraires et les modes opératoires des exploitants ont un impact considérable sur la capacité du système à mieux desservir le territoire et à prendre en charge un maximum de clients, ce qui fait que des marges d'optimisation du système existent.

Pour cela, l'exercice de simulation multi-agents, nous a permis de tester et d'identifier certaines pistes d'amélioration du mode de fonctionnement du système de transport urbain à Mila, qui méritent d'être explorées dans le contexte réel, dans un cadre opérationnel.

Solutions envisageables et pistes d'optimisation

Cette thèse, à travers ses trois parties principales, a permis d'identifier un certain nombre de voies d'amélioration de la performance du système de transport à Mila, qui concernent des aspects opérationnels, politiques et réglementaires, avec des objectifs atteignables à court, à moyen ou à long terme. Il s'agit entre autres des démarches de :

Création, modification et rallongement des lignes :

L'enquête réalisée dans la partie 2 de la thèse identifie un certain nombre d'axes sur lesquels il y a une véritable demande de déplacement non prise en charge par le réseau actuel. Nous pensons qu'il serait judicieux de déployer de nouvelles lignes sur ces axes ou d'étendre les itinéraires d'autres lignes vers les destinations concernées afin d'assurer une desserte efficace. Aussi, conformément à ce qui a été testé dans la partie 3, il serait intéressant de créer davantage de liaisons interquartiers, idéalement en modifiant et rallongeant certains itinéraires courts qui assurent des liaisons rectilignes hypercentre-périphérie, ou de créer des lignes de BHNS sur les axes où la demande est la plus dense.

Suspension des attributions de nouvelles lignes au réseau privé :

Au vu de la situation actuelle où les opérateurs privés se plaignent de la saturation du réseau, et compte tenu des difficultés rencontrées en matière de communication avec les opérateurs actuels, il est nécessaire de suspendre l'attribution des autorisations d'exploitation pour de nouveaux opérateurs privés, du moins jusqu'à ce qu'un meilleur climat de gouvernance dans le secteur et un véritable cadre de partenariat public-privé soient instaurés.

Hybridation du mode opératoire :

L'une des solutions susceptibles d'améliorer le rendement du système de transport urbain à Mila consiste à sortir du cadre d'hybridation du réseau par la diversité des composants, vers un cadre où le réseau fonctionne ensemble selon le même mode opératoire, qui est en l'occurrence, hybride, regroupant des caractéristiques des deux réseaux. Nous pensons à l'adoption d'un cadencement variable des rotations pour l'ensemble des bus publics et privés selon les périodes de la journée ou d'un mode de rotation qui peut à la fois être régulier ou irrégulier (forte fréquence) selon le taux de remplissage.

Reconfiguration du partenariat public-privé :

Une refonte du cadre réglementaire dans lequel évoluent les différents opérateurs public et privés s'impose, notamment face à la désorganisation du secteur privé qui a des répercussions considérables sur la qualité de service. Ici, il s'agit d'encourager le regroupement d'opérateurs privés dans des structures plus organisées et mieux gérées, et d'adopter et promouvoir une nouvelle approche du partenariat public-privé, basée sur les contrats de concession de service public, très encadrés et contrôlés, respectant un cahier des charges précis, afin d'assurer le respect des standards mis en place en matière de qualité de service et d'efficacité de l'offre de transport urbain.

Création d'une AOTU :

Face aux défis majeurs qui entravent le bon fonctionnement du processus de gestion des transports urbains en Algérie de manière générale et à Mila de façon particulière, notamment des problèmes de coordination, une fragmentation des responsabilités et une absence de structure de gouvernance adaptée, nous estimons que le déclenchement d'une réforme du cadre institutionnel gérant le secteur des transports et la création d'une structure spécifiquement dédiée à la gestion et à la coordination des systèmes de transports urbains permettraient de garantir une gouvernance efficace et responsable du secteur.

L'AOTU centralisera les compétences et les prérogatives liées à la planification, à l'organisation, à la régulation et au contrôle des activités de transports urbains, et assurera les missions d'élaboration et de mise en œuvre des politiques de mobilité urbaine intégrées et durables et celles du développement des plans de transport urbain à long terme, en prenant en compte les besoins des citoyens, les contraintes environnementales et les objectifs de développement urbain. En concentrant ces responsabilités au sein d'une entité unique, une AOTU permet une meilleure coordination entre les différents acteurs et une prise de décision plus efficace.

Cependant, cette démarche ne doit pas se limiter à la création de l'AOTU et à la centralisation de certaines compétences, elle doit s'accompagner d'une réforme législative et réglementaire portant une définition claire du rôle, des responsabilités et des pouvoirs des différentes administrations centrales et territoriales, afin d'éviter les chevauchements de prérogatives et les conflits d'intérêt enregistrés dans le cadre de la première expérience de l'AOTU-A (Alger).

Densification de l'urbanisation autour des axes de mobilité existants :

La manipulation de la configuration et de la structure spatiale des bassins de population dans le système multi-agents utilisé dans la dernière partie de la thèse nous montre que la performance générale du réseau de transport est sensiblement améliorée lorsqu'on a recours à une densification des zones d'urbanisation se trouvant aux abords des itinéraires et des stations de transport en commun.

En effet, une urbanisation compacte et bien connectée le long des corridors de mobilité permet au système de transport de desservir plus rapidement, beaucoup plus d'usagers et de réduire considérablement les temps d'attente, les temps de trajet ainsi que le nombre de déplacements quotidiens en rapprochant les lieux de résidence, de travail, de loisirs et de services. Par ailleurs, cela favorise et encourage l'utilisation des modes de transport collectifs, tout en leur garantissant des niveaux de rentabilité très acceptables au vu des flux grandissants et de la densité de clients par kilomètre exploité.

Cette piste est d'autant plus intéressante dans une ville comme Mila qui a une dynamique démographique importante, mais qui souffre d'une grande pénurie en matière de ressources foncières et peine à trouver les assiettes indispensables à son développement actuel et futur. Cependant, cette démarche suggère la nécessité de reconstruire (au moins partiellement) la ville sur elle-même, et requiert bien évidemment un changement de paradigme en matière de politiques territoriales et d'approches de planification tout en engageant l'ensemble des acteurs locaux concernés par la production urbaine et celle du transport dans un processus de planification intégrée.

Adoption d'une approche de planification intégrée urbanisme-transport :

Une certaine substance réglementaire incitant à une forme de planification intégrée urbanisme-transport existe (notamment à travers la loi d'orientation de la ville du 20 Février 2006), mais elle reste insuffisante et peu précise. Il y a une logique de réflexion globale lorsqu'il s'agit de réaliser des travaux de prospection et de planification des grandes métropoles, notamment pour le cas d'Alger à travers le SDAM. Mais la gestion sectorielle des domaines de la planification urbaine et de celui des transports se fait de manière manifestement séparée dans la majorité des agglomérations de taille moyenne où les directions locales agissent souvent de manière ponctuelle avec peu de coordination et de concertation.

En effet, les préconisations qu'on retrouve dans les documents d'urbanisme et d'aménagement à l'échelle régionale comme à l'échelle communale, en ce qui concerne la

gestion des transports et de la mobilité sont rarement prises en charge par les autorités locales spécialisées (DTW). D'une part parce qu'elles sont souvent légères et peu détaillées, et d'autre part car les processus d'élaboration des plans d'urbanisme et des plans de transport et de circulation sont complètement asynchrones avec des échéances de réalisation souvent décalées de plusieurs années.

Il est évident qu'en l'absence de mécanismes de coopération efficaces tout au long du processus de planification, il ne serait pas possible de concilier les enjeux et les objectifs territoriaux en matière de développement et d'aménagement urbain avec les finalités recherchées par le plan de circulation et le plan de transport, car si les communes n'ont souvent pas l'expertise nécessaire en matière de planification des transports, les DTW n'ont pas non plus le savoir-faire ou les prérogatives leur permettant d'agir dans le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement. Une association des compétences s'impose, à travers une approche intégrée de développement urbain durable où la gestion du transport est au cœur des études de prospective et de programmation urbaine.

Cela nous renvoie à la question de la pertinence des instruments de planification utilisés actuellement, et soulève des interrogations sur une éventuelle nécessité de révision des lois relatives à l'aménagement et l'urbanisme, et celles portant sur l'organisation des transports, pour envisager la création d'un nouvel instrument de planification urbaine et territoriale, qui répond aux différents enjeux et défis de la coproduction urbanisme-transport et qui définit les différentes dispositions opérationnelles permettant d'optimiser les mécanismes de coopération et de concertation entre les différents acteurs du territoire. Nous pensons par exemple à l'expérience de la planification intégrée PLUi / PDU en France.

Perspectives de recherche

Dans cette thèse, nous avons essayé d'apporter une réponse aux questionnements relatifs à l'évaluation et à l'optimisation des systèmes de transport urbain dans les villes moyennes algériennes. Cependant, l'ensemble des constats établis et des solutions et pistes d'amélioration proposées est loin d'être exhaustif. La complexité de cette problématique, très importante lorsqu'il s'agit d'améliorer la qualité de vie des citoyens, suggère l'existence d'une multitude d'autres aspects dont l'étude dépasse le cadre de cette thèse.

Nous pensons par exemple à la possibilité de réaliser des études de cas comparatives avec d'autres villes de même taille, présentant des caractéristiques similaires ou différentes, ou à l'approfondissement de notre analyse de l'interface ville-mobilité à travers l'étude des liens

entre la forme urbaine et la performance du système de transport urbain. L'étude des enjeux de l'application d'une approche TOD à notre contexte, ou de l'acceptabilité sociale d'un projet de TCSP abordable (comme le BHNS) se présentent aussi comme des perspectives de recherche intéressantes à explorer.

Par ailleurs, nous pouvons aussi envisager l'enrichissement du modèle multi-agents utilisé dans la thèse, en développant la capacité de simulation de la congestion routière, ou bien en intégrant une dimension environnementale à travers la création et la configuration de nouveaux indicateurs correspondant à des niveaux d'émissions, ce qui permettrait d'avoir des modèles capables de simuler et de mesurer l'impact écologique du système de transport selon les différents scénarii adoptés.

Bibliographie

Bibliographie

- قنطري، زليخة. بوباكور، فارس. (2013). التنبؤ بالطلب على النقل الحضري: بعض المشاكل التطبيقية وعدم ملائمة نماذج لواقع الدول النامية. مجلة التواصل في الإقتصاد والإدارة والقانون، العدد 35، 26-46.
- كبيش، عبد الحكيم. (2011). التمدد الحضري والحراك التنقلي في النطاق الحضري لمدينة سطيف. أطروحة دكتوراه العلوم، جامعة منتوري - قسنطينة.
- يوسف، بدرالدين. (2004). وفق أي منطق يسير النقل الحضري بوهران. انسانيات.
- Adeniji, K. (1987). Para-transit modes in Nigeria : problems and prospects. *Cities* 4 (4), pp.290–392.
- Adjeroud, H., Lammoglia, A., Chapelon, L., & Kebiche, A. (2019). Offre de transport et besoins de mobilité à Mila : les particularités d'une ville moyenne algérienne. *Géotransports*, (10), 21-39.
- Aichour, B. (2008). Le problème de l'embouteillage du trafic urbain et son impact sur la ville de Constantine. Thèse de Doctorat d'état en Urbanisme, Université Mentouri Constantine.
- Allen, P. M. (1997). Cities and regions as evolutionary, complex systems. *Geographical Systems*, 4, 103-130.
- Ammi, H. (2019). Villes et développement économique en Algérie. Thèse de doctorat en sociologie. Université de Toulon.
- Ampt, E.-S. (1997). Response rates - do they matter ? Dans Bonnel, P., Chapleau, R., Lee-Gosselin, M. et Raux, C., éditeurs : Les enquêtes de déplacements urbains : mesurer le présent, simuler le futur, 115-125. Collection Programme Rhône-Alpes Recherches en Sciences Humaines, Lyon.
- Agence Nationale à l'Aménagement et à l'Attractivité des Territoires. (2022). le Schéma National d'Aménagement du Territoire 2030 Actualisé. Rapport n° 2.
- APS. (2021). Transports : Bekkai pour la relance du conseil national du transport routier aps.dz, consulté le 02/11/2021.
- Armstrong-Wright, A., & Thiriez, S. (1987). Bus Services Reducing costs, Raising standards. World Bank Technical Paper Number 68, Urban Transport series, World Bank, Washington, DC.
- Bakour, M., & Baouni, T. (2015). Étalement urbain et dynamique des agglomérations à Alger : quel rôle pour la promotion administrative ? *Cahiers de géographie du Québec*, 59 (168), 377- 406. <https://doi.org/10.7202/1037255ar>
- Baouni, T. (2008). Les dysfonctionnements de la planification urbaine et des transports urbains dans les villes Algériennes, In Codatu XIII. Hô Chi Minh Ville (Vietnam).

- Batty, M., Couclelis, H., & Eichen, M. (1997). Urban systems as cellular automata. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24(2), 159-164.
- Batty, M., Jiang, B., & Thurstain-Goodwin, M. (1998). Local movement: agent-based models of pedestrian flows.
- Batty M., 2003 : Agent-based pedestrian modelling, CASA paper n° 61, 26 p.
- Bavoux, J.J., Beaucire, F., Chapelon, L., & Zembri, P. (2005). *Géographie des transports*, Armand Colin, 232 p.
- Bavoux, J.J., & Chapelon, L. (2014). *Dictionnaire d'analyse spatiale*. Paris, Armand Colin, 607 p. (ISBN 978-2-200-34678-2)
- Bayart, C. (2009). *Le potentiel du web pour les enquêtes de mobilité urbaine*, Economies et finances. Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon II.
- Behrens, R., McCormick, D., & Mfinanga. D. (2016). An introduction to paratransit in Sub-Saharan African cities. In Behrens R. et al. (ed.) *Paratransit in African Cities: Operations, regulation and reform*, Routledge.
- Behrisch, M., Bieker, L., Erdmann, J., & Krajzewicz, D. (2011). SUMO—simulation of urban mobility: an overview. In *Proceedings of SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation*. ThinkMind.
- Bendjelid, A. (2002). L'émergence de petits entrepreneurs privés dans le transport collectif en milieu rural en Algérie. *Insaniyat / إنسانيات*, 16, 201-208.
- Benenson, I. (1998). Multi-agent simulations of residential dynamics in the city. *Computers, Environment and Urban Systems*, 22(1), 25-42.
- Benenson, I. (1999). Modeling population dynamics in the city: from a regional to a multi agent approach. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 3(2-3), 149-170.
- Benenson, I., & Torrens, P. (2004). *Geosimulation ; Automata_based modeling of urban phenomena*, Wiley, 287p.
- Benenson, I., Aronovich, S., and Noam, S. (2005). Let's talk objects: generic methodology for urban high-resolution simulation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(4), 425-453.
- Benenson, I., Martens, K., & Birfir, S. (2008). PARKAGENT: An agent-based model of parking in the city. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(6), 431-439.
- Boubakour, F., & Bencherif., H. (2013). Évolution du transport urbain en Algérie : du mode artisanal à la régulation par l'État, *Géotransports, Transport et développement des territoires*, (1-2), pp. 91-104

- Boubakour, F., & A. Merzaga., A. (2006). Planification du transport urbain et développement durable : Quelques réflexions à propos de la ville de Batna (Algérie), In revue Transports n° 437. Éditions techniques et économiques. Paris.
- Boubakour, F.(2008). Les transports urbains en Algérie face aux défis du développement durable : sur les problèmes rencontrés et les solutions proposées, In Codatu XIII. Hô Chi Minh Ville (Vietnam).
- Boufendi, H., & Baouni., T. (2022). Development of an evaluation tool Breatafter the sustainable urban transport project. Constantine tramway case. Revue des sciences humaines de l'université d'Oum El Bouaghi n°9(02), 142-167.
- Bourdieu, P., & Sayad., A. (1965). Le déracinement - La crise de l'agriculture traditionnelle en Algérie, Ed. de Minuit. Paris, p. 13.
- Bretagnolle, A. (1999). Les systèmes de villes dans l'espace-temps: effets de l'accroissement des vitesses de déplacements sur la taille et l'espacement des villes (Doctoral dissertation, Paris 1).
- Bretagnolle, A., Pumain, D. (2010). Comparer deux types de systèmes de villes par la modélisation multi-agents. G. Weisbuch et A. Zwirn. Qu'appelle-t-on aujourd'hui les sciences de la complexité ? Langages, réseaux, marchés, territoires, Vuibert, pp.271-299, 2010, Philosophie des Sciences. halshs-00159894v3f
- Bura, S., Guérin-Pace, F., Mathian, H., Pumain, D., & Sanders, L. (1996). Multiagent systems and the dynamics of a settlement system. Geographical analysis, 28(2), 161-178.
- Burmeister, B., Haddadi, A., & Matylis, G. (1997). Application of multi-agent systems in traffic and transportation. IEE Proceedings-Software, 144(1), 51-60.
- Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. (2013). Les enquêtes déplacements « standard CERTU », Note de présentation.
- Cervero, R., & A. Golub., A. (2007). Informal transport : A global perspective. Transport Policy, 14 (6), 445-457.
- Cetin, N., Nagel, K., Raney, B., & Voellmy, A. (2002). Large-scale multi-agent transportation simulations. Computer Physics Communications, 147(1-2), 559-564.
- Chabane, L. (2013). Inégalité spatiale de l'offre en transport urbain de voyageurs par bus à Alger, In Codatu XIV. Buenos Aires (Argentine).

- Chabane, L. (2014). Le Secteur privé des transports urbains de voyageurs, quelles logiques de fonctionnement ? Une enquête auprès des opérateurs privés à Alger, Les cahiers du CREAD, vol 30, n° 109, 89-120.
- Chabane, L. (2022). Disparities in Public Transport Coverage and Bus Service Quality in Algiers. In: Acheampong, R.A., Lucas, K., Poku-Boansi, M., Uzundu, C. (eds) Transport and Mobility Futures in Urban Africa. The Urban Book Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17327-1_4
- Chadli, M., & Hadjiedj, A. (2003). L'apport des petites agglomérations dans la croissance urbaine en Algérie. *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 251, mis en ligne le 20 octobre 2003, consulté le 10 mars 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/3851>
- Chaib-Draa, B., Jarras, I., & Moulin, B. (2001). Systèmes multi-agents : principes généraux et applications. Edition Hermès, 242, 1030-1044.
- Chaouche, S., (2004). Entre spontanéité et volontarisme, Quelle forme de développement pour la petite ville de l'est algérien ?. Thèse de Doctorat d'état en Urbanisme, Université Mentouri Constantine.
- Chapelon, L. (dir.). (2016). Transports et intermodalité, ISTE, 325 p.
- Chen, L. (2012). Agent-based modeling in urban and architectural research : A brief literature review. *Frontiers of Architectural Research*, 1(2), 166-177.
- Conway, J.H. (1970). Mathematical games. *Sci. Amer*, 223, p.120–123.
- Cordeau, J-F. (2014). Plénière : Optimisation de grande taille dans les réseaux en étoile. ROADEF - 15ème congrès annuel de la Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision, Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision, Bordeaux, France. (hal-00946268)
- Corkill, D. D. (2003). Collaborating software : Blackboard and multi-agent systems & the future. In *Proceedings of the International Lisp Conference*, vol. 10. 33-34.
- Côte, M. (1994). L'urbanisation en Algérie: idées reçues et réalités. In: *Travaux de l'Institut Géographique de Reims*, n° 85-86. Etudes algériennes, sous la direction de Alain Marre. 59-72.
- Crooks, A., Castle, C., & Batty, M. (2008). Key challenges in agent-based modelling for geo-spatial simulation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(6), 417-430.
- Dahl, O.-J., & Nygaard, K. (1965). SIMULA - A language for programming and description of discrete event systems. Introduction and user's manual. NCC Publ. N°11.

- Décret exécutif 81-375 du 26 décembre 1981 déterminant les compétences et les attributions de la commune et de la wilaya dans les secteurs des transports et de la pêche.
- Décret exécutif 90-381 du 24 novembre 1990 relatif à l'organisation et au fonctionnement des Directions des Transports des Wilayas.
- Décret exécutif 91-177 du 28 mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.
- Décret exécutif 91-178 du 28 mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan d'occupation des sols.
- Décret exécutif 03-261 du 23 juillet 2003 portant composition, attributions et fonctionnement du conseil national des transports terrestres, du comité technique interministériel de transport de matières dangereuses et de la commission de sanctions administratives de wilaya
- Décret exécutif 04-416 du 20 décembre 2004 fixant les modalités et les étapes d'élaboration des plans de transport ;
- Décret exécutif 06-503 du 24 décembre 2006 qui a favorisé la création des entreprises publiques de transport urbain et suburbain ;
- Décret exécutif 12-109 du 06 mars 2012 fixant l'organisation, le fonctionnement et les missions de l'autorité organisatrice des transports urbains.
- Décret exécutif 12-190 du 25 avril 2012 portant création des autorités organisatrices des transports urbains de certaines wilayas.
- Décret exécutif 16-99 du 6 mars 2016 modifiant le décret exécutif n° 12-109 du 6 mars 2012 fixant l'organisation, le fonctionnement et les missions de l'autorité organisatrice des transports urbains.
- Demazière, C. (2014). Pourquoi et comment analyser les villes moyennes ?. Un potentiel pour la recherche urbaine. Métropolitiques, consulté le 03/02/2021. <https://metropolitiques.eu/Pourquoi-et-comment-analyser-les.html>
- Deymier, G., & Nicolas. J-P. (2005). Modèles d'interaction entre transport et urbanisme : état de l'art et choix du modèle pour le projet SIMBAD. Rapport intermédiaire n1. Rapport de recherche.
- Domarchi, C., Coeymans, J. E., & Ortúzar, J. de D. (2019). Shared taxis: modelling the choice of a paratransit mode in Santiago de Chile. Transportation, 46(6), 2243-2268. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9926-z>

- Drevon, G., Jambon, F., Chardonnel, S., Christophe, S., André-Poyaud, I., Davoine, P., & Lutoff, C. (2014). Évaluation comparée de l'apport de l'assistance GPS aux enquêtes de mobilité. *Netcom*, 28-1/2, 13-34.
- Drogoul, A. (1993). De la simulation multi-agents à la résolution collective de problèmes. Thèse de doctorat, Université Paris IV.
- Ducharme, E. (2016). Le transport artisanal face aux mutations urbaines à Amman (Jordanie) : outil de résilience ou obstacle au développement ?. *Codatu*.
- EMA/BETUR & CNEAP. (2004). Enquête ménages sur les déplacements dans l'agglomération d'Alger.
- Epstein, J. M., & Axtell, R. (1996). *Growing artificial societies: social science from the bottom up*. Brookings Institution Press.
- Ettema, D., Jong, K. D., Timmermans, H., & Bakema, A. (2007). PUMA: multi-agent modelling of urban systems. In *Modeling land-use change*, 237-258. Springer, - Dordrecht.
- Fantous, A., & Naceur, F. (2022). L'impact des inégalités d'accès aux transports collectifs dans les quartiers informels sur le quotidien des habitants : cas de Batna. *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 1018, mis en ligne le 23 juin 2022, consulté le 12 Aout 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/39044>
- Ferber, J. (1995). *Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective*. InterEditions
- Ferber, J., & Weiss, G. (1999). *Multi-agent systems: an introduction to distributed artificial intelligence* (Vol. 1). Reading: Addison-wesley.
- Floch, J-M., & Morel, B. (2011). *Panorama des villes moyennes*. Document de travail, direction de la diffusion et de l'action régionale, INSEE.
- Fontaine, J. (2021). Les transports urbains en Algérie : un développement spectaculaire aujourd'hui stoppé. *Transports urbains*, 138, 3-10. <https://doi.org/10.3917/turb.138.0003>
- Gallez, C., & Chardonnel, S. (2018). comment appréhender les transformations des territoires mobile ? des approches circulatoires aux usages de l'accessibilité. Dans Talandier, M., & Pecqueur, B. *renouveler la géographie économique*, 221-235. Economica, Paris.

- Ghadimi, P., Toosi, F. G., & Heavey, C. (2018). A multi-agent systems approach for sustainable supplier selection and order allocation in a partnership supply chain. *European Journal of Operational Research*, 269(1), 286-301.
- Ghenouchi, A. (2009). *Le transport ferroviaire et terrestre dans le nord est algérien : problèmes, enjeux et perspectives*. Thèse doctorat en géographie, Université Mentouri, Constantine.
- Giannakis, M., & Louis, M. (2011). A multi-agent based framework for supply chain risk management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1), 23-31.
- Gilbert, N. (2007). *Agent-based models*. California: Sage Publications Ltd.
- Godard, X. (2001). *Poverty and urban transport - Learnings from African cities*. SATC Conference Pretoria, Afrique du Sud.
- Godard, X. (dir). (2002). *Les transports et la ville en Afrique au sud du Sahara, Le temps de la débrouille et du désordre inventif*. Karthala-. Inrets, 416 p.
- Godard, X. (2008). *Transport artisanal, esquisse de bilan pour la mobilité durable*. In Codatu XIII. Hô Chi Minh Ville (Vietnam).
- Gicheru, E., Migwi, W., & M'Imanyara. K. (2011). An analysis of the socio-economic impact of the new integrated national transport policy: the case of 14-seat transport SACCOS in Kenya. In: *Proceedings of the International Cooperative Alliance Global Research Conference*. Mikkeli.
- Grimm, V., Berger, U., Bastiansen, F., Eliassen, S., Ginot, V., Giske, J., ... & DeAngelis, D. L. (2006). A standard protocol for describing individual-based and agent-based models. *Ecological modelling*, 198(1-2), 115-126.
- Grimm, V., Berger, U., DeAngelis, D. L., Polhill, J. G., Giske, J., & Railsback, S. F. (2010). The ODD protocol: a review and first update. *Ecological modelling*, 221(23), 2760-2768.
- Grimm, V., Railsback, S. F., Vincenot, C. E., Berger, U., Gallagher, C., DeAngelis, D. L., ... & Ayllón, D. (2020). The ODD protocol for describing agent-based and other simulation models: A second update to improve clarity, replication, and structural realism. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 23(2).
- Groupement IDC - SYSTRA - Emergence Consult – Best. (2008). *Etude de l'organisation institutionnelle des transports urbains de voyageurs dans la zone d'Alger et dans les grandes agglomérations*. Rapport de synthèse.

- Grzonka, D., Jakóbiak, A., Kołodziej, J., & Pllana, S. (2018). Using a multi-agent system and artificial intelligence for monitoring and improving the cloud performance and security. *Future generation computer systems*, 86, 1106-1117.
- Hecham, Z. (2009). De l'effet structurant du projet urbain à l'analyse Prospective des projets du PMMC à Constantine, *science & technologie D(29)*, 9 -18.
- Horni, A., Nagel, K., & Axhausen., K.W. (2016). *The Multi-Agent Transport Simulation MATSim*, Ubiquity Press, London, 2016,
- Hosseini, H. (2017). Geosimulation and multicriteria modelling of residential land development in the city of Tehran: a comparative analysis of global and local models. *electronic thesis and dissertation repository*. 5051. <https://ir.lib.uwo.ca/etd/5051>
- Huron, D., & Spieth, G. (2014). Le rôle de l'utilisateur-client dans la construction d'une décision publique. Le cas des services de transport des communautés urbaines. *Gestion* 2000, 31, 65-85. <https://doi.org/10.3917/g2000.313.0065>.
- Irwin, E. G., Jayaprakash, C., & Munroe, D. K. (2009). Towards a comprehensive framework for modeling urban spatial dynamics. *Landscape Ecology*, 24(9), 1223-1236.
- Jennings, N.R., Wooldridge, M., & Sycara, K. (1998). A roadmap of agent research and development. *Int Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1(1) :7- 38.
- Kaghouch, M. (2010). L'impact du tramway de Constantine sur l'image de la ville à travers l'aménagement des espaces urbains extérieurs sur son parcours, Université de Mentouri, Constantine.
- Kateb, K. (2003). Population et organisation de l'espace en Algérie. *L'Espace géographique*, 32, 311-331. <https://doi.org/10.3917/eg.324.0311>
- Kaufmann, V., & Jemelin, C. (2008). La motilité, une forme de capital permettant d'éviter les irréversibilités socio-spatiales ? In Séchet, R., Garat, I., & Zeneidi, D. (Eds.), *Espaces en transactions*. Presses universitaires de Rennes. doi :10.4000/books.pur.432
- Kebiche, A., & Chanson-Jabeur, C. (2015). Le tramway, réflexions sur des expériences méditerranéennes au miroir du projet de Sétif, In *Les Cahiers du GREMAMO*, n°22, L'Harmattan, 288p.
- Kebiche, A. (2017). Le tramway à Sétif : une opportunité d'articuler urbanisme et mobilité pour un 'projet de ville'. *Cahiers géographiques de l'ouest*. N°12-13.
- Lakjaa, A. (2014). Algérie : sens et enjeux d'une urbanisation par le bas. In *Devenirs urbains*. Presses des Mines. doi :10.4000/books.pressesmines.2382

- Lammoglia, A., Josselin, D., & Marcelin Faye, R. (2012). Les taxis clandos à Dakar : quel avenir pour ces transports à la demande (TAD) urbain. In *The role of urban mobility in (re)shaping cities*, CODATU.
- Lammoglia, A., & Josselin, D. (2013). Simulation multi-agents d'un transport la demande dynamique, l'exemple du Modulobus. In *Simulation pour des mobilités durables*. Théo Quant. Besançon.
- Lammoglia, A. (2013). Analyse et modélisation multi-agents de transports flexibles. Comparaison de services français et sénégalais. Thèse de doctorat, Université d'Avignon.
- Lammoglia, A., Josselin, D., & Marilleau, N. (2015). Some propositions to find optimal conditions to simulate a flexible transport using an Agent-Based Model. *Cybergeog: European Journal of Geography, GeOpenMod - Modèles et logiciels*, document 728, mis en ligne le 11 juin 2015, consulté le 09 décembre 2023. URL:<http://journals.openedition.org/cybergeog/27046>
- Lassave P., & Haumont A. (2001). *Mobilités spatiales. Une question de société*, Paris, L'Harmattan, 195 p.
- Lee, J. H., & Kim, C. O. (2008). Multi-agent systems applications in manufacturing systems and supply chain management : a review paper. *International Journal of Production Research*, 46(1), 233-265.
- Lee, K.S., Eom, J.K., & Moon, D.S. (2014). Applications of TRANSIMS in transportation : a literature review, *Procedia Comput. Sci.* 32 769–773,
- Le, Q. B., Park, S. J., & Vlek, P. L. (2010). Land Use Dynamic Simulator (LUDAS): A multi-agent system model for simulating spatio-temporal dynamics of coupled human–landscape system: 2. Scenario-based application for impact assessment of land-use policies. *Ecological informatics*, 5(3), 203-221.
- Lesteven, G., & Boutueil, V. (2018). Is Paratransit A Key Asset For A Sustainable Urban Mobility System ? Insights From Three African Cities. 97th Annual Meeting Transportation Research Board, Jan 2018, Washington, United States.
- Lévy, J. (2000). "Les nouveaux espaces de la mobilité", in Bonnet ., Desjeux D., (éds), 2000, *Les territoires de la mobilité*, Paris, PUF, 155-170.
- L'Hostis, A. (2014). *Le détour, la pause et l'optimalité, Essai sur la distance et ses apports au transport et à l'urbanisme*. Architecture, aménagement de l'espace. Université Paris-Est. tel-01081570

- Li, W., Wu, C., and Zang, S. (2014). Modeling urban land use conversion of Daqing City, China: a comparative analysis of “top-down” and “bottom-up” approaches. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28(4), 817-828.
- Ligtenberg, A., Wachowicz, M., Bregt, A. K., Beulens, A., & Kettenis, D. L. (2004). A design and application of a multi-agent system for simulation of multi-actor spatial planning. *Journal of environmental management*, 72(1-2), 43-55.
- Liu, L. (2016). Analyse morphologique de la pertinence du TOD et du modèle de Corridor Urbain dans l’arrondissement de Lille. *URBIA. Les Cahiers du développement urbain durable*, Hors-série 3, 69-86.
- Loi 88-17 du 10 mai 1988 portant orientation et organisation des transports terrestres.
- Loi 90-29 du 01 décembre 1990 relative à l’aménagement et l’urbanisme.
- Loi 01-02 du 12 décembre 2001 relative à l’aménagement et au développement durable du territoire.
- Loi 01-13 du 7 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres.
- Loi 06-06 du 20/02/2006 portant loi d'orientation de la ville
- Loi 11-09 du 5 juin 2011 modifiant et complétant la loi n° 01-13 du 7 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres.
- Loi 12-07 du 21 février 2012 relative à la wilaya.
- Lombard, J., & Zouhoula Bi, M.R. (2008). Des instances de régulation pourquoi faire ? : avenir délicat dans le transport urbain (Abidjan, Dakar). In : Bredeloup, S. (ed), B. Bertencello. (ed), & J. Lombard. (ed). Abidjan, Dakar : des villes à vendre ? : la privatisation "made in Africa" des services urbains. . L'Harmattan, 195-216.
- Lopez, P. A., Behrisch, M., Bieker-Walz, L., Erdmann, J., Flötteröd, Y. P., Hilbrich, R., ... & Wießner, E. (2018, November). Microscopic traffic simulation using sumo. In 2018 21st international conference on intelligent transportation systems (ITSC), 2575-2582. IEEE.
- Lowry, I. S. (1964). *A Model of Metropolis*. Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Maachou, H-M. (2011). Les terres agricoles aux abords des villes algériennes : un enjeu pour l’agriculture et la ville. *Cahiers géographiques de l’ouest*, n°11, 70-78.
- Marchand, B. (1985). Explication et prédiction en planification urbaine, une critique du modèle de Lowry : M.J. Webber, Explanation, Prediction and Planning. The Lowry Model. In: *Annales de Géographie*, t. 94, n°525, 622-623.

- Mc Donnell, N., Howley, E., & Duggan, J. (2020). Dynamic virtual machine consolidation using a multi-agent system to optimise energy efficiency in cloud computing. *Future Generation Computer Systems*, 108, 288-301.
- Merzoug, S. (2016). Les centres urbains en Algérie : comment concilier l'attractivité et la mobilité à travers la gestion du transport urbain ? Cas de la ville de Bejaia. *Rech. Transp. Secur*, n° 2, 1-16.
- Merazga, A., Makhoulouf, S., & Toulmit. (2019). The reality of the urban transport system in the city of Annaba – Algeria. *Revue de l'économie industrielle*, n° 09 (02), 23-43.
- Meshesha Fenta, T. (2014). Demands for Urban Public Transportation in Addis Ababa. *Journal 13 of Intelligent Transportation and Urban Planning*, 2 (3), 121-128.
- Million, C. (2015). Méthodes et modèles pour l'étude de la mobilité des personnes par l'exploitation de données de radiotéléphonie. Thèse de doctorat. Université Paris-Est.
- Moulin, B., Chaker, W., Perron, J., Pelletier, P., Hogan, J., & Gbei, E. (2003). MAGS project: multi-agent geosimulation and crowd simulation. In *International Conference on Spatial Information Theory* (pp. 151-168). Berlin: Springer.
- Nicolas, J-P., Pochet, P., & Poimboeuf, H. (2002). Mobilité urbaine et développement durable : quels outils de mesure pour quels enjeux ?. *Les cahiers scientifiques du transports*, AFITL, 53-76.
- Offner, J.-M. (1993). Les effets "structurants" du transport : mythe politique, mystification scientifique. *L'Espace Géographique*, n° 3, 233-242.
- Ordonnance 67-24 du 18 Janvier 1967 portant code communal.
- Ordonnance 67-130 du 22 juillet 1967 portant organisation des transports terrestres.
- Ordonnance 21-03 du 25 mars 2021 modifiant et complétant la loi 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale.
- Orfeuil, J.-P. (2000). L'évolution de la mobilité quotidienne : comprendre les dynamiques, éclairer les controverses, INRETS, Synthèse no 37, 2000
- Orfeuil, J.P. (dir.) (2003). *Transports, pauvretés, exclusions. Pouvoir bouger pour s'en sortir*, La Tour d'Aigues, Ed. de l'Aube, coll. Bibliothèque des territoires, 181 p.
- Pandit, D., & Sharma, D. (2022). Expected service dimensions and service levels for paratransit considering future mobility needs in emerging countries. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 162, 1-13.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.05.021>

- Papon, F., & L'Hostis, A. (2018). La mobilité produit l'urbanisme, et inversement. La jaune et la rouge [revue mensuelle de la société amicale des anciens élèves de l'Ecole Polytechnique], 738. <hal-01922677>
- Parker, M. T. (2001). What is Ascape and why should you care. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4(1), 5.
- Parker, D. C., Manson, S. M., Janssen, M. A., Hoffmann, M. J., and Deadman, P. (2003). Multiagent Systems for the simulation of land-use and land-cover change: a review. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 314-337.
- Perret, J., Curie, F., Gaffuri, J., & Ruas, A. (2010, October). Un système multi-agent pour la simulation des dynamiques urbaines. In *JFSMA*, 205-213.
- Pham, T., & Nguyen, T. (2008). Enquête ménage déplacements : quelques expériences internationales et la pratique vietnamienne. In *Codatu XIII. Hô Chi Minh Ville (Vietnam)*.
- Pouyanne, G. (2004). *Forme urbaine et mobilité quotidienne*. Thèse de doctorat, Institut d'Economie Régionale du Sud-Ouest, Université Montesquieu Bordeaux IV.
- Raham, D. (2001). *Les structures spatiales de l'est algérien. Les maillages territoriaux, urbains et routiers*. Thèse de doctorat, Université Mentouri Constantine.
- Rahmani, A. (1982). *La croissance urbaine en Algérie, cout de l'urbanisation et politique foncière*. Ed. OPU, Alger, 315 p.
- Ramdini, S., Ahmed Zaid, M., & Bouras, Z. (2016). Le processus de régulation du service public local des transports en Algérie au gré des réformes : La problématique du désengagement réengagement de l'État. *Revue Algérienne de la mondialisation et des politiques économiques*, n° 07, 09-44.
- Rebouha, F. (2017). La mutation des espaces publics traversés par le tramway d'Oran, *les Cahiers du Développement Urbain Durable*, 67-83.
- Safar Zitoun, M., & Tabti-Talamali, A. (2009). *Mobilité dans l'agglomération d'Alger : Evolution et perspectives*. Rapport définitif, Banque mondiale.
- Sanders, L. (2005). Géosimulation. <https://hypergeo.eu/geosimulation/>
- Sanders, L., Pumain, D., Mathian, H., Guérin-Pace, F., & Bura, S. (1997). SIMPOP: a multiagent system for the study of urbanism. *Environment and Planning B: Planning and design*, 24(2), 287-305.
- Santamaria., F. (2000). La notion de "ville moyenne" en France, en Espagne et au Royaume-Uni. *Annales de Géographie*. n° 613. pp. 227-239. Consulté sur : <https://shs.hal.science/halshs-00174018/document>

- Schelling, T.C., 1971. Dynamic models of segregation†. *The Journal of Mathematical Sociology*, 1, 143-186.
- Segaud, M., Brun, J., & Driant, J.C. (2001). *Dictionnaire critique de l'habitat et du logement*, Paris, A.Colin, 450 p.
- Six, L., Saunier, J., Guessoum, Z., & Ieng. S. (2015). Une méthode incrémentale de conception dirigée par les tests pour la simulation multi-agent. 23es Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents (JFSMA'15), Jun 2015, Rennes, France. 39-48. (hal-01163027)
- Skobelev, P. (2015). Multi-agent systems for real-time adaptive resource management. In *Industrial Agents* (pp. 207-229). Morgan Kaufmann.
- Solidarité internationale sur les transports et la recherche en Afrique sub-saharienne. (2001). *Guide méthodologique d'enquête-ménages de mobilité dans les villes en développement*.
- Tian, G., Ouyang, Y., Quan, Q., & Wu, J. (2011). Simulating spatiotemporal dynamics of urbanization with multi-agent systems—A case study of the Phoenix metropolitan region, USA. *Ecological Modelling*, 222(5), 1129-1138.
- Tissue, S., & Wilensky, U. (2004, May). Netlogo: A simple environment for modeling complexity. In *International conference on complex systems* (Vol. 21, pp. 16-21).
- Tlemçani, M.B. (1995). Le secteur des transports au Maghreb, revue *Région & Développement*, Vol.1, 1-19. Consulté le 13/04/2022 : <https://regionetdeveloppement.univ-tln.fr/wp-content/uploads/Benlahcen.pdf>
- Torrens, P.M. (2001). Can geocomputation save urban simulation ? Throw some agents in the mixture, simmer and wait..., *CASA Working Paper* 32.
- Torrens, P.M. (2006). Geosimulation and its application to urban growth modeling. *Complex Artificial Environments*, 119-136.
- Treuil, J.-P., Drogoul, A., & Zucker, J.-D. (2008). *Modélisation et simulation à base d'agents : exemples commentés, outils informatiques et questions théoriques*, Dunod.
- Troitzsch, K.G. (1997). Social science simulation—origins, prospects, purposes. *Lecture notes in Economics and Mathematical Systems*, 41–54.
- Turner, A., & Penn, A. (2002). Encoding natural movement as an agent-based system : an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment. *Environment and planning B: Planning and Design*, 29(4), 473-490.
- Von Neumann, J., & Burks, A. W. (1966). *Theory of self-reproducing automata*. Urbana, University of Illinois Press.

- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer networks*, 101, 158-168.
- Webber, M.J. (1984). *explanation, prediction and planning : the lowry model*. London : Pion.
- Wester, L. (2018). *Transports collectifs et initiative individuelle. Approche des transports collectifs artisanaux par l'auto-organisation et les systèmes multi-agents*. Thèse de doctorat, Aix Marseille Université. (tel-02390083)
- Wiel, M. (2005). *Ville et mobilité : un couple infernal ?*. L'aube, France.
- Wilensky, U. (1999). *NetLogo*. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- Wilkinson, P., Golub, A., Behrens, R., Salazar Ferro, P., & Schalekamp, H. (2012). Transformation of urban public transport systems in the Global South. in H.S. GEYER (ed) / *International handbook of urban policy: Issues in the Developing World*, Vol.3. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, Royaume Uni. 146-174.
- Yousfi, B. (2017). *Les territoires sahariens en Algérie. Gouvernance, acteurs et recomposition territoriale*. L'Année du Maghreb, 16, 53-69.
- Zargayouna, M. (2021). *Modèles multi-agents de déplacement à base d'activités : Etat de l'art*. Rapport de recherche, Université Gustave Eiffel. fihal-03535180
- Zebiri, I. (2019). *La politique des transports en Algérie : l'impact du tramway sur l'aménagement urbain de la ville de Constantine*. Thèse de doctorat, INSA-Lyon.
- Zembri, P. (2005). Structure des réseaux de transport et déréglementation. *Flux*, 4(4), 21-30.
- Ziemke, D., Kaddoura, I., & Nagel, K. (2019). The MATSim Open Berlin Scenario : A multimodal agent-based transport simulation scenario based on synthetic demand modeling and open data. *Procedia computer science*, 151, 870-877.

Annexes

Annexes

Annexe A : Entretien réalisé avec le sous-directeur chargé du transport urbain, DTW Mila

Mila au 01/03/2018 (Mr F. A)

Bonjour

« Bonjour »

J'espère que vous allez bien

« Très bien et toi ? »

Ça va, merci, Vous vous êtes rappelé de moi ?

« Oui, tu es le doctorant de l'université de Constantine »

Exact. je suis venu pour avoir un peu plus d'informations et vous poser quelques questions

« Oui vas-y »

Je voudrais savoir si vous avez des études ou une vision sur le développement du réseau de transport à Mila sur le moyen terme, notamment après l'ouverture de la nouvelle gare en construction.

« Franchement, il n'y a aucune étude pour le moment, mais il y a une vision pour la répartition des flux selon laquelle il y aura deux gares dans deux entrées de la ville, une pour gérer les flux venant de l'est et l'autre pour l'ouest, avec un rabattement au centre-ville par des une nouvelle ligne de bus »

Pour la gare de l'est. Où est-ce qu'elle sera construite ?

« Éventuellement à la sortie vers Constantine, à la place de l'ancien cimetière des martyrs »

Donc je comprends que les deux lignes qui feront la liaison au centre s'arrêteront à la gare actuelle qui devrait être remplacée par la nouvelle gare en construction à l'ouest de la ville ?

« Oui, elle deviendra une station urbaine »

Est-ce que le reste du réseau actuel sera modifié ?

« Oui bien sûr, parce qu'après l'ouverture de la station urbaine, toutes les stations d'arrêts en centre-ville seront supprimées »

Actuellement les bus de l'ETUSM (l'entreprise publique) n'opèrent pas sur les mêmes lignes avec les opérateurs privés ; est-ce que ça va changer ?

« J'en sais rien pour le moment, personnellement je pense que ça serait mieux qu'ils fonctionnent ensemble, afin de mettre fin aux tensions »

Qui décide de la possibilité d'extension du parc de l'ETUSM ? est-ce que c'est la DTW (Direction du Transport de la Wilaya) qui donne les agréments ?

« En principe, c'est à nous de décider, selon la capacité de chaque ligne »

Pourquoi les lignes de circulation proposées par le Bureau d'Étude chargé de l'élaboration du plan de circulation n'ont pas été prises en charge ?

« Son travail n'était pas objectif, il ne reflète pas la réalité et ne prends pas en considération la particularité de la ville qui fonctionne à travers son hypercentre ; les gens veulent toujours descendre en centre-ville »

Mais les liaisons périphériques et interquartiers sont très importantes aussi !

« Je sais que ça ne marchera pas »

Est-ce que vous avez consulté les citoyens et les transporteurs ?

« Nous avons la connaissance du site, en plus on a beaucoup de problème en ce moment avec les opérateurs »

Ça ne marchera pas du point de vue fonctionnement ou bien rentabilité ? je pense que les opérateurs du secteur artisanal choisiront bien sûr une liaison linéaire directe au centre-ville parce que c'est plus rentable, mais l'ETUM est censée avant tout être motivée par sa mission de service public.

« Ils font du commercial aussi »

Mais vous ne pensez pas que le changement des lignes de transport urbain pourrait contribuer à résoudre le problème de la dépendance au centre-ville et de la monocentralité polyfonctionnelle ?

« Je crois que la meilleure solution serait la station urbaine »

Avec toutes les lignes urbaines dans cette station, on aura toujours à changer de bus au centre pour se rendre à un autre quartier n'est-ce pas ?

« Pas forcément, on verra d'ici là pour d'autres pistes ; espérons que la gare soit réalisée dans les délais d'abord »

Est-ce que vous étiez consultés avant le choix du site ? d'ailleurs est-ce qu'on vous consulte pendant l'élaboration des différents instruments et plans d'aménagement et d'urbanisme ?

« Oui, nous faisons partie de toutes leurs commissions, mais nos recommandations n'ont jamais été prises en considération »

Normalement c'est tout ce que j'ai à vous demander pour le moment.

« Nous somme à votre disposition »

Merci beaucoup, bonne fin de journée

« Merci, au revoir »

Annexe B : Entretien réalisé avec un chef de service à l'ETUSM (opérateur public)

(Mr. B. Z)

(Ces questions ont pour objectif d'orienter et de cadrer le sujet de l'entretien afin d'assurer l'obtention de toutes les informations exploitables ; il peut y avoir des questions dérivées selon la réponse de la personne enquêtée)

Bonjour, merci de m'avoir accordé cet entretien

« C'est avec plaisir, allez-y »

Depuis quand l'ETUSM opère sur la ville de Mila ? Quelles étaient ses phases d'évolution ?

« Depuis 2012... on a commencé avec 10 bus, maintenant on a 20 bus, dont 12 qui opèrent sur la ville de Mila »

Vous avez combien d'employés ? Sauf chauffeurs et receveurs, qui travaille pour l'ETUM ?

« Globalement, nous avons un ratio de 6 employés par bus, dont deux chauffeurs et deux receveurs faisant la rotation à 12h40 »

Comment voyez-vous la position de l'ETUSM actuellement dans le paysage du secteur de transport à Mila ?

« On est bien placés, mais on aurait pu avoir une meilleure position si on avait la liberté d'opérer selon nos plans »

Quelle est la taille de votre parc en exploitation ?

« Comme je t'ai dit, on a 20 bus, 12 à Mila. La SNVI nous a envoyé récemment deux autres bus, mais la DTW a refusé de nous attribuer les agréments »

Quelle est votre connaissance du réseau de transport privé ? quelle relation avez-vous avec ses acteurs ?

« Une connaissance parfaite. On entretient une relation basée sur une concurrence quelque part déloyale »

Vous ne fonctionnez pas sur les mêmes lignes avec les opérateurs privés, pourquoi ?

« Parce qu'ils ont fait des pressions à la DTW pour que ça ne marche pas comme ça, on nous a affecté des itinéraires indésirables pour couvrir certaines zones non desservies et à flux de mobilité assez réduits »

Comment ont été définis les itinéraires de vos lignes ? et les arrêts ?

« Par la DTW »

Sur quelle base a été faite la répartition du parc exploité sur les différentes lignes ?

« Par la DTW, selon le besoin »

Qui décide de la tarification appliquée par l'ETUSM ?

« C'est une tarification fixée par le ministère »

Quels sont vos horaires de fonctionnement ? Comment vous les choisissez ?

« On est limités par le nombre du personnel en place, et par le volume de travail réglementaire (un maximum de 40h/semaine) à respecter ; actuellement on opère de 6h à 19h20 »

Comment sont organisées les rotations des différents bus ?

« en moyenne les rotations sur nos itinéraires durent 50 minutes, avec 10 minutes de repos et de charge au terminus, nous avons entre 12 et 14 rotations/ jour/ bus »

Si vous devez faire un classement, en tant qu'opérateur public, quelle est votre priorité : assurer le service public, ou rentabiliser au maximum votre flotte de véhicules ?

« On essaye d'assurer une certaine cohérence entre les deux, mais le poids du diktat politique centralisé exercé sur l'ETUSM est très important, nous sommes beaucoup plus dans une logique de service public, contrairement aux opérateurs privés »

Comment vous évaluez la situation économique de l'ETUSM ? votre parc en exploitation, est-il rentabilisé ?

« Nous sommes loin de nos objectifs (il s'abstient) »

Est-ce que vous considérez l'ETUSM comme étant une entreprise entièrement autonome ? comment vous évaluez l'apport de l'état et des subventions étatiques ?

« Pas du tout, les subventions étatiques sont vitales »

Est-ce que vous comptez développer le nombre de vos bus en exploitation ?

« Bien-sûr, mais ça dépend de la volonté de la DTW de nous attribuer les agréments »

Qu'est ce qui doit être changé à votre avis dans le mode de fonctionnement des réseaux de transport à Mila ?

« Il faut instaurer un climat compétitif et transparent dans le secteur, loin des intérêts personnels ; il faut absolument revoir l'organisation de l'offre pour que tout le monde opère sur les mêmes itinéraires, nous sommes les seuls à respecter le cahier de charge, en ce qui concerne la qualité du service. Il faut arrêter de donner des avantages aux privés »

Quelle relation avez-vous avec la direction du transport ?

« C'est en quelque sorte la tutelle au niveau local, mais ça ne fonctionne pas vraiment selon les orientations nationales, nous entretenons parfois des relations sous tension »

Est-ce que vous étiez consultés auparavant par des acteurs du domaine des transport (dont la DTW) lors de l'élaboration des plans de circulation et de la prise de décision ? et est-ce que vous voyez que vos préoccupations en tant qu'opérateur public sont prises en considération par les pouvoirs locaux ?

« Non, on a eu affaire au BET chargé de l'élaboration du plan de circulation qui faisait la récolte des données pour son étude, mais on a jamais été consultés lors des processus de prise de décision »

Est-ce que l'ETUSM est prête à contribuer d'une façon ou d'une autre, si possible, au processus de planification de l'offre de transport ?

« Bien-sûr ! »

Annexe C : Entretiens semi-directifs réalisés avec des opérateurs privés

(Ces questions ont pour objectif d'orienter et de cadrer le sujet de l'entretien afin d'assurer l'obtention de toutes les informations exploitables ; il peut y avoir des questions dérivées selon la réponse de la personne enquêtée)

Opérateur 01 : LIGNE SENNAOUA - CENTRE VILLE

Bonjour, Vous avez quel âge ? quelle est votre situation familiale ?

« Bonjour, j'ai 42 ans, marié, 3 enfants »

Vous habitez à Mila ?

« Oui »

Et les autres chauffeurs de cette ligne ?

« Oui, ils habitent tous ici »

Vous êtes le propriétaire du minibus ?

« Oui »

Vous avez combien de minibus qui opèrent via cette entreprise ?

« Un seul, d'ailleurs 90% des opérateurs ici ont un seul bus et c'est eux qui le conduisent »

Combien de personnes travaillent avec vous ?

« Un receveur »

Depuis quand vous travaillez dans ce secteur ?

« Depuis 2005 »

Est-ce que c'est vous qui avez choisi cette ligne ?

« On avait à faire 5 choix classés par priorité, mais c'est la DTW qui nous a accordé la ligne selon la disponibilité »

Et les itinéraires ?

« Non, ils étaient préétablis »

Quels sont vos horaires de fonctionnement ? Comment vous les choisissez ?

« Nous commençons vers 7h00 et terminons en fin d'après-midi, nous n'avons pas d'horaires fixes, on suit la demande »

Comment est fait le choix de vos arrêts ?

« Il y a que 3 ou 4 arrêts aménagés tout au long de la ligne, généralement on s'arrête là où il y a des clients à collecter ou à déposer »

La collecte des voyageurs sur la ligne, vous la faites comment ?

« Au terminus centre, on démarre le bus complet, sur le reste de la ligne on s'arrête là où il y a des clients »

Qui organise les rotations des différents bus?

« Les chauffeurs, nous avons instauré, nous-même, un système et un ordre »

Qui a défini les itinéraires d'extension de la ligne ? selon quels critères ?

« Il n'y a pas eu de grands changements sur l'itinéraire, on va juste plus loin sur la même trajectoire »

Qui a défini la tarification ?

« C'est l'état »

Comment vous évaluez votre connaissance des autres lignes de transport publics et privés ?

« Je les connais tous »

Quel impact avait l'instauration de l'ETUSM sur votre activité ?

« Ils n'opèrent pas sur les mêmes itinéraires que nous, mais ils vont quand-même à Sennaoua, les chiffres ont clairement baissé, ils nous prennent des clients »

Qu'est-ce qu'on doit changer à votre avis ?

« Il faut contrôler l'extension de l'ETUSM, réviser la tarification appliquée qui doit s'aligner sur nos tarifs, et changer éventuellement les itinéraires qui sont vraiment très courts et ne permettent qu'une collecte très limitée des clients »

Quelle relation avez-vous avec la direction du transport ?

« C'est eux qui délivrent les agréments et définissent la tarification, les terminus et les itinéraires »

Et comment vous vous organisez pour interagir avec eux, à travers des syndicats ?

« Il y a plusieurs syndicats mais ils ne travaillent pas, ils sont manipulables. Souvent, nous nous organisons spontanément entre nous pour choisir des interlocuteurs qui nous représentent (de manière officieuse) »

Comment vous évaluez la rentabilité de la ligne ?

« C'est vraiment juste-juste, le receveur prend 1000 DA/jour et si tu veux embaucher un chauffeur c'est 1500da/jour, on est obligés de conduire les bus nous-même sinon à 15 DA c'est pas évident »

Est-ce que vous êtes satisfaits par la tarification actuelle ?

« Non »

Est-ce que vous étiez enquêté auparavant par des acteurs du domaine des transport ? et est-ce que vous voyez que vos préoccupations en tant qu'opérateur sont prises en considération par les pouvoirs locaux ?

« Non, la seule fois où la DTW nous a consulté c'est lorsqu'ils ont fait le nouveau plan de circulation, à part ça.. rien. sauf lors des grands évènements où ils nous réquisitionnent obligatoirement »

Mais d'après ce que je vois, le nouveau plan de circulation n'a pas été adopté ?

« Oui, parce qu'il ne reflète pas la réalité, on l'a refusé... ça nous arrange pas du tout »

On vous a consulté pendant la réalisation de l'étude du plan ou après ?

« Après ! et ça ne sert à rien de demander notre avis après l'approbation »

Seriez-vous prêt à participer d'une façon ou d'une autre, si possible, au processus de planification de l'offre de transport ?

« Oui, bien sûr »

C'est tout ce que j'avais à vous demander. Merci !

« D'accord, merci »

Opérateur 02 : LIGNE DNC - CENTRE VILLE

Bonjour, Vous avez quel âge ? quelle est votre situation familiale ?

« j'ai 57 ans, marié, 5 enfants »

Vous habitez à Mila ?

« Oui, j'ai grandi ici »

Et les autres chauffeurs de cette ligne ?

« Ils sont tous Mileviens »

Vous êtes le propriétaire du minibus ?

« Non, mais je le conduit depuis longtemps »

Combien de minibus opèrent via cette entreprise ?

« Un seul »

Combien de personnes travaillent avec vous ?

« Il y a que moi et le receveur »

Depuis quand vous travaillez dans ce secteur ?

« Depuis 1996 »

Est-ce que c'est vous qui avez choisi cette ligne ?

« Non, c'est la DTW qui a décidé »

Et les itinéraires ?

« Pareil »

Quels sont vos horaires de fonctionnement ? Comment vous les choisissez ?

« De 6h30 jusqu'à 19h ou 20h, ça dépend des journées »

Comment est fait le choix de vos arrêts ?

« Pour le chemin aller, nous avons des arrêts fixes; pour le retour on s'arrête là où il y a des clients »

Qui organise les rotations des différents bus ?

« On se débrouille, nous avons notre propre système, le bus chargé au terminus démarre, les autres le suivent selon un ordre préétabli par les chauffeurs »

Qui a défini les itinéraires d'extension de la ligne ? selon quels critères ?

« la DTW toujours, ils nous ont obligé à étendre le circuit pour couvrir la nouveau quartier de Thenia »

Vous n'êtes pas satisfait ?

« Pas tout à fait.. c'est vrai qu'on a plus de clients maintenant mais ce n'est pas logique aussi d'étendre l'itinéraire sans augmentation du tarif »

Qui a défini la tarification ?

« La direction du transport »

Comment vous évaluez votre connaissance des autres lignes de transport publics et privés ?

« Parfaite »

Quel impact avait l'instauration de l'ETUSM sur votre activité ?

« C'est pas bien ! ils ont 3 lignes (il veut dire 3 itinéraires aussi) qui traversent notre zone de desserte, nos chiffres ont automatiquement baissé »

Qu'est-ce qu'on doit changer à votre avis ?

« Il faut changer les tarifs et revoir les itinéraires, peut-être créer une station urbaine et supprimer les arrêts terminus actuels. »

Quelle relation avez-vous avec la direction du transport ?

« Ils gèrent le secteur »

Comment vous évaluez la rentabilité de la ligne ?

« Ça va, on dit alhamdoulillah »

Est-ce que vous êtes satisfaits par la tarification actuelle ?

« À vrai dire, non »

Est-ce que vous étiez enquêté auparavant par des acteurs du domaine des transport ? et est-ce que vous voyez que vos préoccupations en tant qu'opérateur sont prises en considération par les pouvoirs locaux ?

« Ils nous cherchent jamais, on réclame nos droits nous-même »

Seriez-vous prêt à participer d'une façon ou d'une autre, si possible, au processus de planification de l'offre de transport ?

« Qu'ils nous appellent d'abord »

Normalement c'est tout ce que j'ai à vous demander pour le moment.

« Si tu as d'autres questions n'hésite pas »

Merci beaucoup, bonne fin de journée

« A vous aussi »

Annexe D : Entretien réalisé avec un membre de l'assemblée populaire communale de Mila.

(Mila au 14/04/2019, avec Mme. B. H, élue locale)

(Ces questions ont pour objectif d'orienter et de cadrer le sujet de l'entretien afin d'assurer l'obtention de toutes les informations exploitables ; il peut y avoir des questions dérivées selon la réponse de la personne enquêtée)

Bonjour Madame, merci de nous avoir accueilli

« De rien, c'est mon devoir »

Qu'est-ce que vous pensez du système actuel de transport urbain à Mila, avec une coexistence des opérateurs public et privés ?

« Le système est loin d'être parfait, moi-même j'en suis pas du tout satisfaite... le public, c'est bien mais c'est insuffisant, mais ce qui se passe du côté des opérateurs privé ne me plaît pas, la qualité de service et l'expérience à bord est médiocre, et en plus ils occupent toutes les rues du centre-ville »

Mais c'est quand-même l'APC qui gère le stationnement, n'était-il pas possible de délocaliser les stations du centre-ville ?

« Leurs stations-terminus sont définies par le plan de circulation de la ville, il faut le réviser et le modifier avant de pouvoir les délocaliser. »

Il y a bien eu une révision du plan de circulation avec beaucoup de propositions concernant la configuration spatiale et la répartition des lignes et des itinéraires, pourquoi ça n'a pas été mis en œuvre ?

« Les préconisations du dernier plan réalisé n'ont pas pu être mises en œuvre à cause des opérateurs qui refusent catégoriquement les nouveaux itinéraires et les nouvelles stations proposées par le bureau d'études »

Certains identifient des lacunes et des incohérences dans ce que propose ce plan, j'aimerais avoir votre avis là-dessus ?

« Je pense qu'il y a des bonnes et des mauvaises choses dans le plan de circulation, mais c'est vrai qu'on peut ressentir une forme de détachement par rapport à la réalité du terrain.

Les lignes proposées se basent sur des projections futures et ne répondent pas à un besoin immédiat, je pense qu'elles ne conviennent pas à tout le monde à l'heure actuelle. »

En principe, la commune est au cœur du processus de réalisation de ce plan, quel était le rôle de l'assemblée populaire communale ?

« Un rôle très limité, on a complètement délégué le projet à la direction du transport qui s'est chargée de la gestion et du suivi de cette étude du plan de circulation qui a été réalisée par un bureau d'études privé »

La DTW a les compétences techniques en la matière, mais l'APC devrait avoir un droit de regard, est-ce qu'elle a été consultée ?

« Je pense que oui. mais uniquement par obligation réglementaire, le plan doit être présenté à l'APC et approuvé par la commission du transport et du plan de circulation, mais en réalité, ce ne sont que des formalités »

Vous dite « je pense que oui », pourquoi ?

« Parce que je n'ai pas assisté à ça, et je ne fais pas partie de la commission en question, les choses sont un peu compliquées »

Ça veut dire ?

« Avec mes collègues du parti, et ceux de l'opposition, nous n'avons pas la majorité à l'assemblée et notre présence est souvent formelle, les décisions sont souvent prises par le maire et ses collègues de la majorité de manière unilatérale. Beaucoup de décisions importantes ont déjà été prises sans faire appel à l'assemblée. »

En tant qu'élue, même si la situation politique n'est pas en votre faveur, ne pensez-vous pas qu'il est important d'assister aux sessions concernées afin d'émettre un avis ou de pouvoir détenir des éléments permettant d'informer l'opinion publique ?

« C'est déjà fait pour d'autres dossiers, mais ça n'aboutit presque jamais. Pour l'opinion publique, nous essayons toujours de faire le nécessaire en matière de communication, mais en l'absence de véritables organes actifs de la société civile, il sera toujours difficile d'inverser l'équilibre des forces. »

Est-ce que vous avez essayé de solliciter une intervention du Wali ?

« Pas sur ce sujet précis, mais nous avons sollicité des interventions de l'exécutif plusieurs fois pour d'autres dossiers. Il y a une réactivité très limitée, ce qui est décourageant. On accorde peu d'importance à l'élu local. »

Lors de notre entretien avec le sous-directeur chargé des transports urbains à la direction du transport, le même constat avait été décrit à propos du plan de circulation. Dans ce contexte, est-ce que vous savez s'il y a une volonté à l'APC de programmer une nouvelle étude ?

« Ce n'est pas à l'ordre du jour. La crise économique a eu un impact considérable sur le fonctionnement des collectivités. Je pense qu'il y a d'autres priorités actuellement. »

Dernière question, qu'est-ce qu'il faut faire à votre avis pour améliorer la situation ?

« Il faut que les mileviens bougent, si la société civile ne se mobilise pas, la situation ne changera pas, et les opérateurs privés continuerons à faire leur loi. »

Merci beaucoup pour votre accueil et j'espère pouvoir compter sur votre disponibilité pour d'autres entretiens si nécessaire.

« Avec grand plaisir, vous pouvez me contacter quand vous voulez, n'hésitez pas à me solliciter »

Merci beaucoup, bonne fin de journée

Annexe E : Questionnaire d'enquête

Enquête sur la situation du transport urbain à Mila

1. Sexe

Une seule réponse possible.

Homme

Femme

2. Âge

3. Profession

4. Situation familiale

Une seule réponse possible.

Célibataire

Marié

5. Lieu de résidence

Une seule réponse possible.

Sidi Seghir

Thenia

Sennaoua Supérieure

Sennaoua Est

Sennaoua Inférieure

DNC

Kherba

Chaâba

Château d'eau

Cité 240 logts

Benmahdjoub - Brik - Boulmerka

- Benmâamar
- Centre-ville
- Vieux Mila
- Sidi Bouyahia - Elkouf
- ESTE – Boutout - 20 Aout
- Bensalah
- Lot. Nord
- Kamounia

6. Est-ce que vous possédez une voiture ?

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

2. Quels sont les déplacements que vous avez effectués hier ? (Une suite heure, destination, motif, mode, arrivée)

8. Quels sont vos motifs de déplacement les plus réguliers ?

Plusieurs réponses possibles.

- Travail - Études
- Achats
- Loisirs
- Visites
- Autre

9. Vous avez combien de véhicules à la maison ?

10. Comment se déplacent les membres de votre famille ?

Une seule réponse possible.

- Voiture
- Bus public
- Bus privé
- Taxi
- À pied

11. Pourquoi ce choix ?

12. À combien vous estimez votre budget mensuel réservé aux transports urbains ?

13. Comment vous évaluez votre connaissance du réseau de transport urbain privé ?

Une seule réponse possible.

Connaissance très faible 1 2 3 4 5 Excellente connaissance

14. Quel est votre degré de satisfaction par rapport au réseau de transport urbain privé ?

Une seule réponse possible.

Très insatisfait 1 2 3 4 5 Très satisfait

15. Quels sont leurs avantages et inconvénients ? et que doit-on changer selon vous ?

16. Comment vous évaluez votre connaissance du réseau de transport urbain public ?

Une seule réponse possible.

Connaissance très faible 1 2 3 4 5 Excellente connaissance

17. Quel est votre degré de satisfaction par rapport au réseau de transport urbain public ?

Une seule réponse possible.

Très insatisfait 1 2 3 4 5 Très satisfait

18. Comment vous trouvez la tarification sur les différents modes de transport ?

19. Est-ce que vous étiez enquêté auparavant par des acteurs du domaine des transport ? et est-ce que vous voyez que vos préoccupations en tant qu'utilisateur sont prises en considération par les pouvoirs locaux et les opérateurs ?

20. Seriez-vous prêt à participer d'une façon ou d'une autre, si possible, au processus de planification de l'offre de transport ?

Annexe F : Extraits des procédures de lancement des modèles public, privé et mixte

```
to go.public.buses ;
ask buses with [bus_lines_stations_buses > 100]
[
  ifelse state = 0
  [
    drop.clients.bus
    ifelse bus_lines_stations_buses = 101
    [choose.station.bus.101]
    [ifelse bus_lines_stations_buses = 102
    [choose.station.bus.102]
    [ifelse bus_lines_stations_buses = 103
    [choose.station.bus.103]
    [ifelse bus_lines_stations_buses = 104
    [choose.station.bus.104]
    [ifelse bus_lines_stations_buses = 105
    [choose.station.bus.105]
    [choose.station.bus.106]
    ]
    ]
    ]
    ]
    ]
    ]
    pick.up.clients.public.bus
    set timer_public_buses 0
  ]
  [
    ifelse first-station = [who] of current_node and timer_public_buses < waiting_time_public_buses
    [
      set waiting? 1
      set timer_public_buses timer_public_buses + 1
      let target one-of other buses-here with [nb_clients_picked_up > 0 and bus_lines_stations_buses = [bus_lines_stations_buses] of myself]
      if target = nobody
      [pick.up.clients.public.bus]
    ]
    [
      circulate.bus
      set waiting? 0
    ]
  ]
]
end
```

Extrait de code pour des bus publics


```

to go.private.public.bus
  if ticks = ((patterns * nb_ticks_patterns) - 1)
  [
    ifelse station? = true
    [create.clients.station]
    [create.clients.zone]
    update.stations.potential
    choose.clients.final.destination
    set patterns (patterns + 1)
  ]
  ask clients [ set waiting_time waiting_time + 1 ]
  if station? = false [move.clients]
  count.clients.waiting
  go.private.buses
  go.public.buses

```

Extrait de code pour le lancement du réseau mixte

Liste des abréviations

- ANDI : Agence Nationale de Développement des Investissements
- AOTU : Autorité Organisatrice des Transports Urbains
- APC : Assemblée Populaire Communale
- APW : Assemblée Populaire de Wilaya
- BHNS : Bus à Haut Niveau de Service
- CDER : Centre de Développement des Energies Renouvelables
- CNPSR : Centre National de Prévention et de Sécurité Routière
- CNTT : Conseil National des Transports Terrestres
- DOU : Direction des Œuvres Universitaires
- DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaire
- DTW : Direction du Transport de la Wilaya
- DUAC : Direction de l'Urbanisme, de l'Architecture et de la Construction
- EMD : Enquêtes Ménage Déplacements
- ENACTA : Etablissement National de Contrôle Technique Automobile
- ENATT : Ecole Nationale d'Application des Techniques des Transports Terrestres
- EPIC : Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial
- ETUSM : Etablissement de Transport Urbain et Suburbain de Mila
- FNTA : Fédération Nationale des Transporteurs Algériens (FNTA)
- GES : Gaz à Effet de Serre
- LOTT : Loi d'Orientation des Transports Terrestres
- MHUV : Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville
- MICLAT : Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire.
- MT : Ministère du Transport
- ODD : Overview, Design concepts, Details
- ONS : Office National des Statistiques
- ONTA : Organisation Nationale des Transporteurs Algériens
- PA : Pôle d'Attractivité
- PAT : Plan d'Action Territoriale
- PUD : Plan d'Urbanisme Directeur
- PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
- POS : Plan d'Occupation des Sols
- RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

- RN : Route Nationale
- SDAAM : Schéma Directeur d'Aménagement de l'Aire Métropolitaine
- SMA : Systèmes Multiagents
- SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire
- SNTF : Société Nationale de Transport Ferroviaire
- SNTR : Société Nationale de Transport Routier
- SNTV : Société Nationale de Transport des Voyageurs
- SNVI : Société Nationale des Véhicules Industriels
- SRAT : Schéma Régional d'Aménagement du Territoire
- TCSP : Transport Collectif en Site Propre
- TOD : Transit Oriented Development
- UGCAA : Générale des Commerçants et Artisans Algériens
- UNAT : Union Nationale Algérienne des Transporteurs
- ZIDI : Zones Intégrées de Développement Industriel

Liste des figures

Figure 1: Localisation géographique de la wilaya de Mila	18
Figure 2: Coupe topographique de la ville de Mila (PDAU Mila, 2008).....	19
Figure 3: Système de mobilité à Mila	20
Figure 4: Une approche par entretiens et questionnaires	26
Figure 5: Démarche générale et organisation du travail	27
Figure 6: Principales cités de l'époque romaine (Adaptée de H., Kiepert, Atlas antiquus).....	33
Figure 7: Principales cités de l'époque turque	35
Figure 8: Principales villes de la période coloniale.....	36
Figure 9: Structure spatiale adoptée pour créer les dynamiques de rééquilibrage territorial (Adapté du SNAT 2030)	46
Figure 10: Chronologie des évolutions du secteur des transports en Algérie	57
Figure 11: Acteurs du secteur des transports terrestres en Algérie	65
Figure 12: Le Vieux Mila - centre historique.....	79
Figure 13: Etalement de la ville de Mila sur deux siècles.....	80
Figure 14: Modes d'étalement de la ville de Mila	81
Figure 15: Générateurs de flux dans la ville de Mila	82
Figure 16: Premières lignes privées de transport collectif déployées à Mila.....	83
Figure 17: Cycle de développement du système de mobilité à Mila	84
Figure 18: Couverture spatiale des 9 lignes des opérateurs privés	87
Figure 19: Couverture spatiale des 6 lignes de l'opérateur public.....	89
Figure 20: Arrêts de stationnement des opérateurs informels.....	92
Figure 21: Protocole expérimental des enquêtes déplacements (Drevon et al, 2014).....	100
Figure 22: Répartition en zones de la ville dans l'étude du plan de circulation (2014).....	105
Figure 23: Répartition de la ville selon la vocation dominante des quartiers	112
Figure 24: Répartition spatiale de la population	114
Figure 25: Répartition de l'échantillon (nombre de questionnaires) par zone (objectif).....	115
Figure 26: Répartition de l'échantillon d'enquête par zone (enquêtés)	118
Figure 27: Répartition de l'échantillon par quartier selon la fonction	121
Figure 28: Nombre de déplacements quotidiens par personne dans chaque quartier	125
Figure 29: Taux de motorisation des ménages par quartier	127
Figure 30: Moyenne des budgets de transport urbain par quartiers	129
Figure 31: Parts modales par quartier	132
Figure 32: Motifs de déplacement par quartier	136

Figure 33: Carte des flux de déplacement	139
Figure 34: Niveaux de connaissance du réseau public.....	141
Figure 35: Niveaux de connaissance du réseau privé	142
Figure 36: Niveaux de satisfaction du réseau public.....	143
Figure 37: Niveaux de satisfaction du réseau privé	144
Figure 38: Taux de satisfaction des tarifs par quartier	146
Figure 39: Synthèse de la couverture spatiale de l'offre de transport en commun	152
Figure 40: Articulation du jeu d'acteurs pour une démarche participative.....	157
Figure 41: Développement des modèles basés sur l'agent.....	167
Figure 42: Principe de la simulation multi-agents (Adapté de Drogoul, 1993).....	169
Figure 43: Schéma d'un modèle basé sur l'agent (Lammoglia, 2013 adapté de (Treuil, Drogoul & Zucker, 2008)).....	171
Figure 44: Prédiction des logements vacants via PUMA (Ettema et al., 2007).....	174
Figure 45: Visualisation de la congestion sur TRANSIMS (TRACC, Etats-Unis).....	176
Figure 46 : Interface SUMO pour la simulation des émissions de CO2 (Behrisch et al., 2011)	177
Figure 47: Processus de modélisation	183
Figure 48: Monde de simulation (Zones de densités, réseau de routes et de stations).....	186
Figure 49: Diagramme des classes du méta-modèle (Adapté de celui du modèle TCTS, Lammoglia, 2013)	187
Figure 50: Structure graphique commune des modèles	188
Figure 51: Diagramme d'activité du modèle public (inspiré des travaux d'Adrien Lammoglia, 2013).....	192
Figure 52: Diagramme d'activité du modèle privé (inspiré des travaux d'Adrien Lammoglia, 2013))	194
Figure 53: Diagramme d'activité du modèle mixte (inspiré des travaux d'Adrien Lammoglia, 2013))	195
Figure 54: Arbre des simulations	199
<i>Figure 55: Interface de simulation</i>	203
Figure 56: Performances comparées des modèles (moyenne des indicateurs obtenus à faible, moyenne et forte demande avec un bus de capacité 25)	232
Figure 57: Espace de simulation avec les bassins de densité des déplacements et les itinéraires modifiés des lignes	236

Liste des photos

Photo 1: Ville de Mila (Cliché Adjeroud. H, Janvier 2020)	19
Photo 2: Exemple de minibus des opérateurs privés (Cliché Adjeroud. H, 2023).....	86
Photo 3: Bus de l'ETUSM (Cliché Adjeroud. H, 2023)	88
Photo 4: Exemple d'arrêt de taxis (Cliché Adjeroud. H, 2023)	90
Photo 5: Exemple d'arrêt d'opérateurs de transport informel (Cliché Adjeroud. H, 2019).....	91

Liste des graphes

Graphe 1: Evolution du taux d'urbanisation en Algérie (ONS).....	38
Graphe 2: Répartition de la population urbaine en Algérie selon les catégories de villes	41
Graphe 3: Evolution de l'armature urbaine en Algérie en fonction du nombre d'agglomérations entre 1966 et 2008.	42
Graphe 4: Répartition de l'échantillon par sexe	119
Graphe 5: Répartition de l'échantillon selon les catégories socioprofessionnelles	119
Graphe 6: Répartition de l'échantillon par tranche d'âge	120
Graphe 7: Nombre de déplacements quotidiens à Mila par sexe et tranche d'âge.....	124
Graphe 8: Horaires de déplacement à Mila	126
Graphe 9: Motorisation des ménages à Mila.....	126
Graphe 10: Répartition de la population par niveau de dépenses mensuelles sur les transports	128
Graphe 11: Répartition globale des parts modales	131
Graphe 12: Parts modales par tranche d'âge	133
Graphe 13: Usage et motif d'usage des taxis	133
Graphe 14: Répartition des motifs de déplacement	135
Graphe 15: Répartition modale des déplacements selon les motifs	135
Graphe 16: Atouts et faiblesses du réseau de transport collectif public.....	147
Graphe 17: Atouts et faiblesses du réseau de transport collectif privé	148
Graphe 18: Coefficients de variation des différents indicateurs	207
Graphe 19: Taux de desserte des modèles dans le cas d'une demande faible	210
Graphe 20: Couverture des stations dans le cas d'une demande faible	211
Graphe 21: Taux de desserte des modèles dans le cas d'une demande moyenne	212
Graphe 22: Couverture des stations dans le cas d'une demande moyenne	213
Graphe 23: Taux de desserte des modèles dans le cas d'une forte demande	214
Graphe 24: Couverture des stations dans le cas d'une forte demande	215
Graphe 25: Moyenne du nombre de clients en attente dans les stations dans le cas d'une demande faible	216
Graphe 26: Temps d'attente des clients dans le cas d'une demande faible	217
Graphe 27: Clients en attente dans les stations dans le cas d'une demande moyenne.....	218
Graphe 28: Temps d'attente des clients dans le cas d'une demande moyenne.....	219
Graphe 29: Clients en attente dans les stations dans le cas d'une forte demande.....	220
Graphe 30: Temps d'attente des clients dans le cas d'une forte demande	221

Graphe 31: Evolution de la prise en charge client pour les différents modèles	223
Graphe 32: Taux d'occupation des véhicules dans le cas d'une demande faible	225
Graphe 33: Taux VPK dans le cas d'une demande faible.....	226
Graphe 34: Taux d'occupation des véhicules dans le cas d'une demande moyenne.....	227
Graphe 35: Taux VPK dans le cas d'une demande moyenne	228
Graphe 36: Taux d'occupation des véhicules pour dans le cas d'une forte demande.....	229
Graphe 37 : Taux VPK dans le cas d'une forte demande	230

Liste des tableaux

Tableau 1: Nombre d'agglomérations urbaines selon la taille et les zones en 2008 (ONS).....	38
Tableau 2: Taux d'accroissement de la population pour la période 1998-2008 (ONS).....	41
Tableau 3: Evolution de la population Algérienne (RGPH, ONS)	75
Tableau 4: Les 9 lignes des opérateurs privés (DTW Mila)	86
Tableau 5: Les 6 lignes de l'offre de transport de l'ETUSM (DTW Mila)	88
Tableau 6: Comparaison des éléments de différentes méthodes d'une Enquête Ménage Déplacements (Pham & Nguyen, 2008).....	101
Tableau 7: Différences entre le rapport du plan de circulation et l'enquête pilote réalisée en 2018.....	106
Tableau 8: Matrice O/D du plan de circulation.....	107
Tableau 9: Table d'attributs par quartier.....	113
Tableau 10: Test de dépendance χ^2 pour la relation motorisation / budget de transport....	130
Tableau 11: Test de dépendance χ^2 pour la relation motorisation / usage de la voiture	134
Tableau 12: Matrices O/D, avec (haut) et sans escales (bas) en centre-ville.....	138
Tableau 13: Propositions et attentes des usagers	149
Tableau 14: Comparaison des boîtes à outils Swarm, Repast, Mason et NetLogo (Adapté de Gilbert, 2007)	180
Tableau 15: Composants du protocole ODD	184
Tableau 16: Variables de simulation.....	198
Tableau 17: Versions de simulation.....	200
Tableau 18: Paramètres de simulation pour l'analyse de variabilité.....	205
Tableau 19: Clients à desservir (on radius) dans des simulations des modèles privé et mixte	208
Tableau 20: Grille d'évaluation des indicateurs.....	231
Tableau 21: Impact de la densification autour des axes de mobilité et de la modification des lignes sur la performance du modèle mixte	237

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	12
Contexte général de la thèse	14
Constat sur le transport et la mobilité urbaine en Algérie	15
Problématique du transport urbain dans les villes moyennes : choix et motivations	16
Le cas de Mila, une offre riche et une situation complexe	18
Problématique et questions de recherche	22
Enjeux et objectifs de l'étude	23
Organisation de la thèse	24
PARTIE I : GENESE ET DEVELOPPEMENT DU TRANSPORT URBAIN A MILA : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CADRE POLITIQUE ET INSTITUTIONNEL	29
Introduction de la partie	30
Chapitre 1 : Les villes moyennes dans le système urbain algérien	32
Introduction	32
1.1. Composition et évolution de l'armature urbaine en Algérie	32
1.1.1 Algérie précoloniale	32
1.1.2 L'urbanisation sous l'administration coloniale	35
1.1.3 L'Algérie indépendante	37
1.2. Place des villes moyennes dans le système urbain et dans les stratégies d'aménagement du territoire en Algérie	39
1.2.1 Critères de définition	39
1.2.2 Poids et importance des villes moyennes	40
1.2.3 Les villes moyennes algériennes au sein des politiques et stratégies d'aménagement du territoire	43
1.2.4 Quelle place pour Mila ?	47
Conclusion	48
Chapitre 2 : Le secteur des transports urbains en Algérie	49
Introduction	49

2.1	Regard historique : une série de transformations et mutations	50
2.1.1	Le monopole étatique	51
2.1.2	La libéralisation du marché	52
2.1.3	Le réengagement de l'Etat	54
2.2	Acteurs et décideurs dans le secteur des transports urbains en Algérie	58
2.2.1	Administrations centrales	58
2.2.2	Autorités locales	60
2.2.3	Opérateurs	62
2.2.4	Société civile et associations d'usagers	63
2.3	Gestion actuelle du secteur : un cadre institutionnel fragmenté	66
2.3.1	Centralisation de la planification stratégique	66
2.3.2	Foisonnement des intervenants et chevauchement des prérogatives	67
2.3.3	Les AOTU : un besoin de regrouper les compétences	68
2.4	Les villes moyennes dans la politique nationale du secteur du transport urbain	69
2.4.1	La place des villes moyennes dans les stratégies de planification	69
2.4.2	Engagement public dans les villes moyennes : grandes infrastructures et EPIC de transport urbain	70
2.4.3	Le cas de Mila	71
	Conclusion	73
Chapitre 3 : Configuration urbaine et offre de transport		74
	Introduction	74
3.1	Rupture entre planification urbaine et planification des transports	74
3.1.1	Rupture réglementaire	76
3.1.2	Rupture dans les pratiques opérationnelles	77
3.2	Impact du déséquilibre urbain sur la structure du réseau de transport à Mila : genèse et développement de l'offre	78
3.2.1	Histoire de l'étalement	78
3.2.2	Déséquilibre urbain et genèse de l'offre de transport : une dépendance à l'hypercentre	82
3.3	Caractérisation de l'offre de transport	85
3.3.1	L'offre privée semi-collective par minibus	85
3.3.2	L'offre publique collective par autobus	88
3.3.3	Les opérateurs privés de taxi	90
3.3.4	L'offre de transport informel (clandestins)	91

Conclusion	93
Conclusion de la partie	94
PARTIE II : TRANSPORT URBAIN A MILA, HIATUS ENTRE DEMANDE REELLE, ORGANISATION DE L'OFFRE ET QUALITE DE SERVICE	97
Introduction de la partie	98
Chapitre 4 : Evaluation de la demande et retours sur la qualité de service : l'enjeu d'un travail de terrain	99
Introduction	99
4.1 Analyser les pratiques de mobilité	99
4.1.1 Enquêtes-ménages déplacements, un standard universel	99
4.1.2 Etudes précédentes en Algérie	101
4.2 Description de la méthodologie adoptée pour l'enquête	102
4.2.1 Motivations et objectifs de l'enquête	103
4.2.2 Hypothèses	107
4.2.3 Confection du questionnaire	108
4.2.4 Échantillon d'enquête	110
4.2.5 Choix de la méthode d'acquisition des réponses	115
4.2.6 Déroulement de l'enquête et ajustements méthodologiques	116
4.3 Caractérisation de la population enquêtée	117
4.3.1 Représentativité	117
4.3.2 Répartition spatiale	117
4.3.3 Structure démographique de l'échantillon	118
Conclusion	122
Chapitre 5 : Demande de mobilité urbaine à Mila : spatialisation, caractéristiques et spécificités	123
Introduction	123
5.1 Indicateurs, choix et grandes tendances	123
5.1.1 Mobilité quotidienne	123
5.1.2 Equipement et motorisation	126
5.1.3 Budget de transport	128
5.1.4 Choix des modes de transport	130

5.2	Demande réelle et flux de mobilités	137
5.2.1	Matrices Origine / Destination	137
5.2.2	Carte des flux	138
5.3	Connaissance du réseau et satisfaction des usagers	139
5.3.1	Connaissance du réseau de transport collectif	139
5.3.2	Niveaux de satisfaction des usagers	142
5.3.3	Satisfaction à l'égard des tarifs	144
5.3.4	Avis et aspirations des usagers	146
	Conclusion	150
Chapitre 6 : Confrontation offre/demande		151
	Introduction	151
6.1	Niveau et qualité de desserte	151
6.2	Une offre riche mais incomplète	153
6.3	Repenser les interactions entre acteurs	154
	Conclusion	158
Conclusion de la partie		159
 PARTIE III : ENJEUX ET PERSPECTIVES POUR LE TRANSPORT URBAIN A MILA : UNE APPROCHE DE GEOSIMULATION POUR L'ANALYSE DE LA COEXISTENCE DES RESEAUX PUBLIC-PRIVES		
Introduction de la partie		162
 Chapitre 7 : Géosimulation et SMA dans les études des systèmes urbains et des systèmes de transport		
Introduction		164
7.1	Fondements de la géosimulation	164
7.2	Les modèles basés sur l'agent	167
7.2.1	Analyser et comprendre les systèmes complexes : introduction à l'approche multi-agents	168
7.2.2	Domaines d'application des SMA	173
7.3	Les SMA pour l'étude de la mobilité et des systèmes de transport urbain	175
	Conclusion	178
Chapitre 8 : Application au cas de Mila		179

Introduction	179
8.1 Approche méthodologique	179
8.1.1 La plateforme NetLogo et le modèle TCTS	179
8.1.2 Démarche de modélisation	181
8.1.3 Protocole Overview, Design concepts, Details (ODD)	183
8.2 Présentation des modèles	185
8.2.1 Conceptualisation et cadre général	185
8.2.2 Les modèles	188
8.3 Le protocole de simulation	196
8.3.1 Enjeux et organisation	196
8.3.2 Paramètres de simulation	197
8.3.3 Critères d'évaluation	201
8.3.4 Interface de simulation	202
Conclusion	204
Chapitre 9 : Exploration et analyse des résultats de simulation	205
Introduction	205
9.1 Variabilité des modèles	205
9.2 Indicateurs de performance : exploration des résultats	208
9.2.1 Desserte et couverture spatiale	209
9.2.2 Qualité de service	216
9.2.3 Performance de l'opérateur	224
9.3 Confrontation des modèles	231
9.3.1 Atouts et faiblesses	231
9.3.2 Modèle mixte : réseaux concurrents mais complémentaires	233
9.3.3 Optimisation du système : conditions et pistes d'amélioration possibles	235
Conclusion	239
Conclusion de la partie	241
CONCLUSION GENERALE	245
Mise en contexte	245
Constat général sur la performance du système	246
Enseignements sur la coexistence public / privé	247

L'apport des SMA	249
Solutions envisageables et pistes d'optimisation	250
Perspectives de recherche	253
BIBLIOGRAPHIE	257
ANNEXES	273
Annexe A : Entretien réalisé avec le sous-directeur chargé du transport urbain, DTW Mila	273
Annexe B : Entretien réalisé avec un chef de service à l'ETUSM (opérateur public)	276
Annexe C : Entretiens semi-directifs réalisés avec des opérateurs privés	279
Annexe D : Entretien réalisé avec un membre de l'assemblée populaire communale de Mila.	285
Annexe E : Questionnaire d'enquête	288
Annexe F : Extraits des procédures de lancement des modèles public, privé et mixte	291
LISTE DES ABREVIATIONS	295
LISTE DES FIGURES	297
LISTE DES GRAPHES	300
LISTE DES TABLEAUX	302
TABLE DES MATIERES	303
RESUME	309

Résumé

Face aux défis socioéconomiques et environnementaux du XXI^e siècle, l'optimisation des systèmes de transport urbain constitue une préoccupation majeure pour les autorités publiques à l'échelle mondiale.

Cette thèse qui s'inscrit dans le contexte des villes moyennes algériennes, cherche à traiter la question de la performance d'un système de transport urbain où coexistent deux services de transport collectif :

- Un réseau public institutionnel, structurellement organisé
- Un réseau privé artisanal, auto-organisé

Ce travail portant sur Mila, ville moyenne du nord-est algérien, repose sur une enquête de terrain menée auprès de 923 usagers, des entretiens avec les acteurs locaux, et une modélisation multi-agents. Son objectif est d'évaluer la performance du réseau de transport urbain de la ville et de mesurer la capacité de sa configuration mixte, conciliant des services publics et privés, à répondre aux besoins en mobilité exprimés par les habitants.

En analysant les résultats de l'enquête et des simulations, cette thèse décrypte les modes et les logiques de fonctionnement des deux composantes du système, ainsi que leurs relations de concurrence et de complémentarité, de façon à permettre une meilleure compréhension de la problématique, ouvrant la voie à des propositions d'amélioration visant l'optimisation du système et le renforcement de sa performance.

Mots clés : *Transport public, Transport artisanal, Enquêtes déplacements, Simulation multi-agents, Villes moyennes, Mila*

Abstract

In the face of the socio-economic and environmental challenges of the 21st century, the optimization of urban transport systems is a major concern for public authorities globally.

Situated within the context of Algerian medium-sized cities, this thesis aims to address the performance of an urban transport system where two forms of collective transport services coexist:

- An institutional, structurally organized public network
- An artisanal self-organized private network

Focused on Mila, a medium-sized city in northeastern Algeria, this work is grounded in a field survey involving 923 users, interviews with local stakeholders, and multi-agent modeling. Its objective is to assess the performance of the city's urban transport network and measure the capacity of its mixed configuration, reconciling public and private services, to meet the mobility needs expressed by residents.

By analyzing the survey results and the simulations, this thesis decrypts the modes and operating logics of the two components of the system, as well as their competitive and complementary relationships, aiming to provide a better understanding of the issue. This paves the way for improvement proposals aimed at optimizing the system and enhancing its performance.

Keywords : *Public transport, Paratransit, Travel surveys, Multi-agent simulations, Medium-sized cities, Mila*