



HAL
open science

Les véhicules autonomes et les visions pour l'aménagement des villes. Une comparaison internationale

Adrián Gómez Mañas

► **To cite this version:**

Adrián Gómez Mañas. Les véhicules autonomes et les visions pour l'aménagement des villes. Une comparaison internationale. Géographie. Sorbonne Université, 2023. Français. NNT : 2023SORUL136 . tel-04560796

HAL Id: tel-04560796

<https://theses.hal.science/tel-04560796>

Submitted on 26 Apr 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.



SORBONNE UNIVERSITÉ

ÉCOLE DOCTORALE VII (ED 434) GÉOGRAPHIE DE PARIS

Laboratoire de recherche Médiations

T H È S E

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ SORBONNE UNIVERSITÉ

Discipline : Aménagement, Urbanisme, Dynamique des espaces

Présentée et soutenue par :

Adrián Pablo GÓMEZ MAÑAS

le 15 décembre 2023

**Les véhicules autonomes et les visions pour
l'aménagement des villes
Une comparaison internationale**

Sous la direction de :

M. Xavier DESJARDINS – Professeur des Universités, Sorbonne Université,
Laboratoire Médiations

Membres du jury :

M. Xavier BERNIER – Professeur des Universités, Sorbonne Université, Laboratoire
Médiations, président du jury

M. Juan Pablo BOCAREJO SUESCUN – Profesor Asociado, Universidad de Los
Andes (Bogota), examinateur

Mme Frédérique HERNANDEZ – Directrice de Recherche, Université Gustave Eiffel,
Laboratoire Mécanismes d'Accidents, rapportrice

Mme Nathalie ROSEAU – Directrice de recherche, École des Ponts ParisTech, LATTs,
rapportrice

REMERCIEMENTS

Je voudrais commencer ces remerciements par Xavier Desjardins, qui a toujours su donner les conseils justes au bon moment, et dont le soutien ne s'est pas limité à la thèse. Merci Xavier.

J'ai eu la grande chance d'avoir un cadre scientifique et institutionnel accueillant et encourageant. Merci aux membres de mon comité de thèse, dont les conseils ont été précieux. Merci également aux membres de mon comité de suivi pour leur soutien. Merci à la direction des deux laboratoires que j'ai intégrés pendant ces cinq années de recherches : le disparu ENeC et l'actuel Médiations. Merci aussi à la direction de l'École Doctorale de Géographie de Paris pour le soutien que vous portez aux doctorants, avec une mention spéciale pour Candice Zaninetti. Je voudrais également remercier Louis Fernique et Arantxa Julien pour leur accueil au sein de l'Atelier Prospectif Vie Robomobile.

Cette thèse repose en grande partie sur la gentillesse des cinquante-neuf personnes qui ont accepté de m'offrir leur temps et leurs connaissances pour alimenter mes recherches. Merci sincèrement à vous, sans qui cette thèse n'aurait littéralement pas pu exister. Merci également à toutes les autres personnes qui m'ont aidé de manière altruiste au long de mes recherches : je ne peux pas toutes les nommer, ce serait trop long, mais Vanessa Nieto et Damien Arhan méritent une mention, car sans eux les séjours sur le terrain auraient été beaucoup moins utiles et beaucoup moins agréables.

Merci aux membres du jury d'avoir accepté l'invitation.

On dit souvent que faire une thèse est un travail solitaire. Dans mon cas, ce n'a pas été le cas. La thèse m'a permis de rencontrer des personnes formidables que j'admire sincèrement. Collègues doctorants, chers amis, je suis ravi et honoré d'avoir partagé cette aventure avec vous.

Merci à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont supporté pendant les cinq dernières années, ce n'a pas toujours été facile. J'ai beaucoup de chance d'avoir les amis et la famille que j'ai. Muchísimas gracias.

Merci enfin à mes parents, pour votre aide, votre soutien et vos encouragements. Merci pour votre absence d'objectivité à mon égard. Os quiero.

Table des matières

INTRODUCTION	9
1.- ÉLÉMENTS PREALABLES	13
1.1 – État de la question	13
1.2 - Définir le véhicule autonome en tant qu'objet	15
1.2.1 - Qu'est-ce qu'un véhicule autonome ?	15
1.2.2 - L'importance des termes utilisés	16
1.2.2.1 – Définition de « véhicule »	17
1.2.2.2 – Définition de « autonome »	18
1.2.2.3 - Différence entre autonome et automatisé	20
1.2.2.4 – Certains termes alternatifs utilisés	21
1.2.2.5 – Les différences linguistiques	22
1.2.3 - Véhicule Autonome, Électrique, Connecté et Partagé ?	23
1.2.4 - Les niveaux d'autonomie : l'échelle SAE	26
1.2.5 - Les chemins vers l'autonomie	28
1.2.6 - Les types de véhicule autonome selon l'usage	30
1.2.7 -Les principaux acteurs industriels	33
1.2.8 - Petit point technique : le fonctionnement	35
1.3- Méthodologie	38
1.3.1 – Des entretiens semi-directifs, la matière première de cette recherche	38
1.3.1.1 - Entretiens pour les Émirats arabes unis	40
1.3.1.2 - Entretiens pour Paris	42
1.3.1.3 - Entretiens pour Bogota	43
1.3.1.4 – Liste d'acteurs interviewés et schémas des organismes représentés	43
1.3.2 - Bibliographie : documents, conférences, nouveautés	50

1.3.3 – Le travail de terrain : Paris, Abou Dhabi, Dubaï et Bogota	51
1.3.4 - Une comparaison internationale	52
1.3.5 - La thèse dans son contexte	53
1.3.5.1 – Un cadre académique et scientifique accueillant	53
1.3.5.2 – Un conteste marqué par certains grands évènements	54
2. – DISCOURS	57
2.1 - Petite mise en garde méthodologique : discours et narratives	57
2.2 - Le discours global sur les véhicules autonomes	59
2.2.1 - Le véhicule autonome : une utopie	60
2.2.2 – La construction du discours global sur les véhicules autonomes	68
2.2.3 - Les promesses, un discours unique et global	72
1. Sécurité routière : <i>zéro accident sur la route</i>	75
2. Réduction des coûts : <i>sans chauffeur, de la mobilité pas chère</i>	84
3. Élargissement des réseaux : <i>service dans les zones peu denses</i>	95
4. Dépassement des limites géographiques : <i>vaincre la nature et ses obstacles</i>	109
5. Social : <i>mobilité pour tous</i>	119
6. Accessibilité, fluidité, vitesse : <i>aller plus vite, aller plus loin, aller partout</i>	131
7. Espace public : <i>récupérer l'espace de la voiture pour le redonner à la ville</i>	142
8. Écologie : <i>une mobilité plus propre et plus durable</i>	154
2.2.4 - Les autres sujets du discours	164
2.2.4.1 – La gestion des données	165
2.2.4.2 – L'acceptabilité sociale	166
2.2.4.3 – Le débat sur l'emploi	168

2.3 – Le discours spécifique	171
2.3.1 - Trois terrains, trois lieux, trois contextes	171
2.3.1.1 - Paris, une grande métropole européenne	172
2.3.1.2 - Abou Dhabi et Dubaï, deux nouvelles métropoles en devenir	174
2.3.1.3 – Bogota, une grande métropole dans les montagnes	176
2.3.2 - Les réponses aux entretiens	177
2.3.2.1 – Une première question unanime	178
2.3.2.2 – Des politiques publiques variées pour essayer de réguler les véhicules autonomes	180
2.3.2.3 – Gouvernance, périmètre et rôles des acteurs	188
2.3.2.4 – Blocages et moteurs pour l’adoption des véhicules autonomes	198
2.3.2.5 – Les autres questions	210
2.4 - Analyse du discours	220
2.4.1 – Petit récapitulatif comparatif des promesses	220
2.4.2 – La temporalité dans le discours	221
2.4.3 - Concurrence ou compatibilité entre modes	226
2.4.4 - Les absences du discours	232
3. - ACTIONS	237
3.1 – Le cadre réglementaire	238
3.1.1 - Six ressorts réglementaires	238
3.1.2 - Les conventions internationales et leur application	242
3.1.3 - Le cas de la métropole de Paris : la législation française	244
3.1.4 - Le cas de la métropole de Paris : stratégies et outils à différentes échelles	248
3.1.5 - Le cas des Émirats arabes unis	252
3.1.6 - Le cas de Bogota	258

3.1.7 - Quelques conclusions sur le cadre réglementaire	264
3.2 – Les expérimentations	265
3.2.1- Des expérimentations nombreuses, amplement étudiées	268
3.2.2- Le cas de Masdar City	273
3.2.3 – La recherche publique au-delà des expérimentations	279
3.2.4 – Comparaison entre les territoires et conclusions	281
3.3 – Infrastructure	287
3.3.1 – Les actions menées sur l’infrastructure	292
3.3.2 – Quelques analyses et conclusions	300
3.4 – Les jeu d’acteurs : qui fait quoi ?	302
3.4.1 – Les jeux d’acteurs autour de la mobilité	304
3.4.2 - Le financement, un rôle spécifique au sein du jeu d’acteurs	311
3.4.3 – L’humain au cœur du système décisionnel	315
3.4.4 – Comment les véhicules autonomes changeront-ils les jeux d’acteurs ?	316
3.4.4.1- Des changements déjà effectifs	316
3.4.4.2- Des transformations à venir	318
CONCLUSIONS	321
Bibliographie Utilisée	332
Annexes	347

INTRODUCTION

Courant 2010, l'entreprise étatsunienne Google annonce son intention de développer et commercialiser des véhicules capables de se déplacer en autonomie complète grâce à l'intelligence artificielle. Les effets de cette annonce ne se font pas attendre et de nombreux acteurs à travers le monde sont obligés de réagir. Les conséquences potentielles d'une telle évolution technologique touchent des questions d'ordre économiques, éthiques ou encore juridiques. Certains ont alors affirmé que cette innovation technologique serait équivalente dans sa portée au passage des véhicules de traction animale au moteur thermique (Kurman, Lipson, 2018, p. 12). Les conséquences pour les villes et les territoires ne seront pas aussi déterminantes, mais elles sont déjà importantes.

La relation entre ville et automobile, ou plus largement entre territoire et mobilité, est un sujet devenu classique et qui a fait l'objet de très nombreuses recherches et analyses (Desjardins, 2017 ; Dupuy, 2006 ; Wiel, 2005). Le véhicule autonome vient ajouter de nouveaux éléments au débat : ses caractéristiques auraient le potentiel de changer les rapports entre les deux, notamment de les rapprocher davantage.

Treize ans après l'annonce de Google, l'engouement envers les véhicules autonomes, qui a atteint son pic de popularité autour des années 2016 à 2018, s'est fortement essoufflé. Pourtant, nous avons pu observer des avancées technologiques très importantes dans ce domaine à travers le monde. Certainement pas aussi bouleversantes que les annonces futuristes du début des années 2010, mais tout de même importantes. Aujourd'hui, les véhicules n'ont pas encore été déployés : si les expérimentations sont nombreuses, aucun véhicule à autonomie complète se trouve encore sur le marché, et le déploiement généralisé de la technologie semble encore lointain – s'il finit par arriver, ce qui est encore incertain. Malgré cette absence de déploiement concret, nous constatons que les effets de la technologie sur les territoires sont déjà visibles aujourd'hui. En effet, les annonces, les discours et les avancées technologiques ont provoqué la réaction de nombreux acteurs. C'est précisément cette réaction qui va être analysée dans le cadre de cette thèse. Comment les véhicules autonomes transforment-ils les territoires avant même d'exister ? Autrement dit : comment les villes se préparent-elles à l'arrivée probable des véhicules autonomes ?

Le véhicule autonome n'est donc que l'objet de cette recherche, une manière concrète d'observer puis de comprendre comment une nouvelle technologie ou un nouvel objet urbain peut transformer un territoire et ses politiques publiques avant même d'être pleinement développé et d'exister sur le marché "dominant". La caractéristique des véhicules autonomes par rapport à d'autres exemples

d'innovations technologiques comme le *smartphone* ou organisationnelles comme les véhicules de transport avec chauffeur commandés via des applications numériques (VTC), est que l'effet d'annonce aura été particulièrement long, ce qui a laissé le temps à la réflexion et aux préparatifs. De plus, il s'agit d'un objet éminemment urbain et, en conséquence, son influence sur la ville est très directe. A contrario, des avancées technologiques comme l'arrivée d'internet ont eu des effets territoriaux majeurs, mais indirects (Mitchell, 2000).

Ces recherches reposent sur l'hypothèse suivante : Les véhicules autonomes ont déjà modifié les politiques publiques urbaines actuelles. Ainsi, l'arrivée probable des véhicules autonomes aurait un effet transformateur sur les priorités et les actions que l'on mène dans le champ des mobilités et, plus largement, sur les politiques urbaines. À partir de cette première grande hypothèse, deux autres hypothèses ont été établies :

- D'un côté, nous supposons que les études prospectives, les représentations et l'imaginaire qui se développent autour des véhicules autonomes ont une influence sur les différents acteurs-clés de la décision.

- D'autre part, nous pensons que les discours des différents acteurs territoriaux reflètent leurs positionnements et leurs stratégies. Ainsi, chaque acteur tente de faire en sorte que son discours sur les véhicules autonomes s'intègre au mieux dans ses stratégies institutionnelles, politiques ou entrepreneuriales.

La méthodologie établie, qui sera expliquée au sein du chapitre 1.3, a eu pour objectif de tester ces hypothèses, et se base donc en grande partie sur la tenue d'entretiens auprès de ces acteurs.

Comment est-ce possible qu'une simple possibilité, un discours, ait une si grande influence sur les territoires ? Ceci est dû en partie à la radicalité de ce discours. En effet, les véhicules autonomes s'accompagnent d'un discours de rupture porté par certaines très grandes entreprises. Son origine sera étudiée en détail au sein du chapitre 2.2. Selon certains discours, l'arrivée des véhicules autonomes sur les routes permettrait de faire disparaître les accidents routiers, de faire diminuer de 90% le parc automobile ou encore d'effacer les inégalités sociales face à la mobilité. La réalité sera sûrement plus nuancée, mais la révolution annoncée pourrait venir bouleverser la situation actuelle, et même les acteurs les plus sceptiques ont été obligés de s'y intéresser. Surtout, les expériences récentes ont montré que sous-estimer l'arrivée d'un nouvel objet urbain peut s'avérer problématique. Si l'exemple d'Uber et les VTC a déjà été mentionné, un autre exemple récent est celui des trottinettes électriques en libre-service. Cet objet était porteur d'une faible attention à ses débuts : il s'agit d'une trottinette "classique" à laquelle y a été ajouté un moteur électrique, similaire aux vélos mais sans l'effort physique de pédaler, une simple évolution de l'existant. De plus, leur arrivée massive dans les villes est intervenue peu de temps après l'échec des vélos électriques en libre-service. Les trottinettes électriques –parfois aussi appelées par le mot anglais *scooter*- sont donc arrivées dans les villes soudainement et sans

soulever de grandes attentes. Pourtant, les conséquences qu'elles ont eues dans la mobilité urbaine ont été bien plus importantes de ce qui avait été prévu, et leur intégration a été parfois difficile à gérer. (Rodon, Ragot-Court, Van Elslande, 2023)

Les véhicules autonomes représentent en quelque sorte le cas opposé à celui des trottinettes électriques. Dans ce cas, il y a eu une volonté évidente de la part de certains acteurs de construire un discours radical, transformateur, de rupture, pour des raisons principalement économiques. De cette manière, l'objet a attiré une forte attention, créant ainsi une attente, construisant une utopie, et également provoquant des réactions importantes de la part de nombreux acteurs économiques et aussi de nombreux acteurs territoriaux.

Cette valeur utopique des véhicules autonomes ne peut pas être négligée. À travers cet objet technologique une vision particulière du futur des territoires et des métropoles y est projetée. Il s'agit d'une vision proche de celle, déjà populaire, des *smart cities*. La fiction, à travers la littérature ou le cinéma, a également contribué à la création de l'utopie à travers de nombreuses œuvres où l'on retrouve des véhicules capables de se conduire seuls. Les utopies, comme ce sera vu dans le chapitre 2.2.1, sont un outil très puissant dans la construction du futur, car la projection d'un avenir positif et souhaitable aide à l'acceptabilité de l'objet par la population, tout en justifiant les investissements massifs qui ont été faits et continuent de se faire pour développer la technologie. C'est ce qu'a d'ailleurs exprimé Célia Izoard, dans le style cynique qui caractérise son ouvrage : "Hier, le véhicule autonome n'était qu'un rêve futuriste un peu délirant porté par Google, tellement irréaliste que, nous disait-on, c'était une perte de temps de le critiquer. Aujourd'hui, tout est lancé, il semble tout aussi futile de le critiquer puisque, de toute façon, c'est déjà là." (Izoard, 2020, p. 22)

Pour mener cette étude, une comparaison a été faite entre Paris, les Émirats arabes unis (Abou Dhabi et Dubaï), et Bogota. Les territoires ont été choisis dans l'objectif de retrouver des contextes très différents, mais communs sur certains éléments : ce sont des villes influentes, le véhicule autonome est un objet important pour de nombreuses entreprises locales, enfin, leurs services d'urbanisme ont produit des réflexions sur le sujet de la mobilité autonome. La méthode principale employée est l'entretien semi-directif auprès d'acteurs métropolitains issus de milieux divers : des décideurs des collectivités publiques, autant de la sphère politique que des techniciens, des institutions de conseil ou des experts avec un pouvoir d'influence sur les décisions, ainsi que des entreprises privées. Plus de cinquante entretiens ont été réalisés. Ce travail est accompagné et fut complété par l'écoute de conférences et la lecture de littérature scientifique, ainsi que par l'analyse de documents officiels et, enfin, d'articles de presse ou d'interventions sur des sites Internet, afin de suivre les derniers tournants d'un sujet soumis à des évolutions constantes et des changements rapides. Tout ceci sera développé et détaillé au sein du chapitre 1.3.

La présentation de la méthode se retrouve au sein de la première partie de la thèse, à côté de l'état de la question et des principales définitions des termes qui seront utilisés. L'aspect technique de l'objet étudié nous oblige à consacrer un temps à le définir et à expliquer ses caractéristiques et son fonctionnement, puisque ce sont des éléments nécessaires pour comprendre certains points de la suite.

La deuxième partie est la plus longue de la thèse, car elle est consacrée aux discours sur les véhicules autonomes. Les premiers chapitres de cette partie sont consacrés au discours global, celui qui est projeté par les entreprises, les communicants et les médias. Il a été décomposé en huit promesses distinctes. Les chapitres suivants se concentrent sur les discours des acteurs urbains, notamment ceux recueillis dans les entretiens, ainsi que leur analyse.

Enfin, la troisième partie de la thèse aborde les différentes actions déjà réalisées dans les territoires étudiés pour se préparer à l'arrivée probable des véhicules, avec une attention spécifique sur le jeu d'acteurs et son évolution potentielle.

1.- ÉLÉMENTS PRÉALABLES

Cette première partie de la thèse est consacrée à la présentation des éléments préalables, c'est-à-dire les questions qu'il est important de signaler avant d'entrer dans le corps principal de la recherche. Afin de situer la recherche dans son contexte scientifique, le premier chapitre de cette partie présente l'état de la question. Le deuxième chapitre est consacré aux définitions des principaux termes employés et notamment à l'explication de qu'est-ce qu'un "véhicule autonome". En effet, les recherches ont montré une diversité importante de concepts derrière ce terme flou. Il est donc important de comprendre la définition concrète utilisée dans cette thèse, mais également ce que les différents acteurs interviewés voulaient dire en utilisant ce terme. Quelques explications rapides sur les caractéristiques techniques et le fonctionnement de l'objet sont également nécessaires pour comprendre pleinement les discours et les actions. Enfin, le troisième chapitre de cette partie explique en détail la méthode employée pour mener ces recherches.

1.1 – État de la question

Lorsque l'on s'intéresse aux véhicules autonomes du point de vue de l'urbanisme, de l'aménagement du territoire ou de la mobilité, l'approche la plus étudiée et la plus habituelle est celle de la prospective : comment seront les villes et les territoires quand il y aura des véhicules autonomes dans nos rues ? Comment évoluera la mobilité ? Ces questions peuvent avoir des réponses très diverses, cela dépend d'où on se place ou des détails technologiques des véhicules autonomes, ainsi que du positionnement disciplinaire et le point de vue. Le sujet a été très souvent traité dans des articles, études et rapports. Deux études en particulier sont devenues des références internationales très citées à travers le monde. La première est l'étude menée par le *International Transport Forum* sur la ville de Lisbonne en 2015, et la seconde est celle sur Singapour faite au MIT en 2014. En France, ces questions ont été traitées au sein de l'Atelier Prospectif « la Vie Robomobile », co-organisé par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire et le Ministère des Transports. Cet atelier s'est constitué en tant que référence française sur le sujet des véhicules autonomes depuis sa fondation en 2017, avec notamment le financement d'études, l'organisation de plusieurs grands événements et la publication de plusieurs documents.

Dans le cadre de cette recherche, l'approche de la question est un peu différente, car il s'agit de comprendre l'impact que la promesse des VA a aujourd'hui sur nos villes et nos territoires. Pour cela, une connaissance approfondie des études précédemment cités est indispensable, car ce sont ces études qui vont marquer les

imaginaires et, en conséquence, les idées et les discours des décideurs. Les exercices de prospective ne sont pas (toujours) de la littérature de science-fiction : il s'agit de se projeter afin de comprendre les enjeux futurs et pouvoir se préparer et prendre des décisions en conséquence.

Si l'abondance de travaux de prospective est remarquable, tout aussi remarquable est la rareté des travaux cherchant à étudier les effets des VA sur les territoires aujourd'hui. En français, on peut trouver deux ouvrages publiés sur cette question (Orfeuil, Lérique, 2019 ; Missika, Musseau, 2018), ainsi que quelques articles (Orfeuil, 2018 ; Dupuy, 2020 ...). Les déclarations successives de la part des principaux constructeurs annonçant l'imminence de l'arrivée des VA a contribué au foisonnement (relatif) d'études publiés sur ces questions entre 2017 et 2019, moment de démarrage de cette thèse également. Néanmoins, quelques messages plus nuancés en 2019, comme celui du président du groupe PSA, ainsi que les premiers accidents mortels (Uber, mars 2018), puis la pandémie du COVID-19, ont provoqué un certain essoufflement de l'effet de 'mode' et le rythme de publication sur ces questions a diminué sensiblement.

Cette recherche se construit donc, dans un premier temps, sur les travaux portant sur l'objet "véhicule autonome" lui-même. Il s'agit bien-sûr des premiers travaux annonciateurs du phénomène, principalement publiés aux États-Unis autour de 2015 avec une approche souvent depuis l'ingénierie (McKinsey, 2015 ; Lipson, Kurman, 2016). Il s'agit également des travaux de prospective déjà mentionnés, surtout ceux portant sur les territoires étudiés. Enfin, il s'agit surtout des travaux francophones, mentionnés également, qui portent sur les enjeux actuels de cette technologie.

Néanmoins, une recherche en urbanisme, aménagement du territoire et mobilité ne peut pas se baser seulement sur la littérature portant sur l'objet technologique visé. Pour comprendre l'influence du dit objet sur la ville et sa mobilité, il est important de comprendre d'abord ces sujets et leur fonctionnement. Il a donc fallu constituer une base bibliographique solide portant sur le lien entre l'urbanisme et la mobilité. Il s'agit d'un sujet très ample. (Desjardins, 2017 ; Orfeuil, 2008 ; Dupuy, 1999)

L'approche méthodologique de la thèse, qui a consisté à s'entretenir avec des personnes proches de la sphère décisionnelle dans les trois territoires étudiés, nous a menés vers deux champs de connaissances vastes et importants, qui sortent du champ de la mobilité sans pour autant sortir du domaine de l'urbanisme et l'aménagement du territoire : la gouvernance et l'analyse de politiques publiques.

La gouvernance des nouvelles technologies (Haëntjens, 2018 ; Courmont, 2021 ; Sadeghian, 2015) peut s'appliquer à différentes innovations récentes et toutes peuvent

avoir un intérêt pour ma thèse, malgré un certain éloignement des questions liés à la mobilité. Cette thèse se situe aussi en continuité des réflexions qui cherchent à comprendre le rôle des pouvoirs locaux face aux états et à la mondialisation (Poupeau, 2017 ; Muller, 2015 ; Veltz, 2021). La réaction des pouvoirs publics face à la promesse des VA se fait, comme nous le verrons, de plusieurs manières, mais la mise en place de politiques publiques de mobilité a ici une importance capitale. Nous chercherons donc à comprendre la manière dont les politiques publiques se construisent autour d'un discours et nous chercherons à les analyser (Bocarejo, 2008).

Il s'agit ici des principaux champs disciplinaires dans lesquels cette thèse s'inscrit. Bien évidemment, d'autres sujets seront abordés de manière plus tangentielle et ont également fait objet de lectures, qu'il s'agisse d'une littérature visant à comprendre plus en profondeur les territoires étudiés (Tétart, 2017 ; Ibrahim, 2020 ; Martínez, 2016 ; Salazar, 2013 ; Blanquer, 2017) ou alors des thématiques évoquées lors des entretiens (développement durable, économie, genre, logistique, etc.).

1.2 - Définir le véhicule autonome en tant qu'objet

Avant d'entrer dans le détail des recherches, il est essentiel de comprendre l'objet sur lequel porte cette thèse : le véhicule autonome. Dans un premier temps, on se concentrera sur l'expression 'véhicule autonome' et les autres termes généralement utilisés pour faire référence à cet objet. Il s'agit d'une expression très vague, qui peut faire référence à une grande diversité d'objets. De plus, les différents acteurs interviewés ne pensent pas tous à la même chose lorsqu'ils utilisent ce terme, d'autant que la recherche a été réalisée en trois langues différentes, chacune de ces langues ayant ses particularités et ses nuances. Les premières sous-parties de ce chapitre porteront sur les aspects linguistiques et conceptuels.

La suite du chapitre se concentrera sur l'objet véhicule autonome en lui-même : quelles sont ses caractéristiques techniques principales, ainsi que son fonctionnement. L'approche technique sera brève et simple, car ce n'est pas une thèse en ingénierie, cependant, comprendre quelques bases sur l'objet et son fonctionnement est nécessaire pour comprendre certains discours et certaines actions.

1.2.1 - Qu'est-ce qu'un véhicule autonome ?

Comme vu ci-dessus, l'expression 'véhicule autonome' embrasse une grande diversité d'objets et de concepts, et les différents acteurs interviewés et sources bibliographiques étudiées l'emploient de différentes manières. Face à cela, et dans le cadre de cette thèse, il est important d'avoir une définition claire et unique. Lorsqu'un acteur ou une source bibliographique utilisera des nuances qui échappent à cette

définition, nous le mentionnerons, mais dans le reste du texte les véhicules autonomes seront définis de la manière suivante :

Véhicule dont une partie importante voire la totalité des décisions de conduite en temps réel sont prises par une machine et non pas par un humain.

Expliquons maintenant cette définition. Premièrement, si l'on parle de "décisions de conduite", ceci est parce que les véhicules prennent de plus en plus de décisions qui ne sont pas liées à la conduite mais à des questions comme la mécanique, la commodité ou encore la sécurité (au-delà de la sécurité routière).

Deuxièmement, la définition explicite "une partie importante voire la totalité" des décisions pour exclure les véhicules avec des aides à la conduite avancées. Si l'on se tient à l'échelle d'autonomie établie par la SAE, qui sera expliquée dans le chapitre 1.2.4, il s'agirait de véhicules correspondants aux niveaux d'autonomie 4 ou 5, mais non pas ceux en-dessous.

Troisièmement, si la définition précise que les décisions de conduite sont prises "en temps réel" c'est pour exclure les véhicules automatisés, où les décisions ont été prises à l'avance par des programmeurs informatiques et le véhicule n'a pas la capacité de réagir à des stimuli en cours de conduite. Comme nous le verrons dans le chapitre dédié, la frontière entre un véhicule autonome et un véhicule automatisé est très fine quand on atteint des niveaux de complexité élevés. Cependant, dans le cadre de cette définition il est convenu que pour qu'un véhicule soit considéré autonome les décisions doivent être prises en temps réel.

Enfin, la définition énonce que les décisions sont prises "par une machine et non pas par un humain", autrement dit, les décisions sont prises par un ordinateur. Généralement on considère que les véhicules autonomes sont gérés par de l'intelligence artificielle, mais la définition d'intelligence artificielle est également complexe et débattue, et celle-ci échappe au sujet central de cette thèse.

Une brève mise en garde est nécessaire : dans le cadre de cette thèse, ce qui caractérise un véhicule autonome est bien la modalité de prise de décisions, et non pas d'autres éléments comme la motorisation, l'usage ou des technologies liées au confort, à la communication ou à la mécanique du véhicule.

1.2.2 -L'importance des termes utilisés

La définition des termes utilisés, exercice habituel dans une thèse, prend une importance particulière ici en raison de l'indétermination et de la confusion qui existent autour du véhicule autonome dans sa définition elle-même. Comme nous le verrons par la suite, dans les différents contextes étudiés on donne des définitions

différentes et on utilise des termes différents, ce qui a des conséquences directes dans les discours, les politiques publiques et les actions menées.

1.2.2.1 - Définition de "véhicule"

Le mot "véhicule" vient du latin *vehiculum*, mot qui se divise à son tour entre la racine *vehere*, qui veut dire transporter, porter, et le suffixe *-culum*, qui implique un outil. Un véhicule, étymologiquement, est donc un outil qui sert à porter ou à transporter. Cette définition étymologique coïncide avec celle donnée par le dictionnaire Larousse qui, sommaire, parle juste de "Tout moyen de transport" (www.larousse.fr). Le Larousse, néanmoins, ajoute une deuxième définition, liée au véhicule en tant qu'outils de transmission, un vecteur (mot dont la racine étymologique est la même que pour "véhicule"). Il semble nécessaire d'apporter une deuxième définition : celle du terme "transporter" ou "transport". Ici, l'étymologie est simple : le préfix "trans-" implique le passage d'un lieu à un autre (comme dans transférer ou transformer) s'applique à la racine "porter". Il s'agit donc, encore d'après les mots du Larousse, de "faire passer, amener quelqu'un ou quelque chose d'un lieu à un autre" (www.larousse.fr), où l'on retrouve en effet cette notion de déplacement entre deux lieux distincts.

Il est important de donner une définition pour le mot "véhicule" parce que, même si la plupart des controverses tournent autour de l'autonomie, il peut aussi exister un flou autour de cette notion. Ceci est d'autant plus vrai quand on s'intéresse au futur et aux nouvelles mobilités.

Lorsque l'on définit quelque chose, on décide d'une limite entre ce qui *est* et ce qui *n'est pas*. Or, cette limite est parfois difficile à tracer. Par exemple, quelle est la différence entre des rollers et des chaussures normales pour dire que les unes sont un "véhicule" et les deuxièmes non ? Ou, si l'on considère que les rollers ne sont pas un véhicule, pourquoi une trottinette le serait-elle ? Dans tous ces cas il s'agit d'objets qui aident au transport de la personne qui les porte. Un autre exemple serait celui d'un drone utilisé par une entreprise de livraison pour transporter des colis est généralement considéré comme un véhicule. Cependant, un drone privé utilisé par un particulier pour prendre des belles photos, qui n'a pas la capacité de transporter quoi que ce soit, est-il un véhicule ? Une voiture de Formule 1, pilotée par un humain mais conçue exclusivement pour faire des tours dans un circuit fermé, peut-on dire qu'il s'agit d'un véhicule ? est-elle en train de *transporter* réellement la personne qui la pilote, vu qu'il ne se déplace pas réellement d'un lieu à un autre ? Un camion nettoyeur, dont l'utilité n'est pas le transport mais le nettoyage des rues, est-ce vraiment un véhicule ? Et si ce même camion devenait autonome et n'avait personne à l'intérieur ? On peut aller encore plus loin : une application de GPS comme Google

Maps ou Waze est un outil qui sert à faciliter le déplacement d'une personne entre deux lieux, pourquoi ne parlerait-on pas de véhicule ?

Si l'on pense aux mobilités du futur, ce flou est d'autant plus grand puisque, souvent, ce ne sont que des hypothèses, des technologies en développement dont on ne connaît pas encore toutes les possibilités futures, voire même des utopies très vagues. Où est-ce que l'on va tracer la limite ?

Dans le langage courant on retrouve parfois l'expression "voiture autonome" au lieu de "véhicule", ainsi que "*car*" quand on parle en anglais ou encore "*coche*" ou "*carro*" si la conversation est en espagnol. Tous ces mots font populairement référence à des véhicules de quatre roues destinés aux transports privés de passagers, une définition bien plus restreinte que le mot "véhicule" puisqu'elle exclut les motos, vélos, camions, autobus, ou tout autre engin voué au transport de marchandises, trop grand ou trop petit. Il est curieux de constater que cette restriction dans le sens employé ne correspond pas, dans ce cas de figure, à son étymologie, puisque l'étymologie du mot "voiture" est exactement la même que celle du mot "véhicule", et les trois mots étrangers font référence respectivement à l'action de courir, l'idée de vitesse ("*car*", "*carro*"), et à un type concret de calèche hongroise à traction animale ("*coche*"). Néanmoins, le sens que l'on donne généralement à ces mots du langage courant est tout de même trop restrictif par rapport au sens que l'on cherche à développer dans le cadre de cette recherche et, en conséquence, on utilisera sauf exception le terme "véhicule autonome".

1.2.2.2 - Définition de "autonome"

Si la définition de "véhicule" a des contours parfois pas très clairs, la notion d'autonomie se heurte à des questions philosophiques anciennes et très complexes. Étymologiquement, le mot vient directement du grec par l'addition de la racine *autos*, par soi-même, et *nomos*, règle, loi, qui à son tour vient du verbe *nemo*, gouverner, distribuer. Autrement dit, comme le résume le dictionnaire Larousse : "qui se gouverne par ses propres lois" (www.larousse.fr).

L'adjectif "autonome" des nombreuses acceptions et des nombreux usages en fonction du contexte et de nom auquel est appliqué (un territoire, un organisme, un travailleur, etc.). Le dictionnaire Larousse ne considère pas, dans les définitions ou expressions données, les "véhicules autonomes", en revanche, la définition la plus proche du sujet qui nous occupe est la 3 : "Se dit de quelqu'un qui a une certaine indépendance, qui est capable d'agir sans avoir recours à autrui". La question qui se pose cependant est celle de l'indépendance, par rapport à qui ou à quoi ? La notion d'indépendance, contrairement à celle d'autonomie, se définit en négation à une dépendance (in-dépendance), et en conséquence il y a forcément un système

référentiel en fonction duquel on saura notre degré de dépendance ou pas. Mais la définition originale, étymologique, du mot "autonome" ne marque pas de référentiel externe à elle-même : qui se gouverne soi-même, par ses propres lois.

Ce serait trop s'éloigner du sujet que se demander si l'autonomie complète peut vraiment exister. Regardons cependant ce que cela peut vouloir dire si l'on applique le concept à un "véhicule".

Si l'on prend en compte la définition 3 du dictionnaire Larousse, celle qui fait référence à l'indépendance du sujet par rapport à autrui, l'autonomie complète d'un véhicule serait impossible : il aura toujours besoin d'une infrastructure routière minimale, d'énergie (électrique, thermique ou autre) et même, si on pousse l'idée, de quelqu'un qui le fabrique, qui en soit propriétaire, qui lui dise quoi faire. Selon les spécificités techniques que nous verrons plus loin (voir 1.2.9), il aura également besoin, à minima, d'une cartographie détaillée et d'une connectivité forte. On peut donc en déduire que ce qu'on appelle un "véhicule autonome", selon cette définition de l'autonomie, n'est pas du tout autonome, mais plutôt l'inverse, donc "hétéronome".

La définition étymologique du mot s'adapte un peu mieux, sans être parfaite pour autant, au concept de véhicule autonome tel qu'il est employé par les différents acteurs impliqués dans le milieu -et par ceux interviewés par cette recherche. Un véhicule donc qui se gouverne soi-même, selon ses propres lois (définition d'ailleurs qui rappelle fortement l'expression anglaise *self-driving*, souvent employée, dont nous parlerons un peu plus loin, voir 1.2.2.3). Les véhicules ne pourront pas être autonomes non plus d'après cette définition, car ils vont toujours recevoir une programmation externe et devront suivre le code de la route et tout un ensemble de réglementations supplémentaires. En plus, en tant qu'outils, ils devront répondre à des volontés extérieures de la part des usagers.

Il serait possible également d'envisager une définition du terme "autonome" au sens d'une supposée indépendance vis-à-vis des forces économiques et politiques externes, face auxquelles la machine serait insensible. Il s'agit ici d'une application à la technologie des véhicules autonomes de l'utopie technologiste de la *smart city* (voir chapitre 2.2.1), où l'autogestion complète de la ville grâce aux intelligences artificielles permettrait d'éviter des conflits d'intérêts d'ordre économique ou politique. Cependant, comme le rappelle Éric Sadin dans son ouvrage *L'intelligence artificielle ou l'enjeu du siècle*, "le terme « autonome » est inapproprié et trompeur, car le véhicule est piloté par l'industrie de la donnée et de l'intelligence artificielle [...]. L'automatisation, ce n'est pas seulement l'évacuation progressive de l'humain dans la réalisation de ses tâches, ce sont des présences, des fantômes, qui nous environnent, nous entourent, nous hantent." (Sadin, 2021, p. 206) Il ne s'agirait donc pas de l'effacement des conflits d'intérêts humains, mais plutôt d'une translation vers

d'autres types d'intérêts d'ordre plutôt commercial, portés par les entreprises chargées de la programmation et la gestion des véhicules.

Il y aurait peut-être une dernière acception du mot "autonome" qui pourrait fonctionner : un véhicule qui se gouverne soi-même dans le sens où il se *conduit* soi-même, donc qui ne nécessite pas de conducteur. Cependant, même cette définition très restreinte a des limites quand on la confronte à la réalité et l'on voit que, dans une grande partie des cas techniquement envisagés, il y aurait tout de même une présence humaine, soit partiellement (dans le cas des ADAS, voir 1.2.5), soit à l'extérieur du véhicule dans la figure d'un opérateur (cas des robotaxis ou des navettes, voir 1.2.6).

Alors pourquoi utiliser ce terme ? Il a le mérite de décrire assez justement non pas la réalité vers laquelle on se dirige -probablement-, mais l'utopie de laquelle l'on vient. Cette utopie de science-fiction est relayée par des nombreux films où des voitures qui se conduisent seules circulent librement, massivement, sans besoin apparent d'autre chose que sa propre technologie embarquée. L'un des exemples les plus parlants que l'on retrouve dans la culture populaire est la série étatsunienne des années 1980 '*K 2000*' ('*Knight Rider*' pour son titre originel). Ainsi, quand Google annonce le développement d'une voiture qui ne nécessite pas de conducteur, on cherche à se rapprocher de cette image populaire de la science-fiction. Il est difficile de savoir s'il s'agit juste d'une stratégie de communication, en s'appuyant sur une image qui parle au plus grand nombre, ou d'un vrai objectif de recherche technologique.

1.2.2.3 - Différence entre autonome et automatisé

La différence entre les notions d'autonome et d'automatisé est la temporalité dans la prise de décisions, et l'origine de la même. Un véhicule automatisé (comme un métro automatique, par exemple) a été programmé à l'avance pour agir d'une certaine manière et avoir un certain 'comportement'. On peut programmer des variables très complexes : s'il est à un tel endroit et qu'il reçoit une information concrète (par exemple un objet sur la route) il doit réagir d'une manière concrète (par exemple s'arrêter jusqu'à que l'objet parte, ou alors le contourner). Dans ce cas, la prise de décisions est humaine et différée. Un véhicule autonome est censé pouvoir prendre ses propres décisions tout seul en temps réel : par exemple, en cas d'obstacle il peut évaluer le problème et prendre une décision. Évidemment, la limite entre ces deux manières d'agir est beaucoup plus floue de ce que l'on pense, de telle sorte que dans les textes on retrouve parfois les deux termes faisant référence au même objet.

Ainsi, beaucoup des véhicules aujourd'hui dits "autonomes" ont tout simplement un niveau d'automatisation très complexe, qui prend en compte un grand nombre de variables, faisant en sorte que le véhicule semble être autonome. Au contraire, un véhicule réellement autonome, géré par une intelligence artificielle, aura malgré tout

un très grand nombre d'actions programmées, et le véhicule prendrait tout seul les décisions seulement quand le problème à résoudre ne serait pas déjà inscrit sur sa programmation de base. Ceci permettrait par exemple de programmer dans le véhicule le code de la route. De cette manière, si le véhicule autonome constate la présence d'un panneau 'stop', il s'arrêtera automatiquement, sans avoir à prendre une décision, puisque cette information aura été intégrée dans sa base de données.

Ce mélange technologique permet un développement des VA plus rapide, car aujourd'hui l'une des barrières technologiques rencontrées par cet objet, bien que la recherche avance très vite dans ce domaine, est justement la capacité des ordinateurs embarqués à traiter une si grande quantité d'information, de l'analyser, de la comprendre et puis d'y donner une réponse, tout cela en quelques millièmes de seconde, car un retard pourrait être fatal. De cette manière, l'automatisation de certaines fonctions permettrait au véhicule de réagir directement d'une certaine manière dès la réception de l'information, sans passer par les différentes étapes.

1.2.2.4 – Certains termes alternatifs utilisés

Au sein de la littérature utilisée dans cette recherche, on trouve majoritairement le terme 'véhicule autonome'. Il est également courant, comme vu précédemment, l'usage du terme 'voiture autonome', ainsi que les plus génériques 'mobilité autonome' ou 'transport autonome'. Ces deux derniers concepts, 'mobilité' et 'transport', sont des concepts très habituels et connus, mais il n'est pas inutile de revenir sur une définition simple de chacun d'entre eux :

Dans le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, la mobilité pourrait être définie comme "l'ensemble des déplacements effectués comme conséquence de l'exécution d'un programme d'activités impliquant une diversité de lieux." (Beaucire, Desjardins, 2015, p. 93). Quant aux transports, on pourrait affirmer qu'ils sont "l'ensemble des moyens de la mobilité" (Bernier, 2023, p. 12).

Cependant, on trouve également des nombreux autres termes pour faire référence à ces objets technologiques. Chacun d'entre eux a ses particularités et ses nuances. Dans ce chapitre seront présentés les principaux.

-**Robot.** Robotaxi, pour les véhicules autonomes à la demande, robots livreurs, pour les VA de logistique urbaine de petite taille ou robomobilité, générique employé notamment par le Ministère des Transport français dans son Atelier prospectif pour la Vie Robomobile, sont les termes les plus employés à partir du mot *robot*. Ce mot surgit en 1920, inventé par l'écrivain tchèque Karel Capek dans le cadre d'une pièce de théâtre intitulée *R.U.R. (Robots Universels de Rossum)* (Shiller, 2020, p. 282). Le mot *robot*, qui a été repris dans les différentes langues sans transformation, dérive du mot tchèque *robota* (travaux forcés), dont la racine slave se retrouve dans différentes

langues toujours accompagnée des idées de travail et de soumission. Déjà dans la pièce de théâtre de Capek, ce terme faisait référence à des machines qui faisaient le travail des humains, jusqu'à les remplacer totalement. Depuis, le concept de robot et ses dérivés "robotique" ou "robotiser" impliquent le remplacement de fonctions humaines par une machine, ce qui correspond très bien aux VA. Cependant, le terme *robot* a été très fortement utilisé dans la littérature et le cinéma de science-fiction, ayant pris des connotations importantes et véhiculant des images concrètes, comme l'utilisation d'une intelligence artificielle (ce qui reviendrait au problème autonome / automatique) ou la forme humanoïde.

-Sans conducteur. Cette expression a le mérite d'être beaucoup plus concrète dans sa définition : un V sans conducteur est celui... où il n'y a pas de conducteur (sous-entendu humain). Cependant, cette expression, qui simplifierait fortement les choses, a deux inconvénients importants qui font que son usage n'est pas habituel. D'un côté, elle manque du charme de l'innovation et du futurisme, contrairement aux autres expressions. Mais surtout, elle est trop large : elle inclut tous les véhicules où il n'y a pas de conducteur humain, c'est-à-dire aussi les véhicules automatisés comme les métros automatiques. En France, on préfère ne pas les inclure, ce qui n'est pas le cas dans d'autres territoires, comme on verra plus tard.

-Intelligence. L'expression *mobilité intelligente* est un élargissement vers la mobilité de la notion de *smart* anglaise, qui a été traduite comme *intelligent* au français. Cette notion peut s'appliquer à des nombreux éléments : une ville, un territoire, etc. Globalement, on dit que quelque chose est "intelligent" (dans ce sens très concret) quand son fonctionnement a été amélioré grâce à la technologie. Dans les mots de Jean Haëntjens, "La *smart city* promet de tout résoudre grâce à la technique. Cette conviction 'technosolutionniste' a été explicitement affirmée par les entreprises venant du monde de l'informatique qui ont lancé le concept de *smart city*." (Haëntjens, 2018, p. 31) Néanmoins, il s'agit d'une notion complexe, très discutée et dont on a beaucoup écrit, qui s'inscrit très clairement dans une certaine manière de regarder le monde, dans une utopie technologiste que l'on pourrait situer en continuité du mouvement moderne dans sa croyance au progrès (voir chapitre 2.2.1). Quand elle s'applique à la mobilité, cette notion de *smart* fait plutôt référence au système dans son ensemble, et non pas seulement aux véhicules autonomes. Elle inclut forcément de la connectivité, du MaaS ou des systèmes de gestion, et non seulement les véhicules. Cependant, quand on parle VA on va souvent utiliser le terme "mobilité intelligente" comme un générique où les VA sont inclus, alors que l'inverse n'est pas toujours vrai.

1.2.2.5 – Les différences linguistiques

Cette thèse est rédigée en français, mais deux autres langues ont souvent été utilisées lors des entretiens et dans la bibliographie : l'anglais et l'espagnol. C'est pourquoi il est très important de comprendre les termes utilisés dans ces deux langues pour faire référence aux véhicules autonomes, ainsi que les nuances apportées.

Le choix d'utiliser "véhicule autonome" comme terme principal dans le cadre de la thèse est dû également au plurilinguisme de l'étude, car il existe aussi dans les deux autres langues : *autonomous vehicle* et *vehículo autónomo* sont des termes existants et utilisés. En plus, leur sens est le même qu'en français, puisque le français et l'espagnol ont importé le terme depuis l'anglais sans changer le sens qu'on y donne. Cependant, comme en français, ce ne sont pas les seuls termes employés. On retrouve également les notions de "sans conducteur" (*driverless, unmanned, sin conductor*) ou de "intelligent" (*smart, inteligente*). Il y a néanmoins un terme qui propose des différences significatives, celui de *self-driving*.

Self-driving. "Qui se conduit soi-même". Ceci va au-delà du "sans conducteur", puisque là il s'agit d'un véhicule capable de se conduire tout seul, donc équipé d'une technologie qui le permette. Cependant, cette expression reste plus large que celle de "véhicule autonome", puisque les véhicules automatisés sont aussi des "self-driving vehicles". C'est ainsi que la *Dubai Self-Driving Transport Strategy*, par exemple, l'entend, étant donné qu'ils incluent dans leurs calculs et objectifs leur métro automatique, en plus en tant que moyen de transport principal, central dans une stratégie qui se base en grande partie dans le rabattement vers le métro. Certains traducteurs ont interprété cette expression anglaise en français comme "véhicule autopiloté" : c'est le cas par exemple dans l'ouvrage *Les voitures autonomes*, écrit par Hod Lipson et Melba Kurman (dont le titre d'origine est, d'ailleurs, *Driverless*). Néanmoins, le terme "autopiloté" n'apparaît que très rarement dans le discours francophone, à l'écrit comme à l'oral.

1.2.3 - Un véhicule Autonome, Électrique, Connecté et Partagé ?

La notion de 'véhicule autonome' est très souvent associée aux notions de véhicule électrique (VE), connecté et partagé. En anglais, par exemple, on parle souvent de CAV ou CEAV, pour "*Connected, Electric and Autonomous Vehicles*", expression très courante par exemple dans le *Dubai World Congress for Self-Driving Transport*. Un autre exemple de cette association se trouve dans un article publié par Jean-Pierre Orfeuill en 2018, au début duquel l'auteur fait un avertissement où il indique : "On se place ici dans un contexte hypothétique où [...] le véhicule est donc un véhicule électrique, connecté et autonome, qu'on appellera véhicule autonome dans la suite." (Orfeuill, 2018, p. 1) Le fait d'assumer que ces véhicules seront partagés n'est pas un phénomène aussi courant que pour les côtés électrique et connecté, mais est aussi régulièrement présent dans les discours.

Dans le cadre de cette thèse, néanmoins, cette association n'aura pas lieu. L'objectif est de se concentrer exclusivement sur l'aspect autonome, puisque l'on considère que mélanger ces quatre termes peut donner lieu à des amalgames et peut porter à confusion. On trouve ainsi régulièrement des exemples, que l'on étudiera, où le discours sur les véhicules autonomes inclue sans avertir des aspects liés aux autres termes, donnant ainsi des qualités à l'autonomie des véhicules qui ne lui correspondent pas. Si les quatre termes apparaissent souvent ensemble, de manière explicite ou implicite, les trois cas sont différents. Ici, on étudiera la raison de ces mélanges.

Le fait que les véhicules soient connectés est une nécessité technique. Aujourd'hui, la grande majorité des experts sont d'accord par rapport à la nécessité des véhicules d'un minimum de connectivité. Néanmoins, la différence se fait quant au type de connectivité, la technologie utilisée pour cela et la nécessité ou non d'une connectivité permanente. Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche en parlent dans leur ouvrage *Piloter le véhicule autonome au service de la ville* : "les véhicules autonomes doivent être connectés pour pouvoir recevoir les mises à jour de l'intelligence embarquée. Mais le débat n'est pas clos sur l'utilité de la connexion en cours de circulation. Waymo fait circuler des véhicules où toute l'intelligence est à bord, d'autres constructeurs ou équipementiers attendent beaucoup de la 5G pour la communication entre véhicules et entre véhicules et infrastructures. En outre, certains envisagent des phases transitoires où le véhicule n'a pas de conducteur mais où ils circulent supervisés par un opérateur humain dans un poste fixe... Enfin, si l'on souhaite distribuer de la publicité à bord, ou des films, la connexion est utile." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 47) Ce sujet sera vu plus en détail dans le chapitre 1.2.9. Cette introduction servira cependant à expliquer que le fait d'ajouter la notion de "connecté" au terme "véhicule autonome" répond principalement à une nécessité technique aujourd'hui perçue comme évidente, et qu'il s'agit donc d'un ajout cohérent. Pourtant, le terme ne sera pas souvent employé dans le cadre de cette thèse : oui, les véhicules autonomes auront un besoin de connectivité pour fonctionner, et ce sera pris en compte dans les recherches et les réflexions, mais cela sera pris en compte au même titre que les autres particularités techniques décrites dans le chapitre 1.2.9.

L'électrification ou non des véhicules autonomes est une question bien distincte, car il ne s'agit pas d'un besoin technique. En effet, la technologie utilisée dans la conduite du véhicule et l'énergie utilisée pour l'alimenter sont deux paramètres différents. Pour preuve, on peut actuellement observer le développement de certaines technologies d'autonomie partielle comme les aides à la conduite ou le *platooning* au sein de véhicules thermiques. C'est à nouveau Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche qui expliquent ce point très clairement : "les véhicules thermiques peuvent être rendus autonomes, et les essais de plusieurs entreprises se font avec ce type de machines. Mais le véhicule électrique est plus simple à piloter. En outre, dès lors qu'il est

autonome, il est censé pouvoir aller se recharger tout seul, pendant que son propriétaire vaque à des tâches plus intéressantes. Enfin, on peut penser que les révolutions ne se font pas à moitié, et qu'un véhicule en phase avec les attentes de l'époque évitera de polluer sur son passage et reportera les problèmes de CO₂ sur les producteurs d'électricité." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 47-48) Le dernier point évoqué par Orfeuil et Leriche est celui qui prend le plus d'importance dans les discours, comme ce sera vu en détail dans le chapitre 2.2.3, au sein de la promesse 8 : il existe un intérêt commercial évident à associer l'autonomie des véhicules à l'électrique, dans le but de donner une image de véhicule propre et écologique. Cependant, les deux technologies sont indépendantes : un véhicule autonome *peut* ne pas être électrique, et vice-versa.

Le sujet concernant le partage des véhicules autonomes est encore différent, car autant la connectivité que l'électricité sont des questions purement techniques : les véhicules pourraient changer plus ou moins techniquement, mais cela n'engendrerait pas nécessairement des différences dans l'usage. Cependant, que les véhicules soient partagés ou pas est une question relative à leur usage, et non pas une question technique. Or, l'autonomie des véhicules est une technologie, et cette technologie ne suppose aucune injonction sur l'usage. Ceci est clairement visible lorsque l'on observe les avancées faites par les différents acteurs industriels qui travaillent sur les véhicules autonomes (qui seront introduits dans le chapitre 1.2.8), et dont certains travaillent sur des véhicules autonomes individuels privés dans une continuité parfaite des voitures individuelles actuelles en ce qui concerne l'usage. Pourquoi donc assumer que les véhicules autonomes seront partagés, alors que les annonces mêmes des industriels démentent l'idée ? En réalité il s'agit plus d'une vision politique, voire d'un souhait, que d'une réelle confusion. Le partage des véhicules (autopartage) et le partage des trajets (covoiturage) sont des projets politiques importants, qui ont pris une place prépondérante notamment au sein de la loi LOM (loi d'orientation des mobilités) de 2019¹. Cela se reflète logiquement dans les discours sur les véhicules autonomes, notamment quand on pense à la possibilité de ces véhicules de rouler à vide. C'est ainsi que Laurent Calvalido (Cabinet de la Présidente de la Région Île-de-France Valérie Pécresse), par exemple, affirme dans son entretien que "le véhicule autonome n'a du sens que s'il est partagé". D'autres acteurs, comme par exemple Dany Nguyen Luong (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région Île-de-France, aujourd'hui Institut Paris-Région), remarquent l'intérêt potentiel de mettre en place des politiques de promotion des véhicules autonomes partagés, mais non pas en raison du côté autonome mais bien en raison du côté partagé.

¹ Ceci a été entendu lors de la quatrième édition des journées sur *La mobilité dans les villes européennes*, co-organisées par le Cerema et le CNFPT, et qui ont eu lieu à Strasbourg du 28 au 30 novembre 2018 avec le titre *Quelle place pour les services partagés dans l'offre urbaine de mobilité ?*

Ce sont pour ces raisons qu'au sein de cette thèse il a été décidé de dissocier ces concepts : il s'agira ici de véhicules autonomes, indépendamment de leurs caractéristiques techniques, de l'énergie utilisée et des usages potentiels. Ces sujets dissociés seront bien évidemment traités, car ils ont une grande importance dans les discours autour des véhicules autonomes, mais ne seront traités, dans la mesure du possible, que de manière indépendante et réfléchie, sans mélanger les concepts et en séparant les caractéristiques et conséquences de chacun d'entre eux.

1.2.4 - Les niveaux d'autonomie : l'échelle SAE

Depuis que le concept de "véhicule autonome" s'est popularisé, suite à l'annonce faite par Google en 2010, plusieurs organismes et auteurs se sont attelés à établir une classification de l'autonomie des véhicules. L'objectif était de distinguer les différents types de véhicules autonomes en fonction de critères différents. Des nombreuses échelles ont alors été créées, mais aujourd'hui l'une d'entre elles a très clairement pris le dessus : il s'agit de celle mise en place par la SAE International (Society of Automotive Engineers) en 2014. La majorité des discours que l'on trouve actuellement, à l'écrit comme à l'oral, ont totalement intégré cette échelle d'autonomie jusqu'au point de, parfois, parler du niveau d'autonomie sans donner l'échelle à laquelle le dit niveau fait référence.

Connaître le contexte de cette échelle aide à la comprendre. Elle a été établie par la société d'ingénieurs de l'automobile, société internationale créée aux États-Unis en début du XX^{ème} siècle. D'un côté, le fait que ce soit une société d'ingénieurs explique le fait que ce soit une échelle basée exclusivement sur des critères techniques. D'un autre côté, le fait que ce soit une société d'ingénieurs de l'automobile explique le fait que ce soit une échelle qui correspond très bien à une conception du véhicule autonome tel qu'il est développé par les industries automobiles traditionnelles, c'est-à-dire selon un développement progressif, avec des aides à la conduite de plus en plus avancées jusqu'à inverser les rôles et que ce soit l'humain qui aide à la conduite du robot. Cependant, cette échelle ne correspond pas bien aux véhicules développés par les autres acteurs qui seront présentés au sein du chapitre 1.2.7.

Ainsi, l'échelle se base sur l'implication de la machine dans la prise de décisions de conduite, depuis un niveau 0 où la machine ne prend aucune décision et le conducteur s'occupe de la conduite à 100%, jusqu'à un niveau 5 où la machine prend toutes les décisions toujours et en toute circonstance et l'humain n'accompli aucun rôle dans la conduite.

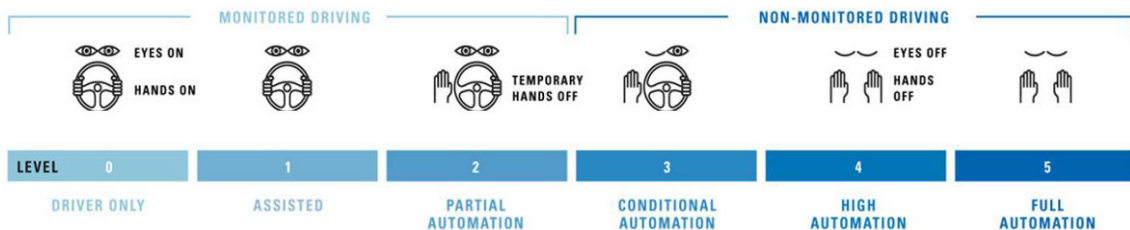
-Le niveau 1 correspond à une assistance légère de la machine, qui facilite la conduite sans enlever au conducteur la charge de la conduite. Il s'agit de technologies déjà existantes et relativement communes comme le maintien automatique de la vitesse ou la détection automatique d'obstacles.

-Le niveau 2 correspond à une assistance de la machine plus importante, mais qui n'enlève toujours pas la charge de la conduite au conducteur. Il s'agit de technologies d'aide à la conduite plus avancées qui permettent d'enlever totalement les mains du volant par moments, tout en gardant l'attention sur la conduite, comme par exemple des véhicules capables de se maintenir sur sa voie en autoroute et en même temps de garder la vitesse. Le niveau 2 existe aussi déjà sur le marché, mais seulement dans des véhicules de gammes hautes.

-Le niveau 3 est le premier à permettre au conducteur de dévier l'attention de la conduite, mais seulement dans des circonstances très concrètes et en étant prêt à reprendre le volant en tout moment. Tesla a été la première entreprise à commercialiser des véhicules de niveau 3, qui restent cependant interdits dans la plupart des pays.

-Un véhicule avec un niveau 4 d'autonomie serait capable d'être totalement autonome dans la conduite mais pas en toute circonstance, ce qui veut dire que sous certaines conditions le véhicule ne pourrait pas circuler et s'arrêterait (seul) pour laisser le volant à un conducteur.

-Enfin, le niveau 5 d'autonomie correspondrait à un véhicule capable de circuler en autonomie complète en toute circonstance. (Kurman, Lipson, 2018, p. 354-355)

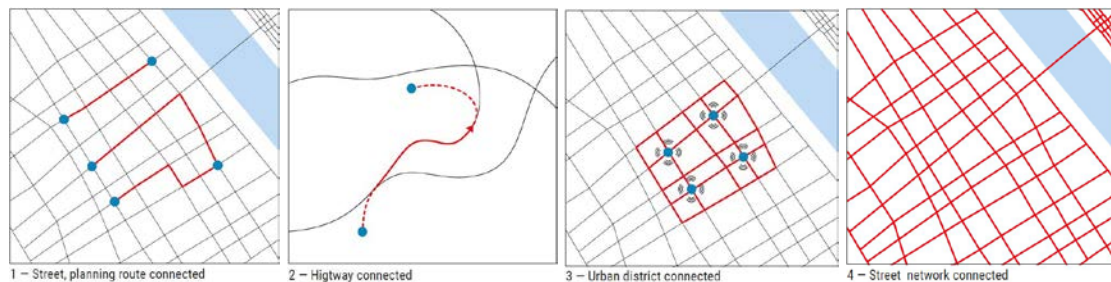


Les six niveaux d'autonomie selon l'échelle SAE. Source : RTA, 2017

Cependant, cette échelle oublie des critères qui se sont avérés essentiels lorsque l'on s'éloigne des véhicules autonomes de type véhicule individuel privé avec des aides à la conduite, c'est-à-dire ceux commercialisés par les industriels automobiles traditionnels. Il s'agit, par exemple, du niveau de complexité de son environnement de conduite. Un valet de parking autonome, par exemple, pourrait être considéré de niveau 4 alors qu'il est très simple. D'autres critères oubliés par l'échelle SAE sont les besoins en adaptation de l'infrastructure, le type d'insertion dans les réseaux existants (depuis le robot livreur utilisant le trottoir jusqu'aux camions autonomes de longue distance) voire, tout simplement, l'usage (navettes, robotaxis, livraison urbaine, etc.). L'échelle SAE a des limites évidentes et est en conséquence souvent critiquée. Cependant, son importance dans les discours oblige à la présenter et la connaître.

Si l'échelle SAE est aujourd'hui la seule utilisée par la grande majorité des sources, elle n'est pas la seule qui existe. Par exemple, en 2013 la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) du département des Transports des États-Unis a

établi une échelle d'autonomie très similaire à celle que la SAE établirait moins d'un an après mais en cinq niveaux (de 0 à 4) au lieu de six (Kurman, Lipson, 2018, p. 353-354). Si l'échelle du NHTSA se base également sur des critères technologiques, d'autres auteurs ont tenté de mettre en place des échelles fondées sur d'autres critères, comme c'est le cas de celle proposée par Carlos Holguin en 2020, dont le critère principal est le partage du véhicule (Holguin, 2020), ce qui fait qu'en réalité des véhicules conduits peuvent tout aussi bien s'intégrer dans l'échelle. L'une des échelles alternatives les plus intéressantes par son originalité et sa pertinence est celle proposée par l'Apur en 2018. Cette échelle se base sur le niveau de complexité de l'adaptation de l'infrastructure nécessaire à la circulation du véhicule autonome. Ainsi, il s'agit d'une échelle sur quatre niveaux qui va depuis le parcours planifié sur un circuit équipé très spécifique, jusqu'à un réseau de rues totalement équipé et apte à recevoir des véhicules autonome, comme le montre l'image ci-dessous (Hanappe, Hudson, 2018, p. 11).



Échelle des véhicules autonomes selon le niveau d'équipement de l'infrastructure. Source : Apur, 2018

1.2.5 - Les chemins vers l'autonomie

L'entretien réalisé auprès de Jean-Laurent Franchineau, directeur du programme éco-mobilité chez l'institut VEDECOM, qui a eu lieu en avril 2019, a mis en lumière une question très importante : au-delà des échelles d'autonomie et des types de véhicules autonomes selon l'usage (qui seront étudiés juste après), il y a un critère majeur qui différencie les véhicules autonomes en deux grands groupes : le chemin à parcourir pour arriver à l'autonomie complète. Ce critère, qui peut sembler purement technique, explique en réalité un certain nombre de questionnements qui interviendront plus tard dans la thèse, et a une grande importance notamment pour les actions. D'un côté on retrouve les véhicules conduits avec des aides à la conduite de plus en plus complexes, et d'un autre côté on retrouve les véhicules supervisés, évoluant dans des contextes de plus en plus complexes.

Il faut imaginer cela comme un graphique à deux axes, comme celui présenté à la fin de ce chapitre : l'un des deux axes représente le niveau d'autonomie et l'autre représente le niveau de complexité du contexte de conduite. Ainsi, il y a globalement

deux types de véhicules autonomes : d'un côté, ceux qui évoluent directement dans des contextes de circulation de complexité maximale, mais à des niveaux d'autonomie très faibles, pour augmenter petit à petit leur niveau d'autonomie. Ils sont représentés par les véhicules individuels privés, c'est-à-dire le modèle de marché développé par l'industrie automobile traditionnelle. De l'autre, on retrouve des véhicules à autonomie complète supervisée (l'équivalent d'un niveau 4 SAE), qui évoluent dans un premier temps dans des contextes extrêmement maîtrisés, pour évoluer peu à peu dans des contextes de conduite de plus en plus complexes. Ils sont représentés notamment par les navettes autonomes, mais les robotaxis et les robots livreurs entreraient également dans cette catégorie.

Le premier cas représente une simple évolution d'une pratique habituelle dans l'industrie automobile traditionnelle : on présente un produit sur le marché que l'on complexifie d'année en année afin de le rendre attrayant pour les potentiels acheteurs. Ainsi, le véhicule roule exactement dans les mêmes conditions que tout autre véhicule, sur les mêmes voies et aux mêmes vitesses. Ceci implique de complexifier les aides à la conduite peu à peu en ajoutant des spécificités, ce qui n'est pas un grand défi pour les constructeurs. En revanche, franchir la limite de l'autonomie complète, c'est-à-dire le niveau 4 SAE, est un seuil très complexe à dépasser.

La deuxième catégorie représente le cas inverse, des véhicules qui vont être complètement autonomes dès le début, avec une supervision mais sans conducteur, mais dont le niveau de complexité dans la conduite est très limité. C'est ce que l'on a pu observer avec les expérimentations de navettes autonomes, qui seront développées dans le chapitre 3.2. Lors des premières expérimentations les véhicules roulaient à des très faibles vitesses dans des environnements parfaitement contrôlés, et petit à petit, la vitesse a augmenté et les véhicules ont quitté les voies réservées pour s'inclure dans de la circulation mixte. Cependant, pour ces véhicules le seuil difficile à franchir sera la vitesse, égaler les vitesses commerciales normales en conditions de circulation complexes.

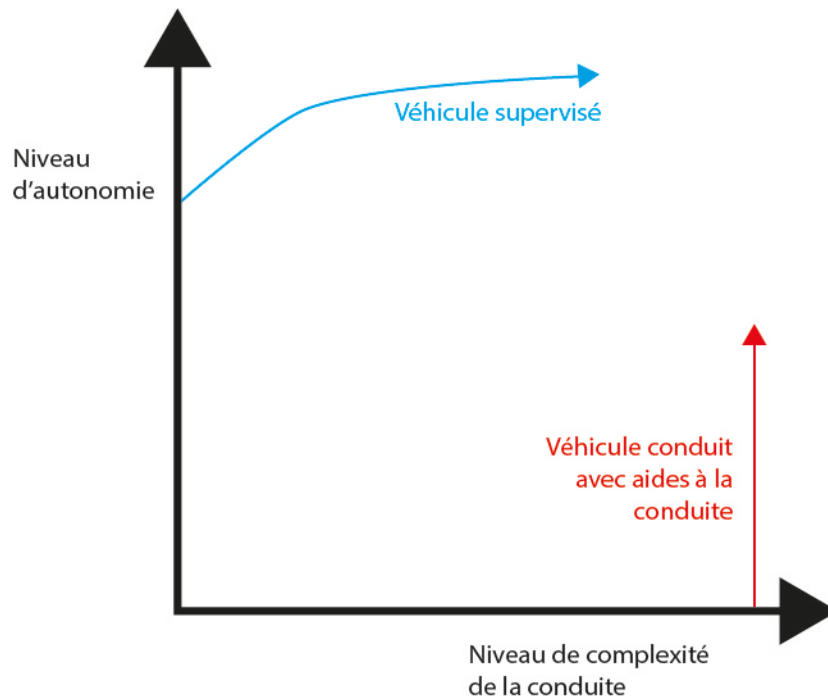


Schéma des chemins vers l'autonomie. Réalisation personnelle d'après un croquis de J-L Franchineau

1.2.6 - Les types de véhicule autonome selon l'usage

Jusqu'ici nous avons classifié les véhicules autonomes en fonction de leur niveau d'autonomie ou du chemin qu'ils prennent pour aller vers l'autonomie, c'est-à-dire des critères très techniques. Même l'échelle proposée par l'Apur sur le niveau d'équipement de l'infrastructure se base sur des critères techniques. Cependant, dans la majorité des discours recueillis ces critères techniques ont peu d'importance, le plus important étant l'usage du véhicule.

Si l'on regarde l'usage du véhicule, on peut distinguer un grand nombre de véhicules autonomes différents. Cependant, lorsque l'on observe la bibliographie sur le sujet et que l'on parle avec les acteurs concernés, quatre grandes familles ressortent par-dessus les autres types de véhicules autonomes selon l'usage : le transport collectif, les robotaxis, les véhicules individuels privés et la logistique.

-Les véhicules autonomes dans le **transport collectif** sont représentés presque exclusivement, aujourd'hui, par les navettes (*shuttles* en anglais). Cependant, on pourrait aussi inclure dedans le transport collectif ferré (métro, tramway, train) ou alors, tout simplement, du transport collectif routier autre que les navettes, c'est-à-dire les bus. Étant le seul parmi les quatre types de véhicules autonomes qui serait directement géré par les collectivités publiques, c'est celui qui éveille un plus grand intérêt auprès des acteurs publics. Cependant, les entreprises fabricantes sont très petites par rapport à celles qui s'intéressent par les trois autres types. Navya et

EasyMile, sont les deux principales entreprises mondiales fabricantes de navettes autonomes, et les deux sont françaises.

-Les **robotaxis** sont représentés principalement par deux grandes entreprises : Waymo (filiale d'Alphabet, l'entreprise mère de Google) et Uber, qui cherchent à développer le transport à la demande (TAD) porte à porte autonome, disons comme des taxis sans conducteur. Certaines études, très médiatisées, proposent ce modèle mené à l'extrême. Il s'agirait d'une flotte de véhicules autonomes en libre-service qui circulerait sans arrêt dans une ville, les véhicules privés étant interdits (OECD/ITF, 2015 ; Spieser et al, 2014) Néanmoins, il est tout à fait envisageable de penser à un système hybride comme celui qui existe aujourd'hui dans nos villes. Ces flottes de véhicules seraient gérées à distance par des opérateurs. Un cas particulier au sein de cette idée est celui impulsé par Tesla, qui serait des véhicules individuels privés qui, quand ils ne sont pas utilisés par le propriétaire, pourraient être "branchés" sur un réseau et servir ainsi à d'autres usagers tant que le propriétaire n'en a pas besoin, lui procurant ainsi un bénéfice économique.

-Les **véhicules individuels privés** sont le cas le moins original et le plus logique. Il s'agit d'une évolution de nos voitures actuelles individuelles privées vers exactement le même usage que l'on en fait aujourd'hui, mais juste sans qu'on ait à les conduire. C'est le modèle prôné par Tesla, auquel se sont jointes toutes les autres entreprises de l'industrie automobile traditionnelle (malgré quelques tentatives discrètes de diversification vers d'autres modèles).

-Enfin il y a l'usage des véhicules autonomes dans la **logistique**. Parler de logistique comme un tout est un peu osé, parce que les types de transport dans la logistique sont extrêmement divers. Le point commun le plus important est qu'il s'agit d'un transport de marchandises et non pas de personnes, ce qui implique que l'échelle humaine disparaît comme unité de mesure. Ainsi, les véhicules peuvent devenir plus grands ou plus petits en fonction des besoins. Ceci est particulièrement utile quand il s'agit de logistique urbaine, l'un des grands défis de nos villes actuelles vue la montée en puissance de la livraison à domicile depuis le COVID-19. Cela dit, dans ce point sur la logistique on inclut nécessairement depuis les petits robots livreurs jusqu'aux grands camions de longue distance, avec notamment la technologie de *platooning*. Dans l'Officiel des Transporteurs on pouvait lire, déjà en 2019, que la technologie des camions autonomes est prête, avec plusieurs exemples de véhicules fonctionnels à l'appui (Blanchard, 22/03/2019).

Si ces quatre types de véhicules autonomes sont les plus habituels dans les discours, ce ne sont pas les seuls pour autant. Jean-Louis Missika et Pierre Musseau en parlent : "L'imaginaire ne s'arrête pas là. Des nombreuses autres fonctions urbaines pourraient demain être robotisées, de la collecte de déchets jusqu'au mobilier urbain. Devenu vraiment mobile, celui-ci pourrait évoluer dans la ville pour accompagner son

rythme, se faire plus rare aux heures où les citoyens sont les plus nombreux à transiter, se réorganiser dans l'espace public en fonction des événements, participer à la régulation des flux tout en apportant les fonctions attendues du mobilier urbain aujourd'hui, pour s'asseoir, se renseigner ou attendre le bus." (Missika, Musseau, 2018, p. 22) Florence Hanappe, de l'Apur, est la seule personne parmi les enquêtées à avoir pris en compte dans son discours plusieurs autres usages, plutôt orientés vers des services comme le ramassage des poubelles ou les valets de parking.



À gauche, robot livreur testé à Saragosse (Espagne). À droite, robot nettoyeur à Abou Dhabi, lors du *World Urban Forum 2020*. Photographies personnelles.

Si l'on sort des milieux urbains, il serait possible d'appliquer la technologie des véhicules autonomes à d'autres fonctions comme notamment l'agriculture, ce qui existe déjà et est expliqué dans son rapport par Damien Pichereau : "les robots agricoles, enfin, qui devraient prendre de plus en plus d'importance dans l'agriculture de demain, puisqu'ils permettent un traitement des cultures avec une plus grande précision et qu'ils peuvent se substituer à une main d'œuvre qui a tendance à diminuer. Ils sont mobiles dans le champ mais ne peuvent pas aujourd'hui circuler sur la voirie publique. Une circulation à faible vitesse (de l'ordre de 10 à 15 km/h) serait une voie d'avenir." (Pichereau, 2021, p. 17)

Enfin, si l'on parle d'usages potentiels des véhicules autonomes il faut mentionner les 'hyperlieux mobiles', concept développé par L'Institut pour la Ville en Mouvement : "La miniaturisation des outils (imprimantes 3D, outils de diagnostic médical, etc.) permettra de l'équiper [le véhicule autonome] pour qu'il devienne un lieu mobile de prestation [...]. Il pourra être le support d'activités qui vont bien au-delà de ce qui est imaginé aujourd'hui (la voiture privée où l'on peut travailler et se distraire, la supérette sur roues offrant des produits industriels hautement standardisés)." (Appel-Muller, Orfeuill, 2019, p. 67)

1.2.7 -Les principaux acteurs industriels

L'industrie automobile est traditionnellement détenue par un groupe réduit de puissantes entreprises multinationales, généralement ayant été fondées dans la première moitié du XX^{ème} siècle. Pour l'exemple, on peut citer Renault, fondée en France en 1899, Toyota, fondée au Japon en 1933, General Motors, fondée aux États-Unis en 1908 ou encore Mercedes, fondée en Allemagne en 1926. La puissance économique de ces industriels les a poussés historiquement à acheter les entreprises concurrentes et à former des alliances. Ainsi, par exemple, Renault a acheté en 1999 le constructeur automobile roumain Dacia et fait aujourd'hui partie d'une alliance avec les constructeurs japonais Nissan et Mitsubishi.

Cette hégémonie traditionnelle de l'industrie automobile par un petit groupe d'entreprises multinationales n'a pas empêché qu'un grand nombre d'autres entreprises spécialisées fassent partie plus ou moins directement du marché de l'automobile. Pour donner quelques exemples : l'import, l'export et la vente ; l'assemblage de pièces dans des pays non producteurs ; la construction, gestion et entretien d'infrastructures dédiées ; la fabrication et vente du combustible ; et, bien-sûr, les équipementiers, ces entreprises chargées du développement d'une pièce concrète, très spécialisée, qui fera ensuite partie du véhicule.

La technologie des véhicules autonomes apporte un certain nombre de nouveaux entrants à ce jeu d'acteurs complexe, qui était resté relativement stable depuis plusieurs décennies. Ceci est dû en partie aux spécificités techniques de ces véhicules, qui seront détaillées dans le chapitre suivant. Ainsi, des entreprises historiquement spécialistes notamment des questions liées à l'informatique et à l'intelligence artificielle, se positionnent fortement sur cette nouvelle technologie. Également, ce nouveau créneau inexploré offre une potentielle porte d'entrée dans un marché de l'automobile particulièrement prospère, ce qui invite certaines entreprises à tenter leur chance.

Aujourd'hui, la technologie des véhicules autonomes est principalement développée par trois grands types d'entreprises : celles spécialisées dans l'industrie du véhicule, celles spécialisées dans l'exploitation de l'infrastructure, et celles spécialisées dans la création et la gestion des données.

Le système véhicule autonome, pour reprendre l'expression de Peter Hall, est bien-sûr bien plus complexe que ces trois groupes distincts et comporte bien d'autres éléments. Néanmoins, d'après les recherches menées dans le cadre de cette thèse, ces trois grandes sphères ci-dessus semblent se détacher comme les plus importantes.

Au sein de la première sphère nommée, celle des entreprises spécialisées dans l'industrie du véhicule, l'on peut retrouver bien-sûr la grande majorité sinon tous les

industriels automobiles traditionnels, mais aussi beaucoup d'entreprises équipementières comme Bosch ou TomTom (le fabricant de GPS).

Le milieu de la construction et gestion d'infrastructures traditionnellement est peu impliqué dans le développement des véhicules. D'après Stéphane Levesque, de l'Union Routière de France, les acteurs de ces deux industries n'ont pas l'habitude d'échanger car, historiquement, il y a eu très peu de lien. Cependant, les besoins en infrastructure des véhicules autonomes sont avérés (comme ce sera expliqué dans le chapitre suivant), ce qui a poussé ces acteurs à s'intéresser au sujet. Pour cette raison, certains de ces acteurs, comme par exemple Vinci, se sont lancés activement dans la recherche sur cette technologie.

Cependant, c'est la troisième sphère nommée qui est réellement en train de transformer le système d'acteurs autour de l'automobile : les entreprises spécialistes de la data. Avec Google en tête de gondole en raison de leur annonce de 2010 et des avancées de sa filiale Waymo, d'autres géants du numérique comme Amazon, Apple, Microsoft ou Nvidia ont investi des milliards dans la recherche sur les véhicules autonomes en essayant de tirer profit de leurs expertises dans les champs du numérique et de la data.

Un quatrième type d'entreprise doit aussi être nommée en raison de leur fort investissement dans le développement des véhicules autonomes : les entreprises spécialisées dans la gestion de flottes et les systèmes de mobilité. Malgré une puissance économique en général largement inférieure à celle des autres sphères nommées ci-dessus, elles ont réussi à avoir leur mot à dire. La plus connue sûrement est Uber, suivie de près d'autres entreprises spécialisées dans le transport à la demande comme Careem ou encore Lyft. Cependant, des entreprises spécialisées dans le transport public comme les françaises Transdev, RATP et Kéolis se positionnent aussi fortement dans le développement des véhicules autonomes.

Au milieu de ce jeu de grandes entreprises qui manipulent des milliards dans la recherche, se trouvent une multitude de petites entreprises et start-ups. L'objectif de ces entreprises est double : d'un côté elles tentent généralement de trouver un créneau inexploré et prendre ainsi de l'importance, comme c'est le cas de Navya et EasyMile avec les navettes autonomes ou encore de Twinkl avec les robots livreurs ; d'un autre côté, certaines cherchent à se faire racheter directement par l'une des très grandes entreprises du secteur. Pour les grandes entreprises elles-mêmes c'est une bonne stratégie : elles financent massivement des start-ups potentiellement intéressantes et, si la start-up arrive à des résultats intéressants, ils l'intègrent. Cela leur permet de développer la recherche en minimisant les risques, et toutes les grandes entreprises, des trois sphères décrites avant, le font. Il est important de mentionner que certaines entreprises ayant réussi à se positionner sur le créneau des navettes autonomes au moment du pic médiatique de l'objet sont aujourd'hui en

difficultés financières : c'est le cas de l'entreprise étatsunienne Local Motors, créatrice de la navette Olli (Bellan, 13/01/2022) ou encore de l'entreprise française Navya, qui a récemment été rachetée par l'également française Gaussin (Poitiers, 20/04/2023).

Notons que Tesla, l'un des acteurs les plus connus et puissants du panorama actuel des véhicules autonomes, est un cas à part, car c'est un nouveau entrant (l'entreprise a été fondée en 2003) mais qui, cette fois-ci, a cherché à concurrencer l'industrie automobile traditionnelle sur son propre créneau au lieu d'en chercher un nouveau. C'est la seule entreprise à avoir réussi le pari récemment, car l'industrie automobile est un milieu très fermé et en général les nouvelles marques qui apparaissent sont juste des filières de marques connues qui cherchent à se positionner sur un nouveau créneau grâce à un nouveau nom. Souvent, il s'agit des voitures de luxe fabriquées par des entreprises connues pour des voitures de gamme moyenne ou basse (Lexus par Toyota, Infinity par Nissan, etc.). Cependant, malgré la médiatisation de la marque et sa croissance rapide, Tesla reste encore loin des chiffres des principaux groupes traditionnels. Cela dit, le pari de l'entreprise pour les nouvelles technologies, notamment les véhicules électriques et les véhicules autonomes, leur a permis de démarquer et de se faire connaître du grand public.

1.2.8 - Petit point technique : le fonctionnement des véhicules autonomes

Rappelons que ce travail n'est pas une thèse en ingénierie et ne prétend pas de l'être. En conséquence, les informations qui suivent donnent un aperçu primaire, simplifié, du fonctionnement technique d'un VA. Cependant, il nous semble fondamental d'en avoir une idée, même approximative, pour pouvoir étudier ses effets. Il faut également préciser que le développement des véhicules autonomes est encore en cours, et qu'il y a peu de certitudes sur leur futur fonctionnement. Ici, nous verrons brièvement les plus probables. Cinq points du fonctionnement des véhicules autonomes apparaissent comme les plus importants pour cette recherche : la perception de leur environnement, la géolocalisation, l'infrastructure physique, la connectivité et, enfin, le traitement de l'information pour y donner une réponse.

La perception de l'environnement se fait principalement à travers un certain nombre de capteurs et de senseurs embarqués. Il y a notamment des caméras, des radars et des lidars, chacun de ces outils spécialisé dans un type de stimuli différent. Les capteurs ont des limites importantes, liées à l'incapacité de reconnaître des environnements complexes comme un panneau à moitié caché par un arbre. Cette incapacité a été à l'origine des premiers accidents médiatisés causés par des véhicules autonomes : une femme à côté d'un vélo la nuit ou un camion bloqué perpendiculairement à la route. Cependant, le développement de la technologie réduit de plus en plus ces limites. À contrario, ces capteurs et senseurs ont aussi des avantages importants par rapport à la perception humaine : ils ont une vision

complète, sans angles morts, une attention parfaite, sans distractions, et surtout la capacité de percevoir tout l'environnement en même temps au lieu de devoir se concentrer sur une direction à la fois. Au-delà de leur fonctionnement, il faut ajouter que ces capteurs sont produits avec des matériaux peu écologiques comme ceux extraits de terres rares et qu'ils sont également très coûteux à produire, ce qui a une répercussion forte sur le prix du véhicule.

La géolocalisation traditionnelle de type GPS n'est pas suffisante au bon fonctionnement des véhicules autonomes. Le manque de précision et des phénomènes comme l'effet 'canyon'² limitent son efficacité. La solution trouvée aujourd'hui par les entreprises chargées du développement des véhicules autonomes est de réaliser des cartographies de haute définition que le véhicule connaît et qui l'aide à se repérer. Les entreprises Waymo ou encore Uber ont montré que la cartographie de haute définition couplée à la perception de l'environnement par les capteurs suffit à la circulation d'un véhicule autonome. Cependant, réaliser une cartographie de haute définition est un travail lent et très coûteux, et pour qu'elle reste efficace elle doit sans cesse être mise à jour.

L'une des rares certitudes que l'on a sur le fonctionnement des véhicules autonomes est leur besoin d'une infrastructure physique performante. Si le rêve des développeurs, le fameux niveau 5 d'autonomie SAE, est un véhicule capable de circuler en autonomie complète par tout et en toute circonstance, aujourd'hui cela semble techniquement impossible. En effet, les différents capteurs ont besoin d'une infrastructure routière lisible afin de pouvoir se maintenir sur les voies, avec un marquage au sol clair et une signalisation verticale visible. La seule possibilité pour éviter cela est la connectivité, qui est après tout un autre type d'infrastructure.

Les véhicules autonomes devront donc être connectés. Dans le jargon des ingénieurs qui s'occupent du sujet, on parle de trois types de connectivité, le V2V, le V2I et le V2X. Le V2V est une connectivité de véhicule à véhicule, directe, sans passer par d'autres milieux. Le V2I est la connectivité entre le véhicule et l'infrastructure, qui deviendrait donc un intermédiaire entre le véhicule, les autres usagers et les informations. Le V2X, enfin, représente une connectivité totale, entre le véhicule et tout son environnement, c'est-à-dire les autres usagers de la route mais également l'infrastructure et, pourquoi pas, d'autres objets connectés. Chacune de ces options est défendue par certains et semble possible avec des conditions. Le V2V est à priori l'option la moins probable, puisque les véhicules auraient besoin d'informations extérieures aux autres véhicules, mais semble néanmoins techniquement possible. Le V2I représente un modèle de véhicule autonome que l'on a tendance à attribuer à la

² On parle d'effet 'canyon' lorsqu'il y a des perturbations sur le signal satellite en raison d'un contexte urbain avec des rues trop étroites ou avec des bâtiments trop hauts. Dans le cadre des véhicules autonomes, un effet 'canyon' a mis en difficultés l'expérimentation réalisée à La Défense, comme ce sera détaillé plus tard.

Chine où les infrastructures prendraient la majorité du poids technologique de l'autonomie des véhicules afin de décharger les véhicules eux-mêmes, qui seraient donc très dépendants de l'infrastructure, revenant à un système similaire au chemin de fer. Le V2X semble le système idéal et est très proche de ce que l'on appelle "l'internet des objets". Cependant, pour le bon fonctionnement d'un système aussi complexe l'échange de données doit être très intense et le débit très puissant, ce qui oblige à l'installation de systèmes de télécommunications de type 5G et est, d'ailleurs, très peu écologique. Certains ingénieurs comme Lucas Rivoirard défendent un système mixte, dans lequel certains territoires comme des grandes métropoles auraient un système V2X, certaines infrastructures comme les autoroutes fonctionneraient en V2I, et les autres territoires devraient se contenter d'un système V2V, moins efficace mais qui ne nécessite pas d'infrastructure connectée (Rivoirard, 2018).

Les véhicules autonomes seront donc capables de percevoir un environnement complexe, de se géolocaliser et d'échanger des informations avec une multitude d'autres objets. Cependant, cet immense flux d'information serait inutile sans la capacité de la part du véhicule de l'accueillir, la trier, la traiter, et y donner une réponse. Encore plus difficile : dans un véhicule en train de rouler à grande vitesse, entouré d'autres véhicules et chargeant des passagers, il faut que la prise de décisions soit immédiate, puisqu'un retard ne serait-ce que d'une seconde pourrait provoquer un accident. C'est ici qu'intervient l'ordinateur de bord, avec un processeur capable de faire toutes ces tâches extrêmement rapidement. Ceci est l'une des limites actuelles de la technologie, bien que des géants du secteur comme Nvidia travaillent dessus et font des avancées spectaculaires. Parmi les experts, personne ne doute de la capacité future des ordinateurs à traiter toutes ces informations en temps réel. Est-ce que l'on pourrait qualifier ces avancées d'intelligence artificielle ? Même Cédric Villani, dans le rapport sur le sujet qu'il présente au gouvernement en 2018, évite de donner une définition concrète. Cependant, un concept manque à ceux qui déjà présentés pour pouvoir parler d'intelligence artificielle : il s'agit de l'apprentissage, de la capacité d'adaptation à des situations non rencontrées auparavant. (Villani, 2018, p. 9). La technologie qui est en train d'être développée par les entreprises dans le cadre des véhicules autonome est censée inclure cette notion, c'est pourquoi nous parlons généralement d'intelligence artificielle lorsque l'on parle de véhicules autonomes.

Chacun de ces éléments est très complexe à développer et se heurte sans cesse à de nouvelles limites et de nouvelles barrières à franchir. Florence Hanappe parlait dans son entretien du fait que les véhicules autonomes seraient prêts à environ 99%, mais que ce 1% restant est presque infranchissable. Melba Kurman et Hod Lipson en parlent également dans leur ouvrage : "pourquoi les voitures autonomes ne sont-elles pas déjà disponibles ? La réponse réside dans le paradoxe de Moravec, le fait que des actes de mobilité et de perception apparemment simples se sont avérés difficiles à automatiser. Pour conduire en toute sécurité sur les routes et les voies publiques, les voitures

autonomes ont besoin de plus que de simples outils de contrôle et de régulation adaptés à l'automobile. Ils ont également besoin d'un système d'exploitation intelligent capable de comprendre visuellement l'environnement et de savoir comment réagir de manière appropriée" (Kurman, Lipson, 2018, p. 116)

L'apprentissage le plus important à tirer de ce chapitre est l'incertitude existante encore aujourd'hui sur le fonctionnement technique des futurs véhicules autonomes. La grande majorité des acteurs semblent confiants sur la capacité des ingénieurs à résoudre ces problèmes et voient les potentielles barrières au développement des véhicules autonomes ailleurs (comme ce sera étudié au sein du chapitre 2.3), malgré le fait que les barrières technologiques existent encore. Cependant, il y a plus d'incertitudes sur les besoins concrets : quel type de connectivité sera nécessaire ? quelles spécificités pour l'infrastructure routière ? quel sera le prix et le niveau de performance des capteurs ? Que des questions qui alimentent l'incertitude autour de l'objet véhicule autonome.

1.3 - Méthodologie

La méthodologie utilisée pour faire cette thèse se base sur trois grands piliers : des entretiens, de la lecture de littérature scientifique, et une veille des actualités sur le sujet. Les recherches ont porté sur trois territoires différents, dans le cadre d'une comparaison internationale. Ce chapitre comporte cinq sous-parties : la première présente les entretiens, la deuxième la bibliographie et la veille des actualités, la troisième se concentre sur le travail de terrain, la quatrième la comparaison internationale et, enfin, une cinquième partie porte sur le contexte spécifique de ces cinq années de recherches.

De plus, il y a un autre point méthodologique important pour cette thèse : les discours en tant qu'outil d'analyse. Cependant, le chapitre 2.1 sera consacré à ce point au sein de la grande partie sur les discours. La question ne sera donc pas traitée ici.

1.3.1 – Des entretiens semi-directifs, la matière première de cette recherche

Si les autres éléments mentionnés ci-dessus ont de l'importance, ce sont les entretiens qui ont réellement constitué cette thèse. Au total, 55 entretiens ont été réalisés, auprès de 59 personnes différentes, sur les trois territoires étudiés. Le premier entretien réalisé a eu lieu en octobre 2018, et le dernier en juin 2022, mais la majorité d'entre eux ont eu lieu entre le printemps de 2019 et le printemps de 2021.

Les entretiens étaient semi-directifs. Une trame de questions a donc été créée afin de donner une structure commune aux entretiens et aborder les mêmes problématiques et sujets. Cependant, cette trame de questions a été adaptée au

contexte de chaque entretien, en fonction du territoire, du travail de la personne et de son profil. Dans certains cas, il a fallu également adapter l'entretien à des éléments de contexte comme le lieu de l'entretien, le temps disponible ou des contraintes de support. Enfin, les questions et la forme de l'entretien étaient adaptées tout au long du déroulement de l'entretien, en fonction du niveau de connaissances sur les véhicules autonomes de la personne interviewée, de son attitude ou encore en fonction des réponses préalables, qui parfois donnaient lieu à des nouveaux questionnements imprévus. Ce format d'entretien semi-directif permettait donc cette souplesse dans la tenue des entretiens, tout en gardant une structure et un certain nombre de thématiques communes. De plus, les questions de la grille sont pour certaines volontairement ouvertes et avec une certaine ambiguïté. Cela a été fait pour donner une grande liberté dans la réponse, pour ne pas guider l'enquêté vers un certain type de véhicule autonome, par exemple. Le chapitre 2.3.5, qui porte sur les réponses aux entretiens, reprend le contenu concret de cette trame de questions et des sujets abordés.

Si la structure et les problématiques abordées ont à peu près toujours été les mêmes, les trames de questions ont elles aussi été adaptées aux territoires, avec des questions spécifiques pour chacun d'entre eux. Ainsi, par exemple, à Dubaï il y a eu certaines questions sur leur stratégie de développement de véhicules autonomes, et à Abou Dhabi il y a eu des questions spécifiques sur Masdar City. Le cas de Masdar City est tellement particulier que la trame de questions a été adaptée spécifiquement pour les deux entretiens réalisés là-bas. Bien évidemment, au-delà des quelques adaptations sur les questions elles-mêmes, une adaptation linguistique a également eu lieu. Ainsi, la trame de questions pour les Émirats arabes unis a été rédigée en anglais et celle pour Bogota a été rédigée en espagnol. Dans les deux cas, lorsque nous étions confrontés à un interlocuteur francophone sur ces territoires, cela nécessitait de traduire les questions au français. En annexe de cette thèse on peut retrouver les cinq questionnaires utilisés.

Voici quelques statistiques sur les entretiens réalisés :

-Concernant les lieux : Sur les 55 entretiens réalisés, 21 ont eu lieu pour le terrain parisien, 15 pour le terrain émirien et 19 pour le terrain bogotan. Pour le terrain parisien, un entretien s'est tenu physiquement à Rouen et un autre à Bruxelles. La possibilité de faire des entretiens à distance a permis d'interviewer des acteurs qui se trouvaient parfois loin du terrain enquêté, pour des raisons personnelles ou professionnelles. Ainsi, il y a eu des entretiens avec des personnes se trouvant à Lyon, à Barcelone, à Medellin, à Washington ou encore en République Dominicaine.

-À propos des langues : 24 entretiens ont eu lieu en français, 12 d'entre eux ont été réalisés en anglais, et les 19 restants en espagnol.

-À propos de la durée : 38 entretiens ont duré une heure ou plus, tandis que 15 entretiens ont duré moins d'une heure. L'entretien le plus long a duré deux heures, et

le plus court vingt minutes. Les entretiens en visioconférence ont globalement été plus courts que les entretiens en présentiel.

-À propos du moyen de communication : 36 entretiens sur le total de 55 ont eu lieu en présentiel, 14 en visioconférence, 3 au téléphone et 2 par écrit. Par territoire, la presque totalité des entretiens de Paris et des Émirats arabes unis ont eu lieu en présentiel. À Paris deux entretiens ont été faits au téléphone et l'un des entretiens émiriens a dû se faire en visioconférence. Cependant, les entretiens bogotans ont dû être faits majoritairement à distance, la majorité d'entre eux en visioconférence. En raison de la crise sanitaire du COVID-19, seulement trois des 19 entretiens bogotans ont eu lieu en présentiel. Sur les 19 entretiens réalisés à distance, seulement deux d'entre eux ont eu lieux avant la crise sanitaire du printemps 2020 (les deux au téléphone avec des acteurs parisiens).

Les sous-chapitres suivants porteront sur le détail de la tenue des entretiens dans chacun des trois territoires, avec quelques données statistiques et certaines informations sur la manière dont les personnes interviewées ont été choisies et contactées. D'après Michel Godet, "la qualité des résultats dépend étroitement du soin avec lequel a été établi le questionnaire et ont été choisis les experts." (Godet, 2007, p. 248) Dans ce cas précis, comme ce sera vu, le choix des experts interviewés a été fait avec soin à travers plusieurs moyens.

1.3.1.1 - Entretiens pour les Émirats arabes unis

Pendant le séjour aux Émirats arabes unis, 14 entretiens ont pu être réalisés. Le séjour a duré un mois et a eu lieu en février 2020. Un quinzième entretien a eu lieu plusieurs mois plus tard, en visioconférence.

Le profil des personnes interrogées est assez varié, avec des degrés d'attachement aux Émirats et des responsabilités professionnelles diverses. Cependant, comme pour les autres territoires, l'objectif était d'avoir en priorité le point de vue des pouvoirs publics, avec tout de même un effort de diversification des profils.

Les recherches préalables, puis sur place, nous ont menés à la décision de travailler à la fois sur Dubaï et sur Abou Dhabi. Ce qui nous a obligé à chercher des interlocuteurs dans les deux villes, ainsi que, dans la mesure du possible, des interlocuteurs experts dans l'ensemble du pays.

Sur les 15 entretiens, 9 étaient auprès de personnes qui ont un lien fort avec la prise de décisions institutionnelle. Au total, ce sont 5 personnes issues de collectivités territoriales émiriennes qui ont été interviewées, ainsi que 4 personnes issues d'entreprises spécialisées dans le conseil auprès des collectivités qui ont travaillé

étroitement avec les collectivités locales. Sur ces 9 entretiens, 5 portaient sur la ville d'Abou Dhabi et 4 sur la ville de Dubaï.

Les 6 autres entretiens ont été assez divers. Il s'agit d'un côté de deux professeures d'universités expertes dans le sujet, l'une d'entre elles étant en plus présidente d'une association à but social. Il y a eu ensuite une entreprise locale travaillant sur des questions de mobilité et notamment les VTC, très influente et importante sur le territoire. Enfin, trois entretiens portaient sur le lien France-Émirats, l'un auprès de l'Ambassade de France et les deux derniers auprès d'entreprises françaises travaillant sur place.

D'un point de vue un peu différent, on peut dire que sur les 15 entretiens 8 étaient auprès d'institutions publiques et les sept autres auprès d'entreprises privées. D'un point de vue méthodologique, les différents entretiens ont été concertés grâce à une diversité de biais.

Dans un premier temps, le court voyage réalisé au mois d'octobre 2019 pour assister au *Dubai World Congress for Self-Driving Transport* a été une opportunité très utile pour prendre contact avec certains acteurs, mais surtout pour identifier les personnes les plus intéressantes à contacter. Trois contacts parmi ceux qui ont été noués lors de ce congrès ont fructifié en un entretien. Cependant, au-delà de ces trois entretiens, un certain nombre d'interlocuteurs potentiels ont été identifiés. Ces potentiels interlocuteurs ont été contactés par la suite par différents moyens comme LinkedIn ou les adresses email d'entreprise, ce qui a été complexe. Parmi eux, cinq personnes ont finalement accepté l'entretien.

Déjà sur place, deux autres évènements ont permis d'augmenter la quantité de contacts : le *World Urban Forum 2020*, qui s'est tenu à Abou Dhabi entre le 8 et le 13 février, et au *Middle East Rail & Smart Mobility*, qui s'est tenu à Dubaï les 25 et 26 février. Grâce aux stands et aux conférences de ces deux évènements, plusieurs autres rencontres ont été faites. Ainsi, deux entretiens ont été faits directement sur place, profitant du moment, et certains autres ont été réalisés suite à ces rencontres. La présence de Xavier Desjardins, directeur de cette thèse, au Forum Urbain Mondial 2020, a été très utile pour rencontrer certaines personnes, parfois dans le but de concerter un entretien mais parfois aussi seulement pour améliorer la compréhension du contexte des Émirats arabes unis.

Enfin, la troisième voie utilisée pour concerter des entretiens a été le réseau, via des personnes interviewées qui nous mettaient par la suite en contact avec d'autres acteurs. Cela nous a permis d'obtenir trois autres entretiens. Le problème de cette voie a été le manque de temps, parce que tout ce transfert d'information prenait du temps et dans beaucoup de cas les personnes n'ont pas été disponibles avant la fin du séjour. Cela a été explicitement le cas avec quatre entretiens qui n'ont pas pu avoir lieu pour cette raison. L'un d'entre eux, une entreprise française travaillant aux Émirats

arabes unis (Navya), a pu être réalisé ultérieurement, les autres possibilités d'entretien à distance ayant échoué.

Tous les entretiens ont été faits en présentiel pendant le séjour dans les Émirats arabes unis excepté un, celui avec Antoine Claudepierre, de l'entreprise Navya. Pour cet entretien l'objectif était de se retrouver à Lyon, ce qui n'a pas pu être fait en raison du confinement lié à la crise sanitaire du COVID-19. En conséquence, cet entretien a été fait en visioconférence.

1.3.1.2 - Entretiens pour Paris

Pour le terrain parisien, 21 entretiens ont été réalisés. Sans contraintes temporelles comme pour les deux autres terrains, les entretiens ont pu être faits pendant une période plus longue, mais ils ont presque tous eu lieu au printemps 2019. Il y a trois exceptions à cela : un premier entretien exploratoire réalisé en octobre 2018 auprès de Pierre Musseau, un entretien de confirmation réalisé à Île-de-France Mobilités en juin 2022, et un entretien réalisé à Bruxelles en décembre 2021, qui fut une opportunité imprévue idéale pour prendre en compte l'échelle européenne.

Le profil des personnes interrogées reste assez varié. Plusieurs échelles de gouvernance sont représentées dans les entretiens, de la ville de Paris à l'Europe. Le secteur privé et les institutions de recherche et de conseil sont également présents. Sur les 21 entretiens, 6 ont été réalisés auprès de personnes directement issues de collectivités territoriales ou de l'État ; 7 auprès d'acteurs travaillant dans le secteur des transports en commun ; 4 autres ont concerné des acteurs travaillant dans le secteur du conseil et de la recherche institutionnelles ; enfin, 4 de plus ont concerné des groupements d'acteurs du secteur privé. Parmi les 22 personnes interviewées pour le terrain de Paris, deux avaient une double casquette professionnelle.

L'avantage principal d'avoir pu disposer de plus de temps pour la tenue des entretiens est que cela nous a permis de trouver des nouveaux contacts dans les entretiens réalisés. Ainsi, sur les 21 entretiens, 4 ont eu lieu grâce à une mise en contact directe d'une connaissance commune, ce pour quoi il faut remercier à nouveau Xavier Desjardins, directeur de cette thèse, ainsi que Carlos Gómez et Lucie Couland. Ensuite, 7 des acteurs interviewés ont été contactés parce qu'ils ont été identifiés comme potentiellement intéressants suite à un événement ou conférence, comme le congrès de l'ATEC ITS France de janvier 2019 ou les différents événements organisés par l'Atelier Vie Robomobile. Enfin, dans 10 autres cas le contact de la personne interviewée a été transmis par une autre personne interviewée précédemment.

L'ensemble des entretiens se sont déroulés à Paris, à l'exception de deux : celui avec Catherine Goniot, de la Métropole de Rouen-Normandie, qui a eu lieu à Rouen, et

celui avec Fernando Liesa, de l'*Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ALICE)*, qui a eu lieu à Bruxelles. Pierre Musseau a été interviewé à deux reprises, et c'est d'ailleurs le seul acteur à l'avoir été : une première fois en tant qu'entretien exploratoire, le tout premier de la thèse, et la seconde fois en août 2019.

1.3.1.3 - Entretiens pour Bogota

Comme ce sera détaillé plus tard, dans la sous-partie sur le contexte de la thèse, le terrain colombien a été fortement perturbé en raison de la crise sanitaire du COVID-19. Au lieu d'aller sur le terrain en 2020, comme prévu, le voyage n'a pu être réalisé finalement qu'en mars 2022. Sans pouvoir attendre aussi longtemps pour réaliser les entretiens, il a été décidé de changer la méthodologie habituelle et de faire les entretiens à distance, avant d'avoir été sur le terrain. La majorité des entretiens bogotans ont donc été faits à distance, exceptés trois d'entre eux qui ont été menés en présentiel en mars 2022. Au total, 19 entretiens ont été réalisés : 15 d'entre eux ont eu lieu à distance pendant l'hiver 2020-2021, et les quatre derniers ont eu lieu en 2022, suite au voyage de terrain.

Le profil des personnes interviewées est à nouveau assez varié, ce qui était l'objectif. Sur les 19 entretiens, 9 étaient auprès de personnes issues d'institutions publiques, depuis le niveau local jusqu'au niveau national, et deux autres avec des personnes ayant travaillé récemment dans la Mairie de Bogota. Parmi les restants, 6 ont été menés auprès du secteur privé, avec des profils très variés, comme une association d'entreprises du secteur automobile, une entreprise gestionnaire de réseaux de transport, une banque de développement ou une entreprise de conseil. Le secteur universitaire a également été représenté avec trois entretiens. Enfin, le dernier a été mené auprès d'une ONG française d'aide au développement.

N'ayant pas pu assister à des événements afin de nouer des contacts, comme cela avait été fait pour les deux autres terrains, la prise de contact a été ici bien plus difficile. Un seul entretien a été réalisé grâce à un contact pris lors d'un événement, le *World Urban Forum 2020* tenu à Abou Dhabi en février 2020, où Nicolás Galarza a fait une conférence. Les réseaux de connaissances personnelles ont donné lieu dans ce cas à deux entretiens, et à ce propos il faut remercier ici Vanessa Nieto, Juan David Barbosa et Catalina Villabona. Quant aux autres entretiens, certains contacts ont été trouvés via des recherches sur internet, d'abord pour identifier les interlocuteurs les plus pertinents et ensuite pour trouver une adresse email ou autre moyen de contact. Cependant, la majorité des entretiens ont pu être faits grâce, à nouveau, au réseau, à des contacts que les personnes interviewées nous ont transmis.

1.3.1.4 – Liste d'acteurs interviewés et schémas des organismes représentés

Entretiens réalisé pour les Émirats Arabes Unis						
Nom	Prénom	Structure	Poste occupé au moment de l'entretien	Ville	Date	Durée
ABUDIA	Nuha	ITC (Integrated Transport Centre)	Quality Assurance Engineer	Abu Dhabi	11/02/2020	20'
ALKHAZIMI	Hoda	New York University Abu Dhabi / Emirates Digital Association for Women	Director of Center of Cyber Security, Assistant Professor / President	UAE	02/03/2020	>1h
BALGAND	Cyril	Egis	Operation and Business Director Railway and Metro Middle East	UAE	25/02/2020	25'
BOUDON	Didier	Egis	Direction Etudes Amont et Innovation, Directeur adjoint dév.	France / UAE	25/02/2020	25'
CLAUDEPIERRE	Antoine	Navya	Area Manager – Middle East	UAE	20/07/2020	1h
FENNELLY	Scott	Surface Mobility Consultants	Director of Transportation and ITS Services	Dubai	27/02/2020	50'
FORRESTER	Edward	Mott MacDonald	Future Mobility Lead	Dubai	27/02/2020	50'
HABBOUB	Mahmoud	Carrem	Director of Smart Mobility	UAE	26/02/2020	1h15
HAFIZ	Dalia	Al Ghurair University	Architect, Assistant Professor	Dubai	26/02/2020	>1h
HILL	Colin	Transpo Group	Technical Director	Abu Dhabi	24/02/2020	1h30
MAUGENDRE	Anne-Sophie	Ambassade de France	Attachée économique - Adjointe au Chef de Service	UAE	12/02/2020	1h
PERKINS	Alan	Department of Transport	Advisor - Executive Director, Surface Transport	Abu Dhabi	23/02/2020	2h
SEVERANCE	Steven	Masdar City	Head of Program Management and Investments	Abu Dhabi	03/03/2020	30'
SOKOL	Lukas	Masdar City	Head, City Design, Sustainable Planning & Approvals	Abu Dhabi	17/02/2020	1h30
SPEAR	Jonathan	Atkins Acuity	Director and Fellow Middle East & Africa	Dubai	20/02/2020	1h30
ZOHBY	Ismail	RTA	Expert / Program Manager of Self-Driving Transport	Dubai	27/02/2020	25'

Entretiens réalisés à Paris					
Nom	Prénom	Structure	Poste occupé au moment de l'entretien	Date	Durée
BARBÉ	Catherine	SGP	Directrice des Partenariats Stratégiques de la Société du Grand Paris	20/02/2019	30 min
BEAUVAILLET	Paul	Région IDF	Directeur des Transports de la Région Île-de-France	26/04/2019	1h30
BELLOCHE	Sylvain	Cerema	Chargé d'études Application des Systèmes de Transport Intelligents (ITS)	20/03/2019	45 min
BERTHAULT	Veronique	RATP / Plateforme Filière Automobile	Direction de la Stratégie, en charge du Programme de recherche sur les véhicules autonomes / Volet Systèmes de Transport Publique Autonomes	22/05/2019	1h30
BOUCHER	Hugues	Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules	Chargé d'Affaires Innovation et Environnement	02/04/2019	1H30
CALVALIDO	Laurent	Région Île-de-France / Île-de-France Mobilités	Conseiller chargé des Transports auprès de la Présidente de la Région Île-de-France	16/05/2019	45 min
FRANÇHINEAU	Jean-Laurent	VEDECOM	Directeur du Programme Eco-Mobilité	16/04/2019	> 1h
GIRARDI	Giulia	SGP	Direction de l'espace public et intermodalité, au sein de la Direction Gares et Villes	02/04/2019	1h30
GONJOT	Catherine	Métropole de Rouen	DGA Département Espaces Publics & Mobilité Durables	13/05/2019	1h
HANAPPE	Florence	Apur	Chef de projet senior	09/05/2019	> 1h30
JASMIN	Daniel	SGP	Cellule innovation et prospective	02/04/2019	1h30
JULIEN	Arantxa	Ministère de l'Environnement	Direction de la Recherche et l'Innovation. Mission Réseaux Mobilité et Modes de Vie.	22/07/2019	1h30
LEVESQUE	Stéphane	Union Routière de France (URF)	Directeur	25/06/2019	1h15
LESA	Fernando	Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe	Secrétaire Général	06/12/2021	1h40
LYSONS	Samuel	RATP Dev	Project Lead - Autonomous Vehicles and New Mobility	11/10/2019	50'
MASTALERZ	Thi-Hoa	Île-de-France Mobilités	Chargée de projets Intermodalité & Navettes autonomes	23/06/2022	45'
MUSSEAU	Pierre	Mairie de Paris	Conseiller chargé nouvelles mobilités auprès de J-L MISSIKA, Adjoint à l'Urbanisme	03/10/2018	1h
MUSSEAU	Pierre	Mairie de Paris	Conseiller chargé nouvelles mobilités auprès de J-L MISSIKA, Adjoint à l'Urbanisme	01/08/2019	< 1h
NGUYEN-LUONG	Dany	Institut Paris-Région (IAU)	Directeur du Département Mobilité transports	20/02/2019	1h15
SALAÛN	Sandrine	Île-de-France Mobilités	Chargée de projets Intermodalité & Navettes autonomes	23/06/2022	45'
SOCHON	Dennis	RATP	Prospective, Recherche et Innovation	12/09/2019	1h
VENNIN	Livier	EDF	Délégué au Grand Paris	11/09/2019	1h
VICK	Julien	Syndicat des Équipements de la Route	Délégué Général du Syndicat des Équipements de la Route	26/02/2019	1h

Entretiens réalisés pour Bogota						
Nom	Prénom	Structure	Poste occupé au moment de l'entretien	Date_	Durée	
AZCÁRATE BERMÚDEZ	Felipe	Departamento Nacional de Planeación	Subdirección de movilidad urbana y regional	06/04/2022	45'	
BAQUERO RUIZ	María	Fanalca - Transdev	Ingeniera de Proyectos de Transporte	03/12/2020	1h10'	
BELTRÁN VARGAS	Juan Pablo	Puente Aranda (localidad de Bogotá)	Alcalde	23/03/2022	50'	
BERTOSSI	Fanny	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Consultora de Transporte en la oficina de Colombia	05/03/2021	30' ++	
BOCAREJO SUESCUN	Juan Pablo	Universidad de Los Andes	Profesor asociado - Departamento de ingeniería // Antes, Secretario Distrital de Movilidad, Bogotá	16/12/2020	1h	
BOUDET	Lucile	CODATU	Spécialiste en Transport et Mobilité Urbaine, référente Amérique Latine	21/12/2020	1h	
CAMOS DAURELLA	Gibet	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Especialista Senior de Transporte en la oficina de Colombia	05/03/2021	30' ++	
GALARZA SANCHEZ	Nicolás	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio	08/01/2021	40'	
GARCÍA BASURTO	Oliverio Enrique	ANDEMOS / ALAMOS	Presidente y fundador	04/12/2020	45'	
LLERAS	Germán	Grupo Steer (Steer Group)	Director Regional América Latina	03/03/2021	1h15'	
MARTÍNEZ JAIMES	Sergio	Secretaría Distrital de Movilidad, Bogotá	Subsecretario de Política de Movilidad	04/01/2021	À l'écrit	
MERCADO VELANDIA	Claudia	Secretaría Distrital de Movilidad, Bogotá	Subdirectora de Transporte Público	19/02/2021	1h	
MONTOYA ARANGO	Juliana	Universidad EAFIT - Medellín	Jefa del Pregrado en Diseño Urbano y Gestión del Hábitat - Centro de Estudios Urbanos y Ambientales	16/12/2020	55'	
QUIÑONES SANCHEZ	Lina Marcela	Despacho	Lider Ciudades Saludables // Antes, Directora de inteligencia para la movilidad, Secretaría de Movilidad de Bogotá	25/03/2022	1h30	
RIVERA ALZATE	Martin	Concejo de Bogotá	Concejal, Partido Alianza Verde	21/03/2021	1h15	
RODRÍGUEZ CABEZAS	Paola K.	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	División de Transporte, Infraestructura y Energía, oficina de Washington	05/03/2021	30' ++	
RODRÍGUEZ PORCEL	Mannel	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Especialista en Transporte // Antes, referente para Colombia	18/12/2020	1h	
SEPÚLVEDA CORZO	Juan Gabriel	Secretaría de Movilidad de Bogotá	Subsecretaria de Política de Movilidad (Asesor)	29/03/2022	1h	
TORRADO BONILLA	Xiomara	Metro de Bogotá	Gerente de Comunicaciones y Ciudadanía	24/03/2021	À l'écrit	
VERGEL TOVAR	Erik	Universidad de los Andes	Profesor asistente - Departamento de arquitectura	01/03/2021	1h	
WACHTER ESPITIA	Johann Eduardo	Secretaría de Movilidad, Medellín	Director técnico, abogado	19/01/2021	1h	

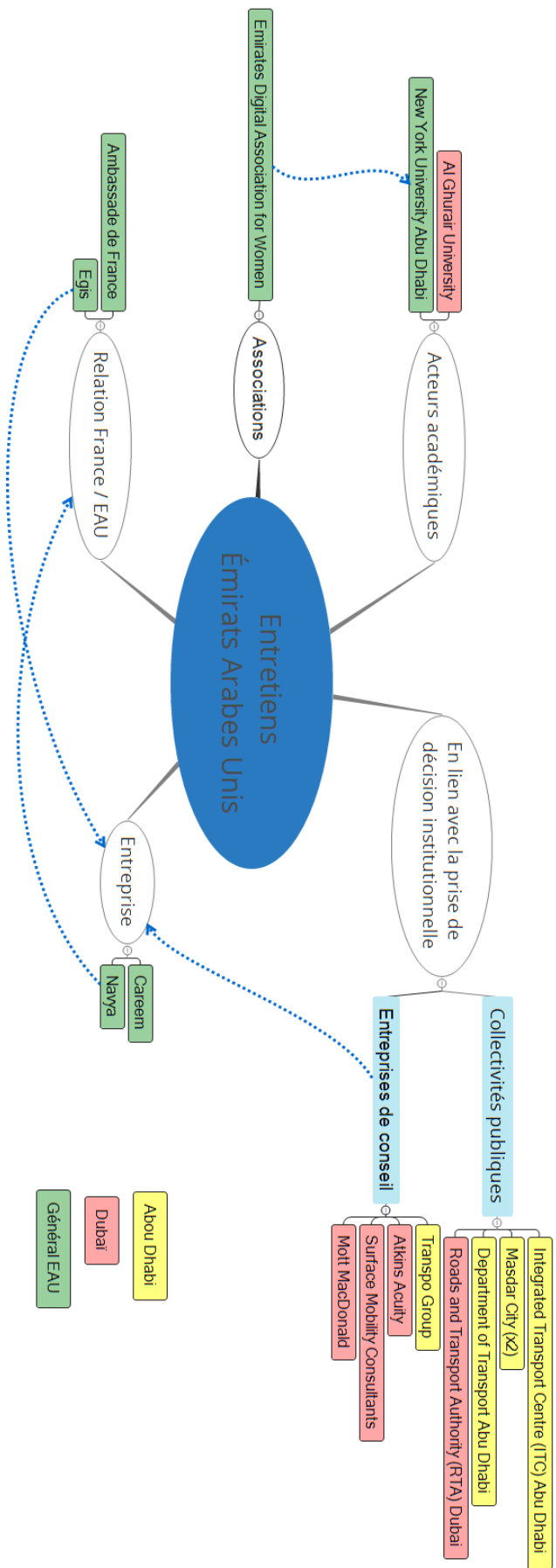


Schéma des entretiens réalisés dans les Émirats arabes unis. Source : réalisation personnelle

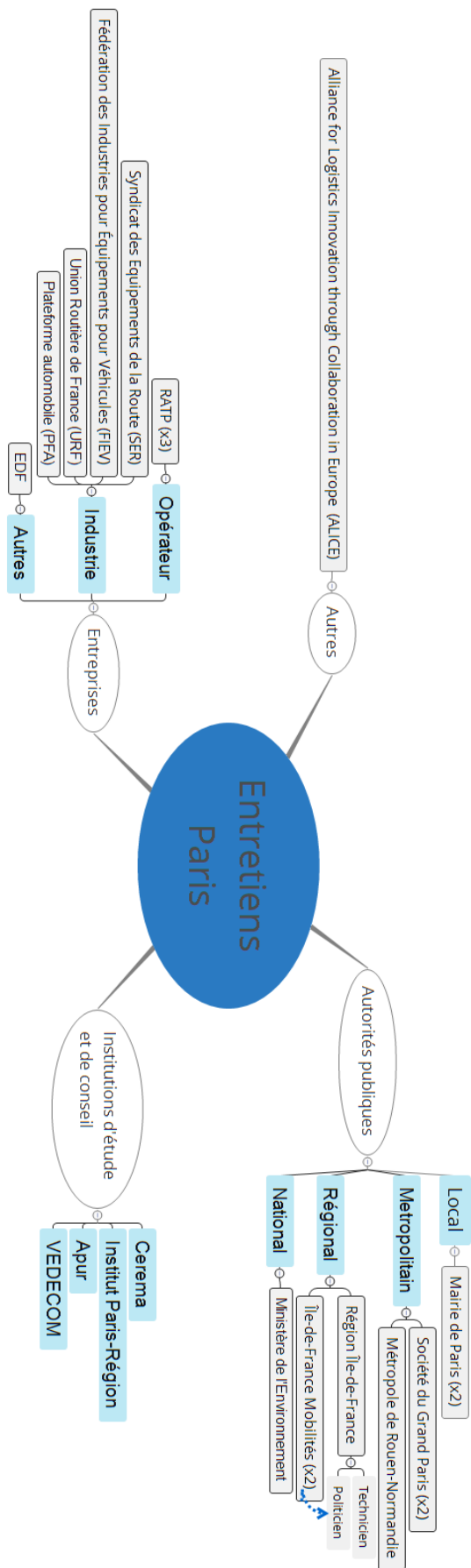


Schéma des entretiens réalisés dans le cadre du terrain parisien. Source : réalisation personnelle

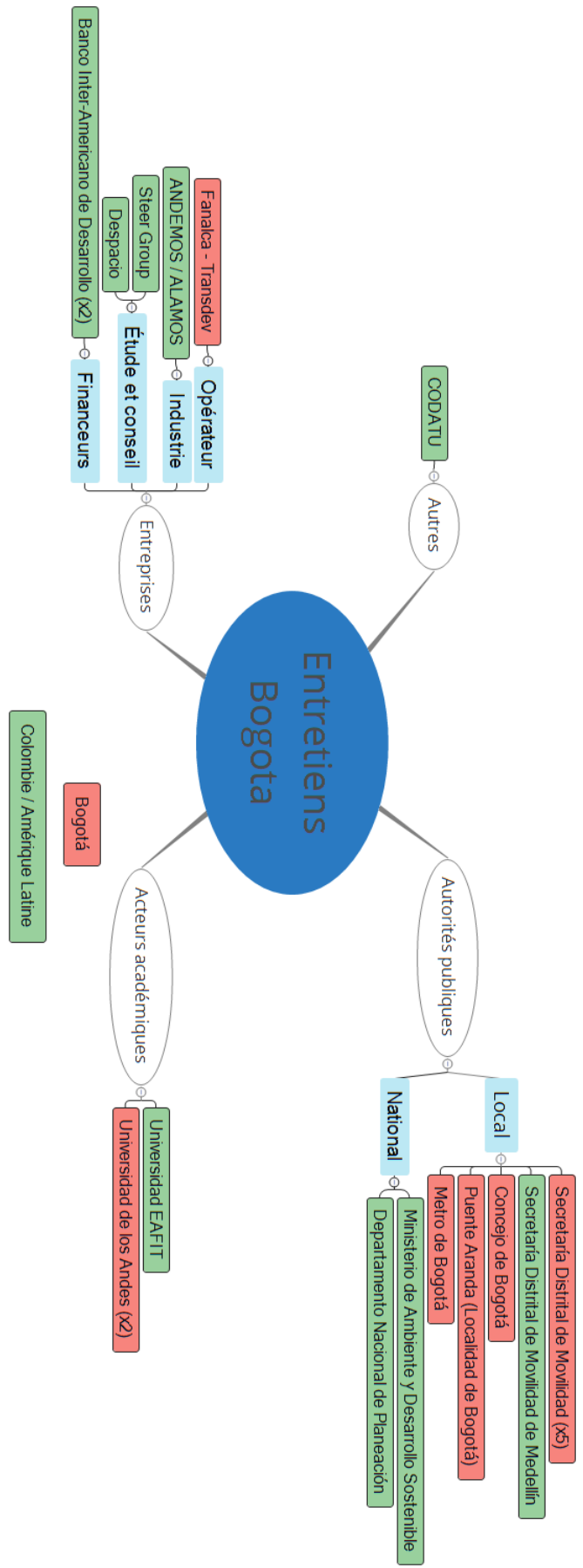


Schéma des entretiens réalisés dans le cadre du terrain à Bogota. Source : réalisation personnelle

1.3.2 - Bibliographie : documents, conférences, nouveautés

En plus des entretiens, cette recherche est basée sur un travail bibliographique classique. Des nombreux ouvrages et articles scientifiques ont ainsi été lus et étudiés. Néanmoins, l'absence relative de littérature scientifique sur le sujet (voir chapitre sur l'état de la question) nous oblige à nous plonger également sur d'autres types de données bibliographiques : les documents officiels, la presse spécialisée ou encore les conférences d'experts.

-Les documents officiels ont été une source d'information privilégiée dans cette recherche. Relativement rares à faire référence de manière explicite aux véhicules autonomes, quand on en trouve ils deviennent des ressources précieuses. Le rapport réalisé par Anne-Marie Idrac en 2018 sur le développement des véhicules autonomes en France ou la Dubai Self-Driving Transport Strategy publiée en 2017, parmi d'autres documents, ont été des sources d'information majeures pour cette thèse et ont été analysés en profondeur au sein du chapitre 3.1, sur le contexte réglementaire.

-Un autre type de document bibliographique qui nous a apporté des informations essentielles à cette recherche ce sont les études et les rapports, publiés parfois par des institutions publiques, comme ceux publiés par l'Institut Paris-Région ou par l'Apur, parfois par des entreprises de conseil et de recherche, comme celui publié par le cabinet McKinsey en 2015, et encore pour certains par des groupements d'acteurs privés, comme ceux pilotés par la MACIF et le Movin'On Lab.

-Le manque relatif de bibliographie scientifique n'implique pas un manque de réflexions sur le sujet. Les entretiens l'ont d'ailleurs bien montré, car on a pu approfondir dans la pensée de certaines personnes choisies. Cependant, l'accès aux informations, réflexions et discours des experts peut se faire aussi par le biais de conférences. De cette manière, il a été possible d'écouter, parfois même d'échanger, avec une très grande quantité d'experts académiques et aussi des professionnels issus du secteur public et du secteur privé. En annexe il y a une relation de l'ensemble des conférences écoutées dans le cadre de cette thèse. Pendant la première moitié du doctorat, pour des raisons géographiques, il a surtout été question de conférences situées en France. Cependant, la hausse du distanciel liée à la pandémie a permis d'assister aussi à des événements situés ailleurs, et notamment en Amérique latine.

-Les véhicules autonomes sont un sujet d'actualité, qui évolue constamment autant technologiquement que sur des nombreux autres aspects, comme son rapport à la société ou à la législation. C'est pourquoi rester au courant des évolutions principales a été un enjeu majeur pour le sujet. La newsletter quotidienne du média spécialisé L'Usine digitale a été pour cela d'une grande aide, et notamment les articles de la journaliste Léna Corot. Une veille constante d'autres sources journalistiques a aussi contribué. La plupart de ces articles ne seront pas cités ici, car il s'agit

généralement d'informations ponctuelles, pas toujours très utiles en elles-mêmes, mais qui ensemble constituent une source d'information cruciale pour cette thèse.

Il est important de signaler qu'il a été décidé de ne pas étudier les réseaux sociaux dans le cadre de cette recherche. D'un côté, il y a déjà eu deux recherches tout à fait intéressantes sur le sujet, l'une d'entre elles pilotée par Anne Lavaud, de l'association Prévention Routière, et l'autre pilotée par Gaële Lesteven et Mariane Thébert, de l'Université Gustave Eiffel, à l'époque encore IFSTTAR (Lesteven, Thébert, 2018). Les deux travaux ont été présentés lors de la journée « Recherche » organisée par l'Atelier Prospectif Vie Robomobile le 7 septembre 2018. D'un autre côté, l'objectif de cette recherche était de se concentrer principalement sur le point de vue des acteurs proches de la sphère décisionnelle, plutôt que du grand public, et pour ceci les réseaux sociaux ne sont pas aussi utiles.

1.3.3 – Le travail de terrain : Paris, Abou Dhabi, Dubaï et Bogota

Comme présenté en introduction, trois territoires différents ont été étudiés dans le cadre de cette thèse, avec quatre villes : Paris, Abou Dhabi, Dubaï et Bogota. L'objectif de départ était d'étudier trois grandes métropoles à peu près équivalentes en population et en importance, mais situées dans des contextes très différents de tout point de vue : social, économique, politique ou encore climatique. Parmi les différentes régions du monde envisagées, le choix a été porté sur l'Europe, le Proche Orient et l'Amérique latine. Si la liste a été limitée à seulement trois territoires cela a été dû à une raison pratique : la quantité de temps disponible par rapport au niveau de profondeur souhaité dans l'étude.

Dans le choix concret de ces trois territoires le critère linguistique a été décisif, puisqu'il fallait que les recherches aient lieu en français, en espagnol ou en anglais. L'Amérique du Nord, territoire régulièrement mis en avant dans le sujet des véhicules autonomes en raison de la présence de nombreuses entreprises très actives sur le sujet, a été mise de côté précisément parce qu'elle a déjà été fortement étudiée.

Au sein de chacun de ces territoires, le critère utilisé pour choisir la métropole à étudier a été différent, mais généralement la facilité d'accès à l'information a primé sur les autres. Pour l'Europe, Paris a été choisi pour une simple raison de praticité, de connaissance préalable du contexte et de certains de ses acteurs. Pour le Proche Orient, la ville de Dubaï était en 2018 l'une des plus avancées au monde dans l'adoption des véhicules autonomes grâce à leur stratégie, au-delà du *Dubai World Congress for Self-Driving Transport* et le challenge qui va avec. Cependant, la ville d'Abou Dhabi avait été pionnière au monde dans la mise en service de véhicules autonomes à Masdar City. En plus, la présence sur place de la Sorbonne Abou Dhabi facilitait l'accès au terrain. Au final, la décision prise a été d'étudier les deux villes en

parallèle. Enfin, pour l'Amérique latine, les recherches préalables ont montré que Bogota cumulait tous les critères : grande métropole mondiale mais d'une taille encore maîtrisable, avec une véritable volonté d'innovation dans le secteur des transports montrée par l'arrivée du Transmilenio en 1999, un niveau de développement économique et démocratique importants. De plus, les témoignages recueillis avant le début des recherches ont insisté sur la sympathie et l'ouverture des habitants, ce qui a d'ailleurs été confirmé.

Quant aux voyages de terrain eux-mêmes, il y a des différences importantes entre les trois. Paris étant la ville de travail et de résidence, il n'y a pas eu besoin de faire de déplacements spécifiques au-delà de ceux pour se rendre aux différentes conférences ou événements scientifiques. Les Émirats arabes unis ont été visités à deux reprises : une première fois en octobre 2019 afin d'assister au *Dubai World Congress for Self-Driving Transport*, dans un séjour très court, puis une deuxième fois pendant un mois complet en février 2020. Pendant le deuxième séjour émirien le logement se trouvait à Abou Dhabi, mais plusieurs allers-retours ont été faits à Dubaï, parfois dans la journée et parfois pendant plusieurs jours en logeant dans un hôtel. Enfin, le troisième terrain avait été prévu pour juin ou juillet 2020, mais cela a dû être annulé en raison de la crise sanitaire du COVID-19. Dans un premier temps, il a été convenu d'attendre que les frontières rouvrent avant de faire le voyage, mais en vue du temps qui passait sans nouveautés il a finalement été convenu de réaliser les entretiens à distance et de se déplacer sur place dès que ce serait possible. Les entretiens pour le terrain bogotan ont donc eu lieu pendant l'hiver 2020-2021, mais le déplacement a dû attendre mars 2022. Le déplacement a finalement duré trois semaines, pendant lesquelles le logement est resté à Bogota.

1.3.4 – Une comparaison internationale

Faire une comparaison internationale est une démarche méthodologique très intéressante, mais qui implique un certain nombre de limites importantes à prendre en compte. Il faut être très conscient de ces limites à tout moment, afin de ne pas comparer ce qui n'est pas comparable. Plus largement, il est important de rester éveillé en permanence sur le fait d'être en train de faire une comparaison, même dans les moments où celle-ci n'est pas explicite. Cécile Vigour, citée par Sami Ibrahim dans sa thèse, explique l'importance de cette prise en compte : "Loin d'être seulement une méthode, la comparaison est plus largement une stratégie d'enquête et de recherche qui imprègne l'ensemble de la démarche du chercheur, de la définition de la problématique au choix du terrain, en passant par la construction des données, leur analyse et leur explication." (Vigour, 2005, p. 123).

Les quatre villes étudiées ont plus de différences que de ressemblances. Le climat, le relief, l'histoire, la langue, le système politique, la biodiversité, la capacité

économique des pouvoirs publics ou encore la composition démographique de la population, sont certains des points qui différencient ces villes entre elles. Même entre Abou Dhabi et Dubaï, deux villes voisines situées dans le même pays, il y a des différences significatives dans le type d'économie, la taille de la ville, la composition démographique ou le niveau de tourisme. Si l'on s'intéresse seulement aux disciplines scientifiques de cette thèse les ressemblances ne sont pas plus importantes pour autant : les formes urbaines, les systèmes de transport public ou le niveau de motorisation de la population restent très différents entre ces quatre métropoles.

Pourtant, certaines caractéristiques demeurent similaires – mais non pas identiques. Premièrement, il s'agit de quatre grandes métropoles mondiales, d'après la définition classique du mot 'métropole', c'est-à-dire des villes qui se caractérisent par "la concentration des hommes, des fonctions de commandement, des activités à haute valeur ajoutée, des capitaux et des richesses." (Beucher, Reghezza, 2017, p. 258) À l'exception d'Abou Dhabi, un peu plus petite, il s'agit généralement de très grandes villes, autant en population qu'en superficie, avec une grande quantité de déplacements quotidiens, et un degré de congestion similaire dans certaines zones et à certaines heures. Les quatre villes ont une projection et une influence à l'international, et dans les quatre existe également une conscience acquise sur l'importance de l'innovation. Aussi, au sein des quatre villes on a cherché à des degrés différents d'innover sur des aspects liés à la mobilité et aux transports. Enfin, dans les quatre villes il y a un système d'acteurs complexe, avec une diversité de profils et de points de vue qui apporte de la richesse aux analyses.

Cependant, au-delà des différences et des ressemblances entre les quatre villes, ce qui est important est de prendre en compte en tout moment qu'il s'agit d'une comparaison, et d'être conscient de ce qui est comparable et de ce qui ne l'est pas. Ainsi, tout au long du document il y aura des moments où ce qui sera dit ne concernera que l'un des territoires d'étude, des moments où l'analyse concernera l'ensemble des territoires étudiés, et des moments où l'on cherchera à comparer ces territoires entre eux sur certains aspects en particulier.

1.3.5 – La thèse dans son contexte

Ces recherches ont eu lieu dans un cadre académique et institutionnel particulier, ainsi que dans un contexte social et politique spécifique. Voici dans les grandes lignes le contexte dans lequel cette thèse s'est déroulée.

1.3.5.1 – Un cadre académique et scientifique accueillant

Cette recherche a été dirigée par Xavier Desjardins, Professeur à Sorbonne Université, avec le soutien ponctuel d'un comité de thèse composé par Hadrien Dubucs, Florence Huguenin-Richard, Juliette Maulat et Alexis Sierra. De plus, un comité de suivi composé par Pascal Marty et Vincent Moriniaux a veillé à son bon déroulement.

Le doctorat a bénéficié d'un financement de type contrat doctoral sans mission d'enseignement, accordé par Sorbonne Université. De plus, la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM), du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, a accordé une subvention supplémentaire pour financer les voyages de terrain.

Le contexte institutionnel a été mouvant, mais accueillant. Le début de la thèse s'est encadré scientifiquement dans le laboratoire Espaces, Nature et Culture (ENeC), sous la direction de Florence Huguenin-Richard et de Louis Dupont. Lors de la disparition de ce laboratoire, la thèse a été intégrée le laboratoire Médiations, sous la direction de Xavier Bernier et Delphine Gramond. L'École Doctorale de Géographie de Paris s'est occupée de l'encadrement administratif, sous la direction de Gilles Palsky d'abord et de Catherine Fournet-Guérin ensuite. Au cours de la thèse, j'ai intégré l'équipe de représentants des doctorants dans les deux institutions.

En plus de l'encadrement scientifique au sein de l'Université, cette thèse a été accueillie par l'Atelier Prospectif de la Vie Robomobile, co-organisé par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire et le Ministère des Transports et dirigé par Louis Fernique et Arantxa Julien.

1.3.5.2 – Un contexte marqué par certains grands évènements

Ces cinq années de recherches ont été marquées par certains grands évènements nationaux ou internationaux. Si ces évènements n'ont pas toujours eu un lien direct avec la thèse, ils ont marqué d'une manière ou d'une autre soit les recherches sur les véhicules autonomes, soit le déroulement des recherches doctorales, soit les deux à la fois pour le plus important. Il s'agit notamment de trois moments : premièrement, le mouvement social français dit des 'gilets jaunes' ; deuxièmement, toujours en France, les grandes grèves générales, qui ont particulièrement touché les transports, qui ont eu lieu tout au long de la thèse mais dont le moment le plus marquant s'est déroulé pendant l'hiver 2019-2020 ; enfin, le plus important a été la crise sanitaire liée à la pandémie du COVID-19, survenue en 2020 mais dont les effets ont été durables.

Le mouvement dit des 'gilets jaunes' a commencé en France presque en même temps que cette thèse, c'est-à-dire à l'automne 2018. Les entretiens ont donc quasiment tous été menés après cette date, et ont donc forcément été marqués par le

mouvement. Étant donné l'absence de données antérieures à ce mouvement social, il est impossible de savoir comment les discours des acteurs sur les véhicules autonomes ont été influencés exactement. Cependant, vue la nature du mouvement, on peut émettre l'hypothèse d'une hausse de l'importance dans les discours de la mobilité dans les zones périurbaines et rurales, ainsi que de la question des prix de la mobilité et de l'élargissement des réseaux de transport vers les territoires les moins bien desservis (voire les chapitres sur les promesses 2 et 3).

Les grandes grèves générales survenues en France, très liées en particulier à la réforme des retraites proposées par l'actuel gouvernement, ont eu lieu presque tout au long de la durée de cette thèse, entre 2019 et 2023. Ces grèves ont été suivies par divers secteurs de la société qui concernent les mobilités, comme par exemple les éboueurs, mais l'impact le plus important est évidemment celui des grèves menées par le secteur des transports. Celles-ci ont eu le moment de plus haute influence pendant l'hiver 2019-2020, pendant lequel presque la totalité des transports public métropolitains de Paris ont été à l'arrêt. Le télétravail n'étant pas encore très utilisé dans les entreprises, ces grèves ont fortement paralysé la métropole. Cette situation popularise et polarise le discours sur les véhicules autonomes. D'un côté, tout le monde a pu observer comment les deux lignes automatiques du métro parisien, la 1 et la 14, ont continué à fonctionner malgré les grèves, en raison de l'absence de conducteurs. L'intérêt potentiel des véhicules autonomes pour éviter des grèves et des mouvements de travailleurs n'est donc pas passé inaperçu, et a même été mentionné dans certains entretiens. Néanmoins, les grèves ont également mis en lumière une réalité sociale : la quantité des personnes qui partiraient au chômage serait importante, et ces personnes ont le pouvoir d'arrêter le pays pour éviter un changement structurel majeur qui les enverrait au chômage. Tout ceci avait déjà été expérimenté quelques années plus tôt à Bogota, où le Transmilenio a eu beaucoup de mal à être accepté par les chauffeurs des bus, qui ont donc fait des grandes grèves à l'époque.

Néanmoins, l'évènement le plus marquant pour le sujet des véhicules autonomes et également pour le déroulement de la thèse est la crise sanitaire liée à la pandémie du COVID-19. Cette crise a commencé en 2020 et le premier confinement en France a eu lieu en mars de cette année. Les effets de la crise sanitaire sur le déroulement de la thèse ont été très clairs : la fermeture des frontières causée par la crise sanitaire, ainsi que d'autres conséquences de la même, a empêché le voyage de terrain en Colombie, qui a dû être retardé d'environ deux ans. En effet, non seulement la crise sanitaire a été traitée quasiment partout dans le monde par des confinements plus ou moins stricts. Néanmoins, ces confinements ont arrêté la production économique et a eu un impact social très important. Dans le cas de la Colombie, le confinement décrété a donné lieu à un contexte d'insécurité très important, ce qui a retardé davantage le voyage de terrain, même après la réouverture des frontières.

Tout ceci a impliqué un retard important dans le travail de recherche, ainsi que des changements importants dans la méthodologie, comme cela a déjà été expliqué dans le chapitre précédent.

Par ailleurs, la crise sanitaire du COVID-19 a également eu des effets importants sur la mobilité en général et sur le développement et l'adoption des véhicules autonomes en particulier. Malgré le manque de recul vis-à-vis de la situation et la durabilité des changements, on peut aujourd'hui constater une hausse très importante au niveau mondial de la pratique du télétravail, ce qui change nécessairement les pratiques quotidiennes de mobilité. Il y a également une hausse très importante au niveau mondial des livraisons à domicile, autant alimentaires que non-alimentaires : il s'agit d'une pratique qu'il existait et qui était en hausse avant la crise sanitaire, mais dont l'adoption a été fortement accélérée par les confinements décrétés par la plupart des gouvernements. Cette crise sanitaire a d'ailleurs mis en lumière également l'importance des chaînes logistiques et de l'approvisionnement. Un autre changement important dans les pratiques de mobilité a été la baisse très importante du partage des véhicules pour le même trajet, en particulier avec la disparition de cette option dans les compagnies de VTC, comme c'est le cas par exemple avec Uber, dont l'option UberPool avait été désactivée en raison de la crise sanitaire et n'a jamais été réactivée. Une dernière différence indirectement liée à la crise sanitaire est la hausse de l'utilisation des mobilités douces. En effet, certaines villes à travers le monde comme notamment Paris et Bogota ont construit des pistes cyclables éphémères pendant la crise sanitaire, ce qui a eu pour effet d'impulser la pratique du vélo ou de la trottinette électrique, certaines pistes éphémères ayant depuis été pérennisées.

D'autres grands événements d'importance régionale ou mondiale, comme par exemple la guerre en Ukraine, ont également eu lieu pendant la tenue de cette thèse. Leurs effets, soit sur la recherche, soit sur le développement des véhicules autonomes, pourraient sans doute être analysés. Cependant, les événements dont l'impact est le plus important sont bien ceux qui ont été mentionnés ci-dessus.

2. – DISCOURS

Dans le premier chapitre, concrètement au sein du 1.2, on a défini en détail ce qu'est un véhicule autonome en tant qu'objet ou, autrement dit, ce que sera peut-être un véhicule autonome si, un jour, on les produit massivement sur le marché. À partir d'ici, nous allons aborder une autre question : qu'est-ce que le véhicule autonome aujourd'hui ?

Qu'est-ce qu'une technologie avant d'être complètement en fonctionnement ? Qu'est-ce qu'un produit qui n'est pas encore sur le marché ? Qu'est-ce qu'un outil qu'on ne peut pas encore utiliser ? Qu'est-ce qu'un transport qui ne peut pas encore transporter ?

La réponse à toutes ces questions, mais surtout à la première, est simple : il s'agit d'abord d'une idée, suivie d'une recherche théorique, qui devient ensuite une recherche technique, avec des expérimentations et des tests. Cependant, l'idée va aussi devenir un discours, un discours alimenté par les différentes recherches, mais aussi par un certain nombre d'intérêts économiques ou géopolitiques, un discours qui va grandir et en même temps se scinder, et qui va se transmettre. Ce discours va être écouté par des individus qui vont se l'approprier, l'alimenter à leur tour et, parfois, agir en conséquence.

Dans cette grande deuxième partie il s'agira de comprendre d'abord quel est le discours global, celui qui a été conçu par les acteurs économiques et industriels, alimenté par un certain nombre d'autres acteurs et relayé enfin par des communicants. Après cela, on s'attaquera au discours tel qu'il a été appréhendé par les acteurs locaux des trois territoires qui ont été interviewés. Enfin, on analysera ces discours. Plus tard, dans la partie trois, on verra quelles sont les actions provoquées par ces discours.

2.1 - Petite mise en garde méthodologique : discours et narratives

La matière première de cette thèse ce sont les discours. Une cinquantaine d'entretiens auprès d'acteurs choisis, plus un grand nombre de conférences de toute sorte, la lecture de documents et rapports, de nombreux articles de presse spécialisée et, bien-sûr, de la littérature scientifique. Dans cette énorme masse d'information, il y a des données concrètes, des faits avérés et des déclarations officielles. Cependant, la grande majorité de ce qui a été recueilli sont des opinions, des prises de position, des jugements, des propos énoncés en connaissance de cause mais qui restent partiels et subjectifs. Il est important de garder à l'esprit que quand une personne répond à l'une de mes questions, sa réponse est fortement conditionnée par le contexte : son poste, son niveau de connaissance sur la question, son interlocuteur, le lieu où l'on se trouve,

le moment, l'institution qu'il ou elle représente et bien d'autres éléments, même son état d'esprit et son humeur du moment.

Les discours sont, par définition, flous, inconsistants, changeants. Ainsi, comment étudier une telle matière ? Des nombreuses disciplines se sont attaquées au discours en tant qu'objet d'étude (l'histoire, la sociologie ou la linguistique pour n'en citer que trois) ce qui montre que, malgré les difficultés, cela a un intérêt et peut être fait. Michel Godet, dans son manuel de prospective stratégique, explique l'intérêt d'étudier les discours dans le cadre d'une recherche portant sur un objet futur : "En effet, face à l'avenir, le jugement personnel est souvent le seul élément d'information accessible pour prendre en compte les événements qui pourraient survenir : il n'y a pas de statistiques du futur. Aussi les méthodes d'experts sont très précieuses pour réduire l'incertitude et pour confronter le point de vue d'un groupe à celui d'autres groupes (fonction de garde-fou) et, du même coup, prendre conscience de la plus ou moins grande variété des opinions." (Godet, 2007, p. 247) Plus récemment, et surtout au sein d'une étude portant sur les véhicules autonomes, on peut lire également l'intérêt d'une méthode basée sur les entretiens auprès d'experts : "dado el carácter incierto y complejo de los procesos sobre los que se busca elaborar un pronóstico, el conocimiento técnico de un grupo de expertos seleccionado intencionalmente a los fines del estudio permita arribar a conclusiones más válidas de las que podrían lograrse a partir de una muestra aleatoria que permita generalizar a una población más amplia." (Benítez, 2020, p. 11) Néanmoins, un certain nombre de mises en garde semblent nécessaires avant d'entrer réellement en matière.

Premièrement, la séparation entre le discours global et le discours spécifique est fine et parfois difficile à tracer. Ce qu'on a appelé ici le "discours global" est un mélange de sujets qui reviennent très souvent dans les discours spécifiques, d'éléments qui apparaissent dans la communication pour le grand public (conférences ouvertes, ouvrages de vulgarisation, presse généraliste, etc.) et de documents qui prétendent justement compiler ce discours global sur les véhicules autonomes. Le discours global influence fortement les discours spécifiques, et les discours spécifiques alimentent à leur tour le discours global. L'une des premières questions qui se sont posées au tout début de cette thèse était de pouvoir mesurer la distance entre le discours global et les discours spécifiques de chaque acteur et de chaque territoire. Nous allons essayer d'y répondre. Néanmoins, il est pertinent de rappeler que cette distinction peut parfois rester floue.

Deuxièmement, qu'un discours soit global ne veut pas dire qu'il ne réponde pas à un certain nombre d'intérêts économiques et géopolitiques d'acteurs majeurs de l'économie mondiale qui vont chercher à influencer activement ce discours. Il ne s'agira pas ici d'enquêter si une telle entreprise a payé ou pas un tel cabinet de conseil pour affirmer des idées qui vont lui supposer un bénéfice. Cependant, il ne faut pas tomber dans la naïveté : ce n'est pas nécessaire d'avoir des preuves concrètes pour

ressentir l'influence d'une entreprise ou d'une autre chez un communicant en particulier. Cela dit, il ne s'agit pas d'accuser qui que ce soit, juste de constater que les intérêts privés de certains acteurs majeurs marquent les discours. Le fait que les intérêts privés soient souvent contradictoires, ou tout au moins différents, complexifie davantage cette question. Il sera intéressant d'analyser les différentes branches du discours afin de mieux comprendre les positionnements de certains acteurs territoriaux, logiquement influencés par la présence de certaines entreprises sur leur territoire ou par des rapprochements culturels historiques.

Troisièmement, il est intéressant de constater que l'évolution des discours, malgré les efforts de certains acteurs pour les influencer, reste en partie imprévisible et sujette à des aléas externes. Deux exemples contraires illustreront bien ce propos. En mars 2018, un accident mortel impliquant une voiture autonome en expérimentation de l'entreprise étatsunienne Uber a eu comme conséquence une importante mise en cause de cette technologie et, à terme, l'arrêt temporaire des expérimentations menées par cette entreprise (Missika, Musseau, 2018, p. 11). Trois ans plus tard, en août 2021 une navette autonome opérée par Toyota, qui circulait pendant les Jeux Olympiques de Tokyo, a percuté en plein jour un athlète paralympique aveugle, qui a dû passer par l'hôpital (sans gravité heureusement). Symboliquement, le fait qu'un transport qu'est censé aider les personnes à mobilité réduite heurte une personne aveugle pendant le plus grand évènement paralympique au monde, aurait pu être catastrophique pour l'image des véhicules autonomes et de l'entreprise. Pourtant, cet accident a eu si peu de répercussion médiatique que la presse spécialisée internationale ne s'en est même pas saisie, étant la presse sportive presque la seule à le diffuser. Bien entendu, Toyota n'a pas cessé son activité pour autant, même s'il est difficile de savoir la portée nationale de l'incident.

Enfin, il ne s'agira pas dans cette thèse de prouver que les discours ont une répercussion réelle sur le concret, car cela a déjà été fait très amplement par les philosophes poststructuralistes français de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, comme Michel Foucault ou Jacques Derrida. Cette idée a été depuis adoptée par les autres disciplines des sciences humaines et sociales. Par exemple, Robert Shiller, prix Nobel d'économie en 2013, a développé sa carrière autour de la notion de "narratives économiques" et dans son dernier ouvrage il cherche à démontrer l'influence de ces narratives sur l'économie. Dans ce cas, on étudiera les effets sur l'urbanisme, les politiques publiques et les territoires. Il s'agira donc plutôt ici d'étudier quel est cette influence et comment elle agit concrètement sur les territoires étudiés.

2.2 – Le discours global sur les véhicules autonomes

Ce que l'on va appeler le "discours global" sur les véhicules autonomes est un ensemble décousu de messages sur comment seront les véhicules autonomes et

quelles seront leurs conséquences sur le monde. Lancé par Google en 2010 lors de l'annonce publique de leurs recherches sur le sujet, il a fortement évolué en raison des évolutions techniques et des difficultés rencontrées, mais surtout par l'implication de nouveaux acteurs économiques et industriels. L'industrie automobile traditionnelle, notamment, s'est rapidement saisie du sujet et la Société des Ingénieurs de l'Automobile ou SAE (Society of Automotive Engineers) a par exemple mis en place une "échelle d'autonomie" très largement utilisée aujourd'hui (voir le 1.2.4) mais qui répond clairement à leur vision de l'industrie automobile et non pas à celle des nouveaux entrants. Ces nouveaux entrants sont principalement des entreprises spécialisées dans d'autres secteurs qui ont décidé de se lancer dans la recherche : informatique, logistique, services de mobilité, télécommunications, géolocalisation... Enfin, certains États et territoires ont également décidé d'entrer dans le débat afin d'influer sur le discours. C'est l'ensemble de toutes ces volontés et intérêts qui forme le discours à partir de cette première annonce faite par Google il y a déjà plus d'une décennie. Un ensemble décousu donc, parfois même contradictoire, mais qui a un certain nombre de caractéristiques que l'on verra par la suite

Nonobstant, l'annonce de Google prend racine sur quelque chose de bien plus ancien. Déjà, d'un point de vue purement technologique, comme cela a été vu en 1.2.7, les recherches sur les véhicules autonomes remontent à bien plus loin que 2010. Mais le discours se base à son tour sur une image également très ancienne, construite grâce à l'imaginaire d'auteurs et autrices de science-fiction. Car le véhicule autonome est avant tout une utopie technologiste, très liée à la robotique et à l'aéronautique. C'est cette dimension utopique que nous allons voir dans un premier temps, avant de s'attaquer au discours en lui-même.

2.2.1 – Le véhicule autonome : une utopie

Le véhicule autonome, en tant qu'objet encore inexistant qui nous projette dans un futur hypothétique, fantastique et rempli de promesses, peut être considéré une utopie en lui-même, une utopie technologique. Mais cette utopie technologique comporte un certain nombre de promesses qui viennent influencer et transformer la ville et le territoire, créant ainsi une utopie plus large, une utopie urbaine et sociale. Il est donc important de comprendre ce qu'est une utopie, mais aussi comment elles agissent, quel est leur influence sur les sociétés au long de l'histoire et, surtout, comment on peut comprendre cette notion dans le contexte qui nous occupe. Comme nous le verrons, les utopies se construisent toujours dans un contexte historique, économique ou géopolitique concret et agissent de manière indirecte sur les sociétés et leurs dirigeants. La nature doublement utopique du véhicule autonome nous mène ainsi dans un rapide parcours historique par les utopies technologiques, d'un côté, et les utopies urbaines, de l'autre, deux penchants complémentaires du même concept.

Une utopie (étymologiquement "non lieu" ou "lieu qui n'existe pas") est, selon le dictionnaire Larousse, une construction imaginaire d'une société qui constitue un idéal. En effet, une utopie est par définition fictive, étant donné qu'en tant qu'idéal elle n'existe pas *encore*. La notion de futur, d'objectif vers lequel tendre, y est sous-jacente, car si une utopie est idéale, cela veut dire qu'elle est meilleure que la réalité, et donc vouloir s'en rapprocher devient une évidence. Les utopies nous montrent donc une ville meilleure, une société meilleure, un monde meilleur. Elles nous montrent le progrès, signalant non pas le chemin à prendre mais la destination finale. Les utopies sont un vecteur d'espoir. Elles participent ainsi de la vision humaniste sur le progrès qui prend racine à la Renaissance (époque justement à laquelle Thomas More va forger le terme grâce à son ouvrage *L'Utopie*). Les véhicules autonomes correspondent parfaitement à cette définition, puisqu'il s'agit d'un objet théorique, rempli de promesses, qui se circonscrit au futur. Dans les discours industriels sur les véhicules autonomes, qui seront analysés en détail, le véhicule autonome est généralement montré comme un objet fini vers lequel il faut tendre, un idéal, autrement dit une utopie. En même temps, cet objet technologique comporte toute une série de promesses de transformation idéale de la ville, véhiculant ainsi une utopie urbaine qui n'est pas portée seulement par les voitures autonomes, mais dont ces objets font clairement partie.

Les utopies urbaines naissent dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle en réaction à la révolution industrielle et les villes qui en résultent : avec une croissance chaotique et désorganisée et manquant encore de l'infrastructure nécessaire à accueillir une population si nombreuse, les critiques sont dures et quasiment consensuelles. C'est dans ce contexte que les utopies urbaines surgissent car, comme l'explique Françoise Choay : "Ce qui est ressenti comme désordre appelle son antithèse, l'ordre. Aussi va-t-on voir opposer à ce pseudo désordre de la ville industrielle, des propositions d'ordonnements urbains librement construites par une réflexion qui se déploie dans l'imaginaire. Faute de pouvoir donner une forme pratique à sa mise en question de la société, la réflexion se situe dans la dimension de l'utopie." (Choay, 1965, p. 15)

Les utopies urbaines qui se développent depuis ce moment-là et jusque la première moitié du XX^{ème} siècle vont donc principalement s'intéresser aux problèmes causés par l'industrialisation rapide, et notamment ses effets néfastes que cela a eu pour la vie des ouvriers : hygiène, habitat décent ou cadre de vie était les principaux soucis évoqués. Dans ce cadre, la mobilité prend une place capitale. En effet, qu'il s'agisse de la "cité industrielle" de Tony Garnier, la "cité jardin" d'Ebenezer Howard ou encore la "cité linéaire" de Arturo Soria y Mata, elles se caractérisent toutes par donner une place prépondérante à la mobilité, sans pour autant être le principal sujet de préoccupation des auteurs.

L'invention de l'automobile à la fin du siècle marquera les prochaines grandes utopies urbaines. Cet objet technologique, comme les véhicules autonomes un siècle plus tard, éveille les imaginations. Autant Le Corbusier que Frank Lloyd Wright, sûrement les plus connus parmi les utopistes urbains de la période entre les deux Guerres Mondiales, connaissaient déjà la voiture quand ils conçoivent leurs villes idéales. Il s'agit d'une voiture déjà fabriquée à la chaîne par Ford mais encore assez minoritaire, qui était encore loin d'atteindre le niveau de massification qui attendrait à la deuxième moitié du XX^{ème} siècle. Les théoriciens utopistes imaginent donc la démocratisation de l'engin, considérant que le 'tout voiture' répondrait aux besoins de leur époque. Qu'il s'agisse du grand étalement prôné par Wright dans son projet "Broadacre City" ou la forte spécialisation fonctionnelle de "l'urbanisme moderne" préconisée dans la Charte d'Athènes, la voiture est un élément central et indispensable. Ces utopies, cependant, ne tournent pas pour autant autour de l'objet voiture, si fondamental soit-il pour leur existence.

Si les utopies urbaines du XIX^{ème} siècle appellent à l'"ordre" face au "désordre" de l'industrialisation, comme on l'a vu dans les mots de Françoise Choay, le désastre de la Première Guerre mondiale, le chaos et l'irrationnel du conflit, vont renforcer davantage le besoin de rationalité, d'ordre. Le contexte territorial des États-Unis facilite la tâche à Frank Lloyd Wright, qui prône une "fuite" des villes pour aller vers un habitat étendu de manière homogène et régulière, grâce à la voiture. Ainsi, l'architecte étatsunien dit dans son ouvrage *La ville évanescence*, publié pour la première fois en 1932 : "Pourquoi ne pas permettre aux citoyens de garder les milliards qu'ils auraient à déboursé pour construire des rues à plusieurs niveaux et ainsi leur permettre d'acheter plus de voitures pour sortir et profiter davantage d'une vie plus naturelle et profitable, dans le cadre d'une liberté accrue ? À mesure que naît la liberté nouvelle de notre idéal, l'utilité de la ville s'évanouit grâce à la machine qui en a permis la construction." (Wright, 2013, p. 65) La voiture permet donc de rendre possible une tradition de pensée anti-urbaine et favorable au retour à la nature présente aux États-Unis depuis la création du pays (Choay, 1965). La densité européenne empêche une telle vision, mais partage le besoin d'ordre et la critique de l'irrationalité des villes : "L'âne a tracé toutes les villes du continent, Paris aussi, malheureusement." (Le Corbusier, 2011, p. 6) Ainsi, le CIAM (Congrès International d'Architecture Moderne) adopte la séparation fonctionnelle comme étendard, où la fonction de circuler est primordiale, toujours avec une volonté de standardisation de la ville autour d'un prototype d'"homme universel".

Cette idée de standardisation n'est pas qu'une affaire d'architecture et d'urbanisme. Les mouvements visant à créer une standardisation des objets se multiplient en Europe avec l'industrialisation, dans un objectif de production en série. Le fordisme pousse cette idée à son paroxysme avec la production de voitures à la chaîne, dans le but de faire en sorte que les prolétaires deviennent des

consommateurs. La voiture passera ainsi peu à peu d'un objet utopique et porteur d'utopies à un objet démocratisé, banal. En parallèle, la production à la chaîne fordiste développe un nouveau fantasme technologique : celui du robot, une machine capable d'effectuer des tâches autrement exécutées par l'humain. Ces machines éveilleront l'imagination et seront porteuses de nouvelles utopies : le robot ouvrier d'abord, puis les robots militaires, les robots ménagers et, bien-sûr, les robots conducteurs. C'est le début du véhicule autonome en tant qu'utopie.

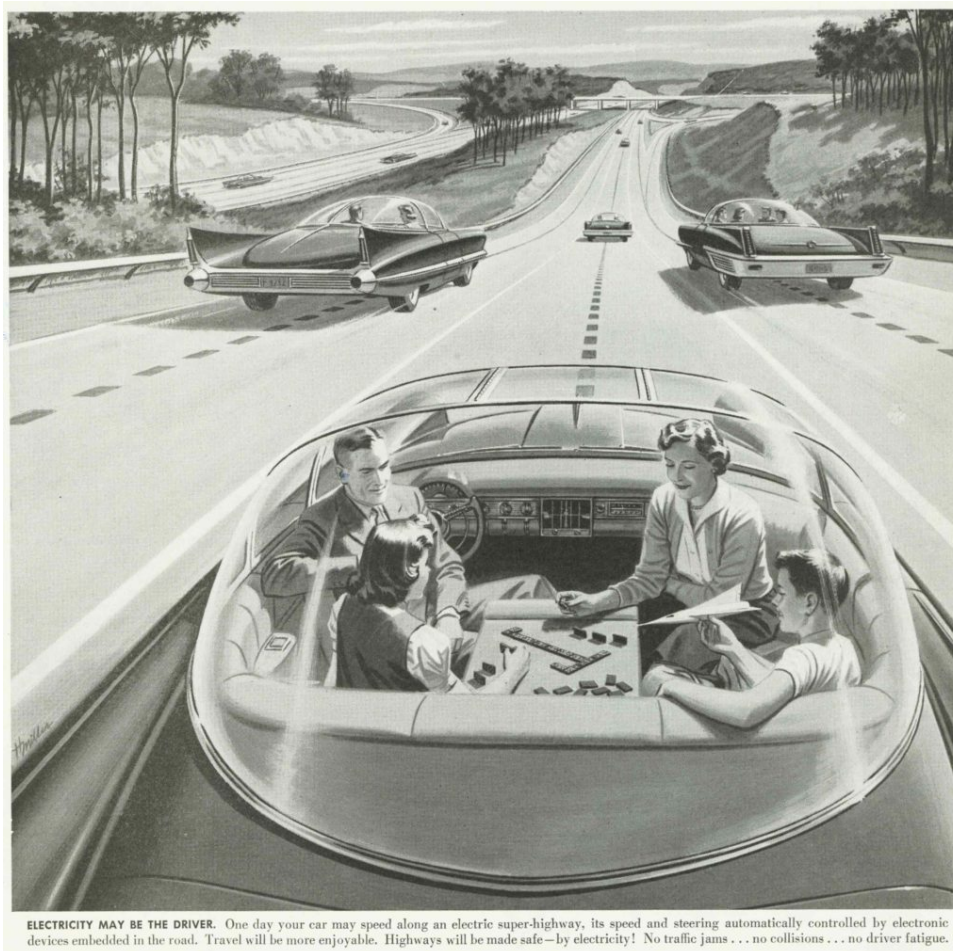
La Seconde Guerre mondiale va fortement changer les choses. D'un côté, la nécessité de reconstruction en Europe et la position de force des États-Unis vont provoquer le lancement d'un Plan Marshall qui se caractérisera (entre autres) par une architecture et un urbanisme fortement inspirés dans le Mouvement Moderne en enlevant toute l'idéologie d'origine, pour créer ce qui a été appelé le "style international". En parallèle, il y a aux États-Unis, puis dans le reste du bloc occidental et dans le monde, une démocratisation massive de la commodité, des objets, des technologies et des avancées sociales. Souvent, ces produits existaient déjà, mais la production à la chaîne se développe, ce qui permet une forte réduction des prix. Ceci rend ces produits accessibles à une classe moyenne grandissante : des appareils électroménagers, la généralisation des vacances, la télévision... et, bien-sûr, la voiture. Ainsi, l'utopie ne peut plus être que tout le monde ait une voiture, comme avaient imaginé Wright ou Le Corbusier, puisque c'est déjà le cas. Plus encore, la démocratisation de cet objet permet la matérialisation des utopies de l'avant-guerre. Ceci donne lieu à une période très paradoxale : d'un côté, les architectes et urbanistes construisent selon les principes énoncés par les théoriciens qui les ont précédés, mais ces constructions mettent en évidence les défauts, les problèmes, les nuisances. On voit alors apparaître des quartiers pavillonnaires en continuité des idées de Wright, comme par exemple Fresh Meadows, dont Lewis Mumford fait l'éloge dans un article de 1949 dans le *New Yorker* (Mumford, 2001). Dans la même période émergent aussi des villes nouvelles construites selon les principes de la Charte d'Athènes et le nouveau style architectural qui en résulte, le *style international*, et dont l'exemple le plus connu est sûrement Brasilia.

Cette idée s'applique aussi à la technologie, diffusée et démocratisée grâce à la production à la chaîne. On considère alors que la technologie est la solution à tout, le summum du progrès, et qu'il faut l'appliquer à tout : c'est le moment de la conquête spatiale, ainsi que d'un grand nombre de découvertes scientifiques. La technologie et le style international deviennent donc un idéal, une utopie à atteindre par l'humanité : la différence entre les territoires n'est plus qu'une question d'inégalité dans leur développement, s'ils sont plus ou moins proches de l'idéal. Cette vision du monde donne lieu à l'idée de différencier les pays entre "pays développés" et "pays sous-développés" ou "en développement". Ce contexte de recherche du progrès s'amplifie davantage par le contexte politique de la Guerre Froide, qui va créer un climat de rude

concurrence technologique entre les deux grandes puissances mondiales. Ce contexte va aussi générer des nombreuses recherches dans le domaine militaire. C'est précisément dans ce contexte, dans la DARPA³ des États-Unis, que l'on retrouve les premières recherches sur des véhicules autonomes.

Cette période historique est également le moment phare de la science-fiction comme style littéraire et cinématographique, avec la publication de grands œuvres du genre comme *1984* d'Orwell (1949) ou *Fahrenheit 451* de Ray Bradbury (1953). Isaac Asimov publie le recueil de nouvelles *Les Robots* en 1950, où il énonce pour la première fois ses fameuses lois de la robotique, dont certains problèmes éthiques ont été médiatisés récemment en raison des véhicules autonomes. En 1957 est publiée la publicité de l'*America's Electric Light and Power Companies*, ci-dessous, qui est devenu une référence de l'image des véhicules autonomes à l'époque. Quelques années plus tard, en 1964, Isaac Asimov publie un article dans *The New York Times* où il explique sa visite imaginaire au salon mondial de la technologie de 2014, cinquante années plus tard. Dans cet article il fait toute une série de prédictions technologiques tout à fait intéressantes dont nombreuses d'entre elles ont réellement vu le jour des années plus tard, comme les batteries électriques de longue durée, les appels par satellite ou les vidéoconférences. Dans son article, il parle également de véhicules autonomes : "Much effort will be put into the designing of vehicles with "Robot-brains", vehicles that can be set for particular destinations and that will then proceed there without interference by the slow reflexes of a human driver." (Asimov, 1964)

³ *Defense Advanced Research Projects Agency*, en français "Agence pour les projets de recherche avancée de défense".



ELECTRICITY MAY BE THE DRIVER. One day your car may speed along an electric super-highway, its speed and steering automatically controlled by electronic devices embedded in the road. Travel will be more enjoyable. Highways will be made safe—by electricity! No traffic jams . . . no collisions . . . no driver fatigue.

Publicité de l'*America's Electric Light and Power Companies* dans le magazine *Life*, 1956

Le style international et l'idée même de progrès trouvent vite des opposants. Dans les années 1960, un mouvement anti-belliciste et contestataire prend des formes différentes à travers le monde. En France et en Europe, des révoltes étudiantes et ouvrières parcourent les villes autour de Mai 68 ; aux États-Unis, en raison de la réalité géographique du pays, avec des très grandes étendues peu peuplées, ces populations vont plutôt quitter les villes, ce qui donne naissance d'abord à la génération Beat et ensuite au mouvement hippie. Ce retour à la nature va populariser et donner de la force à une pensée écologiste jusque-là plutôt savante et très minoritaire, avec la mise en place de contestations importantes et la création des premières grandes organisations internationales de défense de la nature, comme par exemple Greenpeace. En parallèle, les discours de critique du style international, théorisés entre autres par Jane Jacobs, mettent en avant l'importance de la diversité, du vernaculaire et du local. Ceci mènera au postmodernisme. Exprimé par David Harvey : "Le postmodernisme, dans le champ de l'architecture et le design urbain, signifie dans les grandes lignes, une rupture avec l'idée moderniste. [...] Le design urbain [postmoderniste] cherche simplement à prendre en compte les traditions vernaculaires, les histoires locales" (Harvey, 2012, p. 85) Le premier choc pétrolier de 1973, première crise économique importante pour les pays occidentaux depuis la

Deuxième Guerre Mondiale, vient renforcer les critiques de l'idée de progrès et d'homogénéisation du monde. Stéphane Cordobes développe ces critiques : "Le modèle économique du monde moderne est ainsi fondamentalement questionné, depuis l'industrialisation et la production d'énergie fossile jusqu'à l'avènement de la mondialisation libérale et du capitalisme financier dérégulés en passant par la production et la consommation de masse. À la question traditionnelle des inégalités générées par ce système économique s'ajoutent celles de sa soutenabilité, de l'épuisement des ressources, de la destruction des milieux naturels auxquels il semble inexorablement conduire, des menaces pour notre survie." (Cordobes, 2020, p. 266)

Malgré toutes ces réactions et critiques, en bien d'autres qui n'ont pas été nommées ici, l'idée internationaliste et moderniste ne disparaît pas pour autant, bien au contraire, elle continue d'exister et à se développer, cohabitant avec les alternatives. L'idée de progrès, bien ancrée depuis des siècles, a survécu à des nombreuses mises en cause, les plus importantes lors des deux Guerres mondiales (comment peut-on penser qu'il y a du progrès quand on a abouti à une telle violence ?). Cette idée perdure encore de nos jours soutenue fermement par la technologie, qui contribue très fortement à donner cette illusion d'avancée permanente, d'aller toujours plus loin et toujours meilleur. Aujourd'hui, ce n'est plus la voiture qui marque les utopies urbaines mais d'autres objets technologiques plus récents comme l'informatique ou les télécommunications, donnant lieux à un imaginaire d'hyper-connectivité, de robotisation et d'intelligence artificielle. Le véhicule autonome unifie les deux univers : en tant que véhicule, il reprend les codes des utopies urbaines du XX^{ème} siècle avec son rapport à la ville, mais en tant qu'objet intelligent et connecté il entre parfaitement dans les nouvelles utopies technologistes. Frédérique Hernandez et Laurent Devisme confirment cette approche : "Nous avons vu, ici aussi, la quête d'une ville idéale derrière les technologies de la smart city ou du véhicule autonome." (Devisme, Hernandez, 2020, p. 6)

Aujourd'hui, ces deux manières de regarder le monde coexistent : l'idée de progrès permanent avec celle qui le nie ; l'idée internationaliste de qu'il faut *développer* tous les territoires de la même manière avec la défense du vernaculaire, du local ; l'idée d'avancer toujours plus, toujours vers l'avant, avec celle de la décroissance, du retour à une vie plus simple et moins dépendante des technologies. Il est curieux de constater que, d'après Françoise Choay, ces deux grands modèles existaient et coexistaient déjà au XIX^{ème} siècle : un modèle qu'elle dit *progressiste*, qu'elle définit comme "optimiste", "orientée vers l'avenir" et "dominée par l'idée de progrès" (Choay, 1965, p. 16) ; et un modèle dit *nostalgique* ou *culturaliste*, fasciné par le passé et la vernacularité.

Le meilleur exemple de cette cohabitation, et le plus parlant, est sûrement Masdar City. Il s'agit d'une ville nouvelle dans la périphérie d'Abou Dhabi, dont le projet a été lancé en 2006 et réalisé par l'agence de Norman Foster, l'objectif étant de mener une expérimentation de la ville du futur. Se rendant compte que le pétrole est une ressource limitée et que, en conséquence, leur principale source économique arrivera plus tôt ou plus tard à sa fin, ils décident de se lancer dans les énergies renouvelables et les nouvelles technologies. Comme nous le verrons plus tard, ils ont développé le premier service de mobilité fonctionnel composé exclusivement par des véhicules autonomes, et globalement ils ont misé sur la recherche technologique liée à l'énergie (solaire notamment). Néanmoins, et malgré cette volonté d'être à la pointe mondiale de la technologie, depuis le début ils ont donné une importance majeure au vernaculaire et au local, non seulement dans l'esthétique des bâtiments mais aussi, par exemple, dans le système de refroidissement de l'air. En effet, malgré les températures très élevées qu'il y a toute l'année et surtout en été, les rues de Masdar sont fraîches, quand on y arrive à pied depuis l'extérieur la sensation est d'un grand soulagement. Cependant, malgré ce que l'on pourrait penser, il ne s'agit pas d'une climatisation technologique, mais tout simplement d'une architecture qu'imité avec succès l'architecture traditionnelle arabe, dans ses formes et ses matériaux, faisant en sorte qu'il y ait toujours de l'ombre et de l'air qui circule. Visiter Masdar c'est dépaysant en raison de ce mélange. Ce quartier d'Abou Dhabi a été étudié dans le cadre de cette thèse, et deux entretiens avec des acteurs issus de Masdar ont été réalisés.

Les deux utopies cohabitent : l'utopie technologiste et l'utopie écologiste. Les deux sont vues comme une solution au réchauffement climatique : en agissant par le développement de nouvelles technologies toujours plus efficaces et efficientes, ou alors en agissant par le biais de la réduction, le démantèlement et la décroissance. Mathilde Marchand le dit très clairement : "Face aux enjeux de raréfaction des ressources et de réduction de consommations et pollutions, la construction d'un système régénératif et au métabolisme circulaire plutôt que linéaire devient une priorité." (Marchand, 2020, p. 278)

Les véhicules autonomes sont là, au milieu de ce débat qui oppose technologie et écologie. Il s'agit d'une technologie de pointe, mais qui à la fois présente un ensemble de promesses écologistes : réduction de la dépense énergétique, réduction de la pollution, réduction de la quantité de véhicules, réduction de la quantité de trajets... Dans le prochain chapitre 2.2.3 on analysera les différentes promesses que l'on trouve autour des véhicules autonomes et notamment cette promesse d'écologie (Promesse 8), que l'on expliquera et on critiquera également. Le manque d'unanimité au sein de l'utopie écologiste, entre réduction radicale et écologie technologiste, nourrit l'indécision dont bénéficient les véhicules autonomes dans leur discours écologique.

Il est difficile d'écrire un chapitre entier sur les utopies sans évoquer, si ce n'est que rapidement, les *dystopies*, cette branche de la science-fiction qui s'occupe, non pas de présenter le monde idéal, mais son contraire, un monde où le futur tourne mal, où la notion de progrès disparaît pour laisser place au cauchemar. Généralement issues de l'univers de la fiction, très rares dans la littérature scientifique, elles influencent tout de même les discours tout autant que les utopies. Elles deviennent très populaires notamment après des grandes périodes de crise comme après les deux Guerres mondiales ou lors des grandes crises économiques, quand l'idée de progrès n'est plus aussi crédible. S'il est important d'imaginer le monde idéal pour essayer de s'y rendre, ce n'est pas moins utile d'imaginer le pire futur possible afin d'essayer de l'éviter. C'est un exercice que l'on peut voir également en lien avec les véhicules autonomes : autant on est habitués à entendre parler du scénario idéal par le biais des promesses que l'on présentera par la suite, certains acteurs s'efforcent de présenter quel serait le pire scénario possible, afin de mettre en garde contre ce qui pourrait arriver afin de l'éviter. Par exemple, Florence Hanappe (Apar), dans son entretien, compare l'image d'une ville hyper-connectée où on pourrait connaître avec exactitude chacune des données de chacun de nos déplacements au "Big Brother", dans une référence explicite à *1984* de George Orwell, l'un des grands classiques de la littérature dystopique, publié en 1949. Le fait d'utiliser cette référence au lieu d'une autre implique une méfiance, voire une crainte vis à vis d'une vision du futur qu'elle même qualifie de probable et de proche.

2.2.2 - La construction du discours global sur les véhicules autonomes

Trois types d'acteurs contribuent activement à la construction et la diffusion du discours global sur les véhicules autonomes : des acteurs primaires, des figures d'autorité et des vulgarisateurs. Ces trois types d'acteurs sont différenciés, mais pourtant intimement liés, car ils dépendent tous les uns des autres et que, souvent, ils s'entremêlent, que ce soit par des négociations directes, par des intérêts communs voire parce qu'un seul acteur accomplit plusieurs rôles à la fois. Chacune des trois catégories est bien-sûr à son tour assez large et diversifiée.

Le discours naît dans un premier temps au sein des entreprises chargées de la recherche et le développement des véhicules autonomes. Les technologies qui en résultent sont, en quelque sorte, la matière première qui va servir à la construction du discours. Mais au-delà des technologies concrètes qui sont développées dans ces entreprises, le discours se nourrit aussi des objectifs à moyen et long terme de l'entreprise en question, les intérêts économiques et les luttes de concurrence. Ces entreprises communiquent régulièrement leurs objectifs et leurs projets à travers des annonces. Parfois à travers un simple message sur les réseaux sociaux, parfois avec une grande déclaration lors d'un événement important, lorsque les entreprises font

une annonce elles ont un objectif concret derrière. Ces effets d'annonce, très étudiés par les sciences économiques, échappent au domaine étudié par cette thèse. Néanmoins, il est important de connaître leur existence et leur importance dans la construction du discours. C'est de cette manière que les véhicules autonomes se sont placés sur le devant de la scène : à travers une annonce de Google en 2010. Ces grands acteurs primaires initient le discours car eux, ils *font*, ils *produisent*.

Il faut noter que, même si certaines des entreprises les plus importantes dans le domaine des véhicules autonomes sont originaires des États-Unis (Google, Uber, Tesla, Amazon ou encore Ford), il y a une certaine diversité d'origines dans les entreprises qui contribuent à construire ce discours autour des véhicules autonomes : le Japon, la Corée du Sud, la France, le Royaume Uni, la Chine, l'Allemagne, la Suède, etc.

Il est intéressant de s'arrêter brièvement sur un outil souvent utilisé par les entreprises pour communiquer : les *concept cars*. Ces "voitures concept" sont des véhicules non opératifs, destinés "à présenter au public un savoir-faire novateur en vue d'applications futures sur des véhicules en série", d'après le Collège de Terminologie de l'Automobile (CTA, 2018). Les constructeurs automobiles présentent régulièrement ces véhicules à l'occasion des grands salons de l'automobile. On y voit donc une voiture à échelle réelle, d'un design futuriste mais reconnaissable, où les visiteurs peuvent souvent monter et qui, dans certains cas, bouge même dans un petit circuit à l'intérieur du salon. Elle est généralement présentée par un communicant expert à l'aide d'une vidéo où l'on peut voir cette même voiture accomplir des prouesses avec élégance. Ils se focalisent bien-sûr sur le ou les éléments qu'ils veulent annoncer, le reste étant le plus neutre possible. Il s'agit globalement de technologies encore lointaines : l'idée n'est pas de présenter un produit fini, mais une intention de futur. Le Collège de Terminologie de l'Automobile souligne qu'il ne faut pas les confondre avec des "prototypes", qui précèdent une série. Les véhicules autonomes, au moment du pic de leur popularité (entre 2016 et 2018), ont souvent été présentés de cette manière, par presque la totalité des grandes marques internationales du secteur et dans une grande diversité de salons professionnels.

La deuxième typologie d'acteur, celle des "figures d'autorité", est composée de ces individus ou entreprises qui s'occupent d'étudier ce que les acteurs primaires produisent, traiter ces données et communiquer dessus. Il s'agit bien-sûr du milieu académique, mais aussi d'un certain nombre d'entreprises privées de recherche ou de conseil. Cet ensemble d'acteurs indépendants constituent ce que l'on appelle souvent les "experts". La grande majorité de l'information savante que l'on peut trouver sur le sujet vient de cet échelon : des rapports indépendants faits par des cabinets de conseil, ainsi que des articles ou ouvrages écrits par des universitaires. C'est l'échelon le plus important car, en tant que figures d'autorité, leur discours est amplement diffusé et difficilement mis en cause. Cependant, il est important de mettre en avant certains problèmes : premièrement, leur neutralité est parfois ambiguë en raison des

forts intérêts économiques qu'il peut y avoir pour les acteurs primaires nommés ci-dessus. Deuxièmement, la grande majorité des figures d'autorité citées lors des entretiens ou lors des lectures est originaire du même pays, les États-Unis, ce qui pose des questions sur la neutralité du point de vue géographique. Bien évidemment, on peut trouver des figures d'autorité à toutes les échelles géographiques, ce qui implique que dans un certain pays il y aura des personnalités influentes à l'échelle nationale mais peu connues à l'échelle internationale. Au contraire, certains communicants vont s'adresser au grand public à travers de plateformes très facilement accessibles sur internet, ce qui fait que leur discours ait une portée très large. Un bon exemple de ceci est Tony Seba, dont les conférences et les TedTalks ont parfois des centaines de milliers de vues sur Youtube. Ce sont ces acteurs qui vont donner forme au discours. Ils étudient l'information produite par les acteurs primaires, parfois décousue, et la traitent, l'ordonnent, lui donnent un sens et en tirent des conclusions dans une grande diversité de domaines (en réalité pas si grande, puisque la plupart de ces recherches se cantonnent à l'ingénierie, la mobilité, l'économie ou des domaines techniques comme l'infrastructure ou l'énergie).

Voici une liste de certains experts parmi les plus souvent cités lors des entretiens ou lors des lectures faites dans le cadre de cette thèse : le cabinet de conseil Price Waterhouse Coopers, dit PWC (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 16), le cabinet de conseil KPMG (mentionné par Felipe Azcárate), le communicant Tony Seba (Missika, Musseau, 2018, p. 84 ; mentionné par Colin Hill), le cabinet Boston Consulting Group (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 20), le professeur en économie à Harvard Ed Glaeser (mentionné par Nicolás Galarza), le cabinet Roland Berger (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 51), le *think tank* RethinkX (Missika, Musseau, 2018, p. 83), ou encore le cabinet McKinsey (Kurman, Lipson, 2018, p. 49).

La troisième typologie d'acteur est celle des vulgarisateurs. Comme cela a été dit, certaines figures d'autorité vont à leur tour vulgariser, mais ceci reste relativement rare. En général, la production du deuxième échelon d'acteurs étudié reste une production savante, adressée à d'autres experts ou à des acteurs fortement impliqués dans le sujet, comme c'est le cas de la grande majorité des personnes interviewées dans le cadre de cette recherche. En général, le rôle de la vulgarisation est assumé par la presse, d'abord la presse spécialisée et ensuite la presse généraliste. La presse spécialisée offre plus d'informations mais est lue par moins de personnes, alors que la presse spécialisée donne peu d'informations mais est très largement diffusée. Les journalistes (dont certains comme Léna Corot sont cités régulièrement dans cette thèse en raison de leur spécialisation dans la question des véhicules autonomes), vont donc chercher des informations auprès des deux autres échelons d'acteurs étudiés afin de résumer l'information, la trier, et la retranscrire dans des articles courts et concis. Ils et elles ne construisent pas le discours, mais le rendent accessible auprès du grand public et contribuent fortement à sa diffusion. Les journalistes jouent en plus un rôle

de triage important, notamment dans la presse généraliste, où l'on va décider ce qui est important et ce qui ne l'est pas en fonction de critères parfois obscurs, marquant ainsi les esprits et les discours du grand public. Un exemple de cela est la différence de traitement, vue quelques pages plus tôt, entre l'accident mortel survenu avec un robotaxi d'Uber en 2018 et l'accident causé par une navette Toyota lors des Jeux Olympiques de Tokyo en 2021. Un autre exemple est l'étude faite par un groupe de chercheurs du MIT et publiée en 2016 sur les choix éthiques des véhicules autonomes (www.moralmachine.net), qui a eu une énorme répercussion sur la presse généraliste et qui, encore de nos jours, reste une référence incontournable pour beaucoup de personnes quand le sujet des véhicules autonomes apparaît dans une conversation. Des actions de marketing comme par exemple le véhicule automatisé par Valéo qui a circulé dans Paris pendant une journée à l'occasion du Mondial de l'Automobile en septembre 2018, ensuite très relayée par la presse, participent aussi à la visibilité.

Il est important d'insister sur la perméabilité des trois typologies énoncées. Loin d'être des catégories rigides, il est habituel de voir des transferts, soit des personnes qui changent de statut ou qui en assument plusieurs, soit des échanges économiques. Il n'est pas rare qu'une grande entreprise embauche un cabinet de conseil externe pour qu'il réalise une certaine étude, ou qu'elle finance les universités pour impulser les recherches dans un certain sens. Le meilleur exemple de cette perméabilité est sûrement Elon Musk, patron de l'entreprise Tesla et, en tant que tel, appartenant au premier groupe d'acteurs, mais en même temps figure publique, très connue et influente, usager habituel des réseaux sociaux et habituel de la presse et, en même temps, un excellent communicant auprès du grand public.

Un quatrième groupe d'acteur contribue à la construction du discours depuis déjà plusieurs années : les acteurs territoriaux. Ce sont ces acteurs qui vont nous intéresser et qui ont été interviewés pour alimenter cette recherche. Différents territoires à des échelles différentes, depuis le pays jusqu'à la ville petite ou moyenne, ont décidé de se saisir du sujet, non seulement en tant que récepteurs mais en apportant des éléments au discours de manière active. Ainsi, des pays comme la France ou le Japon (Jeehoon, 2020) ont produit des documents et des rapports à portée nationale, des métropoles comme Dubaï ou Singapour (entretien avec Jonathan Spear) ont produit des stratégies et ont pris les devants, et des villes comme Rouen (entretien avec Catherine Goniot) ou La Rochelle ont décidé d'investir le sujet à travers des expérimentations et de la recherche. Cet investissement n'est pas seulement technique : des hommes et femmes politiques influents se sont prononcés sur la question, et certains sont même allés jusqu'à publier des articles ou des ouvrages, comme c'est le cas de Jean-Louis Missika, adjoint à l'urbanisme de la Mairie de Paris lors de la publication de son livre *Des robots dans la ville* en 2018 avec son conseiller Pierre Musseau. Les moyens à travers lesquels les acteurs publics influencent le

discours sont bien plus divers que les acteurs présentés précédemment : par exemple, la mise en place d'expérimentations contribue à marquer les esprits de la population, ainsi que l'organisation d'évènements. Un bon exemple de ceci est le débat citoyen autour des véhicules autonomes co-organisé en janvier 2018 par un groupement d'acteurs publics dont le Ministère de la Transition écologique et solidaire, pour lequel ils diffusent des vidéos ou de magazines (Mathieu, 2018). Les acteurs territoriaux ont commencé à investir le sujet quand le discours global était déjà bien construit, et leur capacité à l'alimenter est généralement moindre que celui des grandes entreprises ou des grands experts, ainsi que des médias, mais leur pouvoir d'influence n'est pas négligeable, surtout à l'échelle de leur territoire.

2.2.3 - Les promesses, un discours unique et global :

"Les voitures sans conducteur sauveront des millions de vies, atténueront la congestion du trafic et aideront à rendre l'air plus sain. Les parents ne passeront plus plusieurs heures par jour dans la circulation pour conduire les enfants à l'école et à leurs activités ; les personnes âgées et les personnes handicapées gagneront une nouvelle mobilité." (Kurman, Lipson, 2018, p. 8)

Cette citation n'est pas extraite d'une brochure de vente d'une voiture Tesla, ni d'une conférence de presse organisée par Uber ou Waymo : il s'agit de l'introduction à un ouvrage publié par les presses du MIT en 2017 et coécrit par un professeur en ingénierie de l'Université de Columbia et une autrice et communicante experte en nouvelles technologies. Dans le cadre de cette thèse, quand nous parlons du "discours global sur les véhicules autonomes" nous faisons référence à ce genre d'affirmations, relayées par toutes les typologies d'acteurs vues dans le point précédent mais aussi par des nombreuses autres personnes, concernées ou pas par cette technologie, dont un bon nombre d'acteurs interviewés dans le cadre de cette recherche.

Les acteurs publics ont globalement accepté ce discours, avec ses promesses, l'adaptant dans ses stratégies et leurs visions du futur. Par exemple, l'Union européenne cherche à "faire de l'Europe un leader mondial en ce qui concerne la mobilité connectée et automatisée, de franchir un pas décisif en Europe en abaissant le nombre de victimes de la route, en réduisant les émissions nocives des transports et en réduisant la congestion." (CE, 2018, p. 3), comme on peut le lire dans une communication faite par la Commission européenne en 2018.

En effet, ce discours s'est imposé et est aujourd'hui accepté par tout le monde, que ce soit pour le soutenir ou pour le critiquer. Il est rare de trouver des voix discordantes, des éléments nouveaux ou des idées très originales. Celia Izoard, dans son ouvrage *Merci de changer de métier*, explique ce phénomène par une sensation d'inévitabilité de l'avancée technologique : "nous, "public", "usagers", "simples

citoyens", avons été placés devant le fait accompli. Ou plus exactement, comme c'est la règle en matière de nouvelles technologies, le débat n'a pas existé, car la technologie n'est pas censée être politique. [...] Hier, le véhicule autonome n'était qu'un rêve futuriste un peu délirant porté par Google, tellement irréaliste que, nous disait-on, c'était une perte de temps de le critiquer. Aujourd'hui, tout est lancé, il semble tout aussi futile de le critiquer puisque, de toute façon, c'est déjà là." (Izoard, 2020, p. 22) Il est important de souligner que ce passage du "rêve futuriste délirant" au "fait accompli" n'est pas une transition homogène partout dans le monde : comme ce sera étudié plus tard, certains acteurs et certains territoires voient encore le véhicule autonome comme un objet lointain et utopique, alors que certains autres le pensent inévitable et prochain.

Comme nous l'avons vu précédemment, sous l'expression "véhicule autonome" il y a une multiplicité d'objets et d'usages. Le discours global sur les véhicules autonomes correspond donc aussi à plusieurs réalités et est à fois unique et multiple. Il est unique parce que, malgré la multiplicité de sources et de communicants, il reprend toujours les mêmes éléments de manière partielle ou complète. Il est multiple parce qu'il fait référence à des objets divers, et cible des récepteurs différents.

À travers les multiples sources qui alimentent cette recherche, il a été possible d'extraire un certain nombre d'éléments fréquents, qui reviennent très régulièrement dans les discours. Certains éléments se présentent comme des sujets de débat ou de critique, mais la plupart d'entre eux se présentent comme des *promesses*. Les acteurs qui construisent le discours sur les véhicules autonomes, étudiés dans le point précédent, s'efforcent pour donner une image positive de l'objet, remplie de louanges. Ils nous présentent ces véhicules comme l'étape suivante de l'évolution technologique dans la mobilité, qui viendra améliorer l'existant et en résoudre les problèmes. Cependant, même quand les acteurs se positionnent contre les véhicules autonomes ils reprennent très souvent les mêmes éléments avancés par les promoteurs de cette technologie, comme le rappellent Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche dans le quatrième chapitre de leur ouvrage : "Les sceptiques acceptent le cadre défini par les promoteurs du VA, mais discutent point par point leurs conclusions." (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 102-103)

Dans le cadre de cette thèse, ces éléments ont été regroupés dans huit grandes promesses : la sécurité, la réduction des coûts, l'élargissement des réseaux de transport, le dépassement des limites géographiques, l'égalité sociale, l'accessibilité, l'espace public et l'écologie. Aucune des sources consultées ne présente cette liste de promesses tel qu'elle est présentée ici, mais la plupart des sources bibliographiques nomment certaines promesses de la liste, de manière explicite ou implicite, comme on verra par la suite.

Néanmoins, la diversité potentielle des objets qui répondent à la dénomination "véhicule autonome" fait que les promesses puissent faire référence à certaines typologies de véhicule en exclusivité. Notamment, certaines promesses renvoient seulement aux véhicules qui aujourd'hui sont conduits par des professionnels, qu'il s'agisse de transport public, de transport de marchandises ou des taxis, alors que d'autres parleront uniquement des véhicules individuels privés. Cette différenciation, quand elle sera nécessaire, sera bien entendu expliquée.

De la même manière que les promesses peuvent faire référence à différents typologies de véhicule autonome, elles vont également s'adresser à un public cible différent. En effet, l'enjeu pour les industriels est double en ce qui concerne les véhicules autonomes : il faut bien-sûr, comme pour tout autre produit de consommation, s'adresser au grand public, les futurs acheteurs. Cependant, les nécessités de ces véhicules en termes d'équipement, d'infrastructure ou de réglementation, font que l'avis des décideurs territoriaux soit fondamental pour le déploiement des véhicules autonomes. C'est pourquoi certaines des promesses s'adressent principalement à ces acteurs, qui sont d'ailleurs également ceux qui ont été ciblés par cette recherche. Logiquement, les arguments pour convaincre un acheteur individuel ou un décideur communal ne sont pas forcément les mêmes, ce qui va se voir dans les huit promesses présentées.

Nous présenterons par la suite les huit principales promesses qui ont été repérées et étudiées. Pour chacune d'entre elles le schéma du chapitre sera identique : la promesse sera d'abord présentée tel qu'elle est présentée par les promoteurs des véhicules autonomes, c'est-à-dire sans recul ni critique. Elle sera ensuite expliquée, afin de comprendre en quoi se basent ses défenseurs pour l'affirmer, ce qui nous permettra de pouvoir la classifier en fonction d'un certain nombre de critères avant de s'attaquer aux failles de l'explication et aux critiques : est-ce que les véhicules autonomes pourront réellement avoir cet effet un jour ? Après ce débat, de caractère plutôt technique, sur ce que les véhicules autonomes pourront ou ne pourront pas faire, il s'agira d'aborder une autre sorte de critique : admettant que les promoteurs des véhicules autonomes aient raison et que ces machines fonctionnent *vraiment* un jour comme ils le disent, est-ce que ceci serait positif ? Prenons un exemple pour clarifier ces propos (qui sera élargi par la suite dans le chapitre qui lui correspond) : si on nous dit que les véhicules autonomes seront plus rapides que les voitures actuelles, la première question serait de se demander "seront-ils vraiment plus rapides ?", alors que la seconde question serait "est-ce une bonne chose que ces véhicules soient aussi rapides ?". Après tout, comme le disent Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche : "Toutes ces assertions [les promesses] sont en partie vraies, mais elles ne sont que des demi-vérités, donc des demi-mensonges. On peut en effet leur opposer des contre-arguments." (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 237)

Quant à la classification des promesses, on analysera le type de véhicule concerné par chaque promesse, le public principalement ciblé par celles-ci et aussi s'il s'agit d'une promesse "primaire", c'est-à-dire qu'il s'agit d'un effet directement lié à la technologie d'autonomie du véhicule, ou d'une promesse "secondaire", c'est-à-dire qu'elle ne dépend qu'indirectement de l'autonomie du véhicule, d'autres promesses devant voir le jour préalablement.

Après la présentation des huit promesses suivra un neuvième chapitre où seront commentés les principaux sujets de débat ou controverse autour des véhicules autonomes qui ne constituent pas pour autant une promesse : la polémique autour de l'éthique des intelligences artificielles, la question de la responsabilité en cas d'accident, la controverse sur la destruction et la création d'emploi, le sujet de l'acceptabilité sociale ou encore les multiples débats autour de la gestion des données.

Promesse 1. Sécurité routière : *zéro accident sur la route*

Cette promesse est sans doute la plus répandue et la plus crue parmi celles qui seront étudiées ici, et consiste en une amélioration importante de la sécurité routière. Dans les mots de Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche, "Le véhicule autonome conduira à une baisse drastique des accidents." (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 100). Le niveau de réduction est source de débat et controverse et les différents experts, comme nous allons le voir, expriment des chiffres qui vont depuis une légère baisse d'environ 20% jusqu'à la presque disparition des accidents, approchant le 100%, en fonction des modélisations et des critères utilisés. Non seulement la quantité d'accidents diminuera fortement, mais leur gravité également : "The deployment of large-scale self-driving vehicle fleets will likely reduce both the number of crashes and crash severity" (OECD/ITF, 2015, p. 6)

L'importance de cette promesse est grande, malgré les différences dans les chiffres, car même la plus pessimiste des prédictions implique une amélioration de la situation actuelle. Cette réduction presque certaine de la quantité d'accidents sur la route rend cette promesse unanime, ainsi que l'un des principaux arguments utilisés par ceux qui défendent le développement des véhicules autonomes. Ainsi, comme le rappellent Jean-Louis Missika et Pierre Musseau dans leur ouvrage, la Commission européenne a financé une trentaine de projets de recherche depuis 2004 dont les objectifs étaient de trouver des solutions de sécurité routière grâce à la conduite autonome (Missika, Musseau, 2018, p.28). Une page plus loin, ils donnent également l'exemple des États-Unis, où la NHTSA, l'autorité de sécurité dans les transports, a marqué le développement des véhicules autonomes comme une priorité fédérale.

Si la question de la sécurité routière est un sujet aussi important, c'est en raison de la grande quantité d'accidents mortels qu'il y a dans le monde : aujourd'hui, les

accidents sur la route sont la première cause de mort violente au monde. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, dans une étude réalisée en 2022, "Of the 4.4 million injury related deaths in 2019, [...] roughly 1 in 3 of these deaths resulted from road traffic crashes" (OMS, 2022, p. 2). Cela explique pourquoi une grande partie des personnes interviewées et des sources bibliographiques consultées ont mentionné le sujet. Un exemple notable est celui de la stratégie publiée par la Commission européenne en 2018, où l'on peut lire que le déploiement de la mobilité autonome "devrait aboutir à la réalisation de la «Vision Zéro», c'est-à-dire plus aucune victime sur les routes européennes d'ici 2050" (Commission européenne, 2018, p. 3) Néanmoins, parmi les trois territoires étudiés, la sécurité routière prend une importance singulière à Bogota, où le nombre d'accidents mortels est particulièrement élevé. Sergio Martínez, du Secrétariat de Mobilité de la Mairie de Bogota, nous parle de leur stratégie municipale "Visión Cero", un plan d'action très ambitieux qui cherche à éliminer les accidents routiers de la capitale colombienne. Juan Pablo Bocarejo, de l'Université de Los Andes, affirme que le premier problème que le véhicule autonome aidera à résoudre est bien celui de la sécurité routière, ce qui est selon lui la priorité de ces véhicules.

A) L'explication

La réduction du nombre d'accidents est expliquée de deux manières : d'un côté l'élimination du facteur humain en tant que principal facteur accidentogène, et d'un autre côté l'utilisation de la technologie pour améliorer les standards de sécurité des véhicules. Ces deux éléments coïncident dans les véhicules à autonomie complète (niveaux 4 et 5), mais impliquent des explications et des causalités différentes.

Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche, dans la suite de la citation précédente, parlent de la faillibilité de l'être humain : "Puisque 95% des accidents ont une cause d'origine humaine, on peut donc espérer une amélioration massive de la sécurité" (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 100). Ce sont principalement ces chiffres qui poussent les plus optimistes à parler d'une diminution de 90% du nombre d'accidents. Quoi qu'il en soit, des nombreuses personnes interviewées en ont parlé. En effet, un véhicule autonome ne pourra pas s'endormir au volant suite à une dure journée de travail, comme le rappelle María Baquero, ne conduira pas sous les effets de l'alcool, respectera scrupuleusement le code de la route, comme le rappelle Juan Pablo Beltrán, ne pourra pas se laisser distraire, et évitera globalement les erreurs de conduite.

La technologie des véhicules autonomes impliquerait également une amélioration des standards de sécurité des véhicules. Cette hausse des standards n'est pas seulement applicable aux véhicules autopilotés, car des technologies comme le freinage d'urgence ou le maintien des distances de sécurité existent déjà et son

appliquées à des véhicules conduits (niveaux 1 à 3 d'autonomie). Jean-Louis Missika et Pierre Musseau présentent en effet les systèmes de pilotage automatique comme "la prochaine technologie qui permettra de réduire massivement la mortalité sur la route" (2018, p.28), après des avancées comme la ceinture de sécurité ou le airbag. Au-delà des systèmes technologiques d'aide à la conduite tel que ceux déjà mentionnés, force est de reconnaître que les ajouts spécifiques des véhicules autonomes offrent des possibilités très intéressantes en termes de sécurité qu'un humain (ou un véhicule conduit actuel) ne peut pas assurer. Par exemple, les radars et lidars dont les véhicules seraient équipés permettraient une vision semi-sphérique à 360° en permanence, ce qui permettrait notamment d'éviter les angles morts et d'apercevoir même des espaces cachés par des obstacles. La connectivité de ces véhicules permettrait d'intégrer dans les calculs de parcours et des conduites des aléas détectés par d'autres véhicules et les anticiper. L'intelligence artificielle aurait la capacité de prédire des comportements et de calculer avec précision des distances et des vitesses. L'intelligence artificielle aurait également la capacité d'apprendre de ses erreurs et, grâce à la connectivité, faire profiter l'entièreté de la flotte de véhicules autonomes de cet apprentissage, comme l'explique dans sa thèse Raúl Borraz Morón : "si un conductor humano comete un error durante la conducción en una localización determinada, ese error es muy posible que se repita por otro humano en la misma situación, pero si un coche autónomo comete ese error en la misma localización, el resto de los vehículos autónomos podrán aprender de ese error y no volver a cometerlo jamás." (Borraz Morón, 2020, p. 9) Ce n'est donc pas seulement une absence d'erreur humaine mais également une amélioration importante des prestations des véhicules en termes de sécurité.

Au-delà de ces deux questions principales, Fernando Liesa nous rappelle un autre aspect des véhicules autonomes qui améliorerait sensiblement la sécurité routière : l'absence totale d'humain à l'intérieur du véhicule dans le transport de marchandises. En effet, la nécessité de protection des marchandises est nettement moindre à celle d'un humain, et en conséquence la prise de décisions en matière de sécurité routière serait considérablement plus simple pour un transport de marchandises que pour un transport de personnes. Le véhicule pourrait donc se permettre une prise de risques en bénéfice des autres usagers de la voirie non négligeable.

B) Les critiques

Comment critiquer une technologie aussi consensuelle, aussi indéniablement positive pour la vie des personnes ? Les critiques dans ce cas précis tournent plutôt autour d'une certaine méfiance par rapport à la technologie et ses limites.

Il y a une critique qui ressort particulièrement : les difficultés potentielles des véhicules autonomes à cohabiter avec les autres usagers de la voirie et de l'espace

public. Premièrement, il y a une question temporelle sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir plus tard dans la thèse. En effet, même dans l'hypothèse où les véhicules autonomes seront un franc succès et inonderont nos villes, il y aura forcément une période de transition, où véhicules autonomes et véhicules conduits partageront les routes. Deuxièmement, il y aura des usagers de l'espace public qui ne seront jamais, ou très difficilement, autonomes un jour : des piétons, des cyclistes et autres utilisateurs de l'espace, mobiles ou statiques.

La cohabitation entre véhicules autonomes et véhicules conduits est vue comme un problème par des nombreux experts. Dans le rapport établi en 2021 par un groupement d'entreprises et piloté par la MACIF et le Movin'On Lab, le doute est clairement exprimé : "La promesse de sécurité qui accompagne le développement des véhicules autonomes est loin d'être certaine. Le nombre d'accidents de la route va probablement augmenter pendant la phase de cohabitation entre des véhicules conventionnels et des véhicules de plus en plus autonomes." (Maire, Scapin, 2021, p. 163) Célia Izoard propose quelques explications mettant l'accent sur les problèmes qui pourraient apparaître pendant la période de transition, "pendant laquelle nous pourrions assister à de nouveaux types d'accidents dus au fait que des conducteurs un peu rouillés doivent reprendre le volant, ou à l'incompréhension entre humains et ordinateurs sur les routes : incapacité des systèmes à percevoir ou à interpréter les signes de tête, hésitations, regards." (Izoard, 2020, p. 40-41)

La cohabitation avec les autres usagers pose également question, notamment ceux qui ne respectent pas nécessairement le code de la route face à des véhicules programmés pour le faire. Par exemple, Lina Quiñones s'interroge sur la capacité d'un véhicule autonome à éviter une personne qui traverserait une route en dehors des passages piétons, pratique habituelle à Bogota en raison de la rareté des aménagements piétons sur certaines voies rapides. Germán Lleras s'inquiète à son tour de la conduite souvent imprévisible des deux roues motorisés, très courants dans les grandes métropoles en raison justement de leur manœuvrabilité. Les problèmes engendrés plus récemment par les trottinettes électriques constituent un nouvel exemple de véhicule à fort potentiel accidentogène qui pourrait avoir du mal à cohabiter avec des véhicules robots.

Les problèmes de cohabitation entre les véhicules autonomes et les humains, véhiculés ou pas, sont dus en grande partie aux limites des machines dans leur prédiction du comportement humain et à leur manque de souplesse et adaptabilité. C'est sur ce dernier point que le rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab apporte une nouvelle lecture, en soulignant "le nombre d'accidents que sont capables d'éviter les conducteurs humains grâce à leur capacité d'anticipation et de prudence, voire à leur capacité à transgresser les règles de conduite en vigueur lorsque cela est nécessaire." (Maire, Scapin, 2021, p. 223) D'après cela, les véhicules autonomes

apporteraient des nouveaux mécanismes de sécurité routière, mais en perdraient d'autres.

De plus, des nouvelles typologies d'accidents pourraient apparaître, comme l'expliquent Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche : "Les accidents d'aujourd'hui ont, certes, pour l'essentiel des causes humaines, mais les accidents de demain (ou leur gravité) peuvent relever de causes différentes, liées aux limites de l'intelligence artificielle (par exemple, traitement d'une situation qui n'a encore jamais été rencontrée) et aux problèmes de sécurité des systèmes (défaillances, hacking, cybercrime, cyberterrorisme). Par ailleurs, la gravité des accidents peut être accentuée par le comportement d'utilisateurs trop confiants (abandon de la ceinture de sécurité par exemple) : quel sera l'impact réel du véhicule autonome sur la sécurité ?" (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 104) Sergio Martínez (Mairie de Bogota) parle également des risques nouveaux que les machines, avec leurs limites et défaillances, pourraient engendrer.

Une limite des véhicules autonomes qui a déjà pu être testée grâce aux expérimentations déjà réalisées est celle des dangers du véhicule pour ses propres passagers : "Les expérimentations de véhicules plus lents comme les navettes partagées montrent que ce sont les passagers qui risquent d'être blessés, dans la mesure où les véhicules s'arrêtent brusquement dès qu'un obstacle est identifié, même si le danger n'est pas avéré." (Missika, Musseau, 2018, p. 31-32) On peut bien évidemment espérer des améliorations sur cette question, mais les pistes sont aujourd'hui assez faibles et peu convaincantes.

Il y a eu jusqu'ici des critiques d'ordre technique sur les véhicules autonomes et leur capacité à éviter des accidents, mais il faut également se pencher sur la nature des accidents eux-mêmes. Malgré les chiffres qui parlent de 95% d'accidents dus à l'erreur humaine, on sait aussi que la grande majorité des accidents sont dus à une multiplicité de causes, dont la fameuse erreur humaine, mais pas seulement. Le rapport déjà cité piloté par la MACIF et le Movin'On Lab souligne notamment "la complexité et l'entrelacement des dynamiques et des facteurs qui conduisent in fine à un accident" (p. 223). S'il est avéré que l'erreur humaine est plus facilement arrivée et devient plus facilement meurtrière dans des conditions difficiles (la nuit, sous la pluie, sur du verglas, etc.) ou en cas d'imprévus (réaction face à un comportement inhabituel, d'un problème mécanique ou à l'intromission d'un animal, par exemple), pourquoi ce ne serait pas le cas pour les machines ? Par exemple, le premier accident mortel impliquant une voiture Uber, en 2018 en Arizona, est arrivé la nuit et la cause a été le manque de visibilité.

La grande répercussion médiatique de l'accident de la voiture Uber en 2018 sert d'illustration des affirmations de Dany Nguyen-Luong (IAU) lors de son entretien : "On tolère les erreurs humaines, on ne tolérera pas l'erreur d'une machine." Il fait référence à une étude menée par le cabinet de conseil étatsunien Rand Corporation

qui affirme que si on déployait massivement des véhicules autonomes aujourd'hui, malgré le manque de maturité de la technologie et ses potentielles défaillances, il y aurait déjà une réduction du nombre d'accidents sur les routes. Dany Nguyen-Luong pense donc que la stratégie proposée par Rand Corporation est irréalisable en raison de l'acceptabilité sociale de l'objet. Jean-Louis Missika et Pierre Musseau évoquent également cette question pour ajouter que "si les véhicules autonomes sont la cause d'accidents graves, leur commercialisation s'arrêtera net" (Missika, Musseau, 2018, p. 30). Avec un grand cynisme, présent à nombreuses reprises au sein de son ouvrage, Célia Izoard réplique que ces accidents seront toujours imputés au facteur humain et utilisés, au contraire, comme excuse pour accélérer l'adoption massive des véhicules autonomes. (Izoard, 2020, p. 41)

C) Autres questions

Cinq grandes questions en lien avec la sécurité routière ont été soulevées dans les entretiens, sans pour autant être des critiques. Il s'agit dans un premier temps des enjeux d'homologation et de standards de production, avec un focus sur la cybersécurité et le risque de hackage ; dans un deuxième temps la question du coût économique des accidents ; dans un troisième temps la question de la responsabilité juridique en cas d'accident ; dans un quatrième temps la question, très médiatisée, de l'éthique du véhicule autonome ; et dans un cinquième temps les enjeux de sécurité qui ne sont pas liés aux accidents.

Ce sont principalement Lina Quiñones et Claudia Mercado qui ont mentionné l'importance des standards de sécurité des véhicules et leur homologation. En effet, les équipements embarqués nécessaires à l'autonomie d'un véhicule sont aujourd'hui très chers, et même s'ils sont un jour produits massivement en série le coût restera élevé : ce sera donc tentant pour les entreprises de faire des gammes de produits plus ou moins chers et plus ou moins sûrs, à l'image de ce qui se fait aujourd'hui. En conséquence, c'est particulièrement important que les états imposent des standards de sécurité élevé lors de l'homologation des véhicules commercialisés. Si aujourd'hui le plus gros taux d'accidents mortels dans le monde se trouve dans les pays en développement ce n'est pas seulement en raison des conditions de conduite difficiles, mais aussi parce que les standards de sécurité dans la fabrication de véhicules dans ces pays sont souvent beaucoup moins exigeants qu'en Europe ou aux États-Unis. C'est ce que Lina Quiñones et Claudia Mercado expliquent dans leurs entretiens respectifs concernant la Colombie, tout en réfléchissant à l'importance de veiller à cette question au moment de la potentielle commercialisation des véhicules autonomes un jour.

Hoda Alkhzaimi, experte en cybersécurité de la New York University-Abu Dhabi, ajoute que les standards de sécurité devront également prendre en compte la sécurité informatique de ces véhicules hyper-connectés. Leur grande connectivité les rend en

effet facilement atteignables par des applications malicieuses, et Hoda Alkhzaimi pense que la technologie est pour l'instant encore prématurée sur les questions de cybersécurité, ces questions étant aujourd'hui l'un des principaux sujets techniques de préoccupation. Si la grande majorité des personnes entendues dans le cadre de ces recherches semblent penser que ce sujet n'est pas inquiétant car "ce sera prêt le moment venu", ce ne semble pas être l'avis des vrais experts en sécurité informatique. C'était également le point de vue exprimé par Guillaume Duc, co-directeur de la chaire véhicules connectés et cybersécurité à Télécom ParisTech, entendu lors d'une conférence sur le sujet en septembre 2018.

La deuxième grande question soulevée dans les entretiens en lien avec la sécurité routière est le grand coût économique que les accidents génèrent, au-delà du coût humain. En effet, comme l'indiquaient autant Hoda Alkhzaimi que Claudia Mercado, un accident a des lourdes conséquences économiques à des nombreux niveaux. La conséquence la plus directe est bien-sûr le coût de la santé, des assurances et des dégâts matériels éventuels, mais il y a aussi des conséquences indirectes importantes comme la congestion et la baisse de productivité. Joana Seguí et María Rosa Martínez expliquent ce point avec un peu plus de détail : "Los costes de los accidentes de tráfico constituyen un problema de salud pública, pero también de economía nacional. Por ese motivo, no es extraño que la valoración de los accidentes de tráfico, en términos de costo económico, sea uno de los factores imprescindibles en cualquier evaluación de rentabilidad de las inversiones de transporte. Ello obliga a dar un valor económico a elementos materiales fácilmente cuantificables -daños a los vehículos, gastos de transporte, sanitarios y judiciales, indemnizaciones, etc.- pero también a elementos menos tangibles como son la vida, las heridas, la ansiedad o el sufrimiento de los afectados." (Martínez, Seguí, 2004, p. 323) La réduction des accidents impliquerait donc une épargne sociale importante, notamment pour les pouvoirs publics.

La question de la responsabilité juridique en cas d'accident ou de mauvais comportement a été l'un des principaux sujets de débat et controverse, puisque s'il n'y a pas de conducteur, qui devrait assumer la responsabilité, le passager, le propriétaire, le fabricant, le programmeur ? Les compagnies d'assurances se sont logiquement beaucoup penchées sur cette question, comme c'est le cas de la MACIF, qui a piloté deux rapports sur les véhicules autonomes dans lequel ont participé d'autres assureurs comme la MAIF et Groupama. Dans ce rapport on se penche sur la problématique française : "En droit français, l'imputation de la responsabilité pénale n'est en effet possible que pour une personne physique ou une personne morale. Le responsable de l'infraction est aujourd'hui soit le conducteur soit le titulaire du certificat d'immatriculation. Cette situation fait qu'un véhicule doté d'un système de conduite automatisé ne peut être sanctionné pénalement." (Maire, Scapin, 2021, p. 166) Ils expliquent également que la difficulté pour trouver une responsable réside

principalement dans la nécessité d'identifier et de prouver la cause de l'accident, si c'est un problème issu de la construction du véhicule, de sa programmation, de la maintenance et l'entretien (par exemple qu'une caméra cassée n'ait pas été réparée), etc. Il faudrait donc trouver un système qui recueille les données de conduite et les entrepose afin de pouvoir les consulter ultérieurement en cas de besoin, avec tout ce que cela implique en termes d'écologie (voir promesse 8) ou d'attente à la vie privée (voir chapitre 2.2.4).

Si la question de la responsabilité juridique pose plein de questions en France, c'est aussi le cas en Colombie, où la question est régulièrement revenue en entretien. En effet leur problématique, bien que différente, est similaire : Lina Quiñones et Juan Pablo Beltrán expliquent qu'en Colombie la responsabilité en cas d'infraction ou d'accident s'applique toujours au conducteur du véhicule, contrairement aux États-Unis où la responsabilité va au propriétaire. Ceci est déjà un problème actuellement, parce qu'une caméra peut lire une plaque d'immatriculation mais ne peut pas identifier la personne qui conduit, la seule manière de le faire ou presque est que ce soit un contrôle de police classique, et en conséquence beaucoup d'amendes restent impayées manque de preuves sur le conducteur du véhicule. S'il n'y avait pas de conducteur du tout, à qui irait la responsabilité ? Il est important de définir ce point juridiquement. Si en Colombie ce sujet a été très présent dans les entretiens, puisqu'en plus des deux acteurs nommés d'autres l'ont aussi traité, comme Manuel Rodríguez, Juan Pablo Bocarejo ou Felipe Azcárate. Cependant, le sujet n'a pas du tout été abordé dans les Émirats arabes unis.

Très liées aux questions de la responsabilité juridique sont les questions éthiques, posées par les intelligences artificielles en général et les véhicules autonomes en particulier. Ce point a été extrêmement médiatisé autour de l'année 2017, en partie en raison de l'étude faite par le MIT en 2016 sur les choix éthiques des véhicules autonomes, mentionnée dans le chapitre 2.2.2. Si cette question a été si médiatique c'est en grande partie à un scénario impossible, dit 'dilemme du tramway', expliqué par Jérôme Perrin dans un article sur le sujet : "Le cas extrême, rare mais pas improbable, est celui où une voiture autonome se trouverait dans une situation telle que sa réaction engagerait inévitablement le pronostic vital ou un risque majeur, soit pour les usagers de la voiture, soit d'autres usagers de la route, [...]. Laquelle de ces populations la voiture autonome devrait-elle protéger prioritairement ? En l'occurrence ce n'est pas le VA qui choisira, mais des concepteurs humains qui auront introduit dans les algorithmes qui pilotent la voiture, les critères d'après lesquels elle déterminera son comportement en faveur d'une orientation ou d'une autre. Mais qui dispose de la légitimité pour déterminer ces critères ? Quels seraient-ils et comment les justifier ?" (Perrin, 2018) Cette question sans réponse a donné lieu à des nombreuses controverses, sur les potentiels critères à utiliser ou à ne pas utiliser. Le problème, semble-t-il, est le manque d'immédiateté dans la décision et la conséquente

froidueur qu'il faut pour la prendre, c'est tout du moins ce que pensent Hod Lipson et Melba Kurman : "Cela nous amène à nous demander pourquoi il est jugé comme acceptable qu'un conducteur humain « décide quoi faire en temps réel », alors que si la réaction d'un véhicule en cas d'accident est « définie à l'avance par un programmeur », cela est considéré comme un problème éthique." (Kurman, Lipson, 2018, p. 308) Face à cela, Jérôme Perrin affirme qu'il est nécessaire de trouver "un compromis équilibré entre ce qui est éthiquement justifiable, techniquement possible et légalement défendable" (Perrin, 2018) Malgré la très grande médiatisation de cette question, le sujet n'a jamais été abordé dans les entretiens, à l'exception de Lina Quiñones, qui l'a mentionné rapidement. Ceci est sûrement dû d'un côté à la non territorialisation de la question, et d'un autre côté à son absence de réponse. Il faut préciser que si le sujet a été surmédiatisé autour de l'année 2017, il existe depuis longtemps. Isaac Asimov avait même déjà posé les termes du paradoxe dans son récit *La Preuve*, publié en 1950 au sein du recueil *Les Robots*.

Finalement, quand on parle de sécurité en lien avec la mobilité il est important également d'élargir la question au-delà des accidents eux-mêmes : lors d'un déplacement, véhiculé ou pas, on est susceptible de subir des agressions. Les véhicules et les transports peuvent aussi bien être un facteur de risque qu'un élément sécuritaire. La présence d'un chauffeur est généralement un élément dissuasif, notamment dans les transports en commun, même si le chauffeur peut aussi être parfois l'agresseur, notamment dans les taxis ou les véhicules à la demande, comme le rappelle Lina Quiñones lors de son entretien. Au-delà de la question du chauffeur, les véhicules autonomes permettent des déplacements porte à porte sans avoir à marcher depuis la place de stationnement ou l'arrêt du transport en commun jusqu'à la destination, ce qui aujourd'hui n'est le cas qu'avec les transports à la demande. En plus, un véhicule autonome ne refusera pas une course vers un quartier difficile tant que le dit quartier est inclus dans ses algorithmes.

Les véhicules autonomes aideront alors à réduire le nombre d'accidents sur la route, même si les prévisions très optimistes données par les promoteurs de la technologie sont aujourd'hui mises en cause par des nombreux acteurs. Néanmoins, il s'agit d'une promesse solide et consensuelle : il y aura une amélioration de la situation actuelle, plus ou moins importante.

Cette grande confiance dans le potentiel sécuritaire de la technologie, ainsi que l'indéniable intérêt d'une réduction des accidents, font de cette promesse l'argument parfait pour promouvoir le véhicule autonome. María Baquero va mettre en avant cette question lors de son entretien : dès le moment où l'on puisse assurer une amélioration importante de la sécurité routière, tout le monde voudra développer cette technologie. En plus, comme le rappelle Jonathan Spear, s'il n'y a qu'un petit

pourcentage de véhicules autonomes sur les routes l'amélioration en termes de sécurité sera très limitée, ce qui poussera les autorités à développer cette technologie très rapidement, afin d'atteindre le seuil de 70 ou 80% de véhicules, à partir duquel les changements seront réellement significatifs.

La sécurité routière est donc un argument levier, utilisé pour promouvoir la technologie et souvent mis en avant au-dessus des autres promesses, plus sujettes à débats.

Promesse 2. Réduction des coûts : *sans chauffeur, une mobilité moins chère*

La présentation de cette promesse est bien simple : grâce aux véhicules autonomes, le prix de la mobilité sera fortement réduit. Ceci peut être dû à plusieurs raisons qui seront expliquées par la suite, mais la principale est la suivante : dans un véhicule autonome il n'y a pas de conducteur, ce qui implique qu'il n'y a donc pas de salaire à lui payer. En conséquence, le prix de la mobilité baisse.

Si la première promesse s'appliquait à tous les véhicules autonomes, celle-ci a un champ d'action un peu plus réduit, car elle concerne surtout les mobilités où il y a un conducteur professionnel. Sur les quatre principaux types de véhicule autonome selon l'usage évoqués dans le chapitre 1.2.6, la réduction des coûts en supprimant le chauffeur affecte le transport en commun, le transport à la demande et le transport de marchandises. Cependant, en absence d'un conducteur professionnel, les véhicules individuels privés ne seraient pas tant affectés par cette promesse. Bien évidemment, d'autres types de véhicules autonomes minoritaires mentionnés dans le chapitre 1.2.6 pourraient aussi être concernés, tels que des camions poubelle ou des 'foodtrucks'.

Contrairement à la promesse précédente, celle-ci ne s'applique que dans les véhicules à autonomie complète (niveaux 4 et 5), car c'est le seul cas où il n'y aurait pas du tout de chauffeur à bord. Il s'agit ici d'une promesse dite 'primaire', car elle est due directement à l'autonomie du véhicule. Cette promesse a une grande importance pour les entreprises et les acteurs publics en raison de l'épargne potentielle, et elle a une grande influence sur d'autres questions tangentielles qui seront expliquées par la suite, et qui pourront même faire l'objet de nouvelles promesses, comme la troisième ou la cinquième.

A) L'explication

Comme énoncé un peu plus tôt, cette promesse s'explique principalement et avant tout par l'absence d'un conducteur, et donc l'absence de charge salariale. La réduction concrète que ceci impliquerait est très variable en fonction de nombreux critères : le modèle économique, le type de transport ou le contexte social, par

exemple. Il est donc intéressant de regarder cette question au cas par cas par typologie de transport.

Dans le cas du transport en commun la charge salariale est relativement faible en raison de la grande quantité de passagers, si l'on ramène le coût du salaire du chauffeur au nombre de passagers transportés. Néanmoins, le transport en commun est généralement un service public à des prix réduits, dont le financement est mixte et ne repose qu'en partie sur la vente de billets. La réduction des coûts, si faible soit-elle, impliquerait donc soit une baisse des subventions (et donc moins d'argent du contribuable dépensé à cet effet), soit une réduction du prix du billet pour les usagers, soit tout simplement une hausse des bénéfices de l'entreprise exploitante. Le modèle économique des différents types de transport en commun dans les différents territoires sont eux-mêmes très variables. Dans les territoires à faible densité de population, où la quantité de passagers est très petite, il est très difficile de mettre en place un système de transport en commun, car celui-ci sera forcément déficitaire et donc très dépendant des subventions publiques. La mise en place de véhicules plus petits et de systèmes plus flexibles tels que les navettes peut sembler une solution pour ce genre de territoire, mais le salaire du chauffeur reste une barrière difficile à franchir. Comme l'explique Florence Hanappe, de l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur), en France le principal frein pour créer une nouvelle ligne de bus, voire d'en prolonger une existante de deux arrêts, c'est le coût humain. Elle explique en effet que globalement, pour faire tourner une ligne de bus, il faut trois chauffeurs, car ils ne peuvent pas faire plus de 6h par jour, avec leurs salaires respectifs. S'affranchir de ce coût constituerait donc une différence significative. Jean Haëntjens chiffre la part du coût du conducteur à 50% approximativement (Haëntjens, 2018, p. 25), mais ce chiffre est en réalité très variable et peut aller d'un quart à deux tiers du coût total. D'après Claudia Mercado, le salaire des chauffeurs du Transmilenio, à Bogota, est également la part la plus importante sur le coût total.

Le véhicule autonome adapté au transport à la demande bouleverserait complètement le modèle économique actuel. Si dans le transport en commun la charge salariale est relativement faible en raison de la quantité de passagers, avec le transport à la demande c'est l'inverse : sauf dans le modèle type 'Uber Pool' où plusieurs passagers partagent un même trajet, chaque chauffeur transporte un passager à la fois, ou tout au plus un groupe réduit de personnes qui voyagent ensemble. La rentabilité de l'élimination du conducteur serait donc bien plus importante : Paul Beauvallet, de la Région Île-de-France, affirmait qu'un robotaxi pourrait devenir quatre fois moins cher qu'un taxi conduit. C'est une analyse partagée par des nombreux acteurs, comme Dany Nguyen-Luong, de l'Institut Paris-Région (ex-IAU), ou Steven Severance, de Masdar City.

Le secteur du transport de marchandises est également très intéressé par la réduction de coûts potentielle engendrée par le véhicule autonome. Néanmoins, la

grande diversité de véhicules et de systèmes au sein de cette expression générale qu'est le "transport de marchandises" rendent le calcul bien plus compliqué. Cette question complexe a notamment été traitée par l'étude réalisée par François Combes et El Mehdi Aboukacem à l'IFSTTAR, où l'on peut lire que "la présence d'un opérateur à bord des véhicules est un des principaux postes de coût pour le transport routier de marchandises. Pouvoir faire du transport routier de marchandises sans conducteur est donc susceptible de générer des économies très importantes." (Aboukacem, Combes, 2019, p. 86). Bien évidemment, comme pour le transport de personnes, l'épargne ne sera pas la même dans un camion dont la charge soit d'une grande valeur, que dans la livraison d'un colis en milieu urbain, c'est pourquoi des entreprises comme Amazon sont très penchées sur cette technologie, alors que sur les poids lourds des technologies comme le 'platooning' dégagent un plus grand intérêt pour les entreprises.

Si la suppression du salaire du chauffeur est la principale explication de la réduction de coûts engendrée par les véhicules autonomes, ce n'est pas la seule : plusieurs autres raisons interviennent de manière plus légère. Premièrement, comme cela a déjà été expliqué dans le chapitre précédent, l'amélioration de la sécurité routière aura comme conséquence une réduction considérable des coûts directs et indirects liés aux accidents, autant des coûts sociaux (santé, infrastructure, etc.) que des coûts privés, notamment les dommages matériels et les assurances. Deuxièmement, la conduite autonome est censée être plus fluide, plus précise et plus efficace, ce qui impliquerait d'un côté une réduction des coûts de combustible car il y aurait moins de dépense d'énergie, mais aussi une plus grande efficacité dans les déplacements avec une certaine réduction des temps de trajet ou une meilleure gestion de l'espace et du temps. Fernando Liesa en parle pour ce qui concerne la logistique, en expliquant que l'absence d'un chauffeur permettrait d'adapter les horaires à un meilleur usage de l'infrastructure, profitant des heures creuses pour faire des déplacements à une vitesse moindre (et donc une dépense en combustible moindre) et en évitant la congestion et la circulation dense des heures de pointe. François Combes et El Mehdi Aboukacem expliquent également ce point : "la présence de conducteurs à bord des véhicules engendre un grand nombre de contraintes opérationnelles liées, notamment, à la régulation des temps de travail, des temps de conduite et des temps de repos ; mais aussi au fait que les conducteurs doivent rentrer chez eux, sinon tous les soirs, du moins régulièrement ; et enfin du fait que les véhicules sont conçus de façon à pouvoir accueillir des opérateurs humains alors même que leur vocation première est de transporter des marchandises." (Aboukacem, Combes, 2019, p. 15)

Dans la logistique urbaine les chauffeurs accomplissent souvent d'autres rôles que le véhicule lui-même ne pourrait pas prendre en charge, ou pas facilement. Il s'agit

notamment de la charge et décharge des marchandises, ce qu'on appelle parfois le "dernier mètre", c'est à dire franchir la distance entre la voirie et le lieu exact de livraison : un commerce, un logement... Il s'agit également de la gestion humaine et la résolution de problèmes imprévus, la protection des marchandises pour éviter des vols, la gestion administrative des bordereaux ou paiements le cas échéant, etc. Dans le cadre de la logistique urbaine ce serait donc beaucoup plus difficile techniquement de s'affranchir du rôle du conducteur, car celui-ci ne se limite pas à la conduite. Néanmoins, garder une personne qui accompagne les marchandises tout en la libérant de la conduite peut aussi améliorer la rentabilité du transport, même sans supprimer un salaire : la personne en question pourrait se spécialiser davantage dans les autres tâches et donc les accomplir de manière plus efficace, et pourrait aussi s'occuper des tâches administratives pendant les déplacements sans perdre du temps à cela... et sans augmenter le risque d'accident, puisqu'aujourd'hui on peut souvent observer des conducteurs de livraison profiter des feux rouges pour gérer ces autres questions, avec la perte d'attention que cela implique.

Un autre élément, moins mis en avant par les acteurs mais tout de même important, serait la vente de données recueillies. En effet, ces véhicules avec leurs multiples capteurs saisiront une grande quantité de données de leur environnement, et en plus le fonctionnement très technologique permettrait également de réunir une quantité non négligeable de données sur les usagers eux-mêmes. Nous voyons aujourd'hui déjà comment la vente de données constitue une entrée d'argent importante pour certaines entreprises. Sauf régulation lourde de la part des États, la vente de données pourrait être donc une entrée d'argent supplémentaire pour les entreprises exploitantes des véhicules autonomes, réduisant donc potentiellement les coûts du service.

Un dernier point doit être soulevé pour expliquer la réduction de coûts engendrée par la technologie des véhicules autonomes. Il s'agit des coûts indirects liés à l'épargne de temps et d'espace. Cet élément, soulevé par Hod Lipson et Melba Kurman dans leur ouvrage (Kurman, Lipson, 2018, p. 316-317), est difficile à chiffrer car il affecte une grande diversité de questions. Par exemple, Denis Sochon, de la RATP, met en avant la question du stationnement des bus : si cette opération pouvait être faite en autonomie, il y aurait une grande épargne en temps de travail des chauffeurs, et également en espace dans les zones de stationnement. La RATP a déjà mis en place des tests pour développer cette technologie, à priori relativement simple à mettre en place vu qu'il s'agirait de milieux fermés et contrôlés. L'élément pourtant le plus médiatisé par rapport à ceci est la question du 'temps utile', c'est à dire le fait que dans les véhicules individuels privés le conducteur devienne passager et puisse donc dédier tout le temps du déplacement à des tâches utiles, temps qui d'habitude est exclusivement consacré à la conduite (ou à des tâches mineures comme des appels téléphonique ou l'écoute passive).

B) La critique

Suite à toutes ces explications, la première question que l'on peut se poser est : est-ce vrai ? Observerons-nous réellement une réduction des coûts de la mobilité grâce aux véhicules autonomes ? Et si oui, sera-t-elle significative ? La réponse à ces questions s'articule autour de deux grands sujets : le prix de la technologie et le prix des infrastructures nécessaires au développement de la technologie.

De la même manière que le calcul simpliste de la réduction du nombre d'accidents grâce à la suppression de l'erreur humaine ne prend pas en compte d'autres facteurs, pour le coût de la mobilité le problème est le même. En effet, si le coût du salaire disparaissait complètement, il serait sans doute remplacé par d'autres dépenses. La question qui se pose donc est : ces nouvelles dépenses seront-elles équivalentes au coût de la conduite humaine, plus faibles, ou alors plus importantes ?

Jean-Louis Missika et Pierre Musseau donnent des chiffres concrets dans leur ouvrage, publié en 2018 : "Le prix d'une voiture autonome dépend de la technologie qui l'équipe. Pour un système Autopilot de Tesla qui permet de lâcher le volant dans des cas limités, on estime le surcoût à environ 10 000 dollars. Pour une technologie d'autonomie plus complète comme celle mobilisée par Waymo c'est 80 000 à 100 000 dollars qu'il faut déboursier pour équiper un véhicule. Quant aux navettes autonomes, elles sont aujourd'hui vendues à plus de 200 000 euros et restent réservées à des villes riches ou à des campus fortunés." (Missika, Musseau, 2018, p. 40-41). Cependant, ces chiffres, très importants, sont des montants d'investissement qui n'interviennent qu'une fois à l'achat du véhicule, alors que les salaires des conducteurs sont des coûts de fonctionnement, réguliers. Afin d'avoir une référence chiffrée du coût des salaires, on peut mentionner le Comité National Routier (CNR), qui estimait le salaire moyen annuel brut d'un conducteur de poids lourds en France, en 2015, à 29 136 € (CNR, 2016, p. 15). Si l'on compare ce chiffre à ceux donnés par Missika et Musseau pour équiper un véhicule avec de la technologie d'autonomie complète, on observe que l'investissement de ce véhicule serait rentabilisé au bout d'environ trois ans. Il est aujourd'hui impossible de connaître l'obsolescence d'un véhicule autonome, qui serait sûrement plus courte que pour un véhicule conduit (voir promesse 8 sur l'écologie), mais d'après ces chiffres le coût élevé de la technologie serait rapidement compensé par l'absence de salaire d'un conducteur.

En plus de cela, autant Florence Hanappe que Jonathan Spear soulignent que si la technologie est aujourd'hui si chère ce n'est que parce qu'il s'agit d'une production de niche, et en conséquence dès le moment où les véhicules autonomes commenceront à être produits massivement en série le prix de la technologie baissera inévitablement. Celle-ci restera forcément plus chère que la technologie actuelle d'un véhicule conduit, mais le surcoût devrait être bien plus faible. Jonathan Spear ajoute à

cela qu'une grande partie du coût actuel de la technologie est dans le software et dans les données nécessaires au fonctionnement, et celles-ci seront très simples à obtenir si les véhicules autonomes sont massifiés.

Il faut néanmoins prendre en compte que les chiffres donnés par le CNR sur les salaires des chauffeurs sont des salaires français. Or, dans d'autres régions du monde les salaires des conducteurs sont beaucoup plus bas, alors que le prix de la technologie est un prix mondialisé. Sur les trois territoires étudiés, le cas le plus extrême à ce propos est celui des Émirats arabes unis, où la main d'œuvre ouvrière est particulièrement peu chère. Antoine Claudepierre, de l'entreprise Navya, explique justement que l'une des plus grosses barrières pour l'adoption de navettes autonomes dans les Émirats est que les prix du pétrole et de la main d'œuvre sont tellement peu chers que les véhicules autonomes, en comparaison, auront beaucoup de mal à devenir avantageux. Scott Fennelly, de Surface Mobility, explique la même chose concernant le fret, particulièrement peu cher dans le pays.

Cependant, si la technologie de conduite autonome sera chère à l'achat, elle le sera également au fonctionnement. Cette question a été moins traitée autant dans la bibliographie que dans les entretiens, certainement parce que les informations sur le sujet sont encore rares vu que les véhicules sont encore en phase de test. Seulement Lucile Boudet, du CODATU, parle d'une augmentation des frais de maintenance des nouveaux véhicules par rapport aux actuels. Cette question de l'entretien et la maintenance a en effet été abordée avec plus de détail par une représentante du Groupe Berthelet, entreprise lyonnaise spécialisée dans le transport de personnes qui s'est lancée dans l'expérimentation de navettes autonomes, lors d'une conférence à l'ATEC ITS France de 2019⁴. Ils expliquent par exemple que le nettoyage du véhicule est très complexe et très spécifique, nécessitant une spécialisation particulière : le manuel de nettoyage que le fabricant (Navya dans ce cas) leur avait transmis était très long et complexe, et ils avaient dû former des agents spécifiquement auprès du fabricant pour accomplir cette tâche que personne d'autre pouvait faire. La maintenance technique était elle aussi très spécifique et devait être assurée directement par le fabricant. Même l'entreposage des véhicules pendant la nuit est plus cher que pour un véhicule actuel, car ils nécessitent d'être en intérieur, branchés (car électriques) et connectés au wifi pour des éventuelles mises à jour, ce qui n'est pas le cas des entrepôts de stationnement habituels de leurs autres véhicules. Logiquement, tous ces coûts devraient aussi diminuer avec le temps et la massification des véhicules, puisque ces nouveaux métiers spécifiques deviendront sûrement habituels, mais resteront forcément des métiers plus qualifiés que les agents de nettoyage et de maintenance actuels, et les spécificités du stationnement resteront elles aussi plus chères.

⁴ La conférence devait être assurée par Aurélien Berthelet, directeur général de l'entreprise, mais il a été remplacé au dernier moment par une dame dont je n'ai pas pu noter le nom.

Le dernier élément à prendre en compte concernant le prix de la technologie est la dépense d'énergie supplémentaire d'un véhicule autonome par rapport à un véhicule conduit. Ce point sera abordé dans la promesse 8 sur l'écologie.

Le deuxième grand sujet qui met en cause cette supposée réduction des coûts de la mobilité grâce aux véhicules autonomes est celle du prix des infrastructures nécessaires au développement de la technologie. En effet, comme cela a été expliqué dans le chapitre 1.2.9, il y a aujourd'hui un certain consensus parmi les experts pour dire que les véhicules autonomes auront besoin d'une adaptation des infrastructures pour pouvoir circuler. On ignore encore quelle sera la nature de ces adaptations, ainsi que leur coût, et en conséquence c'est très difficile voire impossible à chiffrer. Plusieurs scénarios sont envisagés, depuis un équipement plutôt léger, avec des véhicules très équipés '*on-board*' qui nécessiteraient seulement une bonne connectivité, jusqu'à un équipement des infrastructures très lourd avec de la connectivité à gros débit, des repères sur la chaussée ou des capteurs fixes, par exemple. Au final, il y a une sorte de balance : plus on équipe l'infrastructure, moins les véhicules auront besoin de s'équiper et vice-versa. En conséquence, plus les coûts d'équipement des infrastructures seront élevés, plus les véhicules seront accessibles, et donc si les infrastructures sont peu équipées les véhicules devront l'être davantage, étant plus chers.

Quoi qu'il en soit, ce qui est quasiment certain aujourd'hui est que l'infrastructure devra être équipée, et que ceci implique un investissement important. Ceci pose un certain nombre de questions et soulève des problèmes. Le rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab en 2021 fait part des difficultés provoquées par cela : "Les coûts colossaux engendrés par une telle mise à niveau de l'infrastructure routière sont en effet susceptibles de retarder le déploiement de la mobilité autonome, voire de décourager certains acteurs à investir dans cette solution. Une telle évolution imposera également une coordination étroite entre les fabricants de véhicules autonomes et les entreprises ou les collectivités chargées du développement et de l'entretien des infrastructures de transport." (MACIF, 2021, p. 154) Catherine Goniot, de la Métropole de Rouen, a déjà une grande expérience dans la gestion et l'organisation des mobilités autonomes, puisque Rouen est un territoire pionnier dans l'expérimentation de ces véhicules. Elle explique que l'une des principales difficultés rencontrées a été celle de l'équipement des infrastructures routières pour permettre le passage des dits véhicules. En effet, en tant que gestionnaires de la voirie et de l'espace public ils ont eu depuis le début des expérimentations une préoccupation particulière sur la question du lien entre le véhicule et l'infrastructure, car les routes devaient être équipées, mais ceci était très cher à mettre en place. Plusieurs questions ont été soulevées : qui doit payer les équipements ? qui s'occupe de la maintenance ?

Aujourd'hui c'est la collectivité, mais le prix très élevé met en doute la convenance de ce système.

À Rouen ils se demandent également si les équipements des infrastructures seront interopérables. Leurs premières expérimentations étaient pilotées par Transdev avec des véhicules Renault, mais si demain d'autres compagnies arrivaient sur le territoire avec leurs propres véhicules et systèmes, seraient-elles capables de faire usage des mêmes équipements ?

Un dernier élément qui met en doute la réduction de coûts doit être soulevé. Il s'agit des tâches que le véhicule ne pourra pas accomplir et qui doivent pourtant être faites. Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche en parlent dans leur ouvrage : "Dans l'hypothèse du véhicule autonome de service, la main d'œuvre de conduite assure (explicitement ou implicitement) d'autres tâches utiles : personne de confiance dans le bus, susceptible d'arbitrer des discordes ou d'éviter, par sa seule présence, des dégradations ; gestion des bagages et aides aux personnes en difficulté de mobilité, pour les taxis... Il faudra trouver une nouvelle façon d'assurer ces tâches." (Orfeuill, Leriche, 2019, p.103) Si l'on venait remplacer un métier présentiel par un autre, par exemple un agent de sécurité dans les transports, le salaire du chauffeur ne serait pas supprimé mais transféré vers un autre métier.

Au-delà des tâches à accomplir dans le véhicule même, il y a tout un ensemble de fonctions qui doivent être faites à l'extérieur. Si la question du nettoyage et de la maintenance spécifiques a déjà été traitée, beaucoup d'acteurs et d'experts pensent qu'un nouveau métier surgira avec l'arrivée des véhicules autonomes, en remplacement en quelque sorte du chauffeur actuel : le superviseur à distance. En effet, dès qu'une flotte de véhicules sera déployée quelque part, qu'il s'agisse du transport en commun, du transport à la demande, du transport de marchandises ou tout autre type de flotte de véhicules gérés par un seul opérateur, il faudra les superviser. Le superviseur aurait un rôle principalement passif, mais serait prêt à intervenir dès qu'un problème est détecté. Bien évidemment, un seul superviseur pourra prendre en charge plusieurs véhicules d'un coup, et ayant un rôle principalement passif ses journées de travail pourraient être un peu plus longues que pour les chauffeurs. Les coûts salariaux seraient donc plus réduits que si on gardait des chauffeurs. Cependant, il y aurait quand-même une charge salariale à prendre en compte.

C) Les conséquences

Admettons que les véhicules autonomes réduisent tout de même les coûts des mobilités professionnelles, malgré l'ensemble des réserves qu'ont été émises ci-

dessus. La question qu'il faut se poser par la suite est la suivante : quelles en seraient les conséquences ? Est-ce que la réduction des coûts est vraiment souhaitable et positive pour les territoires et leurs habitants ? La réduction de coûts de la mobilité aurait bien évidemment des conséquences positives et négatives, que nous allons voir.

Il faut bien mentionner d'abord les conséquences directes : comme on le disait plus tôt, les prix pour les usagers ou les budgets publics des subventions pourraient baisser, et les entreprises pourraient augmenter leurs bénéfices. Cette baisse des coûts pourrait permettre aux autorités publiques et aux entreprises d'éteindre leurs réseaux de transport vers des territoires où aujourd'hui ceux-ci ne seraient pas rentables. Cet élargissement des services de mobilité ne serait pas seulement spatial : la baisse de coûts par la suppression du chauffeur permettrait de dépenser l'argent autrement, en augmentant la fréquence, en allongeant les horaires ou en améliorant la qualité du service, par exemple. Cette question est une conséquence tellement importante dans les discours et tellement relayée qu'elle fera l'objet d'un chapitre entier, le chapitre suivant.

Les conséquences négatives, quant à elles, sont simples à comprendre : si l'on réduit le coût de la mobilité, celle-ci risque d'augmenter, comme l'expliquent à nouveau Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche : "il est illusoire d'imaginer que le niveau général de mobilité de la population puisse rester inchangé si le coût de la mobilité s'affaisse : toute l'histoire nous montre que la mobilité croît quand son coût baisse. En conséquence, il faut s'attendre, en l'absence de tout pilotage collectif, à une poursuite, voire une amplification, de la perte de substance des territoires et de l'étalement urbain." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 238) Si la croissance et l'amélioration des réseaux de transport en commun nous semble globalement un effet positif, le même effet chez les deux autres types de véhicules autonomes professionnels (le transport à la demande et le transport de marchandises) est plutôt perçu comme catastrophique.

L'abaissement des coûts du transport à la demande, aujourd'hui relativement cher, aurait comme conséquence évidente une nouvelle attractivité de ce mode de transport, très adaptable aux besoins de l'utilisateur et bien plus confortable que les transports en commun. Ceci engendrerait donc potentiellement une concurrence, mise en évidence par Jean-Louis Missika (Gréco, Missika, 10/02/2018). Ce sujet a été amplement débattu et analysé par des multiples acteurs et fera l'objet d'un chapitre entier plus loin.

Quant à l'abaissement des coûts du transport de marchandises, dans une vision utopique cela impliquerait une réduction des prix des produits transportés et donc une déflation généralisée. Cependant, les conséquences risquent d'être opposées. Célia Izoard parle de cette question dans son ouvrage : "Étant donné que la paie des chauffeurs représente environ 40% du coût du fret de marchandises, les grandes entreprises du secteur s'attendent avec cette innovation à une baisse des prix

spectaculaire qui avantagerait encore davantage la route par rapport au ferroviaire. Ce qui va inciter à faire circuler plus de camions. Et donc plus de produits." (Izoard, 2020, p. 44) Depuis la pandémie du COVID-19 une hausse très importante des livraisons à domicile a été constatée, et les véhicules autonomes pourraient accélérer davantage ce mouvement. Ce n'est pas par hasard si les principales entreprises du secteur, comme Amazon ou Alibaba, sont si intéressées et ont tant investi dans cette technologie (Corot, 20/06/2020). Les conséquences de cette tendance sur les territoires et sur l'environnement ont été amplement étudiées et elles sont énormes et terribles : augmentation des déplacements, de la congestion, de la pollution, de la consommation, etc.

D) Autres questions

Trois autres questions en lien avec la réduction des coûts de la mobilité ont été soulevées dans les entretiens et méritent d'être mentionnées. La première d'entre elles est de s'interroger sur les effets des questions traitées dans ce chapitre sur le quatrième grand type de véhicule autonome : le véhicule individuel privé. En effet, sans un chauffeur professionnel dont le salaire serait supprimé, la principale raison qui explique cette réduction de coûts ne s'applique pas. Cependant, les autres raisons évoquées, par contre, restent valables, autant celles directes (une conduite plus efficace et plus fluide, moins de dépense d'énergie) que les indirectes (amélioration de la sécurité routière, épargne de temps et d'espace). Malgré cela, toutes les critiques évoquées ensuite restent également valables pour les véhicules individuels privés, et notamment le coût important de la technologie, autant dans à l'achat du véhicule que dans le fonctionnement. En conséquence, on peut facilement affirmer que les véhicules individuels privés, contrairement aux autres types de véhicule autonome, seront plus chers que les véhicules conduits. C'est pourquoi autant Johan Wachter, de Medellin, qu'Alan Perkins, d'Abou Dhabi, parlent des difficultés que les personnes les plus pauvres auront à acquérir ces véhicules, ce qui peut empirer les écarts entre les différentes classes socioéconomiques. Ceci sera traité plus en détail au sein du chapitre dédié à la Promesse 5.

Une autre question à prendre en compte, soulevée par Denis Sochon, de la RATP, est l'importance de la publicité dans le modèle économique des futurs véhicules autonomes. D'après lui, les entreprises pourraient s'en servir pour avoir des entrées d'argent supplémentaires en échange d'inonder les véhicules de publicités, autant à l'extérieur que, surtout, à l'intérieur du véhicule. En plus, la quantité massive de données que ces véhicules pourraient recueillir permettrait de faire de la publicité ciblée pour chaque passager. Il ajoute également que ces mêmes entreprises pourraient mettre en place une sorte de système "prémium", plus cher, sans publicité, un peu à l'image de ce que l'on voit aujourd'hui dans certaines plateformes telles que

Youtube ou Spotify. La publicité permettrait donc de réduire sensiblement les coûts du service.

La troisième grande question en lien avec la réduction des coûts de la mobilité, peut-être la plus importante, est la question de l'emploi : si on réduit les coûts en éliminant le salaire du chauffeur, cela veut dire que le dit chauffeur a perdu son emploi. La suppression massive d'emplois liés à la conduite est l'un des sujets qui préoccupent le plus les acteurs interviewés. Cette question sera traitée en détail plus loin, mais c'était important de la mentionner ici, puisqu'elle est très liée à la réduction de coûts.

En conclusion, nous avons vu ici que les véhicules autonomes impliqueraient sûrement une réduction des coûts de la mobilité en raison principalement de la suppression des coûts salariaux des chauffeurs, même si cette réduction ne sera probablement pas aussi importante que ce qui est annoncé par les entreprises. Nous avons vu également que cette réduction de coûts ne serait pas forcément quelque chose de positif, car elle engendrerait de l'étalement urbain et de la surmobilité. En plus, si les mobilités professionnelles réduisaient leurs coûts, les mobilités individuelles privées les augmenteraient.

Olivier Lefebvre, ancien ingénieur chez EasyMile interviewé par Célia Izoard dans son ouvrage, pense que la technologie des véhicules autonomes appliquée au transport collectif a été exclusivement conçue dans le but de réduire les coûts et donc augmenter les bénéfices des entreprises, et que toutes les autres promesses ne sont que du marketing : "La seule raison de l'autonomie sur le transport collectif, c'est une réduction des coûts, parce qu'un chauffeur, ça coûte cher. C'est un calcul coût-bénéfice avec chauffeur ou sans" (Izoard, 2020, p. 113). Cette pensée peut évidemment s'étendre vers les autres types de véhicules autonomes, comme nous avons vu plus haut avec le cas de l'entreprise Uber. Quoi qu'il en soit, il est clair que si la réduction du nombre d'accidents est une promesse qui améliore l'image de la technologie auprès du grand public et des institutions, la réduction des coûts vient améliorer l'image des véhicules autonomes auprès des entreprises et des collectivités.

Pour compenser le scepticisme d'Olivier Lefebvre, nous pouvons citer Colin Hill, d'Abou Dhabi, qui apporte un regard holistique et positif sur la question. Il explique que les véhicules autonomes pourraient avoir une influence sur tous les aspects, sur les modes de vie et sur l'économie mondiale, parce qu'aujourd'hui la mobilité est une part importante des dépenses des ménages partout dans le monde, et si le coût de la mobilité est réduit tout le monde aura plus d'argent à dépenser ailleurs, ainsi que plus de temps grâce au temps utile pendant les déplacements.

Cependant, Pierre Musseau, de la Mairie de Paris, relativise l'importance de cette réduction des coûts. Il rappelle par exemple qu'aujourd'hui autant les VTC que les trottinettes en libre-service sont plus chers que le transport en commun, et pourtant ils ont un grand succès. Si la réduction des coûts est sans doute un critère à prendre en compte, il n'en est pas le seul, et peut-être même pas le plus important.

Promesse 3. Élargissement des réseaux : *du transport dans les zones à faible densité*

D'après de nombreux acteurs, les véhicules autonomes permettront aux transports en commun d'aller plus loin et d'atteindre des territoires à faible densité de population, où aujourd'hui le transport public ne peut pas être rentable. Le deuxième rapport sur les véhicules autonomes piloté par la MACIF et le Movin'On Lab l'exprime très clairement : "Le développement de la mobilité autonome représente une piste d'avenir pour améliorer la mobilité dans les zones peu denses." (MACIF, 2022, p. 40)

Cette promesse, comme nous venons de le voir dans le chapitre précédent, est une conséquence directe de la réduction des coûts de la mobilité. Il s'agit donc d'une promesse dite 'secondaire'. Comme la promesse précédente, celle-ci s'applique aussi principalement aux mobilités professionnelles, mais dans ce cas la grande majorité des discours se concentrent sur l'élargissement des réseaux de transport en commun. Cela dit, la plupart des arguments peuvent aussi s'appliquer au transport à la demande et au transport de marchandises. Toujours comme la promesse précédente, elle ne s'applique que dans les véhicules à autonomie complète (niveaux 4 et 5).

Si cette question fait l'objet d'un chapitre à part entière, c'est en raison de la grande importance qu'elle prend dans certains pays et territoires, dont la France. En effet, les autorités publiques aiment globalement relayer cette promesse, car elle cherche à résoudre un problème de longue date : la mobilité dans les zones à faible densité de population, c'est-à-dire dans les zones rurales et périurbaines. En effet, comme l'explique Xavier Desjardins dans son ouvrage *Urbanisme et mobilité*, "concernant les espaces périurbains et ruraux, l'idée dominante est qu'ils sont fortement dépendants de l'automobile" (Desjardins, 2017, p. 65). C'est pourquoi la possible solution apportée par les véhicules autonomes est très appréciée, ce qui fait que l'on puisse entendre des hommes et femmes politiques en parler, comme ce fut le cas d'Elisabeth Borne dans les propos recueillis dans le rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab, qui datent de 2019, époque où elle était Ministre chargée des transports : "Dans notre combat pour que la mobilité soit accessible à tous nos concitoyens, où qu'ils vivent, les véhicules autonomes sont une des réponses pour apporter des solutions de déplacement à tous et partout. Je suis convaincue que ça peut être une solution dans des territoires où aujourd'hui on n'a pas d'alternative à la voiture." (MACIF, 2021, p. 204)

Dans les deux autres territoires étudiés cette promesse est présente, mais son importance n'est pas aussi grande qu'en France ou dans d'autres pays comme le Japon. En effet, d'après l'étude comparative publiée par Ki Jeehoon en 2020, où l'on observe les ressemblances et différences dans le développement des véhicules autonomes entre la Corée du Sud, le Japon et la France, au Japon l'objectif principalement affiché du développement des véhicules autonomes est "to improve the mobility of the elderly and in the rural area, which lacks public transportation services, given that population aging and depopulation are progressing nationwide" (Jeehoon, 2020, p. 46) Ceci a été confirmé par Soichiro Minami d'une conférence au Gerpisa en juin 2019.

Si l'élargissement des réseaux de transport en commun vers des territoires à faible densité de population est sans doute l'élément principal véhiculé par cette promesse, ce n'est pas le seul. Premièrement, l'élargissement géographique des réseaux ne peut pas seulement se faire en bout de ligne ou dans des nouveaux territoires, mais aussi par exemple dans des territoires déjà équipés de réseaux de transport de masse, en rabattement vers les gares. C'est le cas de figure privilégié dans les discours à Dubaï, ville dont la part modale de la voiture est aujourd'hui très grande mais qui est en train de miser très fortement sur le transport en commun, à l'aide notamment du développement de véhicules autonomes en complément du réseau de métro.

De plus, l'élargissement du service de transport peut être également conçu de manière temporelle et non pas seulement spatiale. Toutes ces questions seront expliquées et développées par la suite.

A) L'explication

La principale raison qui explique l'élargissement des réseaux de transport est, comme évoqué précédemment, la réduction des coûts de la mobilité. En effet, comme on l'a vu dans le chapitre précédent, mettre en place un service de transport est cher, car il y a un coût d'investissement élevé et un coût de fonctionnement également important. Globalement, il y a trois grands postes de dépenses : l'infrastructure, l'achat des véhicules et le fonctionnement du service. Ceci est similaire qu'il s'agisse de transport en commun, de transport à la demande, de transport de marchandises ou de tout autre système de transport, public ou privé. Le seul point de divergence est l'infrastructure, très souvent publique et, quand il s'agit de transport routier, généralement mutualisée. Pour payer ces frais importants, les sources de financement disponibles sont limitées et dépendent des recettes tarifaires des usagers principalement, et ensuite des recettes moindres comme la publicité. Les gestionnaires du service ont donc généralement besoins d'aides publiques, soit sous forme de subvention soit, en France, sous forme du 'versement mobilité'. "Ce dernier est un impôt local dédié au financement des différents services de mobilité. Il est prélevé sur

les entreprises publiques et privées d'au moins 11 salariés situées dans le ressort territorial des autorités organisatrices de la mobilité." (MACIF, 2022, p. 73)

Si mettre en place un service de transport en zone à faible densité de population est aujourd'hui difficile et plutôt rare c'est parce que, d'un côté, les dépenses augmentent et, de l'autre, les recettes diminuent. Les dépenses augmentent en raison d'une multiplicité de raisons globalement liées à l'allongement des distances. Les recettes diminuent d'un côté en raison du petit chiffre d'usagers potentiels, mais aussi de la faible présence d'entreprises d'au moins onze salariés. Ainsi, toujours d'après le rapport piloté par la MACIF en 2022, "le versement mobilité s'avère peu pertinent pour financer des transports dans les territoires peu denses où il y a un faible nombre d'entreprises assujetties à ce dernier." (MACIF, 2022, p. 73) Le modèle économique des systèmes de transport repose donc presque exclusivement sur des subventions publiques... qui doivent faire face à des coûts anormalement élevés.

C'est pour cette raison que les véhicules autonomes sont vus comme une solution à cette situation complexe : s'ils contribuent en effet à réduire le coût des services de transport, les autorités publiques auront moins de subventions à donner et des services de mobilité pourront être créés.

Les difficultés à mettre en place un service de transport dans les zones à faible densité ne sont pas seulement liées à l'économie, mais aussi à la forme urbaine : le grand étalement et le manque de concentration de la population fait que les distances à parcourir pour rejoindre les arrêts soient tout de suite trop grandes, ou alors que le nombre d'arrêts soit anormalement élevé, ce qui empiète sur le prix mais aussi sur le temps et sur la qualité globale du service. Les véhicules autonomes pourraient aussi apporter une solution à cela, car ils sont censés apporter également de la flexibilité aux transports. Ces véhicules, affranchis des obligations salariales et légales des chauffeurs, pourraient s'adapter aux besoins du moment en augmentant ou réduisant l'offre en fonction de la demande, modifiant les trajets au fur et à mesure... Grâce à l'intelligence artificielle embarquée, on peut imaginer des calculs d'itinéraire complexes adaptés aux besoins des usagers, peu nombreux, à l'image des systèmes utilisés aujourd'hui par certaines entreprises de livraison mais avec un degré de complexité supplémentaire, puisque les adaptations devraient avoir lieu en temps réel en fonction des montées et descentes.

C'est Florence Hanappe, de l'Apur, qui parle de l'intérêt de la flexibilité horaire et dans la fréquence que les véhicules autonomes pourraient apporter. Elle prend comme exemple, l'expérimentation de navettes autonomes qui a lieu au Bois de Vincennes, car la desserte des bois est toujours compliquée : très axée sur le weekend, irrégulière en fonction du climat ou des événements... Les navettes apportent une solution grâce à leur flexibilité, pouvant ajouter des véhicules très facilement en cas de besoin, changeant ainsi les fréquences. Un autre exemple qu'elle propose est l'accès à la zone

d'activités de Roissy, où les salariés travaillent souvent à des horaires décalés, commençant et finissant en dehors des horaires des RER. Les véhicules autonomes pourraient aussi répondre à ces besoins en élargissant les horaires de certaines lignes à certains moments, parfois ponctuels (un concert, un match...) ou en augmentant la fréquence en fonction de la situation, le climat ou le contexte.

Nicolás Galarza, Vice-Ministre de l'Aménagement Environnemental du Territoire de Colombie, parle aussi de l'importance de la flexibilité dans la mise en place d'un service de transport public. Il cite notamment l'économiste Ed Glaeser, de Harvard, pour justifier sa préférence pour des systèmes 'soft', flexibles, capables de s'adapter à la croissance organique des villes et aux aléas. Pour lui, les véhicules autonomes sont une grande opportunité pour avancer dans cette direction.

Même si cette promesse est très généralement pensée autour du transport en commun, ce n'est pas systématiquement le cas. Premièrement, quand on pense la mobilité de territoires à très faible densité, notamment les territoires ruraux, même un transport en commun de petite taille comme pourrait l'être une navette semble surdimensionné, car il n'y a que très rarement plus de deux ou trois passagers à la fois sur le même trajet. Si l'on regarde les alternatives existantes aujourd'hui, avec chauffeur, le pari des territoires à très faible densité assez riches pour subventionner un transport public se rabattent généralement sur le taxi à la demande. Des entreprises de covoiturage comme par exemple Klaxoon cherchent également à se positionner dans ce marché, proposant un service de covoiturage organisé subventionné par la collectivité. Les véhicules autonomes s'adapteraient aussi à cette réalité, comme on le voit dans les expérimentations menées par la Métropole de Rouen, où la solution trouvée pour relier les communes rurales aux bords de la métropole a été la mise en place de véhicules autonomes individuels à la demande.

Il n'y a pas que le transport public qui pourrait élargir ses réseaux grâce aux véhicules autonomes, mais également des entreprises de transport qui, grâce à la baisse des coûts, pourraient trouver une rentabilité économique au-delà des territoires plus denses. C'est le cas notamment des entreprises de transport à la demande type Uber ou Careem, aujourd'hui très rarement présentes au-delà des centres villes et des zones les plus densément peuplées. De cette manière le service pourrait être étendu vers des nouveaux territoires périphériques aujourd'hui à la marge. Ceci pourrait être le cas également du transport de marchandises, qui pourrait trouver une nouvelle rentabilité pour la livraison notamment dans les zones rurales grâce aux véhicules autonomes. En effet, ces entreprises dépendent aujourd'hui pour la plupart des services postaux locaux dans leurs livraisons, ce qui limite fortement leurs bénéfices. Le déploiement de véhicules autonomes de livraison, ou de drones (il y a des nombreuses expérimentations dans ce sens également), leur donnerait une nouvelle autonomie.

B) Les scénarios prospectifs

Cette promesse, contrairement aux deux précédentes, donne lieu à des nombreux scénarios prospectifs. Cette recherche doctorale ne vise pas à établir des scénarios prospectifs des futures villes des véhicules autonomes, mais les différents acteurs interviewés ont pris connaissance de certains scénarios existants, ou en ont eux-mêmes établi le leur. Ces scénarios influencent donc lourdement leur discours et, dans certains cas, même les politiques publiques. Les découvrir et les analyser brièvement est donc une étape nécessaire pour comprendre la suite.

Le premier cas est celui, déjà mentionné, de la création d'un nouveau réseau de transport dans un territoire alors qu'il n'existe pas aujourd'hui, comme par exemple dans une zone rurale pour relier plusieurs villages entre eux et au chef-lieu. C'est un scénario peu abordé par les différents acteurs interviewés dans le cadre de cette thèse en raison des choix qui ont été faits dans la recherche d'interlocuteurs, très concentrés sur les territoires métropolitains dont il était objet. Néanmoins, même sur les autres types de sources d'information (bibliographie ou conférences notamment) on peut constater qu'il s'agit d'un scénario assez peu abordé en général, car les territoires ruraux sont rarement pris en compte quand il s'agit d'innovations technologiques. Les élus ruraux eux-mêmes se sentent globalement peu concernés par la technologie des véhicules autonomes, comme le démontre l'enquête menée dans le cadre du rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab en 2022, en partenariat avec l'Association des Maires Ruraux de France : "Ces résultats démontrent que l'intention à déployer la mobilité autonome est encore très peu mature chez les élus locaux français. [...] Cela s'explique à la fois par une connaissance limitée des élus à l'égard du véhicule autonome, par la prédominance d'un sentiment d'inéligibilité et par un questionnement sur l'utilité même de ce type de service." (MACIF, 2022, p. 79)

Le deuxième cas, au contraire, et le plus populaire parmi les acteurs métropolitains : celui du prolongement des réseaux de transport actuel, en bout de ligne, vers des territoires moins denses, en alimentant ainsi le réseau principal. Ce scénario vise à résoudre le problème décrit plus haut de la mobilité dans les zones à faible densité de population situées en périphérie des villes, communément appelées 'périurbaines'. Florence Hanappe, de l'Apur, Catherine Barbé, de la Société du Grand Paris, ou encore Catherine Goniot, de la Métropole de Rouen, voient les véhicules autonomes comme une réponse potentielle à ces questions. Nicolás Galarza explique, pour la Colombie, que les zones périphériques, dans les limites des villes, sont toujours les moins bien équipées en infrastructure, avec un transport public moins qualitatif et avec plus de transport informel. On peut observer qu'en bout de ligne, dans la dernière gare ou le dernier arrêt de bus, il y a beaucoup de transport informel dont l'objectif est de porter les personnes jusqu'aux transports en commun depuis ces quartiers

éloignés, à l'écart des réseaux. Des véhicules autonomes de type navette ou robotaxi pourraient avoir toute leur place dans ce contexte particulier, très changeant. Même dans les Émirats arabes unis, où la question du coût de la mobilité ne semble pas particulièrement problématique, il est question de véhicules autonomes pour relier les quartiers périphériques à faible densité de population, ou tout du moins c'est ce que pense Alan Perkins, du Département des Transports de la Mairie d'Abou Dhabi.

C'est justement dans les Émirats arabes unis, et notamment à Dubaï, où le troisième cas prend le plus d'importance. Il s'agit d'un usage des véhicules autonomes en rabattement vers le réseau principal, en élargissant la zone d'influence de ce dernier, à l'image de ce qui existe déjà avec d'autres types de véhicule. En effet, comme l'explique Scott Fennelly, à Dubaï le métro accomplit un rôle de lien à l'échelle métropolitaine, très général, et ils ont besoin d'un système qui assure les liens à partir des stations de métro, ce que l'on appelle fréquemment le « premier et dernier kilomètre », même si les distances peuvent être bien plus grandes en fonction de la configuration spatiale. Ed Forrester en parle également. On retrouve dans ce schéma le fonctionnement actuel du Transmilenio de Bogota où des bus en site propre, épine dorsale du système, sont alimentés localement par des réseaux complémentaires de bus plus petits, majoritairement électriques, qui circulent sur voie ouverte. Cette idée repose sur le fait que chaque arrêt de transport en commun a un rayon d'accueil limité, que la Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France établissait en maximum 800 mètres à pied (DRIEAF, 2015, p. 6). Bien évidemment, cette distance pourrait changer en fonction de nombreux critères comme le relief, le mode de déplacement utilisé, les conditions physiques de la personne ou le climat. Quoi qu'il en soit, dans une zone densément peuplée l'accessibilité de l'arrêt concernerait une grande quantité de personnes, mais si la densité de population n'est pas très grande, la quantité de passagers potentiels baisse considérablement. Daniel Jasmin, de la Société du Grand Paris, explique que le Grand Paris Express n'est pas rentable en zone détendue, notamment dans la zone du parcours de la ligne 18, et ils se sont donc posé la question de quelle est la nécessité en termes de territoire à couvrir autour de la gare pour alimenter le réseau en population et qu'elle devienne rentable. C'est pour cette raison qu'ils se sont beaucoup penchés sur différentes possibilités de rabattement, y compris les véhicules autonomes.



À gauche, bus triple appartenant au réseau structurant du Transmilenio, en site propre. À droite, bus simple appartenant au réseau secondaire, en trafic mixte. Photographies personnelles, prises à Bogota en mars 2022.

Au-delà de la quantité de passagers et de la rentabilité ou non du service, le rabattement envers les gares peut être nécessaire, notamment pour les habitants ou travailleurs devant parcourir une distance trop longue jusqu'à l'arrêt de transport la plus proche en absence d'autres solutions pour la parcourir à pied. Ce créneau est généralement occupé par ce que l'on appelle les mobilités douces, notamment les vélos et, depuis quelques années, de plus en plus les trottinettes électriques, quand l'infrastructure le permet (des stationnements prévus pour les vélos auprès des gares, à l'image de ceux que l'on trouve par exemple à Dubaï, ou des solutions pour transporter les vélos au sein du transport en commun). Cependant, il y a des circonstances où ces véhicules, et même la marche à pied, sont difficilement empruntables : des barrières de caractère géographique comme le relief ou le climat (voir promesse 4), de caractère physique comme des handicaps ou la nécessité de porter des charges ou accompagner des personnes dépendantes, entre autres. Dans tous ces cas, les véhicules autonomes peuvent accomplir une fonction clé.

Les véhicules autonomes auraient un autre avantage important pour le rabattement, c'est la capacité de rouler à vide pour aller chercher un meilleur endroit pour se garer. En effet, le rabattement avec des véhicules privés, que ce soit la voiture ou des mobilités douces, a l'inconvénient du stationnement. Les 'parkings relais' sont une stratégie habituelle pour favoriser l'utilisation du transport en commun dans les villes. Cependant, elle a plusieurs inconvénients et difficultés, l'une des plus importantes étant le foncier disponible, notamment quand il s'agit des zones urbaines relativement denses. Giulia Girardi, de la Société du Grand Paris, exprime les difficultés qu'ils ont à trouver du foncier disponible autour des gares du Grand Paris Express, notamment en zone dense. C'est pour cette raison qu'ils ont fait le choix de ne pas créer des espaces de stationnement de longue durée (comme des parkings relais), et même les zones de dépose minute seraient principalement dédiées à des bus et des navettes, et non pas à des particuliers. Ainsi, l'absence (ou la rareté) de zones de stationnement autour des gares constitue une entrave importante à l'intermodalité entre voiture et transport en commun et favorise l'usage seul de la voiture individuelle. Face à cela, l'utilisation de véhicules autonomes qui déposent les

passagers avant de partir seuls se garer plus loin semble une solution adaptée et efficace, et notamment les navettes, fréquemment citées dans ce rôle. Jean-Louis Missika, à l'époque adjoint à la Mairie de Paris en charge de l'urbanisme et la mobilité, exprime cette idée dans une interview de 2018 : "Les navettes autonomes à la demande peuvent jouer un rôle très important dans la gestion du dernier kilomètre en grande couronne : [...] c'est une incitation puissante à abandonner votre véhicule individuel." (Gréco, Missika, 2018) Les inconvénients potentiels soulevés par ce scénario, en termes par exemple de santé publique ou de développement durable, seront abordés plus tard.

Un troisième scénario, mis en avant par Mahmoud Habboub, de l'entreprise émirienne Careem, est celui qu'il a dénommé la '*Community Mobility*'. Monsieur Habboub rappelait dans son entretien que, si généralement on travaille loin de son domicile, presque tous les autres déplacements quotidiens sont faits (ou devraient l'être) dans son quartier. L'école des enfants, les courses alimentaires, les sorties au restaurant ou encore les magasins sont des déplacements que l'on peut faire près de chez soi, dans son quartier. Cependant, dès que la distance est un peu trop longue, ou que l'on se déplace avec une charge (par exemple pour les courses ou pour ramener les enfants à l'école), on ne fait plus le déplacement à pied. Si l'on ne peut pas faire le déplacement à pied, on prend la voiture, et dans ce cas ce n'est plus nécessaire de rester auprès de chez soi, car c'est tout aussi simple d'aller plus loin. Le commerce de proximité souffre beaucoup pour cette raison, et ce n'est pas écologique. Il faut donc trouver des solutions de mobilité flexibles et commodes qui permettent de bouger au sein de son propre quartier, et non pas seulement pour nous connecter avec les réseaux de transport structurants, ce qui répond à l'un des besoins de déplacements les plus importants (les 'navettes' domicile-travail), mais pas aux autres. Il disait que la solution de mobilité pour répondre à l'échelle nationale est un grand défi, et celle pour répondre aux problèmes de l'échelle métropolitaine encore plus, mais que l'échelle du quartier est bien plus simple à résoudre. Il est important de souligner que M. Habboub travaille dans une entreprise de transport à la demande en tant que Directeur de '*Smart Mobility*' à Dubaï, où la configuration urbaine par quartiers très différenciés se prête particulièrement à cette idée.

Il est intéressant de constater le rapprochement que l'on peut faire entre cette idée et les Traverses de Paris, système de transport mentionné par Florence Hanappe, de l'Apur, lors de son entretien. Il s'agit d'un système de navettes conduites, très souvent électriques, dont l'objectif principal est, comme affiché sur le site de la Mairie de Paris, de relier "les quartiers les moins bien desservis aux commerces, administrations et pôles de transport" (paris.fr). Très souvent empruntées par des personnes âgées ou à mobilité réduite, ces navettes accomplissent majoritairement ce rôle de liaison pour des distances courtes au sein du quartier pour ces personnes ne pouvant pas utiliser des modes actifs comme la marche à pied ou le vélo. Ce service,

inauguré en 2004 et constitué aujourd'hui de 5 lignes, n'est pas du tout rentable économiquement malgré la densité de population des quartiers concernés, en raison de la taille des navettes et du manque de praticité du réseau, qui s'éloigne du concept de 'transport de masse' pour aller plutôt vers un service destiné aux populations les moins mobiles et notamment les personnes âgées. Les véhicules autonomes seraient donc très intéressants pour le développement de ce genre de services, pour les deux raisons évoquées plus tôt : la baisse du coût du service, qui permettrait le développement de plus de lignes de la part des collectivités, et la flexibilité du service que cette technologie pourrait apporter, permettant un service davantage personnalisé et adapté aux besoins de chacun à chaque moment. L'adaptation d'une telle technologie à une population principalement âgée est une question qui sera abordée plus tard, au sein du chapitre sur la promesse 5.



Une Traverse dans le 14^{ème} arrondissement de Paris. Photographie personnelle

C) La critique

Après les explications de la promesse et l'évocation des principaux scénarios prospectifs qu'elle soulève, une question s'impose : ces scénarios sont-ils réalistes ? Les véhicules autonomes permettront réellement l'élargissement des réseaux de transport ? Deux principales réserves peuvent être émises à ce propos : les difficultés techniques à développer une telle technologie dans des zones reculées, et le prix que cela engendrerait.

Les deux réserves émises concernent donc les deux premiers scénarios et non pas le troisième, jugé plutôt réaliste même par les plus sceptiques. En effet, il est facile de s'accorder sur le fait que les zones denses des centres métropolitains sont parmi les plus à même pour le développement de la technologie autonome. Ceci se base d'un côté sur le fait que ce sont souvent les zones les plus riches, de plus la grande densité de population facilite la rentabilité de tout système de transport, et enfin ce sont souvent les zones les mieux couvertes en termes d'infrastructure, notamment en

infrastructure de télécommunications, indispensable pour le développement des véhicules autonomes. D'autres difficultés émergent néanmoins dans les centres urbains, notamment dans les villes européennes, comme par exemple l'existence d'une circulation très diverse, complexe, et généralement bouchée, ou encore la forme urbaine irrégulière. Ces questions seront abordées ultérieurement, lors du chapitre sur la promesse 7.

Les zones à faible densité de population bénéficient donc, par rapport aux zones denses, d'une plus faible densité d'usagers et de configurations de circulation peut-être plus simples. Cependant, elles cumulent d'autres difficultés techniques, parfois très importantes. Celles-ci sont bien résumées par le premier rapport sur les véhicules autonomes piloté par la MACIF et le Movin'On Lab : "le rural pose des défis particuliers au développement de la mobilité autonome étant donné des conditions spécifiques en termes d'infrastructures routières (signalisation absente ou non entretenue, ronds-points, tunnels de végétation, routes non répertoriées etc.), de conditions d'exploitation (vitesse de circulation des navettes, distances parcourues plus grandes etc.), d'environnement de conduite (présence de véhicules agricoles, d'animaux, etc.), et de coût et de rentabilisation du service (volume et fréquence de la demande moindres)." (MACIF, 2021, p. 238) Célia Izoard, dans son ouvrage, ajoute d'autres points à ceux-là : "les routes escarpées, les éboulis, le verglas, les biches qui traversent et l'absence d'infrastructures de big data." (Izoard, 2020, p. 47)

La difficulté de l'adaptation des routes aux spécificités techniques des véhicules autonomes, depuis les questions les plus simples comme la signalisation horizontale (marquage au sol des voies, par exemple) jusqu'aux plus complexes comme des potentielles bornes 5G, est un sujet également soulevé par Julien Vick, du Syndicat des Équipements de la Route (SER). Il explique par exemple qu'en France, aujourd'hui, seulement une route sur deux est marquée au sol, car aujourd'hui ce n'est pas obligatoire en dehors de certains axes. Cette question est particulièrement importante dans les zones rurales et périurbaines, bénéficiaires potentielles de l'élargissement des réseaux de transport dont il est objet ici. Comme cela a déjà été dit précédemment, la morphologie et la faible densité de ces zones implique également que les distances sont plus longues, et en conséquence l'adaptation de l'infrastructure doit se faire sur plus de kilomètres.

Tout ceci nous mène à parler du deuxième point de critique évoqué : le prix. En effet, adapter techniquement les infrastructures au passage des véhicules autonomes ne semble si difficile, mais l'importance de la mise à niveau et la grande quantité de kilomètres impliqueraient un prix important. Ce point est également abordé par le rapport piloté par la MACIF, globalement assez opérationnel : "Les coûts colossaux engendrés par une telle mise à niveau de l'infrastructure routière sont en effet susceptibles de retarder le déploiement de la mobilité autonome, voire de décourager certains acteurs à investir dans cette solution." (MACIF, 2021, p. 154) La question qui

se pose donc est : peut-on assumer ces coûts ? Ou plutôt : qui est en capacité de les payer ? Si l'on pose la question aux acteurs privés, la réponse est évidente : l'infrastructure relève de la compétence des collectivités territoriales (ou de l'État pour les réseaux nationaux structurants), et en conséquence le coût devrait être assumé par ces mêmes collectivités. C'est tout du moins la réponse apportée par Julien Vick, du SER, ou encore par Stéphane Levesque, de l'Union Routière de France. Cependant, ce n'est pas si simple, car les collectivités dont il s'agit dans ce point, rurales et périurbaines, se comptent parmi les plus modestes en ressources, et ne seraient donc pas facilement en capacité d'assumer des frais aussi élevés. Le risque de ce que l'on a appelé des "zones blanches de la mobilité" existe, comme nous le développerons dans le chapitre sur la promesse 5. La solution semble s'imposer d'elle-même : faire appel au secteur privé pour financer ou cofinancer les coûts. C'est ce qui est suggéré par le rapport de la MACIF mentionné ci-dessus, ainsi que par certains acteurs interviewés.

Quel que soit l'acteur qui paye et le montage financier, l'élévation du coût global de l'opération en raison du coût très élevé de l'infrastructure, autant en investissement qu'en entretien et maintenance, met en doute l'ensemble de la promesse d'élargir les réseaux de transport vers les zones à plus faible densité. En effet, comme cela a été expliqué au début du chapitre, cette promesse se base principalement sur la promesse précédente : la baisse importante des coûts de la mobilité. Or, si la baisse des coûts du service est compensée (totalement ou en partie) par une hausse des coûts de l'infrastructure, le fondement de cette promesse s'écroule. L'intérêt de la flexibilité du service reste vrai malgré tout.

Au-delà des difficultés de mise à niveau de l'infrastructure et de son prix, l'autre groupe de difficultés soulevées par les auteurs précédemment cités sont des aléas divers typiques des milieux ruraux : la présence d'animaux, de véhicules inhabituels, des conditions climatiques difficiles ou encore une végétation plus abondante. S'il est vrai que ces questions peuvent être difficiles à traiter, depuis le secteur technologique on affirme plutôt le contraire : d'après eux, les véhicules autonomes pourraient au contraire améliorer le comportement des véhicules face à ces aléas. Par exemple, les nombreux senseurs donc ces véhicules disposeraient permettraient non seulement de voir l'obstacle, mais également d'identifier immédiatement le type d'obstacle rencontré et de décider donc en temps réel le meilleur comportement à adopter dans chaque situation. Régis Coat, de l'entreprise EXID, expliquait lors d'une conférence à Brest le 12 novembre 2018 que leur concept 'Taxirail' (des navettes autonomes sur rails qui profitent de l'existence des réseaux ferrés désaffectés dans le milieu rural français) intégrerait un système de reconnaissance de la faune très poussé, similaire aux systèmes de reconnaissance faciale, qui permettrait à l'intelligence artificielle de savoir exactement quel animal bloque le passage, sa taille, sa masse, son niveau de protection ou encore le comportement type qu'il a tendance à adopter, afin de pouvoir prendre des décisions qui prennent en compte bien plus de variables qu'un

humain. Cette question relative à la faune pourrait aussi bien s'appliquer aux engins agricoles ou à la végétation, et les différents senseurs des véhicules autonomes pourraient même finir par mieux détecter les dangers liés aux conditions météorologiques comme le verglas. Hugues Boucher, de la Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules (FIEV) expliquait lors de son entretien que les capteurs des véhicules pourraient aider à mieux détecter l'état de l'infrastructure et en améliorer la maintenance, et si l'on croise ces informations avec les données météorologiques en temps réel les véhicules pourraient mieux prédire et détecter le verglas ou d'autres aléas climatiques potentiellement dangereux. Les véhicules autonomes, comme vu dans le chapitre sur la promesse 1, sont aussi censés être capables de prendre des décisions et de réagir plus vite que l'être humain, améliorant ainsi les réflexes du véhicule et améliorant donc également la réponse aux différents aléas évoqués.

D) Les conséquences

L'élargissement des réseaux de transport par les véhicules autonomes met en évidence l'un des grands enjeux soulevés par cette technologie : la concurrence entre modes de transport. Pour reprendre les mots de Vincent Kaufmann à ce propos dans un article de 2017 : "Si la voiture autonome est concurrente du train et des transports publics « classiques », elle risque d'être dévastatrice. Si, au contraire, elle est pensée de façon complémentaire à ces moyens de transport, elle peut permettre d'accroître l'attractivité de l'ensemble du système de transports collectifs." (Kaufmann, 2017) Seulement quelques mois après la publication de l'article de Vincent Kaufmann, Jean-Louis Missika, à l'époque adjoint à la Mairie de Paris en charge de l'urbanisme et des transports, soulève une grande polémique dans le secteur des transports franciliens en affirmant que le Grand Paris Express serait obsolète au moment de son inauguration car les véhicules autonomes accompliraient déjà le même rôle. Il s'agit ici d'une remise en cause considérable d'un projet pharaonique autant dans les dimensions que dans le budget. Cette fameuse phrase, prononcée lors d'un débat public en janvier 2018, serait par la suite répétée et nuancée dans plusieurs articles et entretiens comme celui paru dans *Le Journal du Dimanche* quelques semaines plus tard, où il affirmait : "Il n'est pas impossible en effet que le GPE soit obsolète au moment de sa livraison. [...] Attention à ne pas se focaliser sur le dernier mode de transport du XXe siècle alors que l'on pourrait lancer, parallèlement, le premier mode de transport du XXIe siècle." (Gréco, Missika, 2018)

Au-delà des phrases choc prononcées par Jean-Louis Missika, qui seront analysées plus tard, il faut d'abord se pencher sur le type de concurrence que le véhicule autonome peut engendrer dans les systèmes de mobilité métropolitains. Premièrement, il y a la concurrence transport public versus transport privé, où les

véhicules autonomes pourraient contribuer à déséquilibrer la balance dans un sens comme dans l'autre en fonction du type de développement dont ils bénéficieront. Deuxièmement, il faut mentionner que les véhicules autonomes tels qu'ils ont été présentés ici pourraient également venir concurrencer très fortement les mobilités douces. La question de la concurrence potentielle entre les véhicules autonomes et les autres modes de transport sera analysée plus en profondeur dans le chapitre 2.4.4.

Une dernière conséquence potentielle de la mise en place d'un système efficace de rabattement envers les transports de masse structurants a été soulevée par Dany Nguyen-Luong, de l'Institut Paris-Région de la Région Île-de-France (à l'époque encore appelé IAU). En effet, si ce système de rabattement fonctionne vraiment, il pourrait contribuer à surcharger les transports en commun actuels. Bien évidemment, quand le système en question n'est pas au maximum de sa capacité ceci serait plutôt une bonne nouvelle, comme cela a été le cas à San Francisco lors de l'implantation d'un service Uber en rabattement envers des gares ferroviaires. Cependant, D. Nguyen-Luong rappelle que les réseaux franciliens de métro et de RER sont très proches de leur capacité maximale, voire ils l'ont déjà atteinte dans certains cas (comme par exemple le RER A). En conséquence, les véhicules autonomes en rabattement envers les réseaux de transport structurants seraient plutôt une fausse piste d'amélioration du système, devant donc considérer d'autres possibilités. Paul Beauvallet, de la Région Île-de-France, exprime également des doutes sur ce sujet, et pense que le véritable intérêt des véhicules autonomes dans la région parisienne n'est pas le renforcement du réseau des transports en commun, dont la marge d'amélioration est très faible, alors que le réseau routier est au contraire très sous-exploité par rapport à ses possibilités réelles : des questions comme le covoiturage, l'accidentologie ou la fluidité le préoccupent davantage, les véhicules autonomes répondant également à ces questions comme on a pu le constater dans le chapitre sur la promesse 1, ou comme ce sera expliqué lors du chapitre sur la promesse 6. Le système du Transmilenio de Bogota est également proche de sa limite en capacité d'absorption de nouveaux usagers, comme signalé par Manuel Rodríguez, du BID.

E) Autres sujets

Une dernière question en lien avec l'élargissement des réseaux de transport a été mentionnée dans les entretiens et mérite d'être signalée : c'est celle sur la possibilité d'appliquer la technologie des véhicules autonomes au transport interurbain ou de longue distance. Il s'agit ici de l'élargissement des réseaux de transport, ce qui veut dire que l'on ne prendra pas en compte ici les véhicules individuels privés sur les longues distances, par exemple l'hypothèse très réaliste des autoroutes connectées. Cependant, les caractéristiques de cette technologie la rendent tout à fait adaptée au transport en commun de longue distance, prenant par exemple la place

des cars. Cela peut être particulièrement intéressant sur des territoires dont la population est assez dispersée ou alors là où les caractéristiques territoriales rendent la création d'infrastructures ferrées difficile.

C'est le cas par exemple en Colombie, où le relief très marqué et difficile a historiquement séparé le pays en différentes zones très difficilement connectées. Le lien entre ces grandes régions est donc aujourd'hui principalement basé sur le transport routier, très lent, car les transports ferrés et fluviaux étaient trop difficiles et le transport aérien reste aujourd'hui globalement trop cher. Jaime Salazar Montoya, dans son ouvrage sur le transport de marchandises en Colombie, en parle : "En Colombia el automotor, principalmente en razón de su orografía, se vio enfrentado al reto de movilizar más del 90% de la carga, con la desaparición casi total de los ferrocarriles, el abandono del transporte fluvial y la exigencia de servicios integrales dentro de la multimodalidad, todo dentro de condiciones difíciles desprendidas de una infraestructura muy deficiente y el crecimiento exponencial del tráfico de mercancías." (Salazar Montoya, 2013, p. 258) María Baquero, de l'entreprise Fanalca-Transdev, abordait ce sujet à travers un exemple concret, celui d'une livraison de véhicules depuis la Chine dont l'itinéraire avait été détourné en raison d'un mouvement social et dont le nouveau parcours avait été très difficile et coûteux à mettre en place. Une amélioration en termes de vitesse et fluidité du transport routier dans le pays grâce aux véhicules autonomes pourrait donc constituer une amélioration très importante pour le pays, autant pour la circulation des personnes que, surtout pour la circulation de biens.

Dans les Émirats arabes unis, cette question pourrait aussi avoir une grande importance pour des raisons différentes. Si la liaison entre les principales villes du pays ne pose pas de problème particulier (entre Abou Dhabi et Dubaï notamment, mais aussi celles avec Sharjah ou Al Ain), le transport entre les grandes villes émiriennes et les territoires ruraux plus reculés pose problème. Hoda Alkhzaimi, de l'Université de New York-Abou Dhabi, parle du fait qu'aujourd'hui les fermes agricoles émiriennes sont assez isolées, par exemple celles de Fujairah, un émirat à dominante agricole situé au nord-est du pays et étant le seul à être tourné vers le golfe d'Oman au lieu de vers le golfe Arabique. Selon elle, rapprocher ces fermes des grandes villes pourrait offrir beaucoup de nouvelles opportunités, autant pour les travailleurs, qui pourraient se déplacer en ville régulièrement voire même faire des navettes domicile-travail entre la ville et leur lieu de travail, que pour le transport de marchandises.

Pour conclure, il est important de rappeler que cette promesse dépend en grande partie de la précédente. Ceci veut dire que, si finalement la baisse des coûts de la mobilité liés à la technologie des véhicules autonomes s'avère fautive ou insuffisante, les réseaux de transport ne pourront pas s'élargir en fonction d'aucun des

scénarios proposés ci-dessus. Également, si le prix d'adaptation de l'infrastructure compense la baisse de coûts du service, l'élargissement des réseaux vers des nouveaux territoires ne serait pas possible non plus.

À l'inverse, si des stratégies ou avancées technologiques autres que les véhicules autonomes permettaient une baisse des coûts de la mobilité, cette promesse pourrait très bien voir le jour avec des conducteurs à bord des véhicules.

Il s'agit ici d'une promesse très particulière, différente aux autres, car elle ne dépend pas directement d'une caractéristique technique du véhicule. Cependant, elle est très ancrée dans l'imaginaire des différents acteurs de la mobilité, sûrement en raison de deux caractéristiques : d'un côté elle répond à un défi de longue date, celui du transport dans les zones à faible densité de population, et d'un autre côté elle répond à une compétence directe de la part des collectivités. En effet, ce sont les collectivités qui ont aujourd'hui la main sur les infrastructures et sur les services de transport public, ce qui implique que cette promesse, contrairement aux autres, pourrait être entièrement contrôlée par les acteurs public.

L'importance de cette promesse dans les discours de quasiment tous les acteurs interviewés a rendu obligatoire le fait de la considérer à égalité parmi les autres promesses, malgré ses caractéristiques particulières. Elle a pris tellement d'importance dans les discours qu'elle a même fini par s'affranchir de la promesse 2. Ceci est observable par moments, notamment dans les Émirats arabes unis, où les charges salariales sont très marginales et les coûts de la mise en place d'un système de transport ne verraient pas une grande variation si l'on enlève la part du chauffeur. Au contraire, le prix de la technologie risque même d'être plus élevé que le salaire du conducteur. Cependant, comme ce fut expliqué ci-dessus, certains acteurs émiriens ont évoqué la promesse de l'élargissement des réseaux de transport comme une potentialité intéressante des véhicules autonomes.

Ce paradoxe met en exergue l'importance du discours autour des véhicules autonomes, qui se transmet d'un acteur à un autre, d'un pays à un autre et d'un contexte à un autre jusqu'à parfois s'affranchir de toute logique territoriale.

Promesse 4. Dépassement des limites géographiques : *vaincre la nature et ses obstacles*

Il s'agit ici de la promesse la plus différente par rapport aux autres, et ce pour plusieurs raisons. Premièrement, c'est une promesse qui varie en fonction des territoires : elle est très importante dans les discours des Émirats arabes unis, d'une importance moindre en Colombie et quasiment inexistante en France. Cependant, son intérêt potentiel est indéniable. Il s'agira donc, en plus, de comprendre cette différence de traitement que l'on remarque entre les territoires étudiés. Deuxièmement, les différents types d'obstacles géographiques ont, logiquement, des

caractéristiques différentes, et en conséquence les adaptations promises par les promoteurs des véhicules autonomes seront différentes. Trois types de 'barrières' naturelles seront étudiés ici : le climat, l'orographie et la biodiversité. Il est important de préciser que si ces trois éléments sont considérés des barrières dans le cadre de ce chapitre, ce n'est qu'en raison des difficultés qu'ils engendrent à la mobilité des territoires concernés. Le véhicule autonome s'érige donc en tant que facteur potentiel de dépassement de ces limites, à condition que ces limites ne constituent pas une barrière au développement du véhicule autonome lui-même.

Le climat prend une importance particulière dans les Émirats arabes unis en raison des températures extrêmes qui peuvent y être atteintes pendant les longs mois d'été (Tétart, 2017, p. 34). Cette chaleur extrême, mêlée à une grande humidité, rend particulièrement difficile d'être dans la rue en journée, et d'autant plus d'effectuer une activité physique. C'est pour cette raison que l'usage du vélo pour des déplacements, et même de la marche à pied, sont pénibles et très rares à cette période, alors que pendant les mois d'hiver, pendant lesquels la température est au contraire très agréable, ce sont des modes de transport très habituels. Les transports en commun présents aujourd'hui, plus performants à Dubaï qu'à Abou Dhabi, ne suffisent pas à couvrir les besoins de déplacement des habitants. Les véhicules autonomes interviennent alors comme un moyen d'apporter de la flexibilité aux transports en commun et d'en élargir les réseaux (comme vu dans la promesse précédente) afin d'assurer les liaisons dites de 'dernier kilomètre', mettant en place un transport presque porte à porte. Cette question a une très grande importance dans les discours autour des véhicules autonomes dans les Émirats arabes unis et notamment à Dubaï, étant un sujet habituel dans les entretiens et mis en avant dans la *Dubai Self-Driving Transport Strategy*, où l'on peut lire par exemple que "In Dubai, the challenges are further raised by the extreme weather conditions" (RTA, 2017, p. 9)

Les deux autres questions traitées, l'orographie et la biodiversité, sont des questions qui atteignent particulièrement la Colombie et notamment les villes de Bogota et Medellin. En effet, la Colombie étant traversée par la cordillère des Andes et la ville de Bogota se trouvant en plein milieu de ladite cordillère, le relief est un sujet majeur pour eux, comme l'explique Jean-Michel Blanquer : "Sur ce territoire grand comme deux fois la France, les Andes viennent se terminer en trois longs massifs qui sont autant de barrières pour la communication, mais aussi de facteurs de diversité des paysages et des milieux." (Blanquer, 2017, p. 6) Source de difficultés à tous les niveaux, le relief marque profondément la mobilité urbaine de la capitale, où l'on doit impérativement prendre en compte cette réalité. De plus, les pays situés proches de l'équateur, et d'autant plus ceux situés proches des forêts équatoriales, comme c'est le cas de la Colombie, bénéficient d'une biodiversité hors du commun, autant sur la faune que sur la flore. Cette question, dont le lien avec les véhicules autonomes est loin d'être évident, a été soulevée lors des entretiens et pourrait s'avérer importante.

D'un côté, les véhicules autonomes peuvent devenir une solution de mobilité face aux problèmes causés par le relief difficile, mais ce relief peut aussi devenir une barrière pour le développement de ces véhicules. D'un autre côté, la diversité de faune et de flore peut être difficile à percevoir et à traiter par les intelligences artificielles, mais en même temps si l'intelligence artificielle réussit à intégrer toutes ces données dans ses calculs, les véhicules autonomes pourraient devenir bien plus respectueux vis-à-vis de la biodiversité que les véhicules actuels. Pourtant, malgré l'importance potentielle de ces questions pour le développement des véhicules autonomes, elles sont très peu abordées dans les entretiens et nullement dans la bibliographie. Ce qui est peut-être dû au fait que les réflexions sur les véhicules autonomes en Colombie ne font que débiter, et que les différents acteurs et chercheurs sont pour l'instant concentrés sur d'autres sujets.

Chacun des trois éléments de géographie physique nécessite une explication spécifique, étant données leurs différences. La nature particulière de cette quatrième promesse impose un changement dans le schéma d'analyse utilisé jusqu'ici. Ainsi, au lieu de voir d'abord l'explication et après les critiques, nous aborderons chacun des trois aspects de manière indépendante.

A) La question climatique dans les Émirats arabes unis

L'explication principale de la manière dont les véhicules autonomes pourraient agir face aux difficultés liées au climat émirien est très simple. Il s'agit à nouveau d'une promesse dite secondaire, et on pourrait même dire tertiaire. En effet, comme le rappelait Ed Forrester dans son entretien, l'utilisation des mobilités douces pendant les mois d'été est très restreinte en raison des fortes températures et de l'humidité. En conséquence, le rayon d'influence des stations et arrêts des transports en commun est fortement réduit pendant cette période de l'année. Les véhicules autonomes pourraient ainsi venir compléter l'offre de transport en commun, assurant une desserte beaucoup plus fine du territoire et limitant donc fortement le recours à la marche à pied ou au vélo. C'est d'ailleurs cette explication qui est avancée par exemple par Scott Fennelly lors de son entretien, quand il explique que le développement des navettes autonomes, conçues justement pour assurer les liaisons de premier et dernier kilomètre, est une priorité à Dubaï.

Il s'agit donc d'un prolongement logique de la promesse numéro 3 sur l'élargissement des réseaux de transport, qui à son tour est fondée sur la promesse numéro 2 sur la réduction des coûts de transport suite à la suppression du conducteur. Ce qui est en réalité assez paradoxal, car la question de la réduction des coûts de la mobilité, comme cela a été vu dans le chapitre dédié à cette question, n'est pas une promesse importante dans les Émirats arabes unis, en raison de la richesse du pays et du faible coût de la main d'œuvre. Cependant, ils insistent sur les véhicules autonomes

pour améliorer la mobilité pendant l'été grâce à l'élargissement des réseaux de transport. Il s'agit donc d'une promesse de grande importance dans les discours émiriens, fondée en grande partie sur une autre promesse de très faible impact dans le pays.

Même si l'explication ci-dessus est la plus présente dans les discours des acteurs, deux autres explications similaires peuvent être évoquées. Premièrement, si la réduction des coûts des transports permettrait un élargissement des réseaux de transport en commun, elle permettrait potentiellement aussi une réduction des prix des services de mobilité privés. Ainsi, des services de robotaxi deviendraient plus accessibles à l'ensemble de la population, y inclus les habitants les moins aisés, qui pourraient y avoir recours afin de limiter les déplacements en mobilités douces pendant les mois les plus chauds.

Par ailleurs, sans prendre en compte la réduction potentielle des coûts, les véhicules autonomes individuels privés offriraient la possibilité de déposer le passager dans sa destination et partir en suite, en roulant à vide, se garer ailleurs. De cette manière, le temps de marche depuis le lieu de stationnement jusqu'au lieu de destination disparaît. C'est Dalia Hafiz, de l'Université Al Ghurair de Dubaï, qui évoque l'importance que cette question pourrait prendre dans des villes très dépendantes de l'automobile comme le sont Dubaï et Abou Dhabi, où les parkings sont très présents et souvent bien remplis.

Enfin, l'autonomisation du transport de marchandises mérite d'être abordée, malgré l'absence du thème dans les entretiens émiriens. Cela s'explique par une importance moindre du sujet à l'époque où les entretiens ont été réalisés, car le transport de marchandises autonome a pris de l'importance dans les discours notamment suite au confinement lié à la pandémie de 2020, qui a fortement accéléré la livraison à domicile. Quoi qu'il en soit, ce serait logique de penser qu'une baisse importante des coûts de la livraison de marchandises à domicile liée à l'usage de robots livreurs permettrait une hausse de l'utilisation de ces services et, en conséquence, une baisse des déplacements de courte distance pour faire des achats.

Les hautes températures de l'été émirien sont un véritable défi dans la gestion de la mobilité dans les villes des Émirats arabes unis, et les véhicules autonomes s'érigent en tant que potentielle solution. Ces conditions climatiques ne semblent pas un grand défi au déploiement technologique des véhicules, peut-être même que c'est l'inverse car le climat chaud et aride évite des conditions de pluie ou de neige, parfois problématiques dans les climats plus froids. D'autres défis liés à la géographie physique des Émirats arabes unis pourraient être abordés, tels que la présence de sable du désert, qui pourrait effacer les repères, et notamment les tempêtes de sable. Cependant, l'absence totale d'information à ces propos dans les entretiens et la bibliographie nous empêchent d'approfondir le sujet.

B) La question du relief en Colombie

La relation entre le relief et les véhicules autonomes est complexe et assez ambiguë. Si le lien a été établi par des nombreux acteurs colombiens interviewés, leurs réflexions et conclusions à ce propos sont diverses et parfois même contradictoires. Il n'est même pas clair si les véhicules autonomes deviendront un outil pour dépasser les barrières que le relief impose aujourd'hui à la mobilité, ou si ces barrières orographiques seront un frein important au développement des véhicules autonomes dans certains territoires.

La mobilité en général adopte des formes spécifiques face au relief. À partir d'un exemple dans les Alpes, Xavier Bernier explique dans un article les spécificités des nœuds de transport dans un milieu de montagne : "Les systèmes nodaux dans les espaces intra- et péri-montagnards semblent bien animés par des dynamiques propres. Elles sont établies par un double rapport à la verticalité et à l'horizontalité et sont susceptibles d'être redéfinies en fonction des échelles spatio-temporelles." (Bernier, 2005, p. 95) Ces caractéristiques s'appliquent bien-sûr aussi à la cordillère andine et à la Colombie. D'ailleurs, vues les hauteurs plus élevées des Andes, les contraintes du relief ont certainement plus de poids en Colombie. De manière générale, les montagnes "opposent en effet des nombreux obstacles aux transports. D'abord plus on monte, plus l'air se raréfie, entraînant pour les hommes un gêne physiologique et pour les moteurs une baisse de carburation : à 4 000m, leur puissance diminue de 40% par rapport au niveau de la mer. Ensuite, plus la pente est forte, plus la circulation est malaisée et longtemps d'ailleurs, même dans les aires basses et peu accidentées, la moindre rampe, insensible aujourd'hui, ralentissait le déplacement." (Bavoux et al., 2005, p. 65)

Le relief est un facteur contraignant pour la mobilité colombienne à plusieurs échelles. Jaime Salazar Montoya, dans son ouvrage *Ensayos sobre el desarrollo del transporte de carga en Colombia*, parle des difficultés rencontrées par le transport de marchandises pour se développer à l'échelle du pays, en raison notamment de la présence de la cordillère des Andes. En effet, cette grande chaîne de montagnes s'érige comme une barrière très difficilement franchissable qui divise le pays et rend les déplacements de longue distance particulièrement compliqués. Les Andes séparent notamment la côte caribéenne, principale porte commerciale avec l'Amérique du Nord et l'Europe, et la côte pacifique, qui concentre les échanges avec l'Asie, en plus d'accueillir en son sein certaines des principales villes du pays, comme Bogota, Medellin ou encore Cali. L'adoption du chemin de fer comme moyen de transport a donc été très coûteuse et difficile et le transport fluvial, historiquement important, ne comblait pas tous les besoins. Plus récemment, le développement et la baisse des prix du transport aérien ont permis de développer fortement ce mode de transport, qui

répond aux besoins du pays mais que, malgré cela, n'a pas réussi à devenir concurrentiel face à la route.

Chacun de ces arguments peut facilement s'appliquer également au transport de personnes et non seulement celui de marchandises. La principale différence est que dans ce cas les vols *low-cost* de compagnies comme VivaColombia ou Avianca favorisent le mode aérien pour le transport de personnes, prenant une part plus importante que dans le transport de marchandises. En effet, les routes qui traversent la cordillère des Andes sont généralement très coûteuses à la construction et à l'entretien, ce qui fait que leur état soit souvent mauvais. Ceci, ajouté à la grande superficie du pays (deux fois la France métropolitaine), rend les trajets routiers longs et compliqués.

Les véhicules autonomes pourraient donc permettre d'exploiter ce réseau routier de manière bien plus efficace, notamment grâce à l'augmentation de la fluidité et de la vitesse qu'ils engendreraient, comme ce sera expliqué dans le chapitre de la Promesse 6.

Le relief est également une source de contraintes majeure à l'échelle de la métropole de Bogota. Si l'origine de la ville se situe dans une vallée, la croissance démographique et l'étalement urbain qui en découle ont mené à un développement de la capitale vers deux typologies de territoires qui environnaient ladite vallée : les montagnes et une grande étendue marécageuse. María Baquero, lors de son entretien, pointe l'importance de l'assèchement des marécages et même de certains lacs pour expliquer certaines difficultés liées à la mobilité. En effet, le sol étant inconsistant, les infrastructures routières de la capitale se dégradent rapidement, étant donc dangereuses pour les véhicules et potentiellement difficiles à appréhender par les véhicules autonomes. Ce point sera approfondi dans le chapitre 3.3, consacré aux infrastructures.

L'autre caractéristique liée au relief de Bogota est le fort dénivelé que l'on y trouve, notamment dans les quartiers périphériques. Plusieurs acteurs, tels que par exemple Juan Pablo Beltrán, ont pointé les difficultés que la topographie engendre. En effet, comme on peut le voir dans l'image ci-dessous, le centre historique se situe au pied de montagnes si escarpées que l'urbanisation du versant est impossible. L'étalement premier s'est donc fait d'abord vers le nord, suivant la vallée, et ensuite vers les zones marécageuses et relativement plates situées à l'ouest, et vers le sud, où les pentes sont un peu plus douces, assez pour permettre l'urbanisation. Cependant, l'assèchement des zones marécageuses est très coûteux, et les zones montagneuses aux pentes douces plutôt rares. Les quartiers les plus populaires se trouvent donc dans les zones les moins accessibles, et les zones d'habitat informel sont généralement situées dans des zones où le transport motorisé ne peut pas ou très difficilement accéder. Ceci donne lieu à des situations d'exclusion sociale très forte liées aux difficultés que le

relief impose à la mobilité. Pour résoudre cette situation, des grands projets d'infrastructure ont été construits, comme celui du TransMiCable, un téléphérique urbain inauguré en décembre 2018 et qui relie le quartier de Ciudad Bolívar au réseau principal du Transmilenio. Dans un document de 2018, Moyano, Prieto et Martínez expliquaient que dans le quartier de Ciudad Bolívar “más del 60% de la localidad no tiene vías y medios de transporte para comunicarse con el resto de la ciudad. Por ello la travesía de un habitante es colosal. Por lo menos 2 horas dura un recorrido desde la parte alta de la localidad hasta el centro de la ciudad y el costo de esa movilización puede llegar a los 5.000 pesos por trayecto.” (Moyano, Prieto, Martínez, 2018, p. 13) L'arrivée du téléphérique urbain dans un quartier si mal relié au reste de la ville fut source d'évolutions profondes, comme l'explique Viviana Garnica Quiroga dans un article de 2020 où elle analyse l'impact du projet sur le court terme : “La implantación de TransMicable en la localidad de Ciudad Bolívar ha traído consigo mejor calidad de vida a los habitantes, no solo asociado a la disminución en los tiempos de viaje sino también al despliegue de infraestructura dotacional que se ha construido en torno al sistema” (Garnica Quiroga, 2020). Ceci donne une idée des améliorations potentielles d'un nouveau système de transport qui relie ces quartiers périphériques en situation d'enclavement en raison de leur topographie au reste de la ville, liaison qui pourrait être assurée par des véhicules autonomes.



Bogota au sein de la cordillère des Andes. Limite orientale de la métropole. Photographies personnelles

Les véhicules autonomes pourraient améliorer la situation de diverses manières. Premièrement, en lien avec ce qui était dit dans le sous-chapitre précédent sur le climat des Émirats arabes unis, les véhicules autonomes permettraient potentiellement d'élargir les réseaux de transport actuels pour assurer le premier et dernier kilomètre, dans des quartiers où les fortes pentes peuvent devenir pénibles pour les habitants les moins mobiles. Lina Quiñones, lors de son entretien, parlait plus concrètement de l'intérêt de cette technologie dans la logistique et le transport de marchandises, pour plusieurs raisons : d'un côté, du point de vue des habitants, se déplacer dans des rues pentues quand on est chargé c'est compliqué et des solutions comme les robots-suiveurs proposés par l'entreprise TwinswHeel serait une solution

adaptée ; d'autre part, du point de vue des entreprises de logistique et de livraison, l'utilisation de véhicules légers et de petite taille comme les robots livreurs permettrait de mieux atteindre ces quartiers difficilement accessibles en raison notamment des dénivelés et des rues souvent étroites et en mauvais état.

Cependant, d'autres acteurs interviewés émettent plutôt des doutes sur cette question et pensent, au contraire, que ce relief très accidenté supposera une barrière importante au développement des véhicules autonomes. Par exemple, Juan Pablo Beltrán explique que ces quartiers situés en altitude sont généralement des quartiers pauvres, habités par des populations à faibles moyens, voire de l'habitat informel. De plus, en raison de leur localisation en altitude et dans des terrains difficiles, la construction et l'entretien des infrastructures routières y est particulièrement chère, et donc les voies sont souvent en mauvais état et parfois elles ne sont même pas goudronnées. En plus, la construction souvent informelle de ces quartiers fait qu'ils ne sont pas recensés et cartographiés, ce qui ne permet pas aux applications GPS telles que Waze de connaître pas les rues. Entre le mauvais état des infrastructures et l'absence de cartographie (essentielle au bon fonctionnement des véhicules autonomes, comme cela a été expliqué dans le chapitre 1.2.9), Juan Pablo Beltrán pense que les véhicules autonomes auraient beaucoup de mal à accéder à ces quartiers. Erik Vergel craint que pour cette raison les inégalités territoriales au sein de la métropole se creusent au lieu de diminuer.

Il est important de préciser que dans le sud-est du pays l'on trouve la forêt amazonienne, qui occupe environ 40% de la surface de la Colombie et qui est une véritable frontière naturelle, quasiment inaccessible. Cependant, la très faible densité de population et l'absence de villes importantes dans le territoire, ainsi que sa localisation excentrée, font que cette barrière naturelle, toute aussi importante que la cordillère andine, ne soit pas vue comme une réelle barrière au transport au sein du pays. La présence de la forêt amazonienne explique néanmoins l'importance de la prise en compte de la biodiversité, sujet abordé ci-dessous.

C) La question de la biodiversité

Juliana Montoya, Professeure à l'Université EAFIT de Medellin, a exposé au moment de son entretien un sujet original et surprenant pour une recherche sur la mobilité urbaine, mais tout à fait intéressant : la question de la biodiversité. Elle rappelle que la Colombie est le deuxième pays au monde avec une plus grande biodiversité, seulement après le Brésil, et Medellin en particulier est l'une des villes avec le plus de diversité d'oiseaux. Juliana Montoya explique que, dans ces villes, la vie quotidienne en général et la mobilité en particulier sont fortement en contact avec cette biodiversité de multiples manières, mais notamment par l'écrasement de faune sauvage. Une autre question en lien avec la biodiversité et le bouillonnement de la vie

naturelle de ces territoires est la forte présence de végétation dans les villes, dont les problèmes potentiels ont été mis en avant par María Baquero : les racines des arbres et les mauvaises herbes abîment et détruisent les infrastructures routières, et la grande quantité d'arbres réduit la visibilité des signalisations verticales et horizontales sur la route, en raison des nombreuses feuilles.

L'adaptation des véhicules autonomes à ces conditions de biodiversité est un véritable défi. D'autant plus que, comme le rappelle J. Montoya, la conception de ces véhicules se fait dans des pays beaucoup plus froids et où la biodiversité est beaucoup moins foisonnante, ce qui implique que les véhicules autonomes ne seront pas, de prime abord, conçus pour répondre à ces problématiques. Une multitude d'animaux différents dont les mouvements ne répondent pas au code de la route ni à des patrons de comportements logiques, ou encore un état des infrastructures dégradé. Cependant, si cette grande biodiversité peut être une barrière importante pour le développement des véhicules autonomes, ces véhicules pourraient également devenir un atout important pour la sauvegarde de cette biodiversité, ainsi qu'un outil pour éviter la confrontation. En effet, grâce aux multiples capteurs dont ils seront équipés, les véhicules autonomes pourraient être programmés pour connaître et prendre en compte chacun des éléments de la flore et la faune locales, leurs patrons de comportement habituels, leurs caractéristiques physiques... et ainsi adapter leur conduite afin d'éviter dans la mesure du possible des collisions. Regis Coat, de l'entreprise EXID, avait parlé lors d'une conférence à Brest en 2018 d'un programme de recherche qui visait justement à améliorer la reconnaissance de la faune sauvage par les capteurs des véhicules autonomes, grâce à une technologie similaire aux logiciels de reconnaissance faciale déjà existants.

Pour conclure ce chapitre, il est important de préciser que, si nous n'avons traité que ces trois sujets (hautes températures, relief et biodiversité), c'est en raison de leur présence dans les discours. En effet, comme évoqué dans l'introduction du chapitre, la question du climat est un problème majeur dans les Émirats arabes unis, et la mobilité n'est qu'une partie des adaptations nécessaires des modes de vie pour s'y accommoder. Le développement très rapide et très récent du pays et des deux métropoles étudiées, ainsi que la grande quantité d'étrangers qui résident dans le pays (pour rappel, environ 90% de la population de Dubaï est étrangère [Hill, Walsh, 2018, p. 19]), font que l'adaptation au climat extrême soit plus difficile, et aussi qu'ils y mettent plus de moyens. C'est un sujet majeur pour eux, dans leur stratégie de développement et d'ouverture, et bien-sûr dans leur stratégie de développement de véhicules autonomes : "Dubai offers its unique challenges to the SDT with extreme weather conditions, cultural diversity and challenges related to first mile last mile applications due to the high temperatures in the summer." (RTA, 2017, p. 23) Les questions du relief et de la biodiversité en Colombie sont, au contraire, des sujets de

très longue date, très ancrés dans leur culture et dans leurs meurs. S'ils sont problématiques, ce n'est pas moins vrai que la population et les acteurs y sont habitués, et que des stratégies d'adaptation existent depuis très longtemps. En plus, la question du relief affecte principalement une partie de la population plus pauvre et marginale, habitant des quartiers périphériques situés en altitude. Les acteurs sont donc attentifs à ces problématiques qui leurs sont propres, et peuvent facilement faire le lien avec les véhicules autonomes. Juliana Montoya, lors de son entretien, faisait à ce propos la réflexion suivante : "El trópico da una serie de características geográficas, el relieve de la parte andina tiene un trazado muy complejo que no permite fácilmente ir de un sitio a otro. Todo esto se tiene que tener en cuenta a la hora de implementar las políticas públicas." Cependant, le niveau de réflexion sur la technologie d'autonomie des véhicules est moins avancé que dans les autres pays étudiés ici, et la plupart des acteurs ne se sont pas encore saisis pleinement du sujet. Leurs influences théoriques étant principalement étatsuniennes et européennes, ils ont pour la plupart encore du mal à croiser les enjeux de la technologie avec les enjeux du territoire. La question du relief apparaît donc régulièrement dans les entretiens, mais l'analyse reste généralement superficielle.

À partir de ces réflexions, on peut se demander pourquoi les acteurs parisiens ne se sont-ils pas intéressés par le lien entre véhicule autonome et géographie physique ? Il y a pourtant des caractéristiques propres à la métropole de Paris et plus généralement aux territoires du nord de l'Europe, telles que la pluie ou la neige, ainsi que des phénomènes comme les crues de la Seine. Faute de bibliographie ou de discours sur ces questions, on ne peut qu'émettre des hypothèses. Ainsi, d'un côté on constate, comme avec la Colombie, que les caractéristiques climatiques et topographiques du bassin parisien font partie de la culture et du quotidien des habitants et des acteurs depuis bien longtemps, et ne sont pas objet de réflexions particulières. Pourtant, quiconque s'étant déplacé dans Paris un jour de pluie a pu remarquer des différences importantes en matière de mobilité par rapport à la normale (moins de vélos, plus de voitures, trafic routier plus encombré, plus d'accidents, etc.). Les véhicules autonomes pourraient-ils changer par exemple le rapport à la pluie dans la mobilité des habitants de la métropole parisienne ? D'un autre côté, on remarque que la grande majorité des entreprises chargées du développement de ces véhicules sont basées dans des pays dont les climats sont plutôt froids (États-Unis, Europe, Japon, Corée du Sud). En conséquence, les ingénieurs chargés du développement de la technologie ont dû faire face aux intempéries typiques des pays froids dans leur quotidien et dans la tenue des expérimentations des véhicules. Plusieurs accidents reportés dans des conditions climatiques adverses par des voitures Tesla en mode automatique (où contrairement à la majorité des tests d'autres compagnies il n'y a pas un expert prêt à reprendre le volant en cas de défaillance) ont mis en évidence le problème et le besoin de trouver des solutions. Les véhicules autonomes sont-ils réellement plus utiles pendant l'été émirien que pendant

l'hiver norvégien, pour donner un exemple ? Peut-être que les caractéristiques climatiques et géomorphologiques de la métropole parisienne sont moins extrêmes que celles des Émirats arabes unis, de la Colombie ou de la mentionnée Norvège, mais est-ce une réalité ou s'agit-il d'une perception liée à nos habitudes ?

Promesse 5. Social : *mobilité pour toutes et tous*

La mobilité a une grande influence dans la qualité de vie des personnes. Les distances à parcourir, les temps de trajet, les modes de transport utilisés ou encore le prix sont certains des facteurs liés à la mobilité qui affectent la qualité de vie des habitants d'un territoire. Pour María Baquero c'est très clair : le transport est la meilleure manière de faire du service social. Pour illustrer son propos, elle donne l'exemple du téléphérique urbain inauguré à Bogota en 2018, qui avait fait l'objet d'un paragraphe dans le chapitre précédent. La réduction du temps de trajet par quatre ou cinq entre ce quartier périphérique et le centre-ville, grâce au nouveau mode de transport, a constitué une amélioration radicale dans la qualité de vie des habitants du quartier. Pour la même raison, la mobilité peut être source d'inégalités importantes, pour les raisons indiquées par Laurence Buffet en 2006 : "L'accès à l'espace urbain nécessite à la fois des conditions pratiques (accès aux transports collectifs ou individuels) et des compétences spécifiques (physiques, linguistiques, culturelles et sociales) dont ne disposent pas également toutes les catégories sociales." (Buffet, 2006, p. 143)

Les véhicules autonomes s'inscrivent pleinement dans ce discours : grâce à toutes les autres promesses présentées dans la partie 2, cette nouvelle technologie devrait améliorer la justice et l'égalité dans la mobilité, et en conséquence la justice et l'égalité sociale. Les véhicules autonomes, donc, amélioreront la vie des gens.

Cette promesse se décline en trois axes relativement distincts :

- Premièrement, il faut parler de l'accès à la mobilité de manière indépendante pour les personnes aujourd'hui exclues de la conduite manuelle, notamment les personnes à mobilité réduite ou qui ont des handicaps. Également celles ne pouvant pas conduire en raison de leur âge, comme le disent Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche dans leur ouvrage : "Le VA pourra transporter ceux qui n'ont pas encore l'autorisation de conduire (les enfants et les adolescents) ou qui ne l'ont plus (les personnes âgées à qui le permis a pu être retiré). Tout parent peut rêver de ne plus avoir à accompagner ses enfants à l'école ou à leurs diverses activités de loisirs..." (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 99-100). Toutes ces catégories de population qui ne peuvent pas conduire, pour des raisons différentes, pourraient dorénavant se déplacer avec un véhicule individuel privé. Cet axe est le plus répandu des trois analysés ici, et

également le plus médiatique. Cependant, cet axe de la promesse n'a de l'importance quasiment que pour un seul type de véhicule autonome : le véhicule individuel privé.

- Deuxièmement, les véhicules autonomes pourraient également effacer, ou diminuer fortement, les différences socio-économiques dans la mobilité. Cet axe de la promesse est très lié au développement d'un type de véhicule autonome en particulier : les robotaxis. Ce point sera expliqué plus en détail, mais l'idée générale est que la création d'une flotte de véhicules autonomes à la demande sur l'ensemble du territoire à prix très réduits, voire gratuits, effacerait les différences socio-économiques dans l'accès à la mobilité. Cependant, des contestations importantes face à ce discours ont été soulevées par les acteurs interviewés.

- Enfin, les véhicules autonomes pourraient permettre d'avancer vers l'égalité territoriale, notamment grâce à l'élargissement des réseaux de transport vers de nouveaux territoires aujourd'hui à la marge. Véronique Berthault évoquait cette question lors de son entretien en indiquant que si la mobilité est source potentielle de précarisation territoriale et d'inégalités, les véhicules autonomes apparaissent comme une alternative qui viendrait possiblement résoudre le problème. Suite logique de la promesse numéro 3, vue précédemment, cet axe sera beaucoup moins développé que les deux autres, car la plupart des questions importantes ont déjà été évoquées lors du chapitre de la promesse 3.

Si l'on additionne ces trois axes dans une même promesse, on pourrait dire que les véhicules autonomes permettraient que toute personne, quel que soit son âge, ses capacités, ses moyens économiques ou son milieu social, accède à la mobilité de manière très peu chère ou gratuite, où qu'il se trouve et quelle que soit sa destination.

Il est important de souligner que la séparation en trois axes se fait pour des raisons analytiques, car les trois sont intimement liés. Ainsi, les personnes ne pouvant pas conduire en raison de leur âge ou d'un handicap ont souvent des capacités économiques réduites. Également, la ségrégation socio-spatiale de la population d'une métropole ou d'un territoire et la relation entre cette ségrégation et la mobilité a largement été étudiée et démontrée, comme l'indique Xavier Desjardins : "Selon des études multiples et anciennes, les inégalités face à la mobilité renforcent les processus d'exclusion" (Desjardins, 2017, p. 143)

Si certaines promesses vont plutôt s'adresser aux experts et aux décideurs, d'autres vont avoir une portée plus médiatique. C'est le cas de celle-ci, surtout le premier des trois axes exposés ci-dessus. Contrairement à la promesse précédente, l'aspect social du véhicule autonome est très présent dans les discours, autant dans la bibliographie que dans les entretiens. Cependant, si les vulgarisateurs le mettent généralement très en avant, il a une place bien plus discrète dans les discours des experts et des décideurs. Ceci est probablement lié à une volonté de faciliter l'acceptabilité de cette nouvelle technologie auprès de la population. Antoine Claudepierre, de l'entreprise française de navettes autonomes Navya, explique que

l'un des grands blocages pour l'adoption des véhicules autonomes est l'acceptabilité du public. C'est pour cette raison que les entreprises et les décideurs vont chercher des stratégies afin d'adapter les discours auprès du grand public pour les rendre plus souhaitables pour la population. La question de l'acceptabilité sera étudiée avec plus de détail plus tard, mais il est important de comprendre que cette promesse, avec la première sur la réduction des accidents sur la route, sont les deux principales mobilisées pour améliorer l'acceptabilité des véhicules autonomes.

Le plan de ce chapitre suivra le schéma habituel, où l'on verra d'abord l'explication de la promesse, ensuite la critique technique –« est-ce que les véhicules autonomes auront réellement cet effet ? »- et enfin les conséquences potentielles. Pour chacune de ces parties, chacun des axes présentés ci-dessus seront analysés. À la fin seront présentés quelques points supplémentaires.

A) L'explication

La possibilité d'accéder à la mobilité de manière indépendante pour les personnes ne pouvant pas conduire est l'effet le plus évident des véhicules autonomes, celui qui vient en tête dès que l'on évoque les bénéfices potentiels de cette technologie. Anne Aguilera et Thomas Le Gallic expliquent cette idée : "Avec la diffusion des véhicules autonomes, un autre changement majeur [...] concerne la possibilité pour les non conducteurs actuels (personnes âgées, en situation de handicap, etc.) d'accéder avec les véhicules autonomes à de nouvelles formes de mobilités et donc de nouvelles activités et de nouvelles localisations (travail, études, loisirs, commerces...), et ainsi – en principe – d'enrichir leur mode de vie." (Aguilera, Le Gallic, 2019, p. 3) En effet, aujourd'hui quiconque ne pouvant pas conduire est obligé de se faire conduire, soit par un proche dans un véhicule privé, soit par un professionnel dans un transport un commun ou dans un autre type de transport professionnel (taxi, TAD...). C'est pourquoi on parle d'un « accès à la mobilité de manière indépendant », car les personnes ne pouvant pas conduire personnellement se retrouvent donc dépendantes de la disponibilité d'un proche, de l'étendue du réseau de transports (spatial et/ou temporel) ou de leur économie, les taxis et autres véhicules à la demande étant généralement l'option la plus chère. Avec la technologie des véhicules autonomes, il s'agit tout simplement d'échanger le conducteur par une intelligence artificielle, a priori beaucoup plus facilement disponible qu'un proche et, si l'on croit à la promesse 2, moins cher qu'un conducteur professionnel.

Ce point est si flagrant qu'il a été soulevé par des nombreux acteurs interviewés sur les trois territoires étudiés, ainsi que par des nombreuses sources bibliographiques. À Paris, Florence Hanappe met l'accent sur les personnes à mobilité réduite (PMR) et leurs difficultés à parcourir des villes aujourd'hui très peu inclusives. D'après elle, un transport autonome sous forme de petites navettes ou véhicules à la demande dédiés

à la mobilité des PMR serait une solution à cette situation. Cette question a également été abordée par Oliverio García Basurto et par Lina Quiñones, qui soulignait l'importance de l'inclusivité PMR dans une ville comme Bogota, très peu piétonne. Mme. Quiñones prenait comme exemple le cas de Washington, où des tests de navettes autonomes Olli de l'entreprise étatsunienne Local Motors⁵ avaient été mis en place dans cet objectif. Steven Severance, de Masdar City, disait penser à ses parents quand il aborde le sujet des véhicules autonomes, qu'il voit comme une solution à la perte progressive de mobilité des personnes âgées. Ce point de vue évoqué par M. Severance correspond à l'un des objectifs principaux du Japon dans le développement des véhicules autonomes : "To develop an advanced public bus system for elderly and disabled people" (Jeehoon, 2020, p. 32) En effet, comme l'expliquait Soichiro Minami lors d'une conférence au Gerpisa en 2019, le Japon affronte un vieillissement important de sa population, notamment dans des zones reculées, ce qui fait que la mobilité des personnes âgées soit une priorité pour le pays et les véhicules autonomes une solution potentiellement intéressante.

Si l'explication des avantages des véhicules autonomes pour les personnes ne pouvant pas conduire paraît évidente, la question de l'égalité socio-économique l'est beaucoup moins. Des nombreux doutes voire des critiques ont été émis à ce propos, mais ceci sera l'objet des sous-parties suivantes. Tentons d'abord d'expliquer la promesse, qui se base dans un premier temps sur la promesse 2, déjà analysée : la réduction des coûts des transports grâce, notamment, à l'absence d'un conducteur professionnel et donc d'un salaire. Si en effet il y a une réduction du coût de la mobilité, les populations les plus défavorisées gagneraient largement en *motilité*⁶, que Vincent Kaufmann définit comme "la manière dont un individu ou un groupe fait sien le champ du possible en matière de mobilité et en fait usage pour développer des projets." (Kaufmann, 2006, p. 228). Les populations gagneraient également en qualité de vie globale, puisque la part du budget familial alloué au transport serait nettement réduite. Juan Pablo Bocarejo développe ce point pour cas de Bogota dans un article de 2009 : "En la actualidad, los estratos bajos destinan entre 15% y 20% de sus ingresos a movilizarse. Es mayor el monto que se destina a transportarse, que el necesario para cubrir las facturas de todos los servicios públicos. El transporte es un elemento de segregación social e inequidad, que dificulta el acceso a la ciudad y las oportunidades de empleo, educación, cultura y recreación." (Bocarejo, 2009, p. 79-80) Il est connu que les populations les plus défavorisées habitent généralement plus loin du centre et la part de leur budget dédiée au transport est généralement très importante. Déjà en 1991, le Conseil national des transports constate dans un rapport un lien entre la précarité et le déficit de mobilité (Haumont, 2006, p. 50) Si de plus les véhicules

⁵ L'entreprise Local Motors a cessé son activité en janvier 2022. (Bellan, 2022)

⁶ La notion de *motilité*, issue de la biologie, a été introduite dans le champ de la géographie dans les années 2000 et a été définie, dans son acception géographique, par Vincent Kaufmann et Christophe Jamelin lors d'une communication de 2004. (Bonerandi, 2004)

autonomes venaient à augmenter la fluidité et la rapidité des déplacements, promesse qui sera étudiée dans le chapitre suivant, l'amélioration de la qualité de vie des populations défavorisées augmenterait davantage.

L'explication du deuxième axe de la promesse se base pour l'instant principalement sur une réduction des coûts de la mobilité. Le fonctionnement global des réseaux de transport serait très similaire à l'actuel, peut-être juste étendu comme on l'a étudié dans le chapitre sur la promesse 3. Cependant, l'un des scénarios les plus populaires de l'arrivée potentielle des véhicules autonomes en ville est celui de l'élimination complète des véhicules privés au profit d'une grande flotte de véhicules partagés à la demande. Ce scénario, prôné à l'origine par Google et Uber, deux des entreprises les plus importantes dans le développement de la technologie autonome, a été partagé par des nombreux experts dans des nombreuses études. Par exemple, lors du grand débat citoyen lancé par le Ministère de la Transition Écologique en janvier 2018 sur l'arrivée des véhicules sans conducteur, c'était l'un des trois scénarios principalement envisagés (Mathieu, 2018). Les sources principales ayant développé ce scénario sont les études du MIT sur Singapour (Spieser, 2014) et celui de l'ITF sur Lisbonne (OECD/ITF, 2015). Comme lors du chapitre sur la promesse 3, il est important ici d'expliquer ce scénario prospectif, car même s'il n'a pas eu un très grand impact dans les discours des acteurs interviewés, il est par contre souvent mis en avant dans les sources bibliographiques.

Imaginer un territoire où les véhicules autonomes ont complètement remplacé les véhicules conduits n'est, dans les discours des industriels, qu'une question de temps. Le moment venu, la réduction radicale des coûts des véhicules à la demande en raison de la suppression du salaire du conducteur serait une incitation majeure pour l'abandon des véhicules privés, possédés, en faveur d'une utilisation massive de voitures partagées. L'utilisation de publicité, d'abonnements, voire la vente de données personnelles, à l'image des plateformes aujourd'hui très en vogue (Uber, Deliveroo, Netflix, AirBnb, etc.), permettrait des prix encore plus réduits, voire même la gratuité dans certains cas. L'utilisation de chaque véhicule s'intensifierait, les rendant plus rentables et en minimisant donc l'inconvénient de la hausse probable du prix des véhicules à l'achat. Sans les discriminations que certains conducteurs peuvent engendrer vis-à-vis de certains quartiers 'malfamés' ou certains individus, sans le sentiment d'insécurité que l'on peut ressentir dans certaines zones ou à certaines heures grâce au système de porte à porte, tout le monde aurait accès à la mobilité, quelle que soit sa situation économique, son lieu de résidence ou son aspect. Les véhicules autonomes seraient donc, d'après ce scénario prospectif, un vecteur d'égalité sociale redoutable.

Le troisième axe de cette promesse, comme dit en introduction, se base principalement sur la promesse 3, c'est-à-dire l'élargissement des réseaux de transports vers de nouveaux quartiers et des nouveaux territoires, autant dans le cas

des transports en commun que des véhicules à la demande ou le transport de marchandises. Il y aurait une importance particulière dans les grandes métropoles, qui font l'objet de cette thèse, où les quartiers périphériques et périurbains sont souvent très mal reliés par les réseaux de transport et les populations qui les habitent se retrouvent en conséquence particulièrement dépendantes de la voiture individuelle privée. Les véhicules autonomes permettraient ainsi une certaine forme d'égalité territoriale. Hoda Alkhzaimi signalait ce point lors de son entretien, insistant sur le fait que créer des opportunités de mobilité dans des espaces où l'accès à la mobilité est très restreint c'est très important pour offrir des opportunités socio-économiques égalitaires. Pour illustrer ses propos, elle prend comme exemple les territoires ruraux des Émirats arabes unis, dont les habitants passent une grande partie de leur journée à se déplacer dans des conditions peuidéales, les véhicules autonomes s'élevant en tant que solution potentielle pour améliorer la qualité de vie des habitants de ces espaces.

B) La critique

Une personne borgne, ou quelqu'un qui a une jambe dans le plâtre, ne peut pas conduire une voiture, mais pourrait très bien utiliser un véhicule autonome. C'est presque indéniable. Mais est-ce le cas pour tous les handicaps et pour toutes ces personnes ne pouvant pas conduire aujourd'hui pour une diversité de raisons ? La réponse est beaucoup moins évidente et dépendra principalement du mode de fonctionnement concret des véhicules, aujourd'hui inconnu. Cependant, les avancées technologiques actuelles et les tests en cours nous donnent quelques pistes : par exemple, pour commander un véhicule autonome il faudra certainement passer par un appareil électronique de type smartphone. Il faudra également un minimum de programmation, c'est-à-dire donner une adresse, une trajectoire, choisir des options. Au-delà du fonctionnement informatique, ces véhicules resteront des objets physiques avec des caractéristiques matérielles. Nous pouvons imaginer une pléthore de solutions technologiques adaptées pour une grande diversité de situations, mais il semble très improbable que les véhicules autonomes puissent résoudre les problèmes de mobilité de toutes les personnes ne pouvant pas conduire aujourd'hui. Une personne aveugle, ou claustrophobe, ou quelqu'un avec un handicap mental important, pour donner quelques exemples, seront-ils en capacité d'utiliser un objet technologique si avancé et complexe qu'un véhicule autonome ? Peut-être qu'une partie importante de la population ne pouvant pas conduire actuellement accédera à la mobilité de manière indépendante grâce aux véhicules autonomes, mais il semble improbable que ce soit le cas de tout le monde. Il est même possible que cette technologie crée un nouveau type d'exclusion de personnes qui n'ont pas d'inconvénient à utiliser une voiture aujourd'hui mais auraient du mal à s'adapter aux véhicules autonomes. Ce serait le cas par exemple d'un technophobe, mais aussi et surtout des personnes âgées.

Les personnes âgées sont, en effet, le principal élément de critique concernant l'axe de l'inclusivité des véhicules autonomes. Aujourd'hui, beaucoup de personnes continuent de conduire malgré des âges avancés, alors qu'elles manipulent rarement de manière spontanée des objets tels qu'un smartphone. Sion Eryl Jones, de l'association internationale HelpAge, dont le but est d'étudier les besoins des personnes âgées à travers le monde pour trouver des solutions, répondait à quelques questions sur le sujet après une conférence au World Urban Forum 2020 à Abou Dhabi. Il pense que les solutions 'high-tech' de ce type sont une fausse bonne route pour répondre aux besoins des personnes âgées, notamment à court terme. Peut-être à long terme, disait-il, des populations qui ont vécu ces mêmes solutions étant plus jeunes pourraient s'y adapter, mais ce ne serait le cas que dans certaines régions du monde très concrètes et non pas pour toutes les personnes âgées, juste pour certaines. Il est très intéressant de comparer l'avis d'un professionnel expert des problèmes du troisième âge avec le discours dominant, très fortement convaincu de l'intérêt des véhicules autonomes pour cette population.

Un très bon exemple qui symbolise le paradoxe entre inclusivité des personnes à mobilité réduite et inadaptabilité à leurs besoins spécifiques est une communication produite par le groupe Renault sur leur concept car EZ-GO. Elle a été diffusée largement dans différents événements et observée dans le cadre de ces recherches lors d'une conférence organisée par l'Université de Paris-Est en juin 2018. Dans cette communication, qui s'apparente à un spot publicitaire, on peut observer une voiture de design futuriste circuler sans conducteur dans les rues d'une ville avant de s'arrêter sur le bord d'un trottoir pour laisser les occupants descendre, parmi lesquels on trouve un homme avec une poussette. Jusqu'ici, tout semble normal, à un détail près : la montée et descente de la voiture se fait par l'arrière du véhicule, par là où se trouve le coffre d'une voiture actuelle. Cela veut dire que les occupants, dont la poussette, doivent descendre sur la route pour ensuite remonter sur le trottoir. Sur la vidéo, il n'y a évidemment pas d'autres voitures garées dans cette rue et une rampe se trouve à l'emplacement exacte où la voiture s'est arrêtée, mais il semble peu probable que ces coïncidences se répètent au quotidien. Il est important de signaler que des incohérences de ce type sont habituelles dans les communications des entreprises de véhicules autonomes, celle-ci n'étant qu'une illustration du phénomène.



Image du concept car EZ-GO diffusée par le Groupe Renault. Source : www.renault.fr

La critique de la promesse quant à son deuxième axe, celui concernant l'égalité socio-économique de la population, se base essentiellement sur le coût des véhicules. Si dans la promesse numéro 2 on a vu que l'effacement du salaire du conducteur professionnel impliquera probablement une réduction des coûts des transports en commun, des robotaxis et de la logistique, il a été dit également que le coût des véhicules à l'achat sera très probablement supérieur au coût actuel. Cette hausse du prix à l'achat, qui pourrait être rentabilisée facilement par les transports professionnels, se ressentirait beaucoup plus lors de l'achat de véhicules particuliers. Ce qui impliquerait non seulement une différence de gamme comme celle que l'on voit actuellement, avec des voitures plus luxueuses plus chères achetées par les populations les plus riches et des véhicules plus simples achetés par les populations moins aisées. Dans le cas des véhicules autonomes, ces différences classiques pourraient s'exacerber. D'entrée de jeu, une personne à mobilité réduite aisée pourrait s'offrir un véhicule autonome et avoir donc ce fameux accès à la mobilité de manière autonome, alors qu'une autre personne à mobilité réduite moins aisée resterait exclue, ce qui nuance fortement le point précédent sur l'inclusion mobilière des personnes ne pouvant pas conduire. Johan Wachter ou Erik Vergel vont plus loin, et rappellent que si les véhicules autonomes accomplissaient leurs promesses, la fracture actuelle dans l'accès à la mobilité entre les populations plus aisées et les moins aisées augmenterait fortement. En effet, les premières bénéficieraient d'une mobilité plus sûre, plus fluide, plus rapide ou plus écologique, alors que les moins aisées devraient continuer à utiliser des vieux véhicules conduits... si jamais ces derniers sont encore admis dans les villes. Johan Wachter explique que les politiques incitatives d'aide à l'achat ou d'exemptions d'impôts en cas d'achat fonctionnent bien chez les classes moyennes, mais ont beaucoup de mal à atteindre les populations les moins aisées. Celia Izoard appuie ces propos avec le langage catégorique et accusateur

qui caractérise son ouvrage, pour parler de "guerre de classes. Une guerre silencieuse dans laquelle la bourgeoisie entrepreneuriale du numérique œuvre, le plus souvent sans s'en rendre compte et en toute bonne conscience, contre la majorité des travailleurs et travailleuses." (Izoard, 2020, p. 52)

Un dernier point a été soulevé à ce propos par Lina Quiñones, qui pourrait limiter l'arrivée des véhicules autonomes en Colombie et créer des disparités importantes au sein de la population. Il s'agit des moyens de paiement. D'après Lina Quiñones, le pourcentage de population ayant un compte bancaire en Colombie est relativement réduit. Ces dernières années ce pourcentage a fortement augmenté, car il était très bas, mais les populations les moins aisées généralement n'ont toujours pas de compte bancaire et fonctionnent exclusivement avec de l'argent liquide. Le fait que l'accès aux services de type Mobility as a Service (MaaS) et, bien-sûr, les véhicules autonomes, exige l'utilisation d'un smartphone et un paiement par carte bancaire exclue donc une partie importante de la population colombienne et limite à nouveau ces technologies aux populations les plus aisées du pays, non seulement quant à l'achat de véhicules privés mais également dans l'accès aux potentiels services de mobilité autonomes.

Quant au troisième axe de la promesse, la critique se base également sur le coût, mais dans ce cas de figure il s'agit du coût de l'infrastructure et non pas du coût du véhicule. En effet, comme cela a déjà été expliqué en détail lors des chapitres sur les promesses 2 et 3, l'investissement nécessaire pour mettre à niveau l'infrastructure serait très important et, en conséquence, certains territoires pourraient ne pas pouvoir l'assumer, voire décider de prioriser d'autres dépenses. Le premier rapport sur les véhicules autonomes piloté par la MACIF et le Movin'On Lab, déjà cité, explique bien ce point. En conséquence, au lieu d'une plus grande égalité entre les territoires, l'arrivée des véhicules autonomes pourrait, au contraire, augmenter les inégalités, jusqu'à créer ce que l'on a appelé des 'zones blanches de la mobilité'.

C) Les conséquences

Le premier axe de cette promesse, celui de l'inclusion dans la mobilité de manière individuelle des personnes ne pouvant pas conduire aujourd'hui, est à nouveau le plus consensuel sur le fait qu'il serait positif s'il se réalise. Une seule conséquence négative ressort dans les sources étudiées, selon Anne Aguilera et Thomas Le Gallic : "ce changement accroît le nombre de véhicules en circulation et les kilomètres parcourus en voiture." (Aguilera, Le Gallic, 2019, p. 3) En effet, plus de personnes mobiles impliquerait plus de véhicules en circulation et plus de kilomètres parcourus dans l'ensemble.

Le scénario présenté plus haut, où l'on trouve une grande flotte de véhicules partagés à la demande dans un territoire où les véhicules conduits sont interdits,

présenterait, si cela se réalisait, deux grandes conséquences négatives. D'un côté, l'influence de la publicité dans le financement des services de mobilité pourrait mener à des nouvelles inégalités : "Google imagine aussi rendre la mobilité autonome gratuite grâce à un financement par la publicité. Ce mode de financement adapté au cœur des métropoles se développera difficilement aux zones moins denses. Du coup, la mobilité autonome partagée pourrait renforcer les fractures territoriales entre le centre et la périphérie où la mobilité individuelle reste dominante." (Missika, Musseau, 2018, p. 43) Au-delà des fractures territoriales évoquées par Jean-Louis Missika et Pierre Musseau dans leur ouvrage, ce mode de financement de la mobilité pourrait mener également à des fractures sociales. Denis Sochon, de la RATP, en parlait également, comme vu dans le chapitre sur la promesse 2. D'après lui, l'utilisation de la publicité pour baisser les prix et la conséquence évidente de l'existence d'abonnements *premium* sans publicités mèneraient vers une nouvelle forme de différenciation sociale en fonction de la classe socio-économique de l'occupant du véhicule.

L'autre grande conséquence négative engendrée par ce scénario potentiel est celle de la concurrence entre modes de transport, qui fut également évoquée dans l'ouvrage de Jean-Louis Missika et Pierre Musseau mais aussi par de nombreux autres acteurs. Celui-ci sera l'un des grands sujets de controverse soulevés par les véhicules autonomes et il fera objet d'un chapitre à part entière, mais il fallait le mentionner ici aussi.

Les conséquences potentielles du troisième axe de cette promesse ont été résumées par Gabriel Dupuy dans un article paru en 2020 qu'il a consacré à ce sujet. Dans cet article, il propose deux scénarios différents : "Un premier scénario pourrait être celui de la coexistence de deux systèmes (voire de plusieurs) : d'une part, des véhicules et un réseau autorisant un fonctionnement en autonomie, d'autre part, un réseau classique à peu près semblable au système actuel." (Dupuy, 2020, p. 189) Ce double système de mobilité impliquerait une séparation progressive entre les deux modèles, en raison notamment d'une priorisation de la part des autorités du système en autonomie, qu'il nomme système *premium*, jugé plus moderne et plus souhaitable : "Quant au système classique, handicapé par un manque d'investissement à son détriment mais au profit du système *premium* [...], il en resterait longtemps à un confinement territorial qui mettrait en cause le caractère libérateur naguère attaché à l'automobile. Plutôt ségrégatif au plan social, mais intensif au plan géographique, ce scénario serait favorable à la distinction qui accompagne les constructions territoriales. Dans un tel scénario, on voit finalement se redessiner des territoires de l'automobile au prix de fractures et de ségrégations nouvelles." (Dupuy, 2020, p. 189) Le deuxième scénario imaginé par Gabriel Dupuy serait celui où le développement des véhicules autonomes se ferait sous la forme de véhicules partagés, soit des transports en commun soit des robotaxis, sans véhicules individuels privés, c'est-à-dire le scénario présenté ci-dessus. "Si la mobilité devait se conformer à ce nouveau modèle, les

territoires de l'automobile se trouveraient recentrés sur des zones urbaines à infrastructures adaptées." (Dupuy, 2020, p. 190) Aucune des deux perspectives semble prometteuse aux yeux de Gabriel Dupuy, qui reste pessimiste : "Ces deux scénarios sont sans doute les plus probables. Les deux mènent à des ségrégations que l'histoire des territoires de l'automobile avait évitées jusqu'ici. Dans un cas une ségrégation sociologique [...], dans l'autre une ségrégation géographique [...] dans la continuité des évolutions actuelles des métropoles mais défavorable aux villes petites ou moyennes et aux espaces ruraux." (Dupuy, 2020, p. 190)

D) Autres questions

Quand on aborde la question des véhicules autonomes depuis un angle social, plusieurs points sont à évoquer. Ce chapitre était orienté autour de la promesse d'une mobilité pour toutes et tous, très présente dans les discours, mais ce n'est pas le seul point d'intérêt : en voici trois autres.

L'un des premiers sujets qui surgissent quand on parle des véhicules autonomes, et surtout quand on aborde des questions sociales, c'est **l'emploi**, plus concrètement la perte d'emplois liés à la conduite. Logiquement, dès le moment où l'on remplace un conducteur professionnel par une intelligence artificielle, le dit conducteur perd son emploi. Le secteur de la conduite est un secteur très important quantitativement si l'on additionne tous les sous-secteurs (taxis, camions, livraisons, etc.), et également d'un grand pouvoir syndical et politique dans certains territoires comme la Colombie. Les conséquences de remplacer autant d'emplois humains par des machines, processus cependant déjà ancien dans d'autres secteurs comme l'industrie ou, plus récemment, les supermarchés, seraient forcément importantes. Ce point, malgré son importance indéniable, ne constitue pas une promesse, mais plutôt un discours critique envers les véhicules autonomes, c'est pourquoi il ne sera pas développé davantage ici mais dans un chapitre dédié plus loin.

Un autre sujet très présent dans les discours des Émirats arabes unis, et étrangement absent des deux autres pays étudiés, est celui du **lien social**. Dalia Hafiz et Ed Forrester en ont particulièrement parlé, préoccupés par la tendance grandissante à l'isolement et l'individualisme qui caractérise notre époque. Les technologies aujourd'hui vont dans le sens de la solitude, d'éviter les interactions, dit Dalia Hafiz, et il est urgent d'inverser la tendance. Les véhicules autonomes risquent fortement d'accentuer, si ce n'est d'empirer, davantage la situation, dit Ed Forrester. L'individualité des véhicules, l'étalement urbain, les longs trajets... on encourt un risque important de perdre le sens de communauté. Vincent Kaufmann parle sur cette question quand il parle sur l'automobile en général : "L'automobile, devenue le mode de transport dominant dans les déplacements de la vie quotidienne, empêche la mobilité autant qu'elle la favorise. Certes, elle permet d'articuler des enchaînements

tendus entre des activités distantes dans l'espace. Son efficacité est très grande. Mais en même temps, elle empêche de nombreux changements d'états et de rôles qui font la valeur de notre présence dans l'espace public. Entrer dans sa voiture, c'est s'enfermer. C'est visiblement se protéger par rapport à l'inconnu." (Kaufmann, 2017, p. 103) Le véhicule autonome ne semble qu'empirer cette situation. Cependant, d'un autre point de vue, cette technologie pourrait aussi servir à créer du lien social, notamment par la mise en place de lieux mutualisés de dépose minute, par exemple, qui pourraient devenir des vrais lieux de rencontre pendant l'attente de notre véhicule, et bien évidemment il faut fortement encourager l'utilisation des transports en commun et le covoiturage. Il s'agit d'un sujet bien plus large que les véhicules autonomes et la mobilité, mais les nouvelles mobilités pourraient jouer un rôle important sur le devenir de la question. Reprenant la phrase prononcée par Dalia Hafiz lors de son entretien : "cars are connected, but people are not".

Lorsque l'on parle de l'inclusion sociale des véhicules autonomes, quasiment tous les discours tournent autour des discriminations physiques (personnes à mobilité réduite, personnes âgées...) ou des discriminations économiques. Néanmoins, dans nos sociétés contemporaines, dans les trois pays étudiés, il y a bien d'autres types d'inégalités et de discriminations que l'on peut retrouver également dans les mobilités, généralement liées à des minorités : la nationalité, l'origine, l'ethnie, la religion, mais également les minorités d'orientation sexuelle ou d'identité de genre, entre autres. Les véhicules autonomes pourront-ils améliorer la place de toutes ces personnes dans leurs mobilités, ou au contraire contribueront-ils à empirer une situation déjà difficile ? Quasiment aucun des discours recueillis, ni dans la bibliographie ni dans les entretiens, a abordé ces sujets. Nous n'avons donc pas de réponses à apporter à cette question, pourtant majeure. Certains éléments apportent des pistes néanmoins : les véhicules autonomes pourraient réduire le sentiment d'insécurité grâce à un système de porte à porte pur, mais la suppression de la figure du conducteur pourrait, au contraire, augmenter la sensation d'insécurité si le véhicule est partagé. Aura-t-il une suppression des discriminations auprès de certains quartiers ou de certaines personnes en raison de leur aspect grâce à une absence de jugement de la part des intelligences artificielles ? Ou la gestion privée des flottes de véhicules prévue par certains scénarios mènera vers des nouvelles discriminations ? Le chapitre 2.4.4.2 analysera les absences significatives des discours et reviendra sur ces questions avec plus de détail.

Enfin, pour conclure, il est intéressant d'observer la différence existante entre les trois territoires, dans les discours recueillis, quant à l'importance et le traitement des questions sociales. Dans les Émirats arabes unis, le sujet qui préoccupe les acteurs interviewés est principalement celui du lien social, alors que dans les deux autres territoires la question n'a même pas été abordée. Cela reflète sûrement la société

émirienne, composée en très grande partie de travailleurs immigrés en provenance du monde entier, comme en atteste le panel des acteurs interviewés, où il n'y a que trois émiriens, chacun des autres venant de pays différents (France, Egypte, Australie, Royaume Uni ou États-Unis). La Colombie est de loin le territoire, sur les trois étudiés, où les questions sociales ont été abordées le plus souvent, le mot d'ordre étant "équité". Ils sont particulièrement éveillés sur ces questions et ont généralement un discours très honnête sur leur passé récent d'insécurité, violence et pauvreté, ainsi que sur les efforts encore à fournir malgré une amélioration profonde de la situation du pays. En France, cependant, les questions sociales ont seulement été effleurées par certains acteurs, la plupart n'en parlant pas du tout. Ce qui peut paraître surprenant étant donné le contexte très particulier dans lequel le terrain parisien a été réalisé : celui du mouvement des 'gilets jaunes'. En effet, ce grand mouvement de protestation a débuté en octobre 2018, alors que ces recherches doctorales ont été commencées en septembre de la même année, et la grande majorité des entretiens parisiens ont été menés au printemps de 2019. En plus, les grandes grèves de transports de l'hiver 2019-2020 et ensuite la crise sanitaire du COVID-19 ont également marqué le contexte des recherches, même s'il est vrai que la grande majorité des entretiens ont été menés avant.

Au-delà des spécificités de chaque territoire, globalement la question sociale est très peu apparue pendant les entretiens. Cependant, le sujet revenait régulièrement lors de la dernière question posée : « quelle est votre utopie, votre ville idéale avec des véhicules autonomes ? ». C'est ici que l'individu, la qualité de vie, les inégalités ou le lien social apparaissent dans les réflexions, en tant qu'utopie, espoir. Si le véhicule autonome se développe correctement, disait Hoda Alkhzaimi, non pas dos à la ville mais intégré à la planification urbaine, il pourrait aider à offrir une égalité d'opportunités pour des personnes originaires de différentes structures sociales. La ville idéale est celle où le véhicule autonome n'est pas un privilège mais un moyen massifié qui donne service à l'ensemble de la population, disait Nicolás Galarza. Il faut une ville qui sert les gens, disait Dalia Hafiz, dont l'objectif principal est d'améliorer la qualité de vie de ses habitants, une ville où les gens peuvent communiquer, se trouver soi-mêmes, être heureux, et il faut chercher comment la technologie –dont les véhicules autonomes– peut servir à cela. Ce ne sont que quelques exemples de réponses données à cette dernière question.

Promesse 6. Accessibilité, fluidité, vitesse : *aller plus vite, aller plus loin, aller partout*

La particularité de cette promesse par rapport aux autres est qu'elle se compose de plusieurs promesses plus petites très liées les unes avec les autres. Évidemment, toutes les promesses sont liées entre elles, puisque la séparation entre elles a été faite spécifiquement pour cette thèse, mais si la promesse 5 regroupait tous les discours sur

l'amélioration de la vie des personnes, celle-ci regroupe tous les discours sur l'amélioration des conditions de circulation et de trafic. En effet, si l'on croit aux différents rapports et études publiés, on déduit que les véhicules autonomes permettront d'augmenter la fluidité de circulation et la vitesse moyenne des véhicules et, de ce fait, améliorer l'accessibilité et accroître les possibilités de choix pour les habitants. Un peu à la marge mais également liée, on retrouve la promesse du temps utile : si l'on est plus obligés de conduire, le temps de déplacement devient du temps utile, ce qui permet d'augmenter facilement les temps de trajet et donc, à nouveau, l'accessibilité et les choix. Chacune des sous-promesses sera présentée et analysée séparément, sans perdre l'idée d'ensemble.

Melba Kurman et Hod Lipson présentent cette promesse dans leur ouvrage : "une étude réalisée par des chercheurs de l'université du Texas estime que si 90% des voitures en circulation aux États-Unis étaient autonomes, cela équivaldrait à doubler la capacité routière." (Kurman, Lipson, 2018, p. 50). Le rapport piloté par Boston Consulting Group sur le futur de la mobilité francilienne en 2017 parle aussi très clairement sur le fait que les véhicules autonomes permettraient de "améliorer le débit des infrastructures" (Hamidou et al., 2017, p. 12) et, par la même occasion, augmenter la vitesse moyenne de déplacement. Pour Paul Beauvallet, celle-ci est l'une des principales raisons pour développer le véhicule autonome en Île-de-France, car la plupart des infrastructures de transport franciliennes, autant le transport public que les autoroutes, sont aujourd'hui complètement saturées : le véhicule autonome s'érige donc en tant que solution potentielle pour dédensifier les routes en augmentant le débit, comme un outil pour résoudre un problème difficile. Cette amélioration du débit et de la vitesse moyenne pourrait être appliquée également au transport en commun, ou du moins c'est ce que pense Sergio Martínez, de la Mairie de Bogota : les véhicules autonomes pourraient être utiles pour assurer le respect des standards de fonctionnement en termes de fréquence et de vitesse, et ainsi optimiser les corridors de transport de masse, que ce soit des bus en site propre comme le réseau du Transmilenio déjà existant, ou alors du transport ferré comme le métro actuellement en construction, qui a justement été prévu automatisé. Juan Pablo Beltrán, maire du district de Puente Aranda, ajoute que les véhicules autonomes permettraient une bien meilleure réponse face au passage de véhicules d'urgence tels que les ambulances ou les camions de pompiers.

La question dite du temps utile est présentée par Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche : "Le véhicule autonome dispensera le conducteur de la tâche de conduite et de son stress. Il pourra se consacrer à des activités plus productives, plus intéressantes et/ou plus relaxantes. Le temps passé à bord peut alors cesser d'être un temps perdu, valorisé négativement." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 99) Cela impliquerait d'un côté des trajets beaucoup moins pénibles, et donc une tolérance bien plus importante aux trajets très longs, et d'un autre côté le véhicule autonome permettrait de "donner une

nouvelle valeur au temps de mobilité" (Hamidou et al., 2017, p. 12), avec des activités potentiellement productives, depuis des tâches classiques du travail de bureau fait pendant le trajet, jusqu'à des activités bien plus imaginatives comme celles présentées par l'Institut pour la Ville en Mouvement dans leur projet « Hyperlieux mobiles », où ils affirment qu'"un véhicule autonome connecté, ce n'est pas seulement un robot à la place du conducteur : il ouvre de possibles changements d'usages, de nouveaux services, de nouvelles manières de penser et de vivre la mobilité." (www.mobilehyperplaces.com).

Ces questions permettent de se déplacer plus vite et de faire des trajets plus longs, et donc d'aller plus loin. En effet, dans les mots de Xavier Desjardins, "la vitesse ne fait donc pas gagner du temps, contrairement à ce qu'annoncent les promoteurs des infrastructures de transport, mais accroît les possibilités de choix et facilite l'espacement." (Desjardins, 2017, p. 13). C'est l'accroissement des choix dont parlent justement Melba Kurman et Hod Lipson dans leur ouvrage : "Les voitures autonomes faciliteront les migrations pendulaires, ce qui permettra aux gens d'avoir plus de choix quant à l'endroit où ils décident d'habiter." (Kurman, Lipson, 2018, p. 61). Juan Pablo Bocarejo, lors d'un entretien réalisé en 2020, élargit cette question à toutes les activités, commerces et services qu'une ville peut offrir, qui deviennent donc accessibles de manière plus facile et commode.

Il s'agit ici d'une promesse primaire, car elle dépend directement du remplacement du conducteur humain par une intelligence artificielle, avec quelques exceptions comme l'influence de la promesse 1. Cette promesse est valable pour tous les types de véhicule autonome présentés, indépendamment de si le véhicule est public ou privé, professionnel ou personnel, individuel ou partagé. Logiquement, la question du temps utile s'applique presque exclusivement aux véhicules individuels privés, autrement dit ceux qui aujourd'hui ne sont pas conduits par des professionnels. Dans certains cas de figure concrets la question du temps utile s'applique aussi aux véhicules professionnels, par exemple dans la logistique urbaine, où le conducteur aujourd'hui est généralement multitâche (conduite, remplissage de documents administratifs, portage des colis, etc.), mais ça reste une exception.

Comme dans la grande majorité des chapitres alloués aux promesses, il s'agira dans un premier temps de comprendre le pourquoi technique de ce discours, comment fonctionne la promesse, pour ensuite mettre en doute ces informations et, enfin parler des conséquences potentielles qui arriveraient si la promesse venait à aboutir.

A) L'explication

L'explication de cette promesse est remarquablement bien développée dans l'ouvrage de Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche : "Le véhicule autonome permettra une augmentation de la capacité des infrastructures. Parce qu'il est plus fiable, parce que ses temps de réaction sont beaucoup plus rapides que ceux du cerveau humain, la distance inter-véhiculaire pourra être réduite. Le débit d'une infrastructure donnée (par exemple, une autoroute avec trois files par sens) pourra être augmentée et les congestions récurrentes réduites. En outre, les congestions non récurrentes, dont une part est liée aux accidents, diminueront avec la fréquence du nombre d'accidents." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 100) Des nombreux acteurs ont contribué à détailler cette promesse dans leurs entretiens. Lina Quiñones explique que, grâce à leur interconnectivité (ou connectivité V2V, véhicule à véhicule, dans le jargon des ingénieurs), tous les véhicules pourraient démarrer exactement en même temps et garder exactement la même vitesse, ainsi que réagir simultanément aux stimuli externe qui puissent apparaître : feu rouge, obstacle ou autres. Rien que cet aspect améliorerait grandement la fluidité de la circulation. En plus, Juan Pablo Beltrán ajoute que les conducteurs humains commettent forcément des imprécisions qui, même sans aller jusqu'à l'accident, ralentissent la circulation générale, notamment si l'on prend en compte qu'à Bogota on concède le permis de conduire assez facilement, autre point qui permettrait d'améliorer la fluidité du trafic. L'étude faite dans le MIT sur l'adoption potentielle d'une flotte de robotaxis à Singapour met également en avant ce discours, assurant que les véhicules autonomes permettraient une "increased traffic efficiency and lower congestion, as automated vehicles can precisely monitor one another's position and coordinate their motion to an extent impossible for human drivers" (Spieser et al., 2014, p. 2)

Tous ces éléments sont directement liés à la technologie d'autonomie du véhicule, au fait de remplacer le conducteur humain. Cependant, il y a un autre groupe d'arguments souvent mis en avant autant dans la bibliographie que par les acteurs interviewés et qui ne dépendent pas directement de l'autonomie des véhicules, mais de leur capacité à être partagés. C'est l'explication donnée par Dany Nguyen-Luong : le véhicule autonome aura sûrement un impact important sur la fluidité et la congestion, notamment sur les voies rapides, mais l'élément réellement différenciateur pour cela serait le fait que le véhicule soit partagé, et non pas qu'il soit autonome. Ce point de vue est également partagé par Erik Vergel.

Toutes ces explications se concentrent sur l'amélioration de la fluidité de circulation et l'augmentation de la vitesse moyenne de déplacement. Cependant, comme vu en introduction de ce chapitre, cette promesse se divise en plusieurs petites promesses liées. Si la question de la fluidification de la circulation a été largement expliquée, ce n'a pas été le cas avec la question du temps utile. Ceci est sûrement dû au fait que la promesse s'explique toute seule : quand la voiture se conduit toute seule, on peut dédier notre temps et notre concentration à d'autres activités, à l'image

de ce qui se passe quand on est passager. En effet, le 'temps utile' pendant les trajets existe déjà et depuis longtemps, par exemple dans les transports en commun ou dans les taxis, même si l'avantage des véhicules autonomes notamment par rapport au métro, le bus ou le RER c'est justement la tranquillité, ceux-ci étant souvent trop remplis en heure de pointe pour que le temps passé dedans soit réellement très utile. Le cas où l'utilisation du temps de trajet est le plus évident est sans doute le train : si l'on prend par exemple un TGV Rouen-Paris un matin quelconque en semaine, on trouvera un wagon rempli de passagers concentrés, en train de travailler sur leurs ordinateurs portables.

Quant à la dernière partie de cette promesse, sur l'accroissement des possibilités de choix et l'amélioration de l'accessibilité, il s'agit d'une conséquence des premières parties de la même promesse, déjà expliquées. Logiquement, quand on augmente la vitesse de déplacement deux effets sont possibles : soit on peut faire le même trajet en moins de temps, soit on peut utiliser le même temps pour parcourir un trajet plus long. L'économiste Yacov Zahavi, a conjecturé en 1979 que "chaque gain de vitesse, au lieu de conduire à un accroissement du budget temps hors transports, se traduirait par un réinvestissement, dans le transport, du temps gagné" (Crozet, Joly, 2006, p. 8), c'est-à-dire que c'est bien la deuxième option qui a très généralement lieu. Parallèlement, si grâce au 'temps utile' les trajets deviennent plus confortables, voire productifs, les temps de trajet pourraient se prolonger davantage. En somme, les véhicules autonomes auraient comme effet d'augmenter la vitesse de déplacement et de rallonger nos temps de trajet, c'est-à-dire qu'ils nous permettraient d'aller beaucoup plus loin qu'aujourd'hui dans nos déplacements quotidiens.

Si la distance que l'on peut parcourir dans nos déplacements quotidiens augmente, on augmente donc le rayon, le territoire que l'on peut atteindre, et en conséquence la quantité de choix possibles dans les différents aspects de la vie. Il y a évidemment, comme le disaient Melba Kurman et Hod Lipson, une augmentation significative des possibilités de choix de vie de longue durée, notamment le lieu de résidence ainsi que le bassin d'emploi auquel on a accès. Mais c'est aussi une amélioration dans les possibilités de choix du quotidien, comme le disait Juan Pablo Bocarejo, c'est-à-dire les services, les commerces ou les activités qu'une ville peut nous offrir. Ces deux aspects sont particulièrement importants dans les grandes métropoles, et plus concrètement dans les territoires périphériques des grandes métropoles. Les trois territoires étudiés sont concernés. En effet, dans une grande métropole il y a généralement un marché de l'emploi assez dynamique, mais très concentré dans certaines zones, alors que le marché du logement est généralement tendu, cher quand il s'agit du centre ou des zones d'emploi : l'éloignement entre ces deux activités est donc habituel, et les véhicules autonomes peuvent contribuer à augmenter la quantité de choix grâce à l'augmentation des distances parcourues, mais aussi à l'affranchissement potentiel des réseaux de transport de masse qui structurent

le territoire. La question de l'accessibilité aux services et aux commerces est également une spécificité des territoires métropolitains, partagée par les trois territoires étudiés : dans les périphéries en général, et dans les zones périurbaines en particulier, il y a généralement peu de commerces et de services, qui se concentrent dans des centres commerciaux ou dans des centres-bourg.

André Broto parle de ces questions dans son ouvrage *Transports : les oubliés de la République*, où il explique que le principal problème de transport se trouve dans les distances intermédiaires typiques des grandes métropoles, puisque les transports de très longue distance sont généralement bien couverts par le train de grande vitesse ou l'avion, et le transport dans les centres-villes habituellement aussi, grâce aux transports en commun comme le métro, le bus ou le tramway. Il faut préciser que cela est surtout vrai pour la France, mais beaucoup moins en Colombie et pas vraiment dans les Émirats arabes unis : les transports terrestres de très longue distance sont rares en Colombie en raison des grandes distances et du relief très difficile, l'avion étant la solution majoritaire, et dans les Émirats arabes unis le projet de relier les deux villes principales (Abou Dhabi et Dubaï) autrement que par l'autoroute (il y a des cars très régulièrement) est constamment sur la table mais n'aboutit jamais, ni sous la forme de train ni sous la forme d'hyperloop. Quant aux transports en commun de centre-ville, la variété que l'on trouve à Paris n'existe pas dans les autres villes étudiées, mais on y trouve tout de même des solutions efficaces dans tous les cas sauf à Abou Dhabi. Le véritable problème, là où les solutions de mobilité sont aujourd'hui rares, toujours d'après André Broto, ce sont les trajets intermédiaires, ceux que l'on fait quotidiennement mais qui sont quand-même très longs : "La fluidité idéale est donc réservée à une infime partie du territoire, pour une faible partie des déplacements, car les plus nombreux sont les déplacements du quotidien, pour lesquels la voiture individuelle reste à 85% le moyen de transport utilisé." (Broto, 2022, p. 6) Le véhicule autonome est vu comme une solution de mobilité potentielle pour ces déplacements intermédiaires dans ces territoires en périphérie des grandes métropoles. Dans ce cas, l'augmentation du rayon que l'on peut parcourir quotidiennement serait particulièrement important : ceci permettrait bien-sûr d'augmenter la quantité de choix pour l'emploi et le logement, d'avoir accès à certaines ressources territoriales plus rares (commerces très spécifiques, par exemple), mais aussi de mettre en concurrence des commerces dont le bassin de clientèle est aujourd'hui très local, avec les avantages et les inconvénients que cela impliquerait.

B) Les critiques

Une fois expliqué le pourquoi de cette promesse, il faut s'interroger sur la validité de ces arguments et les nuances que l'on pourrait apporter. Deux éléments de

critique semblent importants à souligner : l'importance du modèle de véhicule autonome qui s'imposerait, et les difficultés générées par la transition.

Tout d'abord, l'importance du type de véhicule autonome qui s'imposerait pour la réussite de cette sixième promesse est mise en avant par certains acteurs. Florence Hanappe pose le sujet en expliquant que le véhicule autonome impliquera une sur-facilitation de la mobilité, en raison d'innovations comme le temps utile expliqué ci-dessus, mais aussi d'autres comme la baisse des coûts qui a fait l'objet de la promesse 2. Cette sur-facilitation de la mobilité engendrera forcément plus de mobilité : plus de véhicules, plus de kilomètres parcourus... En plus, le véhicule autonome se caractérise par sa capacité de circuler à vide, ce qui empirerait davantage la situation. Pour Florence Hanappe, tous ces éléments compenseront largement les avancées technologiques, de manière à éviter une quelconque fluidification de la circulation. C'est ceci qui amène Paul Beauvallet et Dany Nguyen-Luong à affirmer que ce qui importe avant tout est que les véhicules soient partagés, car c'est ceci qui permettra de fluidifier la circulation. Le modèle des véhicules autonomes individuels privés serait plutôt négatif pour la circulation des villes et il faudrait l'éviter, tout en encourageant les alternatives. La question de la circulation à vide doit néanmoins être nuancée : il ne s'agirait pas d'un phénomène nouveau, car les taxis ont exactement le même fonctionnement. Si le véhicule n'est pas tout à fait vide, puisqu'il y a encore un chauffeur, il roule sans passager et sans objectif. Álvaro Rodríguez et Jorge Acevedo évoquaient ce point déjà en 2012 : "En las calles bogotanas, a cualquier hora del día o de la noche, hay muchos taxis en circulación y, en muchos casos, lo hacen vacíos, en busca de un nuevo cliente. [...] Todos esos vehículos recorren grandes distancias al día, muchas veces sin pasajeros, para presentar un servicio necesario a los bogotanos." (Rodríguez, Acevedo, 2012, p. 2)

Parmi les alternatives, l'une d'entre elles ressort particulièrement, en raison des études prospectives qui ont été réalisées et qui ont marqué les acteurs : celle des robotaxis. L'étude réalisée dans le MIT en 2014 sur Singapour n'approfondit pas suffisamment la question, mais donne quelques éléments : "it remains to thoroughly quantify the extent to which traffic congestion can be alleviated via an automated shared-vehicle solution. In other words, although our solution requires far fewer vehicles than are currently on the road, it mandates the total distance travelled be greater, due to empty vehicles realigning themselves with the demand distribution. Given these competing forces, it remains to certify the net effect is indeed a reduction in travel times and congestion levels." (Spieser et al., 2014, p. 15) Un an plus tard, une étude similaire est réalisée par l'*International Transport Forum* sur la ville de Lisbonne et ils intègrent ces questionnements afin de donner une réponse chiffrée : "Impacts on congestion depend on system configuration. A TaxiBot⁷ system in combination with

⁷ Les TaxiBot et les AutoVot sont les deux modèles de véhicule autonomes explorés par cette étude et baptisés ainsi par les auteurs. Un TaxiBot est une voiture autonome pouvant être partagée

high-capacity public transport uses 65% fewer vehicles during peak hours. An AutoVots system without public transport would still remove 23% of the cars used today at peak hours. However, overall vehicle-kilometres travelled during peak periods would increase in comparison to today. For the TaxiBot with high-capacity public transport scenario, this increase is relatively low (9%). For the AutoVot car sharing without high capacity public transport scenario, the increase is significant (103%). While the former remains manageable, the latter would not be." (OECD/ITF, 2015, p. 5) Jean-Louis Missika et Pierre Musseau se basent sur ces études dans leur ouvrage de 2018 pour tirer quelques conclusions : "Dans l'hypothèse de flottes de 'robots-taxis' partagés, déployée de concert avec un service de transport collectif de masse, l'impact sur le trafic pourrait être optimisé pour garantir une circulation fluide. Au contraire, dans le pire des scénarios, si les véhicules robots en circulation ne sont pas partagés et en l'absence d'un réseau de transport public de masse, le trafic aux heures de pointe risquerait de doubler, voire pire..." (Missika, Musseau, 2018, p. 35) La nuance est apportée, puisque les véhicules autonomes pourraient fluidifier la circulation... sous certaines conditions : fonctionner sous forme de véhicules partagés et ne pas concurrencer le transport de masse.

L'autre grande critique technique de la promesse est celle qui concerne la transition depuis des véhicules conduits vers des véhicules autonomes. Comme pour la sécurité routière, les effets positifs de cette promesse ne commenceraient à se voir que lorsque le pourcentage de véhicules autonomes sur le total de la flotte serait important : Jonathan Spear parle d'un minimum de 70 ou 80% de véhicules autonomes sur l'ensemble pour que l'effet soit significatif. Plus encore, cela dépend de la manière dont la transition est gérée, car celle-ci ne sera pas facile à diriger ni techniquement ni politiquement. Un chapitre entier s'attardera plus en détail sur l'enjeu de cette transition. Pour l'instant, il suffit de dire que ce ne serait pas pareil que le trafic de véhicules 'conventionnels' et de véhicules autonomes soit mixte, ou que chacun possède des infrastructures séparées. Pareillement, le niveau de permissivité sur le type de véhicule autonome qui aura l'autorisation de rouler pourrait changer fortement le scénario. Quoi qu'il en soit, pour Jean-Louis Missika et Pierre Musseau le moment où la moitié des véhicules dans une ville seront autonomes serait le pire, puisqu'il y aurait déjà une grande partie des inconvénients des véhicules autonomes comme les trajets à vide mais pas encore les principaux avantages en termes de fluidité.

Au-delà de ces deux points, deux autres critiques ont été soulevées lors des entretiens. D'un côté, Florence Hanappe considère que la question du temps utile, très mise en avant dans les discours, aura une importance moindre en réalité : ce 'temps utile' existe déjà quand on voyage en tant que passager, que ce soit dans un transport

simultanément par plusieurs passagers (à l'image d'un UberPool), tandis qu'un AutoVot prend et dépose les passagers de manière séquentielle, comme un taxi conventionnel.

en commun ou un taxi, par exemple. Si les véhicules autonomes individuels sont très chers à l'achat, comme ce sera probablement le cas surtout au début (voir chapitre sur la promesse 2), la plupart des acheteurs potentiels peuvent aujourd'hui s'offrir les services d'un chauffeur privé ou au moins le luxe relatif de se déplacer en taxi ou en transport à la demande lors de leurs déplacements urbains. En plus, il faut se demander quelle est la notion sous le mot 'utile', qu'est-ce que l'utilité du temps ? Une étude chinoise sur ce fameux 'temps utile' potentiellement généré par les véhicules autonomes montre que "younger, more educated, and more affluent commuters are more likely to use and benefit from the in-vehicle activities. (...) Among those people who engage in in-vehicle activities, most of them do not conduct productive activities that can generate monetary value." (Zhong et al., 2020, p. 16) En revanche, pourquoi est-ce que le temps de conduite serait du temps inutile ? Beaucoup de conducteurs profitent de ce temps au volant pour écouter la radio, des podcasts ou des livres-audio, sans parler de la possibilité utilisée également par certains de passer des appels téléphoniques, parfois professionnels. Quand le niveau de concentration ne nous permet pas de nous concentrer sur une écoute aussi active, le fait d'écouter de la musique, tout simplement, peut être un moment de plaisir, ou de défoulement après une longue journée de travail. Le fait même de rester en silence et réfléchir peut être apprécié et très nécessaire. L'activité même de conduire est un plaisir pour certains, ceci étant un argument habituel contre les véhicules autonomes par certaines personnes. Pourquoi est-ce que toutes ces activités, ainsi que d'autres que l'on pourrait penser, ne seraient pas utiles ? Est-ce que regarder une série sur Netflix en rentrant du travail est réellement plus utile ?

D'un autre côté, Sandrine Salaün et Thi-Hoa Mastalerz expliquent que les tests de navettes autonomes ont montré qu'augmenter leur vitesse est aujourd'hui très compliqué, notamment en raison des obstacles potentiels et du freinage d'urgence, dangereux pour les passagers si la vitesse est trop élevée. Cela les rend particulièrement difficiles à intégrer dans les flux de véhicules conduits, généralement plus rapides, sous peine de gêner la circulation.

C) Les conséquences

Deux conséquences potentielles ressortent par-dessus les autres, toutes deux liées à la sur-mobilité. D'un côté, Juan Pablo Bocarejo ou Ed Forrester signalent que l'augmentation des distances ou la circulation à vide augmenteraient fortement la quantité de kilomètres parcourus, la quantité de trajets et, potentiellement, les embouteillages. Cela a été vu dans la sous-partie précédente dans les citations des études sur Singapour et Lisbonne. En plus, la commodité des trajets grâce à l'absence du stress de la conduite pourrait générer une forte concurrence par rapport aux transports en commun, ce qui aurait comme effet l'augmentation de la quantité de

véhicules en circulation, ce qui impliquerait à nouveau une circulation plus encombrée. Pour illustrer cette idée, Lina Quiñones donne un exemple intéressant : celui de la mobilité des enfants pour aller à l'école. Elle explique qu'à Bogota environ 40% des enfants étudient dans des écoles privées, qui sont situées généralement dans la périphérie de la métropole, ce qui implique que l'école ne se trouve généralement pas à proximité du domicile familial. Les enfants qui assistent à une école sont donc repartis dans l'ensemble de la métropole, ce qui implique que les cars scolaires sont obligés de faire des parcours très longs : les trajets les plus longs peuvent durer jusqu'à 3 heures, ce qui est un véritable problème et qui ne trouve pas de solution facilement. Si les familles pouvaient acquérir des véhicules autonomes, ce pour quoi les prix élevés ne seraient pas un problème étant donné qu'il s'agit de familles aisées, ils pourraient envoyer les enfants à l'école à l'aide de ces véhicules et s'affranchir des trajets interminables du car. Cependant, tous les enfants commencent l'école à 7h du matin, généralement à la même heure que les parents commencent leur journée de travail : ceci impliquerait donc une augmentation considérable du nombre de véhicules en circulation aux heures de pointe, avec des véhicules occupés par un seul individu – l'enfant – sur un trajet quand-même long, et un potentiel retour à vide.

La deuxième grande conséquence liée à la sur-mobilité apparaissait déjà dans la citation du livre de Xavier Desjardins introduite en début de ce chapitre, où il expliquait que l'augmentation de la vitesse de déplacement facilite l'espacement. Dans les mots d'E. V. Malysheva : "the introduction of AV can lead to urban sprawl and lower building density." (Malysheva, 2020, p. 3) Lukas Sokol ou Paul Beauvallet sont certains des acteurs interviewés ayant évoqué ce point : si le véhicule autonome nous permet d'aller plus loin, cela impliquerait forcément un étalement urbain renforcé, à moins que des politiques urbaines très rigides ne l'en empêchent. Après tout, comme on peut le lire dans le magazine édité à l'occasion du débat citoyen sur les véhicules autonomes de 2018 : "S'il est possible de travailler durant le trajet, pourquoi ne pas habiter en bordure de l'océan ou en pleine forêt, à 1h30 de votre lieu de travail ?" (Missions Publiques, 2018, p. 16) La nécessité d'équiper les infrastructures pour le passage des véhicules permettrait de mettre un frein facilement à cet étalement – il suffirait de ne pas équiper les territoires éloignés des villes- mais cela pourrait mener vers des inégalités territoriales importantes. En plus, la diversité d'acteurs locaux que l'on trouve dans la métropole parisienne rendrait cette tâche presque impossible, contrairement à ce que l'on trouve dans les Émirats arabes unis, où ce genre de décisions sont généralement prises à l'échelle de l'Émirat. Le cas colombien est plus similaire au cas français, avec un morcellement territorial moindre mais un pouvoir économique et politique des collectivités territoriales réduit.

D'autres conséquences, moins importantes dans les discours, peuvent néanmoins être évoquées. L'émergence de ce fameux 'temps utile' impliquerait potentiellement une double marchandisation du temps de trajet. D'un côté, le fait de

pouvoir travailler à l'intérieur du véhicule impliquerait que ce temps de trajet acquerrait une valeur économique, potentiellement exploitable par les entreprises. Les conséquences de cette question sont imprévisibles. D'un autre côté, les entreprises de gestion des flottes de véhicules autonomes pourraient profiter également de ce temps de déplacement pour en faire un produit commercial via les plateformes vidéo ou la publicité. L'arrivée de plateformes vidéo ainsi que d'autres services de divertissement dans l'écosystème des véhicules autonomes est une réalité : Tesla et Netflix annonçaient un partenariat dès 2019 (Corot, 29/07/2019), et le Royaume Uni a déjà inclus dans leur nouveau Code des Autoroutes la possibilité de regarder la télévision dans un véhicule en mode autonomie, même si ces véhicules ne peuvent pas encore circuler (BBC, 20/04/2022).

Quant au rôle de la publicité, elle serait utilisée notamment pour baisser les prix (comme vu dans les chapitres sur les promesses 2 et 5) ou pour générer des bénéfices additionnels. Si Robert Venturi, Denise Scott Brown et Steven Izenour étudiaient en 1972 à Las Vegas comment la publicité au bord des routes transformait la ville et le paysage urbain jusqu'à "définir un nouveau type de forme urbaine qui émerge en Amérique et Europe et est radicalement différent de celui qu'on a connu." (Venturi et al., 1978, p. 11). Ce nouveau rapport à la publicité à l'intérieur des véhicules autonomes pourrait avoir, potentiellement, un nouvel effet transformateur sur les villes.

Un autre point, lié au précédent, qui pourrait transformer radicalement notre rapport aux déplacements et à la ville, c'est l'absence totale d'improvisation qu'impliquerait le fait de ne pas conduire et de programmer le point d'arrivée avant le départ. Il est important de préciser qu'il ne s'agirait pas d'un phénomène complètement nouveau, puisque les technologies GPS actuelles, qui dirigent notre conduite et nous évitent de nous poser des questions sur le chemin à suivre, ont déjà commencé à créer un effet tunnel dans les territoires, peut-être pas aussi puissant que celui généré par les autoroutes mais sans doute important.

Enfin, le dernier point qui mérite d'être soulevé comme conséquence potentielle de cette promesse, sous son aspect d'amélioration de l'accessibilité. En effet, l'amélioration de l'accessibilité aux commerces et aux services est généralement perçue comme positive pour les habitants. Cependant, elle a aussi des effets pervers importants. Par exemple, la mise en concurrence entre commerces locaux peut mener à une bataille des prix et à une précarisation du tissu commercial. Parallèlement, l'expérience a démontré que, souvent, la praticité de trouver l'ensemble des commerces et des services dans un seul et unique lieu s'impose à la praticité d'aller aux commerces les plus proches du foyer mais éloignés entre eux, ce qui a bénéficié au développement des zones commerciales. Les véhicules autonomes pourraient amplifier davantage cet effet.

Une dernière conséquence potentielle de la fluidification de la conduite grâce aux véhicules autonomes est le gain important d'espace public, aujourd'hui utilisé par la voiture, qui pourrait acquérir d'autres fonctions urbaines non liées à la circulation. Cependant, cette conséquence a pris une grande importance dans les discours et fera donc l'objet d'un chapitre à part entière, le chapitre suivant, où elle sera expliquée en détail.

Promesse 7. Espace public : *recupérer l'espace de la voiture pour le redonner à la ville*

Le véhicule autonome est un objet technologique, un nouveau type de véhicule, et en conséquence la grande majorité des promesses étaient en lien avec des améliorations dans la mobilité, qui serait plus sûre, plus rapide ou moins chère. Cependant, la mobilité a une influence dans tous les aspects de la vie, comme nous l'avons vu lors de la promesse 5 avec les questions sociales, et comme nous le verrons également dans le prochain chapitre sur l'écologie. Ici, il s'agit d'étudier le lien entre la mobilité autonome et la ville, ce 'couple infernal', pour reprendre l'expression de Marc Wiel. Plus concrètement, dans ce chapitre il sera question de voir l'influence potentielle des véhicules autonomes sur les espaces urbains et sur la forme urbaine en général. Le fait que cette promesse arrive presque à la fin fait qu'un certain nombre d'éléments vus ici auront déjà été traités précédemment, mais ici ils seront traités avec un angle nouveau.

La question principale quand il s'agit de l'influence du véhicule autonome sur l'espace urbain, et celui que donne le titre au chapitre, est la question de la réduction de l'espace occupé par la voiture, qui pourrait en conséquence prendre des nouvelles fonctions. En effet, la voiture occupe aujourd'hui une quantité d'espace démesurée, notamment de l'espace public (mais aussi de l'espace privé, comme on verra), ce qui pousse André Broto à parler de pollution, au même titre que la pollution atmosphérique ou la pollution sonore : "Un autre type de pollution, moins évident, est celui de l'accaparement de l'espace urbain par la voiture (chaussées, stationnements, etc.), au détriment d'espaces piétonniers ou de la végétation, au terme de décennies où la ville devait s'adapter à la voiture" (Broto, 2022, p. 109). En effet, la voiture occupe de l'espace autant à l'arrêt qu'en mouvement : quand elle stationne, elle occupe physiquement l'espace utilisé lors du stationnement et virtuellement d'autres places de stationnement qui lui sont allouées ; quand elle bouge, elle utilise physiquement l'espace qu'elle occupe sur la chaussée, ainsi qu'un périmètre important autour d'elle, mais virtuellement elle occupe chacun des espaces réservés aux voitures, c'est-à-dire les chaussées des rues et des routes.

Les espaces de la voiture, autrement dit les infrastructures routières, sont très divers dans leurs formes et leurs fonctions et prennent une place prépondérante dans les imaginaires du véhicule autonome. Dans le chapitre 1.2.9, sur le fonctionnement

des véhicules autonomes, on a vu l'importance que les infrastructures auront pour le développement de la technologie, et dans le chapitre 3.3.2 (à vérifier) on abordera beaucoup plus en détail les transformations concrètes qui sont envisagées ou en cours dans les différents territoires étudiés. Cependant, les infrastructures ont également une grande importance dans l'imaginaire et le discours, comme l'évoque Dominique Rouillard dans l'introduction de son ouvrage *Imaginaires d'infrastructure* : "L'imaginaire des infrastructures se parle au futur, au point qu'il semble difficile de formuler une représentation de l'avenir sans trouver à un moment du récit du futur un dispositif infrastructurel susceptible d'emporter l'imagination au-delà de la commune mesure." (Rouillard, 2009, p. 8) C'est le cas ici aussi, comme nous allons le voir : les transformations des infrastructures sont une partie majeure du discours sur les véhicules autonomes. Cependant, comme le signale Nathalie Roseau, ces imaginaires sur les infrastructures peuvent également donner lieu à des réactions négatives : "Souvent projetées dans une forme d'optimisme technologique, les infrastructures n'en provoquent pas moins des désenchantements, aussi cruels que les idéaux avaient été élevés" (Roseau, 2022, p. 17).

Le véhicule autonome pourrait donc agir sur les deux types d'espaces simultanément : les espaces du mouvement et les espaces du stationnement.

Dans l'étude menée par l'International Transport Forum en 2015 sur la ville de Lisbonne on trouve un calcul chiffré de la quantité d'espace que l'on pourrait récupérer grâce à la réduction massive des besoins de stationnement : "Reduced parking needs will free up significant public and private space. In all cases examined, self-driving fleets completely remove the need for on-street parking. This is a significant amount of space, equivalent to 210 football fields or nearly 20% of the kerb-to-kerb street space in our model city. Additionally, up to 80% of off-street parking could be removed, generating new opportunities for alternative uses of this valuable space." (OECD/ITF, 2015, p. 5) Le rapport de 2017 du Boston Consulting Group sur le futur de la mobilité francilienne met l'accent précisément sur une "potentielle baisse de la demande de stationnement en zone dense notamment" (Hamidou et al., 2017, p. 12). Ce focus sur la zone dense est important parce que c'est là où l'espace public est plus rare, ce qui explique l'entrain de Melba Kurman et Hod Lipson quand ils parlent sur le sujet : "Si les voitures n'avaient soudainement plus besoin de se garer au centre-ville, les urbanistes se retrouveraient avec un immense espace vierge inutilisé qui pourrait être réaménagé de façon constructive. [...] Imaginez à quel point les villes pourraient devenir propres et belles. Sans zone de stationnement, les rues s'élargiraient en boulevards majestueux." (Kurman, Lipson, 2018, p. 50) Cet espace récupéré à la voiture pourrait donc prendre des nouvelles fonctions, depuis les plus classiques jusqu'à des usages plus novateurs. Dalia Hafiz et Ismail Zohdy, dans une étude sur la ville de Dubaï, proposent quelques exemples : "other urban and social activities, including protected and improved bike lanes, wider sidewalks, street

furniture, street vending, public art, fountains, streetscape and landscape, outdoor dining, jogging paths, and playgrounds" (Hafiz, Zohdy, 2021, P. 33-34)

L'autre volet où l'on pourrait retrouver des espaces aujourd'hui occupés par la voiture sont les espaces du mouvement : les routes. Cette partie est une conséquence directe de la promesse précédente, qui a déjà été expliquée et analysée. La réduction potentielle de la quantité de voitures, la précision de la conduite ou la fluidité de la circulation sont des éléments qui pourraient mener vers une réduction de la taille des routes : moins de voies et des voies plus étroites, principalement.

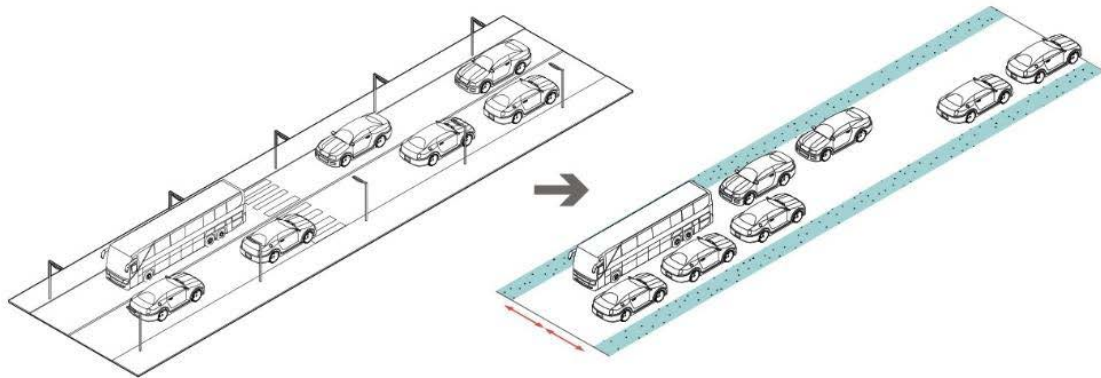
La récupération des espaces de la voiture pour les consacrer à d'autres usages est l'élément le plus présent dans les discours et le plus fantasmé notamment par les études architecturales sur les véhicules autonomes, donnant lieu à des nombreuses belles images dont on pourra présenter quelques exemples. Ce chapitre va donc être consacré principalement à ce point. Cependant, les véhicules autonomes pourront transformer les espaces urbains de multiples autres manières, mais la rareté de ces réflexions dans les discours empêche de dédier autant de temps à ces questions que l'on pourrait souhaiter.

Comme accoutumé jusqu'ici, la première sous-partie sera consacrée à l'explication de la promesse, la deuxième aux critiques potentielles et la troisième aux conséquences que cette promesse pourrait avoir, toujours autour de la question de l'espace public récupéré à la voiture. Une quatrième sous-partie abordera les autres sujets du lien entre véhicule autonome et forme urbaine qui sont apparus pendant les lectures ou les entretiens.

A) L'explication

La transformation par le véhicule autonome des espaces dits du mouvement, se basent presque exclusivement sur la promesse précédente. En ce sens, cette partie de la septième promesse est 'secondaire', puisqu'elle se sert d'une autre promesse 'primaire' pour fonctionner. En effet, comme cela a déjà été évoqué, la grande fluidité dans la circulation routière que les véhicules autonomes engendreraient aurait également comme effet une utilisation bien plus efficace des infrastructures routières. Ceci est dû à plusieurs éléments. Germán Lleras indique que la conduite très précise et épurée des véhicules autonomes permettrait de réduire la largeur des voies et, surtout, des intersections et carrefours. Nicolás Galarza parle, à son tour, de l'espace occupé par une voiture dans la longueur, qui peut aller jusqu'à sept fois sa taille en raison de la vitesse et des distances de sécurité entre véhicules que l'on laisse en raison de la vitesse. Logiquement, plus cette vitesse serait élevée, plus l'espace occupé serait important. Il cite le chercheur Alain Bertaud pour expliquer que le rapprochement entre véhicules permis par leur connectivité permettrait de réduire

très fortement les distances de sécurité et donc la quantité d'espace occupé par un véhicule en mouvement. Tout ceci mènerait vers un "more efficient use of the roadway when implementing AV" (Malysheva, 2020, p. 4), dans les mots de la chercheuse russe E. V. Malysheva, qui a fait une étude sur l'impact potentiel des véhicules autonomes sur les espaces urbains, ayant produit quelques images intéressantes :



La transformation potentielle de la chaussée d'après E. V. Malysheva. Source : Malysheva, 2020, p. 4

C'est également Germán Lleras qui rappelle que l'efficacité et la fluidité dans la conduite permettraient, en plus, d'augmenter fortement la quantité de véhicules par voie. Ceci ajouté à la forte diminution dans la quantité de véhicules prévue par certains scénarios, ferait que l'on puisse réduire la quantité de voies en usage. Logiquement, cette réduction de la quantité de voies ne serait pas très effective dans les centres urbains anciens, où les rues et avenues ont souvent très peu de voies, mais pourrait impliquer des changements plus importants dans les territoires périphériques, où les autoroutes urbaines sont plus fréquentes, et surtout dans les Émirats arabes unis, où les grandes avenues ont des très grandes dimensions.

Le deuxième grand axe de cette promesse traite les espaces du stationnement. Ici, les voitures occupent aujourd'hui beaucoup moins d'espace que quand elles sont en mouvement, mais elles occupent tout de même un espace plus grand que leur gabarit : il faut un espace pour manœuvrer, afin d'entrer et de sortir de la place de stationnement, mais aussi, comme évoqué dans la stratégie de Dubaï pour le développement des véhicules autonomes : "the self-driving vehicle would not require spaces to open both doors which would mean that the parking bays could be smaller." (RTA, 2017, p. 41). Un autre détail qui marquerait une certaine différence est que ces nouveaux véhicules 'voient' autour d'eux avec des caméras, des radars ou des lidars, et ils n'auraient donc plus du tout besoin de rétroviseurs. Il faut néanmoins ajouter que les nouvelles fonctionnalités des véhicules autonomes pourraient mener, à terme, vers des nouveaux designs, avec des gabarits et dimensions différents à ce que l'on connaît aujourd'hui. Globalement, la non présence d'humains dans les espaces de

stationnement permettrait de changer leur configuration, afin d'optimiser l'espace disponible. (Campisi, 2021, p. 9)

Cependant, le changement le plus important en ce qui concerne la réduction d'espaces de stationnement viendrait de deux autres points : d'un côté la capacité des véhicules autonomes de rouler à vide, et de l'autre la possibilité déjà mentionnée de réduire fortement la quantité de véhicules, d'après certains scénarios. Steven Severance, ainsi que Melba Kurman et Hod Lipson mettent l'accent sur le premier point : les voitures pourraient déposer leur passager à sa destination et partir ensuite, à vide, se garer dans un lieu plus adéquat. Ceci ne réduirait pas les places de stationnement en soi, mais permettrait de les localiser dans des lieux plus adaptés, par exemple en périphérie de la ville où le foncier est moins cher ou alors dans un parking fermé, au lieu de se garer en pleine rue. Colin Hill ajoute que chaque voiture occupe en réalité plusieurs places de stationnement simultanément, l'une d'entre elles physiquement et les autres virtuellement. Ceci s'explique en partie parce que certaines places de stationnement sont réservées, voire possédées, autant dans le lieu de résidence que dans le lieu de travail. Mais au-delà de cet aspect, dans beaucoup d'endroits comme des commerces, des services ou des équipements on calcule une quantité de places de stationnement pour les potentiels usagers. Au final, chaque voiture a plusieurs places qui lui sont allouées en permanence, qu'elle les occupe ou non. Ce système permettrait que chaque voiture n'occupe qu'une place de stationnement, puisqu'elle n'aurait besoin de réserver qu'un seul emplacement, de préférence dans un lieu intermédiaire à toutes les destinations habituelles, où le véhicule irait se garer après chaque utilisation en attendant la suivante.

La plus grosse réduction cependant aurait lieu en raison d'un changement de comportement, autrement dit d'un changement de modèle dans la mobilité. En effet, des nombreux scénarios envisagent une réduction, voire une disparition des véhicules individuels privés, au bénéfice du transport en commun et/ou du transport à la demande : "Ces effets de meilleure utilisation de l'espace, la ressource la plus rare en ville, seront encore démultipliés par l'usage en robotaxi des véhicules autonomes : à terme, la voiture personnelle disparaît, et, avec elle, les énormes besoins de stationnement." (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 100) Ce changement de modèle, comme il a été expliqué dans le chapitre précédent, permettrait de réduire très fortement la quantité de véhicules, d'après certaines études. De plus, le fonctionnement partagé à la demande de ce modèle ferait que ces véhicules resteraient constamment en circulation, allant chercher des nouveaux clients dès qu'ils ont déposé le précédent, limitant ainsi le temps de stationnement aux heures creuses (Hafiz, Zohdy, 2021, p. 27). La Road and Transport Authority de Dubaï chiffre ces gains d'espace très concrètement dans leur stratégie : "Self-driving transport would likely change the transportation habits/behaviour of the travellers such as ridesharing, resulting in

reduced requirements for parking spaces. [...] It is expected that SD vehicles will result in 50% reduction in required parking spaces.” (RTA, 2017, p. 41)

Ce point aurait une importance particulière dans les Émirats arabes unis, où la voiture a une place prépondérante et les places de stationnement structurent les villes. Ce qui est encore plus vrai à Abou Dhabi, où les transports en commun sont rares et, d’après Alan Perkins, il y a beaucoup de familles nombreuses avec plusieurs voitures par famille. Les besoins de stationnement sont donc très importants également dans les zones résidentielles et non seulement dans le centre-ville. À Paris, et globalement en Europe, le stationnement de rue a beaucoup d’importance et prend une place très importante de l’espace public : même si la voiture n’a pas une place aussi prépondérante qu’à Abou Dhabi, la suppression des places de stationnement de rue serait un changement majeur. Cependant, à Bogota cette question n’est pas centrale car, comme l’explique Lina Quiñones, le stationnement de rue est interdit dans toute la ville. Il y a seulement un quartier de périphérie lointaine au nord de la métropole où ils testent, de manière expérimentale, le stationnement de rue. Bien-sûr, il y a beaucoup de parkings repartis dans toute la ville, parfois tout petits, pour éviter des temps de déplacement à pied importants, donc il y a du foncier à récupérer, mais la problématique est différente car ces parkings dans beaucoup de cas sont en très mauvais état : en terre, sans signalisations, les voitures garées en désordre, ce qui les rend difficiles à adapter aux véhicules autonomes (voir image ci-dessous). De plus, la majorité de ces parkings sont privés, même s’il y en a qui sont de propriété publique. Il faut ajouter à cela que quasiment tous les nouveaux immeubles, autant de logement que de bureau ou de commerce, ont des places de stationnement en souterrain. En conséquence, l’idée de récupérer de l’espace de stationnement pour le redonner à la ville ne peut pas avoir une très grande importance à Bogota.



Rue de Bogota, sans stationnement de rue mais avec un parking. Source : photographie personnelle.

B) La critique

La critique technologique de cette promesse est très limitée, car il est indéniable par exemple que si la quantité de véhicules totale est réduite, le besoin en places de stationnement diminuerait. De la même manière, il est difficile de discuter du fait que si la conduite des véhicules autonomes est plus précise et efficace, comme si les véhicules circulaient sur rails, les voies pourraient être plus étroites et les carrefours et places de stationnement pourraient également réduire leurs dimensions. Cependant, deux arguments viennent nuancer cette promesse : la transition et la prise en charge et dépôt de passagers. La question de la transition, avancée par Jonathan Spear, a déjà été mentionnée dans d'autres chapitres, car la problématique est la même sur plusieurs sujets : certaines des améliorations potentielles amenées par les véhicules autonomes auront du mal à avoir de l'effet tant que la circulation est mixte, ou tout du moins tant que le pourcentage de véhicules autonomes sur l'ensemble des véhicules en circulation n'est pas très majoritaire. Les effets pourraient même être négatifs pendant la transition. Si cela était vrai quand on parlait de sécurité routière ou de fluidification de la circulation, ceci demeure vrai pour le gain d'espace public : tant qu'il y a des voitures conduites la dimension des voies devra rester la même et des places

de stationnement resteront nécessaires. On pourrait imaginer une transition douce, par exemple laisser certaines places de stationnement et en enlever d'autres, mais agir sur l'infrastructure c'est très cher. L'urbanisme tactique pourrait être une solution temporelle pour assurer la transition.

Le deuxième point de critique est très rare dans les discours, autant dans la bibliographie que dans les entretiens, mais ne manque pas d'intérêt : l'un des principaux intérêts des véhicules autonomes, comme cela a déjà été expliqué, est le fait qu'il dépose le passager exactement là où il souhaite être déposé. Ceci implique que le véhicule s'arrêterait n'importe où dans la ville à n'importe quel moment. Même si l'on habilitait des espaces spécifiques pour la prise et la dépose de passagers, il faudrait que ces espaces soient fréquents, sous peine de perdre l'un des aspects attractifs principaux de cette technologie. Or, quand un véhicule s'arrête en pleine rue pour déposer un passager ou un colis ou, pire, pour attendre un futur passager qui se trouve dans l'immeuble à côté, le dit véhicule risque d'encombrer la voie et de perturber fortement la circulation. Ce phénomène n'est pas nouveau, puisqu'on le voit depuis longtemps avec les taxis, ayant fortement empiré depuis l'arrivée des VTC. Si tous les véhicules fonctionnent sur ce principe, les arrêts et perturbations pourraient devenir constantes.

Pour éviter ce problème, la solution évidente serait que les actuelles places de stationnement sur rue deviennent des espaces pour la montée et descente de passagers ou la dépose de colis. Ainsi, l'annonce de la récupération massive des espaces de stationnement sur rue pour les rendre à la ville ne serait pas effective, car ces espaces changeraient de fonction mais resteraient occupés par des voitures. Pire encore : si les passagers et colis peuvent monter et descendre partout, ou presque, cela poserait un problème d'envergure dans tous les endroits où il n'y a pas, aujourd'hui, des places de stationnement sur rue. Que faire des rues sans stationnement, ou de celles où il n'y a des places de stationnement que dans un sens ? Dans une ville européenne comme Paris cette question peut devenir un problème dans le centre de la métropole, lieu très attractif où il y a à la fois beaucoup de gens qui y vont, beaucoup de circulation, et beaucoup de petites rues pas adaptées à ces nouvelles conditions. Cependant, le problème est bien plus important dans les Émirats arabes unis et, surtout, à Bogota. En effet, dans les Émirats arabes unis le modèle habituel est que les lieux de stationnement sur rue soient regroupés au sein de places ou de grandes avenues, au-delà des nombreux parkings souterrains : la plupart des rues d'Abou Dhabi ou de Dubaï ne comptent donc pas des places de stationnement sur rue, et ne pourront donc pas les reconvertir en espaces de montée et de descente des véhicules. Cependant, les rues sont généralement très larges et on pourrait sûrement trouver la manière de les adapter à la nouvelle situation. À Bogota, comme l'indique Lina Quiñones, l'absence totale d'espaces de stationnement dans la rue rend presque impossible de s'adapter à une montée et descente continue de passagers, comme on

le voit aujourd'hui avec les embouteillages fréquents générés par des taxis ou des Uber. De plus, les rues de la capitale colombienne ne sont pas particulièrement larges, comme on le voit dans l'image présentée plus haut, et l'adaptation serait donc difficile, voire impossible dans des nombreuses situations.

C) Les conséquences

Si l'on accepte que l'arrivée des véhicules autonomes réduirait très fortement les besoins de stationnement et effacera complètement la présence de places de stationnement sur rue, quelles en seraient les conséquences ?

La première conséquence, soulevée par des nombreux acteurs comme Lina Quiñones et déjà mentionnée dans le chapitre précédent, est la question de la circulation à vide. L'idée de base du fonctionnement d'un véhicule autonome est justement qu'il dépose son passager à un lieu précis et part ensuite tout seul chercher un autre passager ou un lieu pour se garer. Cependant, si l'on réduit fortement les espaces de stationnement ceux dont le foncier a plus de valeur partiront forcément plus vite, et la grande majorité des places de stationnement qui resteront se trouveront en périphérie des villes, là où il y a du foncier disponible et peu cher. Ceci impliquerait que les véhicules qui ont déposé quelqu'un et partent ensuite se garer, devront parcourir plus de distance pour le faire, avec ce que cela implique en termes de quantité de véhicules sur la route ou de kilomètres parcourus. En plus, dans certains cas il existe le risque de que le propriétaire préfère envoyer son véhicule faire un tour à vide en attendant de le récupérer plutôt que de l'envoyer se garer. Ceci pourrait arriver si l'arrêt prévu est court et le stationnement lointain, mais aussi si le stationnement est payant et plus cher que le coût de garder le véhicule en mouvement, ce qui pourrait arriver dans certaines configurations. Le prix des parkings pourraient d'ailleurs jouer un rôle important à ce niveau, puisque par exemple une différence de prix entre deux parkings pourrait inciter les propriétaires des véhicules à les envoyer jusqu'au plus lointain.

Les places de stationnement dans la rue ne sont pas les seuls espaces dédiés au stationnement de véhicules qui seraient potentiellement libérés avec l'arrivée des véhicules autonomes, et ceci aurait également des conséquences. Premièrement, comme l'indique E. V. Malysheva, lorsque les places de stationnement sont groupées dans un parking de surface cet espace pourrait être dédié à la construction d'autre chose : "In the central areas of the city, parking can be converted into offices, housing, retail spaces or recreational spaces." (Malysheva, 2020, p. 4-5) Elle illustre ce point dans son article par l'image ci-dessous (voir image). Il s'agit d'un point qui aurait un grand impact autant dans les villes émiriennes qu'à Bogota, puisque dans les deux cas on trouve des parkings de surface : dans les villes émiriennes il s'agit généralement de zones de stationnement occupant un îlot ou une partie d'îlot, entourées de rues et

d'immeubles, alors qu'à Bogota il s'agit généralement d'espaces plus petits à l'intérieur des îlots, comme des dents creuses, à l'image de celui que l'on peut apercevoir dans l'image présentée plus tôt dans ce chapitre.

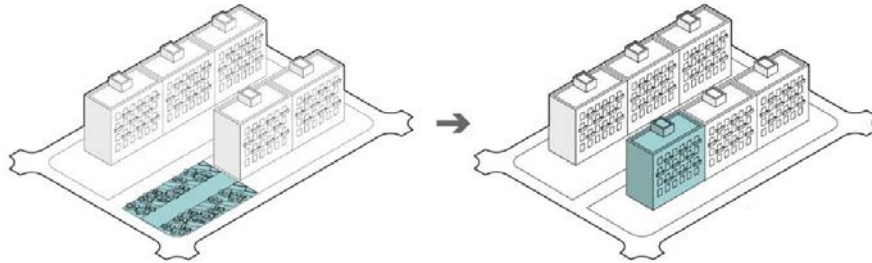


Schéma de transformation d'un parking en immeuble. Source : Malysheva, 2020, p. 5

La baisse dans le besoin de places de stationnement n'aurait pas comme unique conséquence le réaménagement des espaces de stationnement existants, mais également la construction des nouveaux bâtiments. Autant Scott Fennelly que Steven Severance parlent de ce point lors de leurs entretiens respectifs. En effet, aujourd'hui lorsque l'on construit un nouveau bâtiment, quelle que soit sa fonction prévue (résidentielle, emploi, commerciale...), il faut prévoir des places de parking pour les futurs occupants. Ces places de parking se trouvent généralement en souterrain et, plus le territoire est dépendant de la voiture, plus elles sont nombreuses, ce qui implique que ce point est particulièrement important dans les villes émiriennes et à Bogota. Ces espaces de stationnement souterrains sont généralement très chers à construire, ce qui augmente considérablement le prix des logements, bureaux ou autres espaces construits. La réduction des besoins en stationnement engendrée par les véhicules autonomes pourrait donc avoir comme conséquence surprenante une baisse importante du prix du foncier.

D) Autres conséquences des véhicules autonomes sur la forme des villes

La réduction du besoin de stationnement libérerait une grande quantité de foncier, autant public que privé, ce qui changerait fortement le paysage urbain. Le fait que cette transformation potentielle soit d'une telle envergure et, surtout, aussi visible, a donné lieu à beaucoup d'images futuristes et à beaucoup de discours, comme ceux vu précédemment dans ce chapitre. Cependant, l'arrivée des véhicules autonomes pourrait engendrer d'autres changements sur la forme urbaine et les espaces publics. Ces changements seraient moins évidents, moins apparents, et en conséquence les discours les ont beaucoup moins traités, mais ils pourraient être tout aussi transformateurs.

L'élément le plus débattu et conflictuel parmi ceux qui seront présentés ici est celui de la cohabitation dans l'espace public entre les véhicules autonomes et les

autres modes de mobilité : notamment la marche et le vélo, mais aussi les trottinettes ou autres objets de mobilité. Bien évidemment, la question de la séparation entre véhicules autonomes et autres véhicules motorisés non autonomes se pose également : faut-il créer des voies dédiées pour des véhicules autonomes tout en conservant des voies pour les véhicules non autonomes ? Comment pourrait fonctionner une telle division des infrastructures routières ? On pourrait affirmer que ce problème n'existerait que pendant la transition vers un territoire où il n'y aurait que des véhicules motorisés autonomes. Cependant, les mobilités douces⁸ resteront des modes de transport présents dans les villes même après l'arrivée des véhicules autonomes, ou tout du moins ce serait souhaitable. Comment interagiraient ces deux types de véhicule, les uns autonomes et connectés, les autres conduits et –à priori– non connectés ? Lukas Sokol a un regard optimiste sur cet aspect, optimisme partagé par E. V. Malysheva : “the introduction of AV will improve road safety and eliminate conflict between the driver and pedestrian. Complete replacement of conventional vehicles with AV will not only expand the sidewalks, but also completely eliminate the separation of cars and pedestrians on streets with low traffic.” (Malysheva, 2020, p. 4).

Cependant, d'autres acteurs sont beaucoup plus sceptiques par rapport à cette question. Par exemple, Sylvain Belloche explique que le véhicule autonome est très sensible face aux obstacles et réagit très brusquement. Florence Hanappe rappelle le cas de la navette qui avait été déployée sur la dalle de la Défense, à Paris, de manière expérimentale. La dalle de la Défense étant réservée aux piétons et aux mobilités douces, qui y sont prioritaires, la navette a eu beaucoup de mal à s'y insérer depuis le début de l'expérimentation. Pendant les deux ans de l'expérimentation, ils ont soulevé un certain nombre de problèmes techniques dont la solution était plus ou moins complexe, comme par exemple un 'effet canyon' causé par la grande densité de gratte-ciels autour, qui affectait à la connectivité des trois véhicules qui conformaient l'expérimentation. Cependant, les problèmes d'insertion de la navette dans les flux de la dalle n'ont jamais trouvé de solution, malgré plusieurs tentatives comme le fait de mettre un marquage au sol pour signaler la 'voie' de la navette et éviter que les piétons se mettent sur son passage. Dans *Le Monde*, lors d'un reportage de novembre 2022, on trouve l'avis catégorique d'un passager : "Les gens ne la prennent plus parce que c'est très long. Elle s'arrête à chaque fois qu'un piéton passe un peu près. Donc ça prend un temps fou, pour traverser la dalle on met 15 minutes alors qu'à pied on met moins." (Razemon, 2022) La cohabitation dans le même espace entre véhicules autonomes et autres modes de transport ne semble donc pas fonctionner.

⁸ Le débat sur la limite entre véhicule motorisé et mobilité douce est ouvert et acharné. Par exemple, les trottinettes électriques sont bien motorisées : sont-elles encore des mobilités douces alors ? Les critères de définition changent en fonction de la source et du contexte. Ici, on assume une définition un peu floue dans laquelle les trottinettes et autres véhicules légers de ce type entreraient dans la catégorie des mobilités douces par opposition aux véhicules autonomes, tout en gardant une certaine réserve sur le sujet. La question qui se pose cependant est : aura-t-il un jour des trottinettes ou des vélos autonomes ?

La seule solution à cela semble être la ségrégation de l'espace public. D'après Sylvain Belloche il y a deux possibilités pour cela : séparer les véhicules autonomes des non autonomes, sans prendre en compte d'autres facteurs comme le type de véhicule ou l'usage, ou alors séparer les véhicules autonomes par vitesse, laissant cohabiter certains véhicules autonomes lents avec les mobilités douces. Lina Quiñones ne serait pas d'accord avec cette dernière option, car elle explique que les trottoirs bogotanis sont parfois étroits, encombrés ou en mauvais état, et si on ajoute dans ces espaces des nouveaux véhicules comme des robots-livreurs ils pourraient générer des nouveaux conflits d'usage. Alan Perkins précise que cette question ne devrait pas être un problème à Abou Dhabi, vu que les voies sont très larges et il y aurait largement de la place de les sous-diviser si besoin, notamment dans le cas où les véhicules autonomes réduiraient la nécessité d'espace pour la circulation.

Quoi qu'il en soit, ce qui semble clair est qu'il faudra une ségrégation de l'espace public, et d'ailleurs il pourrait s'agir d'une ségrégation très marquée car, si la totalité des véhicules en circulation dans une ville étaient autonomes et qu'ils sont tous programmés pour s'arrêter dès qu'ils perçoivent un obstacle –notamment un humain–, que nous empêcherait de traverser la rue à n'importe quel endroit et n'importe quel moment ? Qu'empêcherait un enfant de se mettre à jouer au milieu de la rue ou d'interrompre le passage des voitures juste pour s'amuser, pour reprendre l'exemple que Jean-Pierre Orfeuil avait donné lors d'une conférence à Brest en novembre 2018 ? Pour le bon fonctionnement des flux de circulation dans une métropole, la séparation entre les véhicules autonomes et les autres modes semble inévitable, mais comment empêcher les conflits ?

Un autre élément, très étudié par Dalia Hafiz et mentionné également par Steven Severance, est celui des espaces d'attente des véhicules. En effet, dans les lieux où la densité de population est importante, pendant les heures de pointe, de nombreuses personnes voudront prendre un véhicule au même endroit et au même moment. Même en remplaçant les espaces de stationnement par des espaces de montée et descente des passagers, il y aura un certain encombrement. En plus, si le modèle qui s'impose est finalement celui de la flotte de véhicules partagés, il y aura forcément des temps d'attente, comme c'est le cas aujourd'hui avec les véhicules à la demande. Les espaces de dépose-minute seraient donc conséquents, parce que les horaires de travail seront les mêmes pour beaucoup de monde donc des nombreuses personnes voudront arriver ou quitter leurs bureaux et leurs logements à la même heure. Ces espaces pourront évoluer vers des usages que l'on ne connaît pas aujourd'hui, avec des activités sociales ou commerciales pendant ces espaces de temps courts mais réguliers. Même l'architecture des bâtiments pourrait changer. Dalia Hafiz donnait comme exemple un quartier d'Alexandrie, où l'arrivée du tramway a changé sensiblement la forme des immeubles construits, même ceux dessinés par le même

architecte. Si notre rapport à la mobilité, à la ville, à la publicité ou au commerce change avec l'arrivée des véhicules autonomes, pourquoi l'architecture ne changerait-elle pas ?

Comme on le rappelait dans le chapitre précédent, Robert Venturi, Denise Scott Brown et Steven Izenour ont étudié dans les années 1970 comment la vitesse avait changé la forme de la ville : "Les échelles du mouvement et de l'espace -propres à l'autoroute- sont en relation avec les distances entre les édifices ; grâce à leur grande séparation, ils peuvent être perçus à grande vitesse." (Venturi et al., 1978, p. 73). De la même manière, la vitesse a aussi changé notre rapport à la publicité : "Les bâtiments, petits et bas, d'un gris brunâtre comme le désert, s'écartent de la rue qui est maintenant une autoroute, et ses fausses façades se détachent d'eux pour se placer perpendiculairement à cette autoroute sous la forme de grands et hauts panneaux publicitaires. Si l'on enlevait les panneaux, il ne resterait plus de lieu." (Venturi et al., 1978, p. 35) Or, le véhicule autonome, d'après tout ce qui a été dit jusqu'ici, changera à nouveau notre rapport à la vitesse de déplacement, aux distances ou à la publicité : comment est-ce que cela changera les formes urbaines ? On ne peut, aujourd'hui, qu'imaginer. Par exemple, les grands panneaux publicitaires que l'on trouve aux abords des routes ou des grandes avenues pourraient disparaître au profit de la publicité ciblée de l'intérieur des véhicules. La technologie des véhicules autonomes pourrait donc, si on suit la logique lancée dans *Learning from Las Vegas*, changer les paysages urbains et la forme des villes.

Enfin, si l'on réfléchit aux effets potentiels des véhicules autonomes sur la forme urbaine à une échelle encore plus globale, on revient sur un sujet déjà abordé : l'étalement urbain. Cependant, ce sujet a déjà été traité dans le chapitre sur la promesse 6, dans les conséquences de l'augmentation des vitesses de déplacement, et reviendra dans le chapitre suivant, sur la promesse 8.

Promesse 8. Écologie : une mobilité plus propre et plus durable

Parmi l'ensemble des promesses qui circulent sur les véhicules autonomes, celle-ci est sans hésiter la plus controversée et la plus incertaine. Le véhicule autonome sera-t-il plus propre ? Cette innovation constituera-t-elle, comme le prétendent certains, un nouveau tournant dans la lutte contre le réchauffement climatique ? La quantité de sources bibliographiques ayant traité la question est la plus grande parmi toutes les promesses présentées : pour certains, il est indéniable que le véhicule autonome supposera une amélioration majeure pour rendre la mobilité plus propre et plus durable. Pour d'autres, le véhicule autonome sera une catastrophe écologique de grandes dimensions. Cette ambivalence est bien visible dans l'étude menée par Anne Aguilera et Thomas Le Gallic, où ils analysent et comparent un très grand corpus de textes sur les véhicules autonomes : "l'intégration des véhicules autonomes au

système de transport pourrait selon leur étude réduire de moitié ou au contraire doubler les émissions de gaz à effet de serre liées à la mobilité des individus" (Aguilera, Le Gallic, 2019, p. 4) Les enjeux économiques et environnementaux sont si grands, que les discours deviennent parfois exagérés, sans nuance, dans les deux sens.

Les premiers discours sur les véhicules autonomes, ceux issus de rapports produits par des communicateurs et des entreprises de conseil nord-américains, sont généralement très optimistes sur leur impact environnemental. L'un des plus exagérés est celui de Tony Seba, communicateur étatsunien expert en 'disruption' qui écrit en 2017 un rapport de quatre-vingt pages sur le futur des transports, où il parle du 'TaaS', *Transport as a Service*, c'est-à-dire le modèle de véhicules autonomes partagés type robotaxis : "The TaaS disruption will bring dramatic reductions or elimination of air pollution and greenhouse gases from the transport sector, and improved public health. The TaaS transport system will reduce energy demand by 80% and tailpipe emissions by over 90%. Assuming a concurrent disruption of the electricity infrastructure by solar and wind, we may see a largely carbon-free road transportation system by 2030." (Seba, 2017, p. 9) Si l'optimisme de ce discours semble démesuré, il est important de comprendre que le discours généralisé sur le sujet, autant auprès des experts que dans les médias, a été fortement influencé par cette pensée, surtout les premières années depuis l'annonce de Google. Par exemple, plusieurs acteurs interviewés ont fait référence à Tony Seba lors des entretiens. Face à un discours aussi véhément, la réponse devient tout aussi ferme, comme on le voit dans le livre de Célia Izoard : "quel que soit l'usage qu'on en fait, les véhicules autonomes sont peut-être *incompatibles* avec l'idée d'aller vers des véhicules plus sobres" (Izoard, 2020, p. 31)

Afin d'approfondir la question sur des arguments solides, le Forum Vies Mobiles a commandé une étude sur le sujet à La Fabrique Écologique, étude réalisée par les chercheuses Jille Madelenat et Anahita Grisoni et publiée en mars 2021. Il s'agit d'une étude sérieuse de 120 pages qui cherche à comprendre les différents arguments, mais dont les conclusions sont assez claires : "le rapport de la Fabrique Écologique pour le Forum Vies Mobiles démontre que sa contribution [du véhicule autonome] à la décarbonation de la mobilité ne peut être au mieux que marginale. [...] Pire, sa diffusion risque à l'inverse d'augmenter fortement les émissions de CO2 liées au transport si on comptabilise non seulement celles liées à la circulation de la nouvelle flotte mais aussi celles attachées à sa production et à la multitude de données qu'elle générera." (Grisoni, Madelenat, 2021, p. 5-6) Ce rapport, très diffusé par la presse, a suscité des nombreuses réactions, parfois pour et parfois contre mais rarement mesurées. Depuis le secteur industriel notamment, où les enjeux économiques sont très forts, on a cherché à discréditer le rapport, en soulignant ses faiblesses et ses manques et en contrebalançant les arguments. L'un des meilleurs articles qui ont été publiés en réponse de ce rapport a été publié par Léonard, la plateforme prospective de Vinci. Dans cet article, Pierre Delaigue tente de nuancer un par un les principaux

arguments avancés par le rapport de La Fabrique Écologique, sans les nier mais plutôt réduisant leur importance. (Delaigue, 2021)

Globalement, le traitement de cette promesse dans les discours est très différent aux autres. Dans tous les autres cas, les promesses étaient plus ou moins crues par les acteurs, mais il y avait à chaque fois une base d'arguments plus ou moins solide qui fondaient la promesse, qui la soutenaient. Ces arguments ont été parfois discutés, voire contestés, mais les promesses ont jusqu'ici toujours été justifiées par des discours technologiques basés directe ou indirectement sur la conduite autonome des véhicules. Cette dernière promesse, contrairement aux autres, se base très généralement sur un constat : les véhicules autonomes seront des véhicules électriques. Cependant, tel qu'il a été expliqué dans le chapitre 1.2.3, ces deux technologies ne sont pas liées : l'une est une technologie de conduite et l'autre de motorisation. La preuve évidente est que les véhicules électriques actuels ne sont pas autonomes, et dans les tests de véhicules autonomes on a vu régulièrement des véhicules à moteur thermique équipés avec la technologie de conduite autonome. Par exemple, les expérimentations menées par Uber ont été faites grâce à un partenariat avec l'entreprise suédoise Volvo, en utilisant un modèle Volvo XC90, hybride avec un moteur thermique. Un autre exemple est l'entreprise Cruise, qui avait commencé ses tests avec des véhicules Audi A4 et S4, entièrement thermiques, jusqu'à l'acquisition de l'entreprise par General Motors en 2016. Même Google, puis Waymo, a souvent utilisé des véhicules hybrides, comme des Toyota Prius ou des Chrysler Pacifica, dans ses tests. En plus, les technologies de motorisation évoluent et s'adaptent aux différents types de véhicule, l'électrique n'étant qu'une solution parmi d'autres. Étienne Cadet explique que "l'électricité est devenue la panacée pour les véhicules qui circulent en ville parce qu'elle préserve la qualité de l'air que l'on respire. Mais on ne la stocke pas à bord dans un vulgaire réservoir parce que ce n'est pas un carburant, c'est déjà une énergie [...]. On a recours à des batteries qui, pour un véhicule lourd, ont un coût et un poids importants. [...] Une solution plus légère consiste à fabriquer l'électricité à bord avec une 'pile à combustible' dans laquelle on combine de l'hydrogène avec l'oxygène de l'air." (Cadet, 22/03/2019) Dans le même article, Étienne Cadet parle également du biométhane, produit à partir de déchets, dont le bilan carbone est favorable. Quelle sera réellement la technologie de motorisation des véhicules autonomes de demain ? Finalement, les bénéfices environnementaux des véhicules électriques sont eux-mêmes de plus en plus mis en question par différents experts. Sans entrer dans un débat qui dépasse largement les objectifs de cette recherche, si cette hypothèse se confirmait elle annulerait définitivement l'argument des véhicules autonomes écologiques en raison de leur motorisation électrique.

Ici, l'argument du véhicule autonome électrique sera donc omis. S'il est vrai que la tendance des politiques publiques et de l'industrie automobile semble mener vers une électrification du parc automobile européen et mondial, et que les deux

technologies coïncideront très probablement dans le temps, l'objectif ici est de comprendre l'aspect environnemental de la technologie d'autonomie des véhicules en elle-même.

Une autre différence importante entre cette promesse et les autres est la différence existante entre le traitement qu'on y donne dans la bibliographie et le traitement qui a été fait dans les entretiens. Si presque la totalité des sources bibliographiques étudiées dans le cadre de cette thèse qui parlent explicitement du véhicule autonome incluent la question environnementale, dans les entretiens le sujet n'a quasiment pas été abordé, et quand c'était le cas c'était très brièvement. Si l'on écarte les discours où l'on trouve l'amalgame entre véhicule autonome et véhicule électrique, les entretiens où la question a été abordée sont encore plus rares. Ceci est peut-être dû au fait que cette promesse fait partie, avec la 1 et la 5, des principaux arguments arborés pour l'acceptabilité du grand public : le véhicule autonome sera plus sûr, permettra une mobilité plus égalitaire et sera écologique. Cependant, l'incertitude existante sur les résultats fait que les acteurs ne la mettent pas en avant.

La première sous-partie de ce chapitre sera consacrée à l'explication des arguments qui expliquent en quoi le véhicule autonome est plus écologique que les véhicules conduits. Dans la deuxième sous-partie, cependant, il s'agira d'étudier les principaux arguments contre. Enfin, dans une troisième partie seront abordées certaines autres questions en lien avec la durabilité des véhicules autonomes.

L'objectif de ce chapitre est de présenter succinctement les arguments pour mieux comprendre les discours : nous n'entrerons pas dans les détails ni tenterons de les prouver ou les démentir. Il ne s'agit pas d'alimenter la polémique, mais de la comprendre.

A) L'explication

Comme cela a déjà été dit, nous passerons outre l'argument qui affirme que les véhicules autonomes seront écologiques parce qu'ils seront électriques, malgré le fait que des acteurs comme Johan Wachter ou Oliverio E. García Basurto l'ont avancé dans leurs entretiens respectifs. Sur quoi repose donc l'argumentaire qui défend l'écologie des véhicules autonomes ? Globalement, deux grands points sont mis en avant : le modèle des véhicules partagés et l'efficacité de la conduite.

Le premier point a déjà été abordé précédemment : il se base sur le changement de modèle de mobilité engendré potentiellement par les véhicules autonomes, pour aller vers des véhicules partagés. Si ce modèle finissait par s'imposer sous sa forme la plus vertueuse, les avantages pourraient être nombreux sur beaucoup d'aspects, y inclus le développement durable. Les deux études les plus représentatives sur ce modèle, celui sur Singapour et celui sur Lisbonne, en parlent amplement. L'un des

points principalement mis en avant par ces études est la réduction de la quantité de voitures : “Results suggest that an AMoD⁹ solution could meet the personal mobility need of the entire population of Singapore with a fleet whose size is approximately 1/3 of the total number of passenger vehicles currently in operation” (Spieser et al., 2014, p. 15). L’étude sur Lisbonne est encore plus optimiste sur ce point, puisqu’ils concluent que ce modèle de véhicules autonomes partagés, combinés à du transport public, permettrait que de réduire ce chiffre à seulement 10% de la flotte actuelle (OECD/ITF, 2015, p. 5). Cette diminution de la quantité de véhicules est vue comme un avantage écologique en elle-même, car aujourd’hui les véhicules sont utilisés une infime partie de leur temps de vie : seulement 4% d’après Tom Vögue (Mathieu, 2018, p. 6), même si ces chiffres peuvent varier. Le modèle des robotaxis est vu comme une manière d’optimiser l’utilisation des véhicules et, en conséquence, qu’ils deviennent bien plus rentables quant à leurs frais de fabrication –frais économiques mais surtout énergétiques et matériels.

Un avantage indirect de ce modèle et notamment du fait que l’utilisation des véhicules soit beaucoup plus intense est, comme l’indique le rapport sur Lisbonne, que “more intense use means shorter vehicle lifecycles and thus quicker adoption of new, cleaner technologies across the car fleet.” (OECD/ITF, 2015, p. 6) Cet avantage dépend cependant d’une supposée amélioration continue des technologies mises sur le marché sur le point environnemental, ce qui n’est pas certains, surtout ayant vu des évolutions récentes comme l’émergence des SUV.

Sur les quatre types de véhicules autonomes étudiés dans le cadre de cette thèse, un autre pourrait également avoir un impact positif sur l’environnement : celui de l’application des véhicules autonomes au transport en commun. Si l’on part du principe que les transports en commun sont plus écologiques que la mobilité individuelle, ce qui ne semble pas être discutable dans les grandes lignes, toute amélioration du transport en commun qui puisse le rendre plus attrayant pour la population serait, en conséquence, positive pour l’environnement. C’est le cas de points comme celui vu dans le chapitre sur la promesse 6 sur l’utilisation de la technologie d’autonomie des véhicules pour rendre les réseaux de transport en commun plus rapides, plus efficaces ou plus réguliers. Cependant, la promesse qui aurait un impact le plus direct sur l’environnement serait la troisième, puisque d’après celle-ci les véhicules autonomes permettraient d’éteindre les réseaux de transport public, et en conséquence de réduire l’utilisation de véhicules personnels. Le rapport piloté par le Movin’On Lab et la MACIF parle notamment sur l’utilisation des navettes autonomes pour générer du report modal et alimenter les réseaux de transport de masse.

⁹ *Autonomous Mobility on Demand (AMoD)* est l’expression qu’ils utilisent pour parler d’une flotte de véhicules autonomes à la demande, c’est-à-dire le modèle type robotaxi.

Au-delà du déploiement d'un modèle ou d'un autre, certains auteurs remarquent le fait que les véhicules autonomes pourraient avoir des bénéfices environnementaux en eux-mêmes, par les caractéristiques techniques de la technologie. Le point principal à ce propos est avancé par Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche dans leur ouvrage : "Le véhicule autonome conduira à une baisse des effets environnementaux négatifs : la technologie qui commande les véhicules autonomes ne connaît ni la nervosité, ni l'hubris, qui porte à montrer qu'on n'est pas une mauviette au mauvais conducteur qui vient de nous jouer un tour. Il en résulte une conduite plus souple et sans à-coups, réduisant les émissions polluantes et les consommations de carburant." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 100-101) À ces éléments, Jean-Louis Missika et Pierre Musseau ajoutent la possibilité de conduire en convoie, ce qu'on appelle aussi le platooning.

Si le point ci-dessus semble être le plus consensuel, Jean-Louis Missika et Pierre Musseau adjoignent deux autres points d'intérêt. D'un côté, ils indiquent que le poids des véhicules pourrait être réduit, parce que les avantages importants en termes de sécurité routière rendraient obsolètes certaines caractéristiques qui cherchent aujourd'hui à rendre le véhicule plus robuste et plus sûr. D'autre part, ils affirment que "les principales économies [d'énergie] sont liées à la conception des véhicules : de taille plus adéquate au regard des passagers transportés, avec des performances limitées au besoin de mobilité" (Missika, Musseau, 2018, p. 38). La question du design aurait une importance particulière dans le secteur de la logistique urbaine, où les véhicules pourraient s'affranchir des gabarits nécessaires à accueillir un conducteur humain.

B) Les critiques

Dans les critiques de la promesse, ou autrement dit les arguments qui vont à l'encontre de l'idée que le véhicule autonome sera une avancée positive en termes d'écologie, il y a deux grands groupes : ceux qui interviennent en tant que réponse aux arguments pour arborés précédemment, et ceux qui interviennent indépendamment.

Premièrement, une partie importante des arguments pour se base sur le scénario potentiel d'un véhicule autonome partagé, sous forme de flotte de véhicules à la demande type robotaxi. Or, ce scénario n'est qu'une possibilité, et même pas la plus probable. Lorsque l'étude du MIT sur Singapour apparaît en 2014, les recherches technologiques sur les véhicules autonomes ne font que débiter, et des acteurs comme Google ont clairement de l'avance sur leurs concurrents, ce qui est utilisé par des nouveaux acteurs comme Uber pour se positionner sur ce potentiel marché avec beaucoup de force. Cependant, aujourd'hui les recherches sur les véhicules autonomes, comme vu dans le chapitre 1.2.8, sont menées par une grande pluralité d'acteurs qui prônent des modèles différents. Quelques exemples sont Tesla, ainsi que les constructeurs automobiles traditionnels, qui avancent principalement sur un

modèle de véhicule individuel privé, à priori plus rentable pour leurs intérêts. Un autre exemple est celui d'Amazon et les grands acteurs de la logistique, qui voient le véhicule autonome comme une solution à la livraison urbaine, qui pourrait fortement réduire son coût et, en conséquence, augmenter davantage la quantité de trajets. Le modèle des véhicules autonomes partagés à la demande présente donc des bénéfices potentiels importants pour l'environnement, mais les autres modèles présentés, à l'exception de celui qui appliquerait la technologie au transport en commun, seraient globalement négatifs.

Cela dit, même le modèle des véhicules autonomes partagés à la demande comporte des risques importants, principalement "le risque de concurrence que présentent les robots-taxis avec les transports publics qui conduiraient inévitablement à une augmentation du parc automobile" (Maire, Scapin, 2021, p. 228). Ce risque était déjà avancé par l'étude de l'International Transport Forum sur la ville de Lisbonne, étude qui contemplait la possibilité d'avoir des robotaxis à côté ou en remplacement du transport public, les chiffres pour la deuxième option étant clairement pires : "Around 18% more TaxiBots and 26% more AutoVots are needed in scenarios without high-capacity public transport, compared to scenarios where shared self-driving vehicles are deployed alongside high-capacity public transport. Without public transport, 5 000 additional cars are required for the TaxiBot system and another 12 000 in the AutoVot system. Car-kilometres travelled would increase by 13% and 24% respectively." (OECD/ITF, 2015, p. 5)

Un point essentiel de ce modèle de véhicules autonomes partagés à la demande, peut-être même le point principal, est la réduction considérable de la quantité de véhicules en fonctionnement simultanément. Cependant, l'étude d'Anne Aguilera et Thomas Le Gallic montre que cette réduction n'est pas forcément synonyme de durabilité : "si plusieurs auteurs envisagent une réduction drastique de la taille du parc, le nombre de véhicules à produire ne diminue pas nécessairement. En effet, les véhicules sont utilisés bien plus intensément et atteignent en très peu d'années les kilométrages de fin de vie observés pour les véhicules actuels. Or, si les distances totales parcourues devaient augmenter, seuls un allongement significatif de la durée de vie kilométrique des véhicules pourrait diminuer les volumes de véhicules à produire." (Aguilera, Le Gallic, 2019, p. 31)

Au-delà des questions concrètes sur le modèle des robotaxis, André Broto fait une réflexion plus générale : "la crise de la COVID-19 a déjà profondément accéléré les changements dans notre conception de la mobilité et de nos besoins de transports des déplacements massifs et prévisibles des populations laissent place à des logiques beaucoup plus individuelles, segmentées et dispersées." (Broto, 2022, p. 146) Tous ces discours sur l'importance du partage des véhicules mis en avant par acteurs comme Dany Nguyen-Luong ou Erik Vergel ont été, en effet, fortement mis en question depuis la crise sanitaire de 2020. Une preuve de ceci est que l'entreprise Uber a arrêté son

service Uber Pool¹⁰ en 2020, suite à la crise, et ne l'a jamais relancé. Ils ont fait une tentative de remettre en fonctionnement ce service en 2022 dans une dizaine de villes étatsuniennes, avec un changement de nom (UberX Share), mais pour l'instant, à l'été de 2023, ils n'ont pas encore élargi le service à d'autres villes mondiales.

Un autre modèle de véhicules autonomes, rarement critiqué, est celui qui applique la technologie aux transports en commun. Pourtant, le rapport d'Anahita Grisoni et Jille Madelenat mentionne un risque potentiel de ce modèle : "Le troisième scénario, celui du développement de navettes autonomes pour le transport collectif des voyageurs, pourrait permettre des usages vertueux, mais son déploiement (mise au point de la technologie, développement d'infrastructures, etc.) risque de préparer le terrain pour un développement massif des usages les moins vertueux." (Grisoni, Madelenat, 2021, p. 5) D'après elles, tous les investissements publics alloués au passage des navettes autonomes pourraient aussi servir aux autres modèles, et donc financer indirectement des usages beaucoup moins vertueux comme ceux vus un peu plus tôt.

Les véhicules autonomes pourraient avoir plusieurs autres conséquences négatives sur l'environnement, certaines d'entre-elles ayant déjà été abordées dans les chapitres précédents. Deux d'entre elles dépendent directement du véhicule en lui-même et de son fonctionnement technique, et les deux autres qui seront étudiées dépendent, au contraire, des effets que le véhicule autonome pourrait avoir sur la mobilité et sur la ville.

Le rapport publié par La Fabrique Écologique parle des nouveaux objets et systèmes qui devront exister pour le bon fonctionnement d'un véhicule autonome : "le développement du véhicule autonome requerra inévitablement la mise en place, et donc la production, l'installation, la maintenance, le renouvellement et la gestion des déchets d'un ensemble d'objets embarqués (caméras, radars, lidars, etc.) ou intégrés dans l'infrastructure routière (unités de bords de route, signalétique, barrières de séparation entre deux voies, etc.)" (Grisoni, Madelenat, 2021, p. 115) Célia Izoard parle également sur cette question, en indiquant en plus que pour la fabrication de ces objets on utilise généralement des ressources naturelles rares qui présentent des forts enjeux écologiques, économiques et même géopolitiques, que le véhicule autonome consommerait en masse (Izoard, 2020, P. 73). Célia Izoard fait une réflexion d'ordre beaucoup plus général sur l'arrivée de ces nouveaux objets qui équiperaient les véhicules autonomes : "Je me demande aussi comment le principe même de remplacer un conducteur ou une conductrice, qui n'a besoin pour conduire que de son propre corps, par des milliers de capteurs, caméras, lidars, batteries, processeurs, *data centers* pourrait être une réponse écologique." (Izoard, 2020, p. 32)

¹⁰ Uber Pool est un service lancé par l'entreprise Uber qui permet de partager le même trajet avec des inconnus dans un même véhicule à la demande.

En plus de cette question, qui concerne le véhicule autonome en tant qu'objet matériel, il y a la question de son fonctionnement technique et, plus concrètement, la quantité immense d'information qui doit nécessairement circuler pour le bon fonctionnement du véhicule : "A travers la communication entre véhicules (V2V) ou entre les véhicules et l'infrastructure routière (V2I ou I2V), la mobilité autonome engendrera la production, l'échange et le stockage d'une quantité phénoménales de données à un coût énergétique majeur. Le prérequis de cette connectivité de tout instant et en tout point est le déploiement de réseaux de communication ultrarapide tels que la 5G qui générera de nouvelles consommations d'énergie" (Grisoni, Madlenat, 2021, p. 115) Or, tous ces échanges d'information ont un coût énergétique important, comme on peut le lire dans le rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab : "Cette problématique pose la question du refroidissement des centres d'hébergement des données (data centers), et du surplus d'émissions de gaz à effet de serre généré pour ce faire." (Maire, Scapin, 2021, p. 229) Célia Izoard a mené des recherches pour son ouvrage afin de chiffrer ces éléments : "Selon les chercheurs du Shift Project, un data center moyen consomme déjà en énergie l'équivalent d'une ville de 10 000 habitants, et les émissions de gaz à effet de serre dues au numérique augmentent actuellement d'environ 8% par an. Or, un véhicule autonome pourrait générer, selon le patron d'Intel, environ 40 téraoctets de données, soit l'équivalent de 80 disques durs d'ordinateur, pour huit heures de conduite." (Izoard, 2020, p. 31). Livier Vennin, d'EDF, ajoute une difficulté supplémentaire lors de son entretien, liée au surplus énergétique de ces échanges de données : leur imprévisibilité. En effet, il explique que la production d'énergie se fait par grandes périodes et ne peut pas être adaptée en fonction des besoins au cours d'une journée, principalement quand il s'agit d'énergie nucléaire. Les dépenses énergétiques liées au logement ou à l'emploi sont bien connues et la production actuelle se fait en fonction de ces connaissances, et la recharge des véhicules électriques pourrait se contrôler pour qu'elle coïncide majoritairement avec les heures creuses en termes de dépenses d'énergie, de sorte que le niveau de production d'énergie n'aurait presque pas besoin d'augmenter. Cependant, les dépenses d'énergie liées à l'usage d'internet sont très peu prévisibles et très peu gérables, et celles engendrées par les véhicules autonomes ne seraient pas une exception, pouvant s'ajouter aux pics de dépenses et nécessitant ainsi une augmentation importante de la production d'énergie.

Quant aux deux conséquences de l'autonomie des véhicules qui dépendent de son effet sur la mobilité et sur la ville, la première et la plus importante en termes de présence dans la bibliographie est la sur-mobilité que le véhicule autonome pourrait engendrer : "The overall volume of car travel will likely increase" (OECD/ITF, 2015, p. 5) Cette question a déjà été introduite précédemment, notamment dans le chapitre sur la sixième promesse : l'augmentation de la vitesse moyenne de déplacement, la commodité du porte à porte, la possibilité de rouler à vide ou la question du temps utile sont les principaux facteurs qui expliquent cette augmentation nette de

kilomètres parcourus. Bien-sûr, la possibilité de concurrencer les transports en commun en faveur des déplacements individuels serait un facteur encore plus marquant. Enfin, le fait que des populations exclues de la mobilité puissent y avoir accès de manière indépendante, comme vu dans la promesse 5, augmenterait logiquement aussi la quantité de véhicules et la quantité de kilomètres parcourus. Ces questions ont été traitées et expliquées dans des nombreuses sources bibliographiques. (Maire, Scapin, 2021, p. 228 ; Izoard, 2020, p. 34 ; OECD/ITF, 2015, p. 5 ; Mathieu, 2018, p. 16 ; Missika, Musseau, 2018, p. 40)

La dernière conséquence à étudier ici a également été mentionnée plus tôt : "Outre les impacts environnementaux considérables liés au développement en masse de véhicules high-tech, le scénario de mobilité individuelle risque de s'accompagner d'un accroissement de l'étalement urbain" (Grisoni, Madelenat, 2021, p. 4). Ceci aurait évidemment des effets importants sur l'environnement : "L'artificialisation des sols, largement accélérée depuis le passage au 'tout voiture' des années soixante-dix, s'intensifierait encore. Avec son lot de ruissellement, de disparition de puits de CO₂ et d'écosystèmes." (Mathieu, 2018, p. 16)

En conclusion de ce chapitre, on observe que le bilan écologique des véhicules autonomes est un sujet de tensions qui n'est pas encore tout à fait clair, mais qui penche quand-même plutôt vers un impact négatif sur l'environnement. Cet impact dépendra néanmoins en grande partie du type de véhicule autonome et du modèle qui s'imposeront.

Si les discours sur la durabilité des véhicules autonomes sont très fréquents, ils reposent en grande partie sur le fait que les véhicules autonomes seront électriques, comme on peut le voir en conclusion d'une étude menée par l'Université du Michigan en 2019, où les résultats sont très optimistes mais reposent presque exclusivement sur l'électrification de la flotte : "In the base case, transitioning from a baseline scenario with the current fleet of human-driven vehicles to a scenario with a fleet of electric ATs results in a 60% reduction in GHG emissions. This reduction is primarily due to electrification (57% decrease compared to the baseline) and less parking (1.5% decrease)." (Gawron, 2019, p. 44) Deux ans plus tard, dans l'Université de Harvard, une autre étude sur le même sujet abouti à des résultats bien plus pessimistes, malgré la prise en compte de l'électrification des véhicules et même dans le cas où ils seraient partagés : "The confluence of vehicle electrification, vehicle automation and vehicle sharing are viewed as a means of offering both cost-effective mobility on demand and reduced energy consumption and emissions. Our results suggest otherwise. Firstly, we demonstrate that—contrary to previous work—widespread proliferation of ATs may be impeded by financial considerations. Secondly, we establish that even limited

uptake of the technology may produce a net increase in energy consumption and emissions” (Nunes, 2021, p. 9-10)

Si le débat n’est pas encore clos, Anahita Grisoni et Jille Madelenat font remarquer en conclusion de leur étude que, finalement, ce n’est pas si important, puisque même si les véhicules autonomes étaient réellement une solution durable, leur massification sera trop tardive pour supposer un changement majeur face à l’urgence climatique à laquelle nous faisons face aujourd’hui : “En tout état de cause, les acteurs non industriels, que ce soient les chercheurs (CNRS) ou les pouvoirs publics (rapport Idrac), n’envisagent pas un déploiement massif de véhicules complètement autonomes avant 2050, c’est-à-dire après l’échéance fixée par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour atteindre la neutralité carbone. Le véhicule autonome ne peut donc clairement pas contribuer valablement à la course contre le changement climatique dans laquelle sont engagés les pays d’ici 2030 et 2050.” (Grisoni, Madelenat, 2021, p. 5) Pierre Delaigue, dans l’article qu’il publiait en réponse du rapport de La Fabrique Écologique, avait une vision plus optimiste à ce propos, puisqu’il y rappelle que, si les véhicules autonomes niveau 5 n’arriveront certes pas de suite, les véhicules avec un niveau d’autonomie avancé, niveaux 3 et 4, pourraient arriver plus tôt et avoir un impact à temps pour tenir les objectifs de décarbonation : “L’objectif de décarbonation de la mobilité à horizon 2050 ne pourra être atteint qu’en combinant des nouveaux services de mobilités (covoiturage, autopartage, services de bus sur autoroutes...) avec des leviers technologiques forts (motorisations décarbonées, carburants alternatifs, connectivité, automatisation...)” (Delaigue, 2021)

Face à ce manque de clarté quant à la propreté et la durabilité des véhicules autonomes, et face également à l’urgence climatique, autant Célia Izoard qu’Anahita Grisoni et Jille Madelenat se posent la question sur la convenance d’investir massivement dans une solution si peu sûre et si lointaine au lieu d’investir dans des solutions alternatives comme les mobilités douces ou les transports en commun.

2.2.4 – Les autres sujets du discours

Le discours sur les véhicules autonomes se construit à partir d’un certain nombre de promesses, qui dans cette thèse ont été regroupées en 8 chapitres. Cependant, ce discours se nourrit également de certains autres sujets, parfois très médiatisés au même titre que les promesses, voire plus, mais qui ne constituent pas une promesse au sens propre dans le sens où il ne s’agit pas d’une projection miroitante dans le futur des véhicules autonomes. Ici, le discours ne cherche pas à dire à quel point les véhicules autonomes seront merveilleux, mais plutôt à alimenter un débat ou une polémique. Trois sujets seront traités dans ce chapitre : la gestion des données, l’acceptabilité sociale, et le débat sur l’emploi. Chacun sera traité indépendamment des autres.

2.2.4.1 - La gestion des données

Les véhicules autonomes, comme cela a été présenté dans le chapitre 1.2.9, généreront une très grande quantité de données. La donnée, d'après Antoine Courmont, peut se définir comme "le résultat d'une mesure qui est collectée par des dispositifs sociotechniques variés qui ne cessent de se perfectionner" (Courmont, 2021, p.34) Cependant, A. Courmont rappelle que la donnée n'est qu'une représentation, partielle et réductive : pour qu'elle prenne une valeur quelconque elle doit être insérée dans une base de données, analysée et mise en réseau. Les véhicules autonomes et connectés, en tant que générateurs de données, se retrouveront des facteurs centraux des enjeux de la gestion des données : "Les véhicules connectés, qu'ils soient personnels ou intégrés à des flottes de services, généreront des masses de données inédites, non seulement sur l'existence personnelle des usagers de ces véhicules, mais aussi sur les contextes qu'ils traversent. L'usage qui peut être fait de ces données par ceux qui les collectent, qui les reçoivent, ceux qui en assurent l'acheminement, constitue un enjeu économique, un enjeu de citoyenneté, un enjeu de souveraineté." (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 236-237)

Oliverio García Basurto affirme avec optimisme que ces données peuvent supposer une opportunité inouïe d'amélioration de la ville et la qualité de vie de ses habitants, grâce à l'information supplémentaire sur le territoire, les habitants et leurs besoins. Cependant, comme on peut le lire dans le rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab de 2021, ces données pourraient aussi être monétisées par les acteurs privés et utilisées pour améliorer leur offre ou, dans le pire des cas, pour les vendre à d'autres entreprises. C'est pour cette raison que Jean-Louis Missika et Pierre Musseau expliquent que "la production d'une masse de données sur les déplacements par les véhicules et les plateformes de gestion et de pilotage des flottes va très rapidement poser le problème de savoir qui a accès à ces données" (Missika, Musseau, 2018, p. 13). Cependant, Antoine Courmont explique qu'une difficulté classique de la gestion de données est, justement, que les acteurs chargés de la captation de la donnée n'utilisent pas les mêmes outils pour le faire, et que ces données ne peuvent donc pas être mises en réseau avec des acteurs externes, ou tout du moins pas facilement (Courmont, 2021).

C'est tout ceci qui amène à Florence Hanappe à parler de "grand nerf de la guerre" en parlant de la data : avoir des informations précises, nombreuses et en temps réel est, en effet, fondamental pour la gestion des flux d'une ville, les intermodalités, ou même le *Mobility as a Service*. Elle prend notamment l'exemple du stationnement, car le fait de savoir à l'avance exactement où aller se garer supposerait un gain de temps très important. La question du partage de ces données est donc fondamentale, mais extrêmement complexe, comme le démontre Antoine Courmont

dans son ouvrage : "l'art de gouverner les données réside dans la capacité à composer entre différentes approches de régulation des flux des données" (Courmont, 2021, p. 182), car la diversité des acteurs, des sources ou des intérêts est trop grande.

Tout cette question de la gestion des données ouvre sur un sujet plus large : la question du *big data* et de la potentielle utilisation par les entreprises et les acteurs publics de données privées des usagers. Le rapport publié par le cabinet étatsunien McKinsey en 2015 sur les véhicules autonomes et connectés est optimiste sur la question : "Overall, customers seem to be more educated about the usage of their personal data and more willing to share this data than commonly assumed. [...] In general, it seems that concerns about data privacy will not be a major roadblock" (McKinsey, 2015, p. 17-18). Ils se basent sur le fait que d'autres technologies comme les smartphones recueillent et utilisent également des nombreuses données personnelles sans que cela semble poser problème à la majorité des usagers. Cependant, il s'agit toujours d'un sujet controversé.

2.2.4.2 - L'acceptabilité sociale

"Bien que la technologie soit quasiment prête, la société qui adopte cette technologie peut ne pas l'être." (Kurman, Lipson, 2018, p. 25) Cette citation de Melba Kurman et Hod Lipson, publiée en 2017 (même si l'ouvrage n'a été traduit au français que l'année suivante), résume à la perfection l'enjeu de l'acceptabilité sociale : si une technologie, si géniale soit-elle, n'est pas acceptée par les potentiels usagers, elle ne démarrera pas. Au-delà de son démarrage, les usagers potentiels peuvent aussi avoir une influence dans la forme prise par la technologie en question, comme l'indique Jonathan Spear. L'acceptabilité du public est donc une préoccupation majeure pour les industriels, mais moins pour d'autres types d'acteurs. Vue la nature de cette recherche, la question de l'acceptabilité sociale n'a généralement pas été un sujet central, sauf un peu dans les entretiens émiriens, où le sujet a pris de l'importance. La preuve est que sur la cinquantaine d'entretiens menés, il n'y a eu qu'une seule mention au sujet à Paris et une seule aussi à Bogota, tandis que dans les Émirats arabes unis il y en a eu sept. Aussi, les acteurs émiriens avaient un regard plutôt optimiste à ce propos pour la plupart, alors que les citations de Paris et de Bogota, ainsi que les sources bibliographiques françaises, évoquaient plus de réserves.

Les réserves concernant l'acceptabilité se basent sur différentes idées. Jean-Pierre Orfeuil et Yann Leriche parlent dans leur ouvrage sur la confiance que l'on porte sur la technologie, qu'il faudra construire : ils parlent d'un processus lent, petit à petit, grâce notamment aux aides à la conduite et aux niveaux d'autonomie intermédiaires, ainsi qu'aux navettes (Orfeuil, Leriche, 2019, p. 244-246). Nuha Abudia explique qu'à Abu Dhabi ils ont pris en compte ceci pour construire une stratégie qui vise à faire accepter la technologie par la population : il s'agit de réaliser des tests en priorité dans

des contextes académiques, parce qu'il s'agit de lieux généralement habités par une population plus ouverte d'esprit aux innovations, mais aussi parce que les actuelles jeunes générations sont celles qui devront utiliser les véhicules autonomes dans quelques années. Steven Severance ne pense pas que la question de la confiance dans la technologie soit une réelle barrière : d'après son expérience à Masdar City avec le Personal Rapid Transit d'abord et les navettes Navya aujourd'hui, la phase de surprise et de méfiance ne dure jamais très longtemps, les gens s'y habituant très vite. Il prend comme exemples l'ascenseur ou l'avion, des inventions qui ont créé beaucoup de scepticisme mais qui aujourd'hui sont totalement banalisées par la grande majorité de la population. Il faut noter que Masdar City est le type d'environnement dont parlait Nuha Abudia : très académique, axé dans la technologie et la science notamment, pas forcément représentatif de l'ensemble de la ville et encore moins d'autres territoires et d'autres régions du monde.

Un autre point potentiellement bloquant pour l'acceptation sociale des véhicules autonomes est l'amour à la conduite elle-même, sujet abordé par le rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab : "on retrouve ceux qui mettent au contraire en avant la spécificité de l'automobile et le rapport quasi charnel qu'ils peuvent entretenir avec la voiture. Dans cette perspective, ils soulignent que l'automatisation de la conduite va engendrer une disparition du plaisir de conduire, limitant de fait l'acceptation sociale d'une telle solution technologique. Il convient toutefois de souligner des différences significatives sur ce point entre les pays et les cultures nationales, les consommateurs européens, notamment en Allemagne ou en Italie, restant beaucoup plus attachés à la conduite que les consommateurs asiatiques, par exemple chinois." (Maire, Scapin, 2021, p. 223) Pour Alan Perkins, le fait que la conduite soit vue comme une activité récréative ne supposera pas un frein en lui-même, mais juste un ralentissement.

Daniel Jasmin, de la Société du Grand Paris, explique que la mutation technologique est souvent accompagnée d'une perte de qualité du service. Mais avec les services fondamentaux le niveau d'exigence est tel que c'est très difficile d'accepter une dégradation de la qualité du service, ce qui est le cas avec la mobilité. C'est également l'avis de Dalia Hafiz, qui parle de l'importance de la temporalité : il ne faut pas adopter cette technologie trop tôt, car dans ce cas la population ne verrait que ses aspects négatifs et les échecs. C'est aussi ce qui était dit dans le chapitre consacré à la promesse 1 sur la sécurité routière : si on permet la circulation des véhicules autonomes trop tôt il y aura forcément des accidents, et les accidents provoqués par la machine seront plus difficilement acceptés que ceux provoqués par l'humain. Pourtant, Dalia Hafiz pointe le fait qu'aujourd'hui on accepte facilement l'utilisation des voitures conventionnelles malgré tous leurs inconvénients : la pollution, le bruit, les accidents, etc. Jonathan Spear pense que la sécurité routière pourrait être justement l'argument définitif pour accélérer l'acceptation de cette technologie.

Antoine Claudepierre pense que l'acceptabilité ne sera pas un souci dans les Émirats arabes unis, car il s'agit d'une société très ouverte aux avancées technologiques. Ed Forrester a plus de doutes, en raison du grand mélange culturel qui existe dans le pays et principalement à Dubaï, qui pourrait rendre le défi de l'acceptabilité particulièrement difficile.

Quoi qu'il en soit, ce qui est certain est l'importance de l'acceptabilité sociale et la manière dont on la gère. Claudia Mercado parle de la peur du changement et du sentiment d'insécurité potentiels face à une technologie si différente. Elle explique que parfois les habitants d'un territoire peuvent refuser un changement s'il n'est pas bien présenté, malgré des améliorations évidentes. Elle donne exemple des voies réservées pour le transport en commun qui ont été mises en place à Bogota, et que beaucoup de personnes détestent parce qu'ils ont la sensation d'avoir perdu une voie, alors que ce système a montré avoir amélioré la sécurité routière, avoir augmenté la fluidité de la circulation ou avoir baissé les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, c'est très difficile de sensibiliser la population à ces questions globales et statistiques face à un constat direct et quotidien comme la 'perte' d'une voie. C'est exactement pour cette raison que Dalia Hafiz souligne l'importance des décideurs pour cette question : en fonction des décisions prises l'image de la technologie sera plus ou moins bonne.

2.2.4.3 - Le débat sur l'emploi

L'influence du véhicule autonome sur l'emploi a déjà été introduite dans le chapitre sur la promesse 5. Si l'acceptabilité sociale était l'un des principaux sujets de préoccupation des acteurs industriels, la question de l'emploi est l'un des principaux sujets de préoccupation des acteurs publics. En conséquence, ce sujet a souvent été traité dans les entretiens, notamment en Colombie, où 9 personnes différentes en ont parlé. Les deux arguments classiques concernant ce point sur l'emploi sont, d'un côté, la destruction massive d'emplois liés à la conduite professionnelle, et d'un autre côté la création de nouveaux emplois qui surgiraient pour combler les nouveaux besoins spécifiques des véhicules autonomes, comme l'entretien ou la maintenance.

La destruction d'emplois inquiète particulièrement en Colombie : le secteur de la conduction est un secteur très puissant, qui emploie une grande quantité de personnes et qui a également un poids politique très important par le biais de lobbies et de syndicats. Les potentiels problèmes de chômage ont été soulevés par plusieurs acteurs interviewés. Martín Rivera, conseiller municipal, affirme qu'il s'opposerait politiquement à une telle destruction d'emploi. María Baquero explique que le changement de vie de toutes ces personnes dont le travail est la conduite serait très difficile à gérer, et il faudrait mettre en place des politiques sociales très importantes. Nicolás Galarza, Vice-ministre à l'Aménagement Environnemental du Territoire, donne comme exemple le travail qu'ils font actuellement avec les politiques de

décarbonation, qui vont aussi réduire beaucoup d'emplois industriels de travailleurs qui sont parfois dans le secteurs depuis des décennies et dont l'expertise cumulée ne servira plus à rien, et dont la transition professionnelle est difficile à gérer. Juan Pablo Beltrán ajoute qu'en Colombie ils ont la particularité d'avoir la plateforme Uber qui opère de manière illégale, et qui emploi beaucoup d'immigrants –notamment vénézuéliens- qui auraient beaucoup de mal à trouver un emploi légal en raison de leur situation. Germán Lleras, quant à lui, parle de la nécessité de former ces personnes à des nouveaux métiers. Felipe Azcárate pense justement que les nouveaux métiers qui arriveront avec les véhicules autonomes, qui seront à priori plus créatifs et à plus haute valeur ajoutée, compenseront la perte des emplois de la conduite et amélioreront la qualité de l'emploi de ces travailleurs. Cependant, Florence Hanappe, de l'Atelier parisien d'urbanisme, explique que les nouveaux emplois ne répondront pas du tout au même profil et ne s'adresseront pas du tout aux même travailleurs : ainsi, même si la création de nouveaux emplois compensait vraiment quantitativement la destruction des emplois de conduite, il n'y aurait pas de remplacement, les anciens conducteurs professionnels restant au chômage pendant que d'autres catégories de population auraient une augmentation de l'offre d'emploi.

L'autre grand sujet de préoccupation concernant l'emploi en Colombie, également abordé par plusieurs acteurs, est celui de l'importance politique du secteur, qui s'opposerait fortement à la destruction massive de leurs emplois. Lina Quiñones explique que le syndicat des taxis est particulièrement fort en Colombie, étant celui qui a réussi le blocage de la régularisation d'Uber, toujours illégal dans le pays. On estime aujourd'hui, explique-t-elle, environ 100 000 chauffeurs de taxi dans le pays, en moyenne deux par véhicule. Ils ont déjà fait des protestations importantes pendant lesquelles ils bloquaient complètement la capitale du pays, obtenant ainsi assez facilement leurs requêtes. Juan Pablo Bocarejo et Felipe Azcárate parlent respectivement de l'importance des secteurs des camionneurs et des chauffeurs de transport public, tous les deux également très puissants politiquement. Un acteur, qui a préféré rester anonyme quant à cette intervention concrète, parle de cette question des syndicats et leur puissance comme un avantage indéniable des véhicules autonomes dans la gestion d'une ville, puisqu'on éliminerait un acteur politiquement puissant qui, en cas de grève ou de mobilisation, peut devenir très importun. Arantxa Julien aborde également cette question avec l'exemple de l'automatisation des ports de marchandises et du transport naval, secteur où les travailleurs avaient une très grande importance politique et sociale.

Un autre point lié à l'emploi, pour une fois en positif, est la difficulté qu'il y a de nos jours à recruter des conducteurs dans certains secteurs. Fernando Liesa explique qu'en Europe ou aux États-Unis il y a très peu de personnes prêtes à assumer un emploi dans le transport de marchandises de longue distance, qui implique de dormir souvent ailleurs que chez soi et être responsable de charges parfois précieuses en

échange de salaires relativement bas. María Baquero ajoute qu'en Colombie ils ont exactement la même difficulté, avec le problème ajouté du fait que des nombreuses entreprises étrangères, notamment étatsuniennes, viennent recruter des camionneurs colombiens, ce qui fait que si c'est généralement difficile de recruter des chauffeurs de poids-lourd en Colombie, c'est encore plus difficile de les garder. D'après Samuel Lysons, la problématique de la pénurie d'emplois est la même à Singapour, autant pour les poids-lourds que pour les transports en commun, mais Jonathan Spear ajoute que dans leur cas la problématique est un peu différente, parce que vue leur difficulté à recruter généralement ces emplois sont occupés par des migrants non-qualifiés de pays voisins comme la Malaisie, l'Indonésie ou les Philippines, un type d'immigration qu'ils cherchent à éviter pour prioriser une immigration plus qualifiée.

Quant aux Émirats arabes unis, Antoine Claudepierre pense que la destruction d'emploi non-qualifié ne serait pas du tout un problème dans le pays, parce qu'il s'agit d'un pays en croissance constante, avec une constante création de nouveaux emplois et où il n'y a pas du tout de chômage. En conséquence, si certains emplois venaient à disparaître ces travailleurs n'auraient aucun mal à trouver des nouveaux emplois dans d'autres secteurs. Au contraire, Scott Fennelly pense que s'il y a un problème avec l'emploi lié aux véhicules autonomes dans les Émirats arabes unis ce sera, au contraire, la création prévue des nouveaux emplois, car ce serait des emplois intermédiaires, plus qualifiés que ceux de conducteur mais pas autant que ceux des experts. Or, la population du pays se divise aujourd'hui entre ceux qui occupent des emplois très qualifiés, venus de pays dits développés, qui généralement ne restent pas très longtemps, et des travailleurs venus majoritairement du sud-est asiatique qui occupent des emplois non-qualifiés. Il explique qu'aujourd'hui, s'il y avait des véhicules autonomes et que l'un d'entre eux tombait en panne personne saurait le réparer. Cependant, il pense que ce problème pourra être résolu, il faudra juste attirer un nouveau type de population et former certains de ceux qui sont déjà sur place.

Deux derniers sujets liés à l'emploi ont été soulevés par les différents acteurs et ont de l'importance. Sergio Martínez parle des autres rôles qu'un conducteur occupe aujourd'hui au-delà de la conduite elle-même, autant dans la logistique que dans les transports en commun et même dans les taxis ou les véhicules à la demande. Comment remplacer ces tâches, qui peuvent aller depuis le portage des colis jusqu'à la sécurité des passagers ?

Finalement, Jean-Louis Missika et Pierre Musseau soulèvent un autre problème lié à l'emploi et aux véhicules autonomes, mais indirectement, non pas les emplois liés à la conduite mais les emplois liés à la conception et fabrication des véhicules : "La principale menace n'est pas technologique mais stratégique. Si les industriels européens n'arrivent pas à rivaliser avec leurs concurrents asiatiques et américains et à construire des coalitions d'acteurs aussi puissantes et diversifiés, la rupture technologique provoquerait une redistribution des cartes à leur détriment. Les emplois

de recherche et développement, à haute valeur ajoutée, pourraient désertir le continent européen. C'est pourquoi l'investissement, l'expérimentation, le déploiement ne peuvent pas faire l'objet de stratégies de retardement." (Missika, Musseau, 2018, p. 47-48)

2.3 - Le discours spécifique

Le discours spécifique est celui exprimé par des individus concrets dans un contexte particulier. Dans le cadre de cette recherche, on appellera 'discours spécifique' celui ayant été recueilli par le biais des entretiens, à travers une méthode expliquée en partie 1.3.1. Il faut noter que les discours écotés dans des conférences ou lus dans les textes sur le sujet sont également des discours dits par des individus concrets dans un contexte particulier. Cependant, même s'ils seront pris en compte dans le reste de la thèse, dans ce chapitre on se concentrera sur les discours prononcés par les acteurs interviewés.

Le discours global était défini ci-dessus comme un ensemble décousu de messages sur comment seront les véhicules autonomes et quelles seront leurs conséquences sur le monde, exprimé par une grande diversité d'acteurs. De ce discours global on a pu extraire des éléments plus ou moins constants, notamment les huit promesses présentées. Les discours spécifiques font partie du discours global et le conforment. Parfois, ils reflètent de manière fidèle les principaux éléments, et parfois ils s'en éloignent. Dans la partie suivante nous analyserons cet éloignement et ses causes.

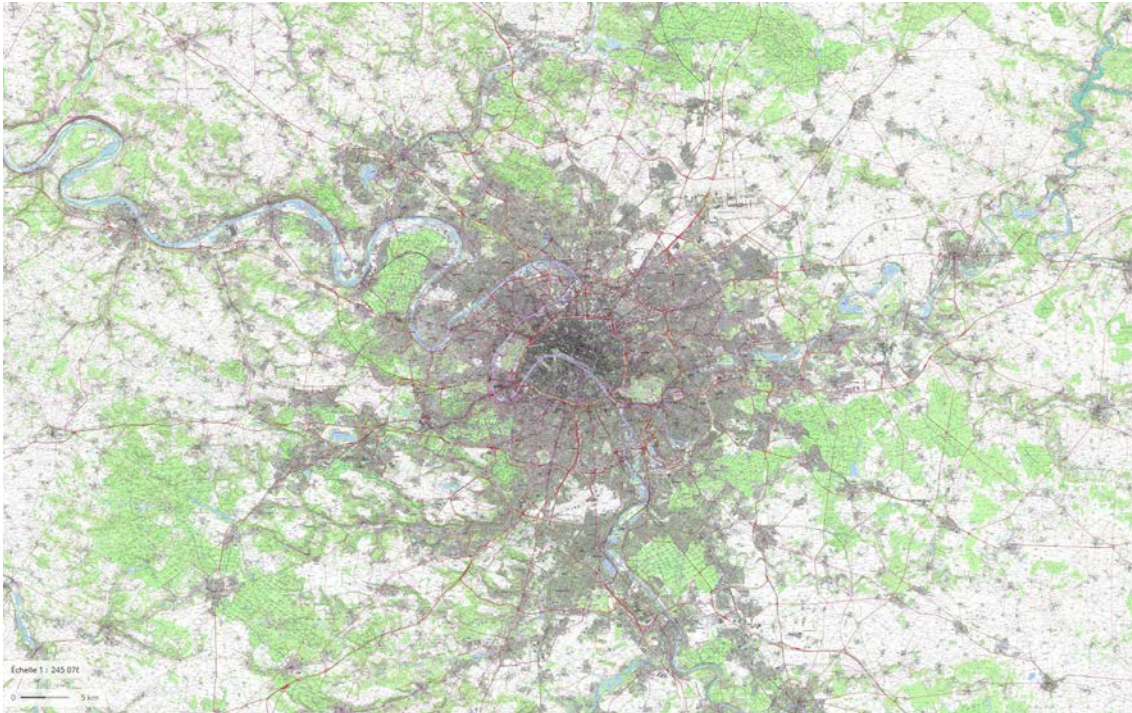
Dans cette sous-partie seront présentés les discours spécifiques recueillis dans cette thèse. Pour cela, il est nécessaire de faire d'abord un point très bref sur les contextes particuliers dans lesquels ces discours ont été prononcés. Ensuite, on présentera les discours spécifiques eux-mêmes, c'est-à-dire ce que les acteurs interviewés ont dit. Vu qu'il y a eu une cinquantaine d'entretiens réalisés pour cette recherche, le parti pris pour cette présentation des discours a été de proposer un plan thématique, au lieu d'aller entretien par entretien.

2.3.1 - Trois terrains, trois lieux, trois contextes

Au sein de ce chapitre seront présentés, très brièvement, les trois territoires étudiés. Il s'agit de trois territoires très complexes et intéressants, chacun d'entre eux ayant fait l'objet de très nombreuses études et de très nombreux ouvrages à leur égard. L'objectif de ce chapitre est de faire un rappel rapide des spécificités de chacun des territoires qui ont un lien direct avec le sujet de cette thèse. Ainsi, après une présentation générale rapide, deux points seront développés : d'un côté le système de

gouvernance, et d'un autre les grandes caractéristiques de son urbanisme et du fonctionnement de la mobilité.

2.3.1.1 – Paris, une grande métropole européenne



Carte topographique IGN de la métropole parisienne. Source : www.géoportail.gouv.fr

Paris, administrativement, est une commune d'environ deux millions d'habitants, située au nord de la France, dont elle est la capitale. Très densément peuplée, elle a une forte valeur patrimoniale qui marque son image internationale et la situe parmi les villes les plus touristiques au monde. La commune de Paris se trouve au centre d'une grande métropole, l'une des plus peuplées d'Europe, qui compte entre sept et treize millions d'habitants en fonction de l'aire prise en compte dans le calcul. D'après l'*Atlas des Franciliens* publié par l'Apur, la population francilienne continue de croître, mais à un rythme aujourd'hui plus lent que pendant la deuxième moitié du XX^{ème} siècle (Dugeny, 2013, p. 14). Très urbanisée, la métropole de Paris est traversée par la Seine.

La gouvernance de cette grande métropole est complexe. Deux échelons ressortent par-dessus les autres : la commune et la région. Ainsi, la ville de Paris et la Région Île-de-France concentrent la majorité des décisions importantes en matière d'aménagement du territoire et de mobilité. Si la ville de Paris est la commune centrale, la plus grande et la plus importante de la métropole, le territoire se divise en plusieurs centaines de communes différentes. Les jeux de pouvoir et les rivalités entre cette multitude de municipalités marquent la gouvernance au niveau local, avec des nombreux enjeux de coopération et de concurrence, ainsi que des continuités parfois

difficiles à travers les frontières communales. C'est l'échelon communal qui s'occupe notamment de la gestion de l'espace public et de toutes les voiries communales. Afin de simplifier ce jeu d'acteurs, un nouvel échelon est créé par loi au 1^{er} janvier 2016 : la Métropole du Grand Paris. Néanmoins, ce nouvel acteur ne comprend que le centre de l'aire métropolitaine et non pas la totalité. La Région Île-de-France a une compétence particulièrement importante pour le sujet qui nous occupe : les transports. Ainsi, l'échelon régional s'occupe de l'organisation des transports sur tout le territoire à travers Île-de-France Mobilités, l'autorité organisatrice de la mobilité, qui est dirigée par la présidente du Conseil Régional. Quant aux autres acteurs gouvernementaux, les départements assurent un rôle important dans la mobilité à travers la gestion des routes départementales, et les autoroutes régionales sont gérées par l'État français. Ce ne sont ici que les principaux acteurs et les principaux points en ce qui concerne la gouvernance métropolitaine de la mobilité à Paris.

L'urbanisme parisien représente bien celui des villes européennes, par son ancienneté et par une croissance urbaine constituée d'une superposition complexe de planifications diverses époques, ainsi que et de développements non-planifiés. Ceci a donné lieu à une morphologie urbaine très diversifiée.

Quant à la mobilité, la caractéristique principale est la densité de son réseau de transports en commun : "La Région parisienne est une des métropoles dont les réseaux de transports collectifs sont les plus étoffés au monde. [...] La Région parisienne dispose d'un des réseaux les plus maillés et offrant les fréquences les plus élevées au monde. Les transports collectifs assurent en 2010 en Île-de-France 8,3 millions de déplacements par jour." (Desjardins, 2017, p. 113) La voiture a donc une place plus petite que dans la plupart des autres grandes métropoles mondiales et continue à diminuer, sa part modale dans l'agglomération parisienne étant seulement de 33% en 2019 (SDES, 2020). Pourtant, la place de la voiture est très inégale sur l'ensemble de la métropole : si dans son centre les transports en commun et les mobilités douces sont largement majoritaires, dans les périphéries la part de la voiture augmente, devenant une nécessité dans certaines zones périurbaines. La Mairie de Paris a mené depuis plusieurs années une politique très forte de restriction de la voiture et de développement des mobilités douces. Il est important de mentionner également le Grand Paris Express, un grand projet d'élargissement du réseau de métro métropolitain qui viendra transformer les mobilités franciliennes.



Place Denfert Rochereau, Paris. Photographie personnelle

2.3.1.2 – Abou Dhabi et Dubaï, deux nouvelles métropoles en devenir



Deux vues de Dubaï. Photographies personnelles, février 2020

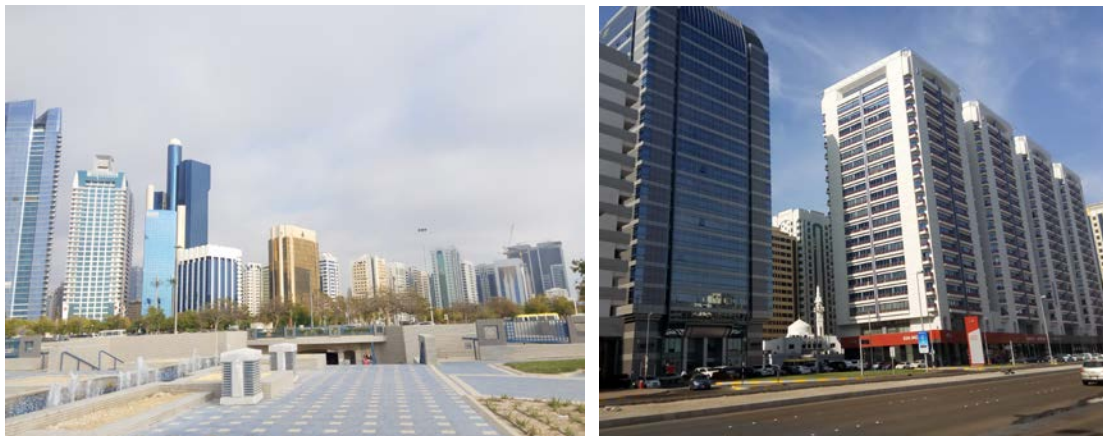
Abou Dhabi est la capitale des Émirats arabes unis, ainsi que de l'émirat d'Abou Dhabi, et compte un peu moins de deux millions d'habitants. Dubaï est la capitale de l'émirat du même nom et est la ville la plus peuplée du pays, dépassant les quatre millions d'habitants dans son aire métropolitaine. Il s'agit d'un pays de création récente, fondé en 1971, et de deux villes de développement très récent et très rapide. Si la croissance démographique est très importante, elle est due majoritairement à des flux migratoires, le pourcentage de population étrangère étant très élevé, notamment à Dubaï. Le climat est à la fois très aride et très humide, car il s'agit de deux villes côtières mais situées au milieu du désert. Les températures peuvent être très chaudes, surtout en été, avec des taux d'humidité très importants (Tétart, 2017, p. 34 ; Hill, Walsh, 2018, p. 15). L'économie du pays repose en grande partie sur les ressources pétrolières, qui se trouvent majoritairement sur le territoire de l'émirat d'Abou Dhabi.

Dubaï, cependant, s'est efforcé de diversifier son économie avec succès, puisqu'ils ne dépendent plus du pétrole (Davis, 2007, p. 19). Malgré la richesse du pays, les inégalités sociales sont très importantes.

Les Émirats arabes unis sont un état fédéral, où chaque émirat a une forte indépendance. Cependant, au sein de chacun d'entre eux le pouvoir est très centralisé. À Dubaï, l'ensemble des compétences en lien avec la mobilité reposent sur la *Roads and Transport Authority*. L'émirat d'Abou Dhabi est beaucoup plus grand en surface et comporte deux grandes villes, Abou Dhabi et Al Ain. En conséquence, la gouvernance est un peu plus partagée, entre les trois municipalités qui divisent son territoire (les deux grandes villes plus les territoires ruraux) et l'*Integrated Transport Centre*, qui regroupe à nouveau toutes les compétences liées à la mobilité.

S'agissant de deux villes très récentes, elles se caractérisent toutes les deux par des formes urbaines très planifiées. Le maillage de la voirie est orthogonal et les rues sont généralement larges et confortables, avec des infrastructures de grande qualité. Dubaï se démarque un peu par un centre-ville qui rappelle les formes traditionnelles des villes arabes, avec des ruelles petites et sombres afin de se protéger du soleil. De plus, le développement urbain de Dubaï a été conçu suivant très clairement une structure de type *Transit Oriented Development*.

Les deux villes ont des voiries très larges à grande capacité, en plus de compter des trottoirs larges et des pistes cyclables. Cependant, la croissance démographique de Dubaï, couplée à un développement orienté autour d'une seule très grande autoroute urbaine, rend la circulation routière difficile et encombrée, ce qui n'est pas le cas à Abou Dhabi. Les deux villes sont équipées d'un réseau de bus assez dense et peu cher, mais peu pratique. Dubaï s'est dotée d'un métro qui comporte aujourd'hui deux lignes, mais dont une troisième est projetée. Si des projets de métro, ainsi que d'autres types de transport en commun ferré, existent à Abou Dhabi, la construction n'a pas encore été entamée.



Deux vues d'Abou Dhabi. Photographies personnelles, février 2020

2.3.1.3 – Bogota, une grande métropole dans les montagnes



Vue de Bogota depuis le Cerro de Monserrate. Photographie personnelle, mars 2022

Bogota est la capitale de la Colombie. Elle comporte actuellement environ onze millions d'habitants dans son aire métropolitaine. Située en pleine cordillère des Andes, elle est située à environ 2 600 mètres d'altitude de moyenne, ce qui fait de Bogota la mégalopole la plus haute du monde. D'un climat frais et pluvieux constant tout l'année en raison de sa proximité de l'équateur, elle a été bâtie entre des versants escarpés et des anciens marécages desséchés. En conséquence, les sols sont souvent instables et les infrastructures coûteuses.

Deux acteurs ressortent en ce qui concerne la gouvernance : l'État central et la ville de Bogota. Il est important de préciser que la commune de Bogota embrasse la grande majorité de l'aire métropolitaine, environ huit sur les onze millions d'habitants. Bogota a une grande autonomie vis-à-vis de l'État en comparaison avec les autres villes colombiennes, mais reste très dépendantes en termes de financement notamment. Au sein de la municipalité, la *Secretaría de Movilidad* s'occupe d'une grande partie des compétences en matière de mobilité. Une entité administrative englobant l'ensemble de la métropole a été créée en 2020, l'*Área metropolitana de Bogotá*, mais elle n'a pas encore de véritable poids politique. Le département de Cundinamarca, qui contient la capitale, ainsi que les communes limitrophes, "ont dans l'ensemble une position défensive à l'égard de la capitale colombienne, redoutant son influence négative, mais cherchant dans le même temps à en tirer tous les avantages possibles liés à sa proximité." (Dureau et al., 2004, p. 291)

Bogota est une ville très ancienne, mais son développement démographique a été très rapide depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle. Ceci a donné lieu à une urbanisation peu planifiée et parfois chaotique, surtout dès que l'on s'éloigne du

centre-ville. D'après Alberto Ortiz, ce développement urbain s'est fait principalement en suivant les besoins de la voiture : "La capital colombiana obedece a principios de ordenamiento que satisfacen las necesidades de los vehículos antes que las necesidades de las personas. [...] Con esto, se han castigado los modos colectivos y no motorizados de viaje." (Ortiz, 2019, p. 27) Le relief très prononcé a donné lieu à une certaine ségrégation sociale en fonction de la facilité d'accès aux quartiers.

La mobilité de Bogota se caractérise par la présence du Transmilenio, un réseau de bus à haut niveau de service en site propre très performant, complété par des nombreuses lignes de bus classiques. De plus, une première ligne de métro est actuellement en construction, et un périphérique urbain a vu le jour en 2018. Cependant, malgré ces efforts, la part modale de la voiture reste aujourd'hui majoritaire, ce qui donne lieu à des nombreuses externalités négatives, comme l'explique Felipe Jara : "El problema radica en que, con una tasa de motorización en constante crecimiento, las externalidades negativas, producto de esta circunstancia, tienden también a agudizarse, reflejándose directamente en el incremento de la congestión vehicular, la reducción de la velocidad comercial de la ciudad, el aumento del tiempo de desplazamiento de los habitantes, el empeoramiento de la calidad del aire y finalmente en un nivel mayor de accidentes de tránsito, convirtiéndose, de paso, en uno de los dilemas que mayor atención y tensión genera entre planeadores urbanos, ingenieros de transporte y tomadores de decisión." (Jara, 2017, p. 87) Le vélo et les mobilités douces prennent de plus en plus d'importance dans la mobilité bogotane, mais le relief et les longues distances sont une barrière importante pour un développement généralisé.

2.3.2 - Les réponses aux entretiens

Lors de la cinquantaine d'entretiens réalisés, à peu près les mêmes questions ont été posées. Évidemment, comme cela a déjà été expliqué dans la partie méthodologique, les différences de contexte et de langue ont provoqué quelques différences entre les questions posées dans chacun des territoires. En plus, il y a eu à chaque fois une adaptation au profil de la personne enquêtée, car certaines questions étaient plus pertinentes que d'autres pour chacun des acteurs : par exemple, ce n'est pas pareil de s'adresser à un agent public qu'au représentant d'une entreprise privée. Enfin, il a fallu également s'adapter au contexte de l'entretien lui-même et à son rythme : par exemple, l'entretien avec Ismail Zohdy, à Dubaï, a été particulièrement court en raison de son agenda, ce qui a impliqué qu'il a fallu sélectionner les questions à poser. Un autre exemple est l'entretien avec Alan Perkins, également à Dubaï, car M. Perkins était particulièrement bavard, ce qui a fait que malgré une durée d'entretien tout à fait raisonnable (plus d'une heure) toutes les questions n'ont pas pu être posées.

Cela dit, le contenu thématique des entretiens est globalement le même à chaque fois, avec quasiment les mêmes questions posées et les mêmes sujets traités. La comparaison pure des réponses entre elles est donc tout à fait possible et donne quelques résultats intéressants. Une analyse plus poussée sera faite dans la partie suivante, 2.4.

De manière globale, on peut déjà apporter un élément de comparaison entre les trois territoires qui est lié à leur contexte politique et gouvernemental. Dans la métropole parisienne, l'une des caractéristiques principales est le dit "millefeuille territorial", et en conséquence l'on trouve une diversité de réponses en fonction de l'institution publique représentée par l'enquêté : ville de Paris, région, État... Dans les Émirats arabes unis la gouvernance est très centralisée au niveau de l'émirat, mais il y a des très fortes différences entre Dubaï et Abou Dhabi, intéressantes à soulever. À Bogota, il y a comme à Paris une grande diversité d'institutions qui se répartissent les compétences de manière un peu confuse, sauf que dans ce cas le périmètre d'action est bien plus uniforme et la hiérarchie entre les institutions est plus claire, la complexité étant moins liée à une concurrence entre institutions comme cela peut être le cas à Paris qu'à la difficulté générale pour agir qu'ont ces institutions.

Pour la rendre plus claire, la présentation des réponses sera divisée en cinq chapitres : le premier portera sur la première question posée dans les entretiens, les trois suivants sur les trois principaux sujets évoqués, et le dernier inclura les autres questions et sujets plus minoritaires.

2.3.2.1 - Une première question unanime

Pensez-vous que le véhicule autonome aura une influence sur la ville de demain ?

Afin d'entrer en matière et poser le sujet, le choix a été fait de commencer les entretiens par une question très simple et très générale, qui a donné lieu autant à des réponses parfois très brèves et sèches (« Oui. »), parfois à des très longues dissertations qui couvraient plusieurs sujets différents. Ceci permettait de comprendre le rythme et le ton de l'entretien, et parfois même une première approche de l'attitude de l'enquêté vis à vis des véhicules autonomes. Cette première question permettait ainsi de mieux adapter la suite de l'entretien à l'enquêté et aux facteurs externes potentiels, puisque la préparation en amont ne pouvait pas donner tous les éléments.

Si dans les terrains parisien et bogotanis cette question a systématiquement été posée au début des entretiens, dans les Émirats arabes unis elle était posée plus tardivement, le choix ayant été de se renseigner plutôt par des questions de contexte en priorité, en particulier sur la stratégie de développement de véhicules autonomes à Dubaï, et sur le rôle de Masdar à Abou Dhabi. Quoi qu'il en soit, la question est claire :

pensez-vous que le véhicule autonome aura une influence sur la ville de demain ? La réponse a été tout aussi claire, presque unanime : oui.

Néanmoins, ils ont été nombreux à mettre en garde : oui, mais pas n'importe lequel et pas n'importe comment. Autrement dit, les véhicules autonomes auront une influence sur la ville de demain, mais seulement certains types de véhicule et sous certaines conditions. Cette première question a servi notamment pour comprendre à quoi ils ou elles pensaient face à l'expression "véhicule autonome" et quels sont les types de véhicules autonomes qu'ils envisageaient comme souhaitables ou réalistes. C'est grâce principalement à cette question qu'il a été possible de formuler le point 1.2.6 où l'on a mis en place une typologie des véhicules autonomes en fonction de leur usage car. En effet, sauf dans des très rares exceptions, l'ensemble des enquêtés parlent seulement de véhicules individuels, de robotaxis, de navettes et de transport de marchandises, cette dernière catégorie étant à son tour très large, allant des robots livreurs aux poids lourds. Certains types de véhicules qui auraient pu être envisagés ne sont quasiment pas apparus dans les discours, comme par exemple les bus autonomes, seulement mentionnés par Catherine Goniot et Claudia Mercado, qui sont pourtant arrivés dans l'actualité plus tardivement avec la mise en place de tests, ou encore des véhicules de service comme des camions poubelle ou nettoyage des rues, qui n'ont été mis sur la table que par Florence Hanappe.

Si les quatre types de véhicules autonomes mentionnés apparaissent régulièrement dans les discours, tous les acteurs ne parlent pas des quatre. Le moins présent dans les réponses était clairement le transport de marchandises, qui à son tour était plus présent dans son volet urbain que dans son volet longue distance. Le plus présent dans les discours des acteurs interviewés était le transport en commun, et plus concrètement les navettes. En effet, ce sont les navettes autonomes qui ont été majoritairement testées dans les trois territoires, ce qui a sûrement influencé les discours. De plus, le fait que la plupart des acteurs occupassent des postes proches à la sphère décisionnelle les a rendus plus sensibles aux problématiques du transport public plutôt qu'à celles des robotaxis ou des véhicules individuels. Il est intéressant de préciser que les acteurs dont le profil était très technique, comme Jean-Laurent Franchineau de l'Institut Vedecom, ou ceux issus du secteur des équipementiers, comme Julien Vick, étaient moins intéressés par l'usage potentiel du véhicule que par la technologie elle-même, ne précisant donc pas le type de véhicule envisagé.

C'est également dans cette question où l'on observe l'inclusion ou pas des véhicules sur rails (et notamment le métro) en tant que véhicules autonomes. Pour rappel, dans la stratégie pour le développement des *self-driving transports* à Dubaï le métro automatique est inclus et prend un rôle important au sein du document. Ceci est dû, comme il a été vu dans le chapitre 1.2.2, à l'utilisation du terme anglais '*self-driving*', autrement dit qui se conduit soi-même, ce qui permet d'inclure les véhicules automatisés. Malgré l'utilisation de ce terme dans un document aussi important que la

stratégie de Dubaï, l'inclusion des véhicules ferrés en tant que "véhicules autonomes" a rarement apparue dans les réponses des entretiens. En France ce n'a jamais été le cas et dans les Émirats arabes unis on ne trouve des références au métro qu'à Dubaï, et seulement de la part de deux acteurs issus d'entreprises de conseil qui travaillent en forte collaboration avec la RTA. À Bogota, l'arrivée prochaine d'une première ligne de métro, déjà en construction, aurait pu avoir comme effet l'élargissement du concept de 'véhicule autonome', vu qu'il s'agit d'un métro sans conducteur avec un degré d'automatisation niveau 4, d'après Xiomara Torrado, de l'entreprise publique chargée de la gestion du futur métro. Ainsi, dans trois sur les quatre villes étudiées il y a des métros automatiques en service ou en construction (le projet de construction d'un métro à Abou Dhabi n'est pas assez avancé pour savoir s'il s'agira d'un métro automatique, il faudra d'abord que le projet se concrétise). Pourtant, ce n'est qu'à Dubaï que celui-ci est inclus dans la stratégie de développement des véhicules autonomes au même niveau que les navettes ou les robotaxis, même dans certains discours. Les raisons de ceci seront analysées un peu plus loin.

2.3.2.2 - Des politiques publiques variées pour essayer de réguler les véhicules autonomes

Après une première question pensée pour entrer en matière, le premier sujet abordé dans les entretiens a été celui des politiques publiques : comment les véhicules autonomes viendront changer ou influencer les politiques publiques ? comment les politiques publiques peuvent-elles agir sur l'arrivée probable des véhicules autonomes ? Deux questions, la deux et la trois des questionnaires parisien et bogotanais, qui semblent très similaires mais qui cachent une troisième question fondamentale : les pouvoirs publics seront-ils capables d'anticiper l'arrivée des véhicules autonomes ou seront-ils plutôt obligés à réagir face à leur arrivée, comme cela a été le cas très souvent par le passé ? L'un des derniers exemples en date étant l'arrivée des vélos et des trottinettes électriques en libre-service, qui a pris pour les premiers les villes complètement au dépourvu, créant des nombreux problèmes, de manière qu'à l'arrivée des trottinettes quelques mois plus tard certaines villes -les plus rapides- avaient déjà réussi à développer des outils de contrôle. Dans les territoires étudiés, l'attitude face à cela est très claire : à Dubaï, en raison de leur ambition de devenir pionniers, ils ne peuvent pas être réactifs, de manière qu'ils essayent de mettre tout en place pour agir bien en amont et diriger l'arrivée des véhicules autonomes à leur convenance. À Paris l'objectif est similaire : moins ambitieux et plus précautionneux, ils cherchent tout de même de s'avancer dans la mesure du possible afin de ne pas être obligés de prendre une position réactive. Autant à Abou Dhabi qu'à Bogota, l'attitude est bien différente : ils comptent bien observer comment cela se passe dans les territoires pionniers (dont leur voisin Dubaï pour les émiriens) avant de

prendre des grandes décisions, prenant ainsi le risque d'une arrivée rapide de la technologie qui les prenne au dépourvu.

Quant à la question, loin de l'unanimité de la question précédente, ici les réponses ont été très diverses principalement pour deux raisons : l'inégalité dans les connaissances des enquêtés sur les politiques publiques, et l'inégalité dans les connaissances des enquêtés sur les véhicules autonomes. Ainsi, on peut diviser les réponses en trois grands groupes qui n'ont rien à voir avec les territoires d'enquête mais plutôt en lien avec le profil de l'enquêté. Bien évidemment, il y a un certain nombre d'enquêtés qui étaient très connaisseurs sur les deux sujets, qui ont pu m'apporter des réponses très complètes. Il s'agissait globalement de personnes d'un profil technique travaillant pour la sphère publique, parfois directement dans une collectivité ou alors dans un cabinet ou une institution de conseil auprès des collectivités. Un deuxième groupe d'enquêtés, souvent issus de la sphère privée, étaient très connaisseurs des véhicules autonomes mais très peu sur les politiques publiques de leur territoire, de manière que leurs réponses étaient généralement sorties du discours global que l'on a étudié précédemment et peu liées à la réalité du territoire. Finalement, un troisième groupe d'enquêtés, plus petit, était très connaisseur des politiques publiques mais peu connaisseur sur les véhicules autonomes. Ce troisième groupe a surtout apporté des connaissances sur le fonctionnement général des politiques publiques sur leurs territoires, sans être vraiment capables d'appliquer ces connaissances à une potentielle arrivée de cet objet technologique.

Dans le cas parisien, le premier des terrains étudiés, la majorité des enquêtés restent dans une optique de réalisme face au problème : quels sont les outils dont les territoires disposent et comment les mettre à l'œuvre. Il s'agit d'un pragmatisme surprenant face aux envolées imaginaires de certains discours, où l'on imagine des véhicules autonomes déjà largement démocratisés et dont le développement technologique est abouti. La question de "comment agir face à eux" les ramène à une réalité proche et donc à des outils actuels et directement liés à la mobilité et aux compétences des collectivités. Dans les Émirats arabes unis, comme expliqué dans le chapitre sur la méthodologie, il a été décidé de poser plus de questions sur le contexte spécifique, et en conséquence pour éviter que le questionnaire soit trop long les deux questions sur les politiques publiques ont été regroupées en une seule. Pour cette raison, les réponses ont été plus courtes et moins concluantes. Lors de la préparation du troisième terrain, face au manque de réponses très claires sur cette question dans le terrain émirien, il a été décidé de revenir à la version précédente du questionnaire et d'aborder le sujet des politiques publiques avec deux questions distinctes. Grâce à cela, il a été possible d'avoir plus d'information dans les réponses.

Le lien entre véhicules autonomes et politiques publiques peut donc être abordé de deux manières, qui répondent aux deux questions différentes posées à Paris et

Bogota : d'un côté, comment les politiques publiques peuvent agir en tant qu'outils pour gérer l'arrivée des véhicules autonomes et contrôler leur développement ; d'un autre côté, comment les véhicules autonomes peuvent influencer les politiques publiques à leur arrivée.

Pour le premier point, deux types d'outils ressortent particulièrement, les deux explicitement mentionnés par Laurent Calvalido : la réglementation et la gestion de l'espace public. Ce sont les deux principaux leviers d'action des collectivités territoriales dans les trois territoires étudiés, avec quelques singularités.

Le premier grand levier d'action potentiel des collectivités pour contrôler le développement des véhicules autonomes sur leur territoire est, logiquement, la réglementation. Celle-ci peut prendre des nombreuses formes et dépendra bien-sûr des objectifs sous-jacents. Néanmoins, la réglementation peut prendre globalement quatre formes : l'interdiction, la taxation, l'autorisation sous condition et l'incitation, toutes les quatre très liées les unes aux autres. Ainsi, Paul Beauvallet, très inquiet par la saturation des routes franciliennes et très adepte du partage des véhicules, suggère la possibilité de taxer les véhicules roulant à vide, ce qui est l'un des grands risques des véhicules autonomes comme cela a été vu précédemment (2.2.3), tout en admettant que ce serait une mesure techniquement difficile à mettre en place avec les technologies actuelles. La possibilité d'établir un péage urbain comme ceux de Londres ou Singapour a également été évoquée à plusieurs reprises, mais se heurte à une difficulté différente : celle de défendre un tel projet face à ses propres électeurs, une barrière politique soulevée par Monsieur Beauvallet. Quoi qu'il en soit, la possibilité d'établir des taxes ou des redevances à certains types de véhicules afin de gérer leur développement, dont le problème principal est le contrôle de cette mesure, est un outil soulevé à plusieurs reprises. Manuel Rodríguez donne comme exemple la politique de taxation mise en place à Bogota pour limiter l'utilisation de véhicules individuels privés, où seulement peuvent circuler les véhicules dont la plaque d'immatriculation finit par un chiffre pair ou impair en fonction du jour. Hoda Alkhzaimi parle de la possibilité d'avoir des taxes différentes en fonction du type de ménage ou de leurs revenus, comme c'est déjà le cas dans certaines villes.

Les autorisations sous condition peuvent prendre plusieurs formes. Ici, trois ont été évoquées : l'homologation, la licitation et la licence. L'homologation est un outil essentiel, puisque c'est à ce moment que l'on décide de questions aussi importantes que les standards de sécurité, et plus généralement le type de véhicule et ses principales caractéristiques. Lina Quiñones et Germán Lleras parlent du fait qu'il faudra exiger des standards de sécurité importants, profitant de l'arrivée des véhicules autonomes pour aligner l'exigence de ces standards à celle des pays européens ou nord-américains, car aujourd'hui l'homologation de véhicules en Colombie est beaucoup plus simple qu'ailleurs. Cependant, l'homologation se fait généralement au niveau national, les collectivités territoriales n'ayant pas de prise là-dessus : c'est tout

du moins le cas en France et en Colombie, dans les Émirats arabes unis la question de l'homologation se fait au niveau de chaque émirat.

La licitation est une solution qui, contrairement à la précédente, peut très bien s'appliquer au niveau local. Le cas évoqué par différents acteurs interviewés, dont Catherine Goniot, est celui des vélos et, surtout, des trottinettes électriques, cas d'étude récents qui ont occupé les acteurs publics pendant des mois au moment des entretiens ou peu de temps avant. Juan Pablo Bocarejo expliquait en détail la gestion faite à Bogota pour l'arrivée des trottinettes, puisque c'est lui qui en a été le responsable dans son rôle d'Adjoint à la mobilité. La licitation leur a donc permis d'encadrer l'arrivée des trottinettes pour éviter un débordement comme il y a eu dans certaines autres villes en limitant la quantité de véhicules, ils ont également pu réguler les prix et contrôler le type de service qui était donné aux usagers, en plus de mieux négocier le partage des données récoltées. Le levier principal pour mettre en place ce système était l'utilisation de l'espace public de la part des engins, pour lequel les entreprises devaient payer. En contrepartie, la ville devait s'engager à dédier certains espaces au stationnement des trottinettes. Sur les cinq entreprises retenues, trois étaient internationales et les deux autres étaient locales. Cependant, la crise sanitaire de 2020 a éliminé les trottinettes à Bogota. Pierre Musseau explique que la possibilité d'établir un cahier de charges en amont permet de canaliser les efforts de l'entreprise dans le déploiement de la technologie, et prend quant à lui l'exemple du développement de la 5G, qui a été un succès. Cependant, Juan Pablo Bocarejo prévient du fait que les véhicules autonomes sont une technologie beaucoup plus complexe que les trottinettes et qui arrivera par le biais d'entreprises beaucoup plus puissantes, tout en étant porteurs d'enjeux beaucoup plus importants. La gestion de ces véhicules ne sera donc pas aussi facile que les cas présentés.

La possibilité de donner des licences, à l'image des permis de conduire actuels, est aussi une idée potentielle. Cependant, Paul Beauvallet explique qu'une mesure qui s'adresse directement aux entreprises aurait un impact bien plus direct et massif qu'une mesure qui s'adresse aux utilisateurs individuels. Il prend comme exemple pour cela le transport de marchandises, où quelques grandes entreprises gèrent des flottes de véhicules importantes, de sorte qu'une mesure à leur égard impliquerait qu'un grand nombre de véhicules l'appliquent d'un seul coup. Reprenant l'idée des autorisations pour circuler, cela voudrait dire que cette mesure serait bien plus efficace si elle s'adresse à des entreprises comme par exemple les entreprises de VTC (véhicule de transport avec chauffeur) Uber ou Waymo, plutôt qu'à des usagers de véhicules individuels privés.

Le dernier levier réglementaire présenté par les enquêtés est celui de l'incitation. Il s'agit d'encourager les entreprises ou les particuliers à adopter une nouvelle technologie, ce qui peut être fait en parallèle des mesures vues précédemment. L'incitation peut être faite avec des bonus ou avec des exemptions. Les bonus à l'achat

sont un grand classique, que l'on a vu en France par exemple pour l'achat de vélos électriques. Dany Nguyen-Luong propose la possibilité d'établir des « péages positifs », dans lesquels on récompense les usagers de la voirie qui ont un comportement vertueux, partageant leur véhicule en heure de pointe par exemple. L'exemption dans le paiement de certaines taxes ou impôts est également une manière habituelle d'incitation. C'est le cas par exemple en Colombie au niveau national, où les voitures électriques sont exonérées de certains impôts grâce à la loi 19/64 de 2019, comme l'explique Johann Wachter, qui la juge pourtant insuffisante. María Baquero ajoute que le gouvernement local de Bogota a mis en place aussi ce type de mesures, notamment avec les entreprises de transport public pour l'adoption de bus électriques. De mesures de ce type existent également à Abou Dhabi, d'après Hoda Alkhzaimi.

L'autre grand levier d'action potentiel des collectivités pour contrôler le développement des véhicules autonomes sur leur territoire est la gestion de l'espace public. Celui-ci offre un potentiel de contrôle important sur le véhicule autonome, un objet technologique à priori très dépendant des infrastructures. De cette manière, comme le suggèrent par exemple Julien Vick ou Ismail Zohdy, ce sera aux collectivités locales propriétaires de l'espace public (principalement les communes) de décider si on équipe ou pas les infrastructures présentes sur leur territoire pour les adapter au passage des véhicules, ainsi que le type d'équipement que l'on mettrait en place, pouvant ainsi guider la manière dont ces véhicules viendraient s'inscrire sur leur territoire. La gestion de l'usage de l'espace public permet d'agir de manière assez similaire à la réglementation, avec des restrictions à l'usage de certaines parties ou l'interdiction à d'autres, ce qui peut inciter à des usages différents. Par exemple, Dany Nguyen-Luong parle de la possibilité de créer des voies réservées, même s'il pense que ces voies devraient être dédiées aux véhicules partagés, qu'ils soient autonomes ou pas. En plus, d'après Julien Vick les véhicules autonomes auront des besoins divers en matière d'équipement (voir 1.2.9) et donc, même si une commune aurait peut-être peu de prise sur l'installation de la 5G sur son territoire, elle aurait en principe bien plus de pouvoir décisionnel quant à des éléments comme le marquage au sol, les panneaux de signalisation ou l'installation de bornes de référence, tous essentiels pour le bon fonctionnement des véhicules autonomes. Erik Vergel parle aussi de la possibilité de fixer les limites de vitesse des infrastructures urbaines, et Claudia Mercado ajoute que l'on peut aussi contrôler les priorités d'usage de l'infrastructure par les différents types d'usagers. Enfin, Paul Beauvallet souligne que la politique de stationnement, outil actuellement efficace pour agir sur l'usage de la voiture, pourrait également s'utiliser pour réguler l'usage des véhicules autonomes.

Deux réponses sortent du lot quant à la manière dont les politiques publiques peuvent agir vis à vis des véhicules autonomes. La première, donnée par Paul Beauvallet, affirme qu'une possibilité d'action est par le biais des politiques industrielles. Monsieur Beauvallet est Directeur des Transports au sein de la Région Île-

de-France, institution qui possède quelques compétences industrielles, ce qui explique son regard original sur la question. En effet, via des mesures incitatives sur la recherche industrielle à propos des véhicules autonomes on pourrait diriger la manière dont ceux-ci seraient développés en amont. En plus, agissant sur l'industrie directement on pourrait entreprendre des partenariats et des accords par exemple avec les gestionnaires routiers, de manière à trouver des accords sur les besoins de production et les caractéristiques techniques des uns et des autres. Pour que cette mesure soit vraiment efficace elle devrait s'appliquer à une échelle le plus large possible, ce qui explique que les acteurs issus de la Ville de Paris ou d'autres municipalités n'en parlent pas vraiment. Ce sujet sera traité plus en détail plus tard.

L'autre réponse qui sort du lot est celle donnée autant par Oliverio García Basurto que par Florence Hanappe. D'après la cheffe de projet à l'Apur, le sujet majeur du futur proche de la mobilité, y inclus les véhicules autonomes, c'est la data. En effet, les données sont la matière première sur laquelle se construit le monde numérique, le nouveau pétrole comme on dit. La production, la gestion et la réutilisation de données sont donc de plus en plus des activités essentielles, et les institutions ou entreprises qui réussiront à les maîtriser auront beaucoup gagné dans les dynamiques économiques et de pouvoir, comme le démontre Antoine Courmont dans son ouvrage de 2021 *Quand la donnée arrive en ville*. Les véhicules autonomes seront un outil fondamental dans l'écosystème de la data, car ils seront des producteurs de données phénoménaux et aussi des très grandes consommateurs. Une politique publique intelligente autour des questions des données pourrait donc être un outil très efficace pour contrôler le développement de ces véhicules et leur ancrage au territoire. Pierre Musseau explique que la ville de Paris travaille dans une optique de partage des données, entourée d'une association internationale de villes qui travaillent également sur ces questions, l'*Open Mobility Foundation*. Cependant, il explique que le partage de données est très compliqué à gérer parce que dès qu'on accède aux données de certaines entreprises grandes avec beaucoup d'utilisateurs (CityMapper, par exemple) on accède à un flux de données tellement massif qu'il faut des très grosses infrastructures pour le stocker, le traiter et l'utiliser, des très gros serveurs, ce qui implique des coûts exorbitants. Or, les véhicules autonomes pourraient générer bien plus de données que cela. Il est donc important de faire attention à ce que l'on impose en termes d'Open Data, afin d'être sûrs d'avoir les moyens économiques, techniques ou humains d'assurer la gestion de ces données.

Un dernier point était soulevé autant par Véronique Berthault, à Paris, que par Nuha Abudia, à Abou Dhabi. Il ne s'agit pas d'une question de politiques publiques au sens propre, mais plutôt un prérequis en amont : l'importance des expérimentations. En effet, il est essentiel de connaître en détail le fonctionnement, les atouts et les faiblesses d'une technologie avant de réguler son usage, et les expérimentations sont le meilleur moyen pour y arriver. Nuha Abudia explique que la stratégie de la ville

d'Abou Dhabi est justement de faire d'abord des nombreux tests, et ensuite s'occuper du cadre réglementaire, avant de développer enfin la technologie.

Tous les sujets vus jusqu'ici répondent à la première manière d'aborder la question, celle sur comment les politiques publiques peuvent agir en tant qu'outils pour gérer l'arrivée des véhicules autonomes et contrôler leur développement. L'autre axe de la question a été beaucoup moins traité dans les entretiens, mais mérite tout de même d'être abordé. Il s'agit de comprendre comment les véhicules autonomes peuvent influencer les politiques publiques à leur arrivée.

Plusieurs acteurs interviewés pensent que les acteurs industriels vont jouer un rôle prépondérant dans la manière dont les véhicules autonomes influenceront les politiques publiques, malgré tous les éléments vus en première partie de ce chapitre. C'est le cas d'Antoine Claudepierre, qui travaille lui-même pour Navya, une entreprise de véhicules autonomes, mais également de Lukas Sokol ou de Martín Rivera. Ce dernier explique qu'en Colombie les institutions publiques sont très lentes en raison d'une bureaucratie très lourde, ce qui fait que la capacité de réaction face aux nouveautés est très limitée. Il pense que le secteur industriel arrivera avec la technologie toute prête et que cela générera un grand débat, la réglementation n'arrivant qu'en dernier. D'après Juan Pablo Bocarejo, c'est à peu près ce qui s'est passé avec Uber et les véhicules à la demande, dont le problème n'a toujours pas été réglé. Manuel Rodríguez ajoute que les institutions publiques colombiennes, et globalement latino-américaines, sont généralement assez faibles, surtout économiquement, ce qui déséquilibre davantage la balance de pouvoir vis-à-vis des entreprises privées.

Cependant, le lien entre véhicules autonomes et politiques publiques est plus subtil, et aussi plus large. C'est Laurent Calvalido qui indiquait lors de son entretien que le développement des véhicules autonomes dans le monde dépendra principalement des facteurs culturels de chaque pays et chaque territoire, et non pas seulement du secteur industriel. Lui, il prenait l'exemple du Japon, pays dont la population est très vieillissante et qui a une véritable culture de soin aux personnes âgées. D'après lui, cette question a fait qu'au Japon on soit particulièrement sensible à la question de l'accessibilité, ainsi qu'à la mobilité des zones rurales reculées. Le discours de Monsieur Calvalido est confirmé et complété par Jeehoon Ki dans l'étude comparative qu'il réalise en 2020, où il compare les politiques de développement des véhicules autonomes de la Corée du Sud, du Japon et de la France. L'importance du contexte culturel est également l'un des piliers de cette recherche.

Au final, si l'on croit aux promesses vues précédemment et aux différents scénarios prospectifs, le véhicule autonome pourrait changer fortement les villes, les territoires et la vie de leurs habitants. Ceci implique qu'indirectement cette nouvelle

technologie bouleverserait également les politiques publiques en général, à tous les niveaux. Nous ne pouvons pas connaître aujourd'hui la manière exacte dont ces politiques seront transformées, mais lors des entretiens il y a eu des nombreuses réponses qui évoquent des possibilités, certaines d'entre elles déjà évoquées dans les chapitres sur les promesses. Nicolás Galarza, Erik Vergel ou Dalia Hafiz pointent le changement le plus évident : celui sur les politiques de planification urbaine et d'aménagement du territoire. Cependant, le vice-ministre signale également les politiques énergétiques et Juliana Montoya parle des politiques écologiques et de préservation de la biodiversité. Alan Perkins pense que certains des changements potentiels évoqués comme l'étalement urbain ou la réduction des besoins de stationnement pourrait aussi avoir un impact sur les politiques de logement. Quant à l'amélioration potentielle de la sécurité routière et la baisse des émissions de CO₂, ceci pourrait mener, selon Colin Hill, à une réduction notable des besoins des soins, ayant donc une influence dans les politiques de santé publique. María Baquero ajoute que la destruction d'emploi, entre autres conséquences des véhicules autonomes, pousserait également à des changements dans les politiques sociales. Enfin, Jonathan Spear ou encore Colin Hill affirment que la réduction potentielle des coûts de la mobilité permettrait aux gens de dédier une part moins importante aux déplacements quotidiens et donc augmenter notablement leur pouvoir d'achat et leur qualité de vie, ce qui impliquerait une relance de l'économie globale. Ce ne sont que quelques exemples évoqués dans les entretiens sur comment les véhicules autonomes pourraient influencer et transformer les politiques publiques actuelles, mais évidemment on pourrait penser à beaucoup d'autres aspects encore.

Pour conclure, quelles différences pouvons-nous observer entre les différents territoires étudiés ? Sur le premier aspect de la question, celui sur la possibilité des politiques publiques de gérer et contrôler l'arrivée potentielle des véhicules autonomes, on peut observer quelques différences dans les réponses des entretiens. Dans les politiques réglementaires, la possibilité de taxer certains types de véhicules a été particulièrement présente dans les entretiens parisiens, même si l'intérêt des acteurs de la capitale française se porte principalement sur le partage des véhicules, plutôt que sur leur potentielle autonomie de conduite. Cependant, autant à Paris qu'à Bogota on a insisté sur la grande difficulté politique pour mettre en place des mesures qui visent à restreindre la mobilité, comme les taxes ou les péages, même si les raisons sont différentes. Quant aux politiques incitatives, elles ont eu de l'importance surtout dans les entretiens colombiens. Les autorisations sous réserve ont été évoquées dans les trois territoires, notamment l'homologation et la licitation. Généralement, les différents acteurs interviewés se sont basés pour répondre sur des expériences récentes ou d'actualité au moment de l'entretien, notamment sur l'arrivée des trottinettes électriques et sur l'incitation aux voitures électriques. Quant à la gestion

de l'espace public comme outil pour contrôler l'arrivée probable des véhicules autonomes, la question a eu de l'importance dans les trois territoires.

Quant au deuxième volet de la question, celui à propos de l'influence des véhicules autonomes sur les politiques publiques, une seule différence entre territoires ressort particulièrement : la crainte vis-à-vis de la puissance des entreprises privées et leur pouvoir pour imposer leur technologie. Cette crainte a rarement été évoquée à Paris et a même parfois été niée lorsque le sujet apparaissait en entretien. Cependant, autant dans les Émirats arabes unis qu'en Colombie a été évoquée la possibilité de devoir assumer un rôle réactif, presque défensif, face au pouvoir économique des industriels. Ceci peut sembler surprenant en provenance d'un territoire aussi riche que les Émirats arabes unis.

Si les deux axes de la question du lien entre véhicules autonomes et politiques publiques ont été évoqués, qu'en est-il de cette troisième question sous-jacente dont il était question en introduction de ce chapitre ? Les pouvoirs publics seront-ils capables d'anticiper l'arrivée des véhicules autonomes ou seront-ils plutôt obligés à réagir face à leur arrivée, comme cela a été le cas très souvent par le passé ? Nous pouvons affirmer, d'après les réponses aux entretiens, que sur les trois territoires étudiés l'outil principal qui permettrait de contrôler l'arrivée des véhicules autonomes et de la diriger à la convenance des habitants est la gestion de l'espace public et des infrastructures. Cependant, cette gestion est très chère à mettre en place, ce qui est la principale faiblesse des institutions publiques face à la puissance économique des grandes entreprises multinationales qui sont en train de développer cette technologie. Quant aux outils réglementaires, ils semblent avoir une utilité principalement pour diriger le développement de la technologie, plutôt que pour le contrôler réellement ou, pire, le limiter. Si les homologations sont un outil fort, il est de portée nationale et échappe aux autorités locales. Quant aux politiques restrictives et incitatives, il s'agit de mesures relativement faibles face au marché de l'automobile, comme on a pu le voir très clairement avec l'arrivée des SUV en France ou la difficile adoption des véhicules électriques dans le marché individuel colombien. Globalement, les différentes mesures réglementaires paraissent avoir de la force principalement quand elles s'adressent à des entreprises qui gèrent une flotte de véhicules, qu'il s'agisse de transport en commun, de logistique ou de transport à la demande, mais elles semblent beaucoup plus faibles face au marché privé.

2.3.2.3 - Gouvernance, périmètre et rôles des acteurs

Le deuxième grand sujet abordé dans les entretiens est celui de la gouvernance. Si dans le précédent il a été question des outils, ici il s'agissait de savoir qui allait s'occuper d'utiliser ces outils. Pour obtenir cette information, à Paris il y avait une seule question (la question 4), qui se divisait en deux sous-questions : « Quel type de

gouvernance pensez-vous serait le plus adéquat pour agir sur le véhicule autonome ? Et sur quel périmètre ? ». Dans les questionnaires émiriens, la question était posée un peu différemment, avec un intérêt porté particulièrement sur le rôle spécifique des différents acteurs et sur la prise de décisions, sans mettre l'accent sur le périmètre puisque celui-ci n'y a pas une grande complexité. À Bogota, la question sur le périmètre d'action revenait, tout en gardant l'intérêt sur les rôles spécifiques de chaque acteur.

Ce sujet se divise donc en plusieurs points. D'un côté, il y a le jeu de rôles existant entre institutions et collectivités publiques, où se trouvent les différentes compétences et outils. À ce jeu de rôles du secteur public s'ajoutent certains autres acteurs comme notamment les entreprises et les citoyens, complexifiant davantage le jeu de rôles précédent. Enfin, il y a aussi la question du périmètre d'action. La quantité de réponses à cette question est très importante, mais la grande majorité des acteurs se sont concentrés sur l'un de ces points, qui ont eu plus ou moins d'importance en fonction des territoires. À Paris, le jeu de rôles institutionnel est au centre des réflexions, ainsi que la question du périmètre d'action. Dans les Émirats arabes unis, ce qui a suscité le plus de réponses est le point sur les rôles relatifs entre le secteur public et le secteur privé. À Bogota, la question du périmètre n'est presque pas apparue dans les discours, mais le rôle des différents acteurs publiques et privés si.

Certains acteurs interviewés ont profité de cette question sur la gouvernance pour expliquer le fonctionnement actuel de la gouvernance de la mobilité dans leurs territoires. Ceci a été très apprécié, puisque ces explications venaient souvent accompagnées de commentaires, sensations, détails ou exemples que l'on ne pourrait pas trouver facilement dans un document bibliographique. Ces éléments de gouvernance se retrouvent expliqués en détail ailleurs dans cette thèse : d'un côté, de manière très brève, dans le chapitre sur le contexte des trois terrains étudiés, et d'un autre côté dans la troisième grande partie du document dans le chapitre sur les acteurs. Si dans le chapitre sur les contextes ont été présentés les différents acteurs et institutions tels qu'ils existent aujourd'hui, avec leurs fonctions et leurs compétences respectives, dans la partie trois on fera une analyse détaillée, basée sur les entretiens et la bibliographie, de comment ces jeux d'acteurs pourraient être transformés avec l'arrivée des véhicules autonomes, à partir notamment des intentions. Ici, il s'agira de voir les éléments purement de discours qui sont apparus dans les entretiens, sans entrer dans des analyses approfondies.

Dans la métropole parisienne, les trois niveaux principaux de gouvernance en France ont été mentionnés : l'État, la Région Île-de-France, et le niveau communal. La Métropole du Grand Paris, c'est-à-dire la métropole administrative, a été nommée à plusieurs reprises mais généralement sans lui donner une grande importance pour autant. Les autres intercommunalités n'ont généralement pas été évoquées. L'Union européenne est aussi apparue brièvement dans certains entretiens. Enfin, le troisième

niveau de collectivité territoriale française, le département, n'a jamais été évoqué. Le niveau national –et supranational- intervenait dans les discours dans son rôle législatif, notamment pour les autorisations et les homologations, mais également de temps en temps en tant que financeur. Le niveau régional apparaissant dans le rôle qui lui est attribué en tant qu'autorité organisatrice de la mobilité (AOM), dans le cas parisien à travers Île-de-France Mobilités. Le niveau communal -et intercommunal- prenait sa place dans les discours grâce à son rôle de gestionnaire de l'espace public et de la voirie. Certains acteurs, comme Hugues Boucher ou Julien Vick, plutôt issus de la sphère privée, parlent de l'importance d'avoir de la cohérence entre les différents niveaux et une bonne articulation entre les multiples acteurs concernés. D'autres acteurs, certainement influencés par le poste qu'ils occupaient au moment de l'entretien, se concentraient davantage sur l'un des niveaux de gouvernance, lui donnant plus d'importance. Par exemple, Dany Nguyen-Luong, de l'Institut Paris-Région (à l'époque IAU), expliquait que les compétences d'Île-de-France Mobilités le rendent l'acteur principal dans la gestion des véhicules autonomes, puisqu'ils ont une visibilité de l'ensemble du système. Paul Beauvallet et Laurent Calvalido, de la Région Île-de-France, vont même plus loin et proposent que l'autorité organisatrice de la mobilité francilienne prenne des compétences supplémentaires sur la voirie, afin de renforcer son rôle. Cependant, Pierre Musseau, de la Mairie de Paris, souligne dans son entretien l'importance de la gestion de l'espace public par l'échelon communal, qui se trouve plus près des riverains.

Dans le cas des Émirats arabes unis, on retrouve un système public d'acteurs bien plus simple que le système français, puisqu'il se compose de seulement deux échelons, pour Dubaï, ou trois pour Abou Dhabi : le niveau fédéral, le niveau de l'émirat et, dans le cas d'Abou Dhabi, la municipalité. En effet, dans l'émirat d'Abou Dhabi il y a deux grandes villes : Abou Dhabi elle-même, la capitale, et Al Ain¹¹. Le niveau de gouvernance le plus important est, de loin, l'émirat, puisque l'indépendance de chacun des émirats vis-à-vis de l'état central est très grande. Ceci est différent, encore une fois, entre les deux villes étudiées, puisque l'émir d'Abou Dhabi est également le président du pays et son émirat est le plus riche, alors que l'émirat de Dubaï a moins d'importance politique, mais a une activité économique plus ambitieuse, la plus grande ville et est globalement plus reconnu à l'international. Au sein de l'émirat de Dubaï, comme on l'a vu dans le chapitre sur le contexte, tout le pouvoir en lien avec la mobilité et les transports est centralisé au sein de la *Road and Transports Authority* (RTA), qui s'occupe aussi bien de la gestion de la voirie que des permis de conduire ou, bien-sûr, de la gestion des transports. Il n'existe donc aucun

¹¹ Al Ain se trouve à la frontière avec Oman, à l'intérieur des terres, et en conurbation avec une ville omanie. Quatrième ville du pays en population, elle n'a pas encore atteint le million d'habitants, mais sa croissance est très rapide autant en population qu'en importance. Elle compte par exemple l'une des universités les plus importantes du pays, qui mène des recherches sur les véhicules autonomes, ou encore le club de football le plus titré et suivi.

débat sur l'acteur qui devrait s'occuper de la gestion des véhicules autonomes à Dubaï : ce sera la RTA. À Abou Dhabi, les compétences sont plus réparties, mais se trouvent toutes au sein d'une institution qui les englobe : *Abu Dhabi Department of Municipalities and Transport* (DMT), au sein duquel se trouvent les trois municipalités¹², ainsi que l'*Integrated Transport Centre* (ITC). Au moment des entretiens, l'organisation institutionnelle de l'émirat venait de changer, et les acteurs interviewés n'avaient pas encore appréhendé la nouvelle, les réponses recueillies n'ayant pas été très complètes sur le sujet. Cela dit, la nouvelle organisation est plus similaire à celle de Paris, les municipalités s'occupant notamment de l'espace public et de la voirie pendant que l'ITC s'occupe notamment de la gestion et l'organisation des transports en commun, des taxis, des mobilités douces et du stationnement (itc.gov.ae). Face à cela, la grande majorité des enquêtés, comme par exemple Anne-Sophie Maugendre ou Jonathan Spear pensaient que la gouvernance des véhicules autonomes se fera au niveau de l'émirat, car le pouvoir est très centralisé à cet échelon. La seule exception à ce discours on la retrouve dans les dires de Hoda Alkhzaimi, qui expliquait l'existence d'une réelle coopération au niveau fédéral, pas tant dans la prise de décisions concrètes, où les émirats sont très indépendants, mais surtout dans des sujets stratégiques pour le développement du pays, où il y a des véritables échanges et de la coopération entre émirats. C'est le cas notamment pour le développement des véhicules autonomes, où un groupe de travail a été créé au niveau fédéral pour mettre en place une stratégie commune. Ainsi, chaque émirat fait ses expérimentations et ses recherches avec ses propres systèmes et moyens, et ensuite ils font des recommandations au gouvernement fédéral. Le gouvernement fédéral s'assure alors qu'il y a une stratégie holistique.

Si le modèle de gouvernance français se caractérise par l'existence d'un millefeuille institutionnel, avec trois échelons principaux (l'état, la région et les communes), et le modèle émirien se caractérise par la prédominance d'un échelon en particulier, celui de l'émirat, à Bogota on pourrait qualifier le modèle de gouvernance comme intermédiaire entre les deux autres, puisqu'ici ce sont deux les échelons qui ressortent par-dessus les autres : l'état, très centralisé, et la ville de Bogota. D'abord, comme expliqué dans le chapitre sur le contexte, si on parle de modèle bogotanais au lieu de modèle colombien c'est parce que la capitale fait exception au sein du pays, ayant beaucoup plus d'autonomie financière, et même politique, que les autres villes colombiennes. Cependant, il s'agit du territoire, sur les trois étudiés, où la centralisation du pouvoir au niveau de l'état est plus importante. Dans les discours, il n'existe quasiment aucun autre échelon en plus la ville de Bogota et l'état colombien. En 2020 a été créée la *Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca*, une sorte d'intercommunalité qui regroupe l'aire métropolitaine autour de la capitale, mais au

¹² La troisième municipalité de l'émirat d'Abou Dhabi correspond à la grande région rurale en dehors des deux villes principales, où se trouvent notamment les gisements pétroliers et de gaz. Elle est très peu peuplée, mais concentre la majorité des richesses naturelles du pays.

moment des entretiens celle-ci n'avait pas encore vraiment acquis des compétences ou des fonctions. Il existe également un échelon en-dessous de la municipalité, la *localidad*, à peu-près équivalent des arrondissements parisiens sauf qu'il y en a vingt pour l'ensemble de la métropole et ses huit millions d'habitants. D'après les acteurs interviewés, c'est principalement à l'échelon de la ville de Bogota que va se jouer la gouvernance des véhicules autonomes, au-delà d'un échelon national également très important. C'est au niveau national que l'on trouverait les décisions d'ordre légal, les autorisations et les homologations des véhicules, même si les problèmes surgis avec l'entreprise Uber et les plateformes de transport à la demande ont enlevé beaucoup de crédibilité à l'état dans sa capacité à gérer ce type de technologies, aux yeux de certains acteurs enquêtés. C'est au niveau local, à travers notamment la gestion de l'espace public et de la voirie, que l'on retrouve l'acteur principal, d'après les acteurs interviewés, pour la gestion potentielle des futurs véhicules autonomes. Cependant, comme cela a déjà été dit, les problèmes de financement sont un véritable problème en termes de gouvernabilité, et à ce niveau les différents enquêtés s'accordent sur le fait que les villes colombiennes ont une grande faiblesse, même Bogota qui est de très loin la plus riche.

Le deuxième grand sujet abordé au sein de cette question est celui du périmètre d'action le plus adapté à la gestion des véhicules autonomes. À Paris, les différents acteurs interviewés, déjà mentionnés, qui prônaient la Région Île-de-France comme acteur prioritaire, donnaient comme argument justement la vision d'ensemble permise par la large échelle, tandis que l'argument en faveur du niveau local est la proximité auprès des riverains, tout en acceptant le fait que la coopération entre communes est indispensable. Stéphane Levesque met en garde contre le risque ce modèle, où les élus locaux ont tendance à prioriser les besoins et préférences de leurs électeurs face à ceux de l'ensemble du territoire. La question de la coopération pour assurer une continuité territoriale a été abordée par exemple par Hugues Boucher, qui y voit une condition *sine qua non* à la réussite des véhicules autonomes afin d'éviter des potentielles inégalités territoriales comme celles qui ont pu être expliquées dans les chapitres des promesses 3 et 5. Giulia Girardi, de la Société du Grand Paris, donne l'exemple de la branche sud de la ligne 15 du nouveau métro, qui traverse 24 communes avec lesquelles il a fallu travailler, ce qui n'a pas été facile. Face à ces problèmes, certains acteurs ont préféré de s'écarter dans leur réponses des périmètres existants pour en proposer des nouveaux, comme c'est notamment le cas de Catherine Goniot, de la Métropole de Rouen-Normandie, qui affirmait par exemple que le périmètre de la métropole administrative a été dessiné à travers de décisions politiques plutôt que techniques, et qu'il n'est donc pas tout à fait adapté. Elle pense que ce serait mieux de réfléchir à l'échelle du bassin de vie ou de l'aire urbaine. Cependant, la plupart des acteurs interviewés sont restés attachés au système

d'acteurs en vigueur, puisqu'ils ne pensent pas que ce soit réaliste d'envisager des transformations lourdes.

Comme évoqué ci-dessus, dans les Émirats arabes unis la presque totalité des acteurs ont respecté dans leurs réponses l'émirat en tant qu'échelon le plus en accord avec la future gestion des véhicules autonomes. Dans certains cas, une sous-question a été posée sur la liaison potentielle entre les deux grandes villes principales du pays, Abou Dhabi et Dubaï, qui aujourd'hui est exclusivement routière. Au-delà d'une ou deux réponses optimistes sur l'arrivée potentielle d'un *hyperloop*¹³, la grande majorité des réponses étaient sceptiques sur une adoption des véhicules autonomes dans cet objectif, en raison justement du manque d'entente entre les deux émirats. Cependant, Hoda Alkhzaimi pense, au contraire, que la vision holistique sur l'ensemble du territoire du gouvernement fédéral est la plus adéquate pour réfléchir à ces sujets. Si le lien entre Abou Dhabi et Dubaï semble le plus évident en raison de l'importance des deux villes, la liaison entre Dubaï et Sharjah est sûrement le meilleur exemple, puisque la ville de Sharjah fait office, en quelque sorte, de banlieue résidentielle de Dubaï, les navettes entre ces deux émirats étant donc quotidiennes.

Si la question du périmètre d'action n'a pas eu une grande importance dans les Émirats arabes unis, à Bogota elle n'a pas été traitée beaucoup plus. Comme expliqué précédemment, l'échelon municipal, qui équivaut à peu près à l'échelon métropolitain français (entendu en tant que métropole administrative), s'impose comme échelon principal, et le périmètre de la municipalité de Bogota est donc le périmètre d'action le plus adéquat pour la plupart des enquêtés. Lina Quiñones explique néanmoins que l'aire métropolitaine de Bogota est bien plus grande que la municipalité, avec des échanges intenses quotidiens entre la capitale et les territoires environnants, périurbains. La décision prise à la moitié du vingtième siècle de détacher la ville de Bogota de sa région, qui s'appelle Cundinamarca, a amélioré la gouvernabilité de la capitale, mais la croissance démographique et l'étalement urbain ultérieurs ont rendu nécessaire de reconnecter les territoires. En 2020, le gouvernement national décide donc la création de la *Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca*, qui aide à la coordination entre la capitale et sa périphérie. Dans les faits, cette liaison existe à moitié. Par exemple, toujours Lina Quiñones explique que le système de bus en site propre de la capitale, Transmilenio, dépasse déjà les limites de la municipalité pour entrer dans la région environnante, alors que le Transmilenio est une entreprise publique qui dépend directement de la municipalité bogotane. Cependant, les taxis de

¹³ L'*hyperloop* est une technologie utopique de transport de très grande vitesse basée sur l'idée de capsules qui se déplacent dans des tubes sous vide pour éviter la friction de l'air. Cette technologie a été remise à la mode par Elon Musk au début des années 2010, presque en même temps que les véhicules autonomes. Sans être des technologies concurrentes en elles-mêmes, elles peuvent avoir des usages similaires sur la longue distance. Des projets très ambitieux ont vu le jour un peu partout, dont celui qui relierait San Francisco à Los Angeles, ou celui qui nous occupe qui relierait Abou Dhabi et Dubaï. Il y a eu également plusieurs projets d'*hyperloop* en France, certains d'entre eux développés par des entreprises ou des universités locales.

Bogota ne peuvent pas sortir légalement du périmètre municipal, ce qui favorise le développement de transport informel dans ces quartiers éloignés. Johan Wachter explique à son tour que cette nouvelle institution métropolitaine avait déjà été créée à Medellin, cette fois-ci avec grand succès, puisque l'intégration des dix municipalités fonctionne très bien, ce qui a sûrement été un élément détonateur pour la création du même dispositif à Bogota.

En lien avec la question du périmètre se trouve la problématique transfrontalière. Si la continuité territoriale entre communes ou émirats est importante, celle entre pays l'est également, avec la difficulté ajoutée de différences qui peuvent être très importantes sur des questions réglementaires. Ce problème, sur les trois territoires étudiés, n'a une réelle importance qu'en France, où l'Union européenne doit jouer un rôle de coordination au minimum. Fernando Liesa pense que, lorsque les problématiques sont internationales, comme c'est le cas notamment avec le transport de marchandises de longue distance, l'Union européenne devrait s'ériger en tant qu'autorité régulatrice. Aujourd'hui, l'UE a la capacité d'influer sur des changements législatifs nationaux, mais ceci s'avère parfois insuffisants. Les problématiques transfrontalières sont d'autant plus complexes que, en plus de la fragmentation territoriale, on se heurte à des différences légales, administratives et même culturelles, comme le témoigne María Baquero de son expérience en tant qu'employée d'une entreprise franco-colombienne.

D'après Hugues Boucher, pour pallier avec succès les problèmes de continuité territoriale, que ce soit au sein d'un seul pays ou entre pays différents, il est essentiel d'associer autant les acteurs publics que les acteurs privés. En effet, le rôle du secteur privé dans la gouvernance a également été interrogé dans les entretiens, et les réponses ont été copieuses sur le sujet. Généralement, dans les trois territoires, autant les acteurs publics que les acteurs privés font part de l'importance majeure d'associer les acteurs privés aux processus de prise de décisions, d'une manière ou d'une autre. Cependant, le niveau d'association entre public et privé varie fortement entre enquêtés, même au sein du même territoire. Par exemple, Lukas Sokol, de Masdar City, affirmait que les compagnies privées seront les principaux acteurs dans la prise de décisions concernant les véhicules autonomes, puisque ce sont elles qui ont le pouvoir économique et les compétences technologiques, tandis qu'Alan Perkins, de la Mairie d'Abou Dhabi, pense au contraire que le gouvernement émirien est très fort économique et politiquement, et qu'en conséquence les efforts de lobbying sont très limités et le pouvoir relatif du secteur privé très réduit. Beaucoup d'acteurs parlent de partenariats publics-privés afin de mettre tout le monde d'accord, comme par exemple Pierre Musseau concernant le partage des données, ou encore Lucile Boudet, qui explique que ce type de montages opérationnels sont très courants en Amérique Latine : d'après elle, dans cette région il est habituel que les projets se fassent à

l'initiative du secteur privé, qui propose un projet qui est ensuite encadré par un contrat de partenariat.

Comme expliqué dans le chapitre sur le contexte, et comme ce sera analysé plus en profondeur dans le chapitre sur les jeux d'acteurs, le type d'acteurs privés qui interviennent et les raisons de faire appel à eux sont très différentes dans les trois territoires. La France est le territoire, sur les trois étudiés, où les collectivités publiques ont le plus de moyens techniques, humains, car il y a des nombreuses institutions dont le rôle est de mener des études et ensuite d'aider dans la prise de décisions. Au sein de cette recherche ont été interviewés des personnes issues de l'Institut Paris-Région (à l'époque IAU), de l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur), du Cerema ou encore de l'Institut Vedecom, toutes les quatre des institutions accomplissant ce rôle d'une manière ou d'une autre. Si le pouvoir économique des collectivités françaises n'est pas aussi grand que celui de ses homologues émiriennes, il n'est pas négligeable pour autant. Tout ceci réuni fait que l'appel au secteur privé soit à priori moins courant dans la métropole parisienne qu'ailleurs, et quand il est le cas le rapport de force est plus équilibré. C'est sûrement en raison de cela que le rôle du secteur privé dans la gouvernance n'a pas souvent été évoqué dans les entretiens du terrain parisien, sauf quand il s'agissait de sujets comme le partage des données générées, question évoquée par Pierre Musseau, ou la nécessité de contrôler des plateformes de mobilité comme Waze ou celles de partage de trottinettes électriques, sujet abordé par Catherine Goniot.

Si le secteur public émirien a un pouvoir économique très important, leur problème se trouve dans la capacité technique et les moyens humains : vu qu'il s'agit d'un pays relativement jeune et de croissance économique et démographique encore plus récente, mais immense, ils n'ont pas eu la possibilité de former suffisamment de citoyens pour répondre aux nombreux nouveaux besoins. Face à cela, ils ont très souvent recruté des professionnels étrangers au sein de leurs collectivités, comme on le voit dans les entretiens, où l'on peut trouver des ressortissants australiens, britanniques ou égyptiens, mais surtout ils ont une longue expérience dans le travail avec des entreprises privées étrangères qui viennent apporter leur expertise sur un domaine précis, à différents niveaux de la chaîne et, souvent, avec un réel pouvoir décisionnel. C'est ainsi que, parmi les enquêtés, on retrouve des entreprises comme la française Egis, mais aussi Transpo Group, Atkins Acuity, Surface Mobility Consultants ou encore Mott MacDonald. En conséquence, les acteurs émiriens ont l'habitude depuis le début de travailler avec le secteur privé, eux-mêmes étant très souvent issus de ce secteur, même ceux qui aujourd'hui travaillent dans une collectivité. Pour eux il est donc logique que la technologie arrive depuis le secteur privé, mais ils ont généralement confiance sur la capacité de leur gouvernement à encadrer l'arrivée de ces technologies et même d'en être à l'initiative.

À Bogota, la situation est pratiquement l'opposée à celle des Émirats arabes unis : si les collectivités territoriales ont une force de travail bien formée et compétente, elles ont une grande faiblesse économique et même politique, ce qui les rend très dépendantes du secteur privé pour mener leurs projets. Ici, les moyens humains et techniques sont très généralement issus du secteur académique, qui a une très grande importance dans la prise de décisions dans le pays. Beaucoup d'enseignants et de chercheurs occupent des postes de responsabilité de manière temporaire ou définitive, le cas le plus emblématique parmi les enquêtés étant celui de Juan Pablo Bocarejo, Professeur à l'Université de Los Andes, docteur en urbanisme à l'Université Paris Est, qui a été Adjoint à la Mobilité dans la Mairie de Bogota pendant trois ans. Concernant les véhicules autonomes, la seule étude sérieuse sur le sujet ayant été faite dans le pays sur le sujet, commanditée par le Ministère des Transports colombien, a été réalisée par un groupement de chercheurs de l'Université de Los Andes et dirigée par le Professeur Bocarejo lui-même. Malgré cette force humaine et technique, la faiblesse économique empêche les collectivités colombiennes de prendre l'initiative sur ces aspects. C'est pourquoi une nouvelle typologie d'acteur privé ressort particulièrement dans ce territoire : les financeurs, notamment les banques multilatérales. Parmi les financeurs, le seul qui a été inclus dans les entretiens est le Banco Interamericano de Desarrollo (Banque interaméricaine de développement, BID), mais d'autres comme le CAF Banco de Desarrollo de América Latina, ou la Banque Mondiale, ont aussi un rôle prépondérant dans la mise en place d'initiatives. C'est justement le BID qui est à l'initiative de la seule expérimentation de véhicules autonomes qui a eu lieu en Amérique Latine jusqu'à aujourd'hui, celui de Santiago de Chile de 2019, et qui était également à l'initiative du test qui devait se faire en Colombie mais qui a été annulé en raison de la crise sanitaire de 2020 (voir chapitre sur les expérimentations en partie 3). La fragilité financière des collectivités territoriales colombiennes fait donc que la dépendance des financeurs soit très importante pour développer des projets innovants, et les partenariats avec des entreprises privées sont indispensables pour mettre en place des nouvelles infrastructures lourdes. Par exemple, le nouveau métro de Bogota, est en train d'être construit en partenariat avec une entreprise chinoise. Une volonté de développement des véhicules autonomes de la part des acteurs public colombiens devrait donc obligatoirement passer par ce genre de leviers. Quant à la possibilité d'un développement "sauvage" des véhicules autonomes, c'est-à-dire sans attendre une régulation nationale via des entreprises ou des particuliers qui importerait ces véhicules pour les mettre en circulation, le cas déjà expliqué d'Uber rend cette possibilité réaliste aux yeux de certains acteurs interviewés, mais pour cela il faudrait évidemment que la technologie permette que les véhicules roulent en autonomie complète, sans une adaptation préalable de l'infrastructure, ce qui aujourd'hui paraît très improbable, comme vu dans le chapitre 1.2.9.

Le dernier point questionné dans les entretiens en lien avec la gouvernance est le rôle des citoyens dans l'arrivée potentielle des véhicules autonomes. Si le rôle des acteurs publics et des entreprises a été largement étayé, la question sur les citoyens a peiné à trouver des réponses. Nombreux ont été les acteurs qui exprimaient le souhait de voir les citoyens prendre une place importante dans le processus décisionnel sur les véhicules autonomes, puisque cela les concerne fortement, principalement en Colombie, où les enjeux de concertation et de participation citoyenne ont une grande importance. Cependant, rien de concret n'a été proposé, et rien de très radical non plus. Dans les Émirats arabes unis, la réponse la plus habituelle lorsque la question du rôle des citoyens était posée était qu'ils auront forcément un rôle prépondérant, décisif, puisqu'au final c'est la loi du marché qui prime par-dessus tout : si la technologie des véhicules autonomes n'est pas acceptée par la population, si les gens n'achètent pas les voitures, n'utilisent pas les services, la technologie ne pourra jamais se développer. De la même manière, ce sont les gens qui vont guider la forme que ces véhicules prendront. Deux modèles donc, deux manières de penser le pouvoir de la population dans l'adoption d'une technologie : la démocratie participative qui guide les décisions des élus et des acteurs territoriaux, et la loi du marché qui guide les actions des entreprises et des acteurs privés.

Deux derniers sujets en lien avec la gouvernance ont été abordés dans les entretiens : la question de la gestion des données et la question de la supervision. La gestion des données est un sujet de préoccupation habituel auprès de plusieurs acteurs, notamment en Europe. Stéphane Levesque ou Pierre Musseau, par exemple, en ont parlé. Il s'agit d'un sujet amplement abordé dans plusieurs autres chapitres de cette thèse, comme le précédent, et le développer davantage impliquerait des redondances. Il suffit de dire ici que la gouvernance de la data est un casse-tête difficile, où il faut composer entre les acteurs privés qui recueillent les données, les acteurs publics qui pourraient en faire usage, les problèmes d'intimité et les réticences que les citoyens, fournisseurs de la matière première, pourraient avoir, et bien-sûr les moyens colossaux dont il y aurait besoin pour stocker et traiter une telle quantité de données. Les quelques acteurs à en avoir parlé sont conscients de la difficulté et proposent, généralement, des modèles partagés, des plateformes et des accords de partenariat.

Le deuxième sujet a été introduit notamment par Véronique Berthault, et sera également abordé plus en détail dans la grande partie 3. Il s'agit de la création probable d'un nouveau métier : celui de la supervision des véhicules. En effet, si les véhicules n'auront plus besoin d'être conduits, il faudra tout de même veiller au bon fonctionnement du système. Ceci est vrai dans le cas des transports en commun et des flottes de robotaxis ou de véhicules logistiques, mais pourrait aussi l'être pour les véhicules privés, en fonction du modèle technologique développé. Quoi qu'il en soit,

chaque superviseur pourra s'occuper d'un certain nombre de véhicules impossible à déterminer aujourd'hui, ce nouveau métier ne remplaçant pas vraiment les métiers de la conduite. La question qui se pose alors est qui assumera ce nouveau métier : le fait qu'il n'existe pas aujourd'hui ouvre une certaine incertitude à ce propos. Sera-ce l'opérateur, l'autorité organisatrice de la mobilité, le gestionnaire de l'infrastructure, le constructeur des véhicules ? Véronique Berthault propose un modèle sur plusieurs niveaux, où plusieurs acteurs se coordonneraient sur des tâches complémentaires. Quoi qu'il en soit, ce nouveau métier pourrait potentiellement changer l'équilibre entre acteurs, en fonction de qui assume la responsabilité.

En conclusion, la grande majorité des réponses sur la gouvernance des véhicules autonomes, dans les trois territoires, reposent sur les jeux d'acteurs actuels et sur les périmètres institutionnels déjà existants. Si la possibilité d'un changement au sein de ces jeux d'acteurs semble probable, comme ce sera étudié dans le chapitre 3.4, la grande majorité des acteurs pense que les véhicules autonomes ne constituent pas une raison suffisante pour transformer l'écosystème décisionnel actuel.

2.3.2.4 – Blocages et moteurs pour l'adoption des véhicules autonomes

À la fin de la première année de recherches pour cette thèse, deux opportunités se sont présentées pour faire deux communications, chacune dans un colloque d'importance, l'un nationale et l'autre internationale. Ces opportunités ont été utilisées pour faire une première analyse, un premier retour sur le seul terrain réalisé à l'époque, celui de la métropole parisienne. Lors de ce premier examen de l'ensemble des réponses, deux points qui n'avaient pas été prévus ressortent très clairement, ayant été des sujets abordés très régulièrement par les acteurs enquêtés alors que la question n'avaient pas été posée explicitement. D'un côté, le véhicule autonome est régulièrement vu comme un outil, comme un potentiel effet levier afin d'attendre d'autres objectifs, ce qui est utilisé comme argument pour le développement de la technologie sur le territoire. D'un autre côté, les différents acteurs interviewés insistent également sur certains éléments de blocage, qui seront difficiles voire impossibles à dépasser. Ayant obtenu des retours très intéressés par ces deux points lors des deux conférences, ainsi qu'à l'occasion d'autres échanges scientifiques, il a été décidé d'explicitier le sujet dans les grilles de questions pour la suite de la recherche. Ainsi, autant dans les Émirats arabes unis qu'à Bogota une double question a été posée dans les entretiens : quels seront les motifs, les raisons qui pousseront les acteurs territoriaux à vouloir développer une telle technologie ? quels seraient, par contre, les difficultés que les promoteurs de la technologie rencontreront au moment de la déployer sur le territoire ? Voici donc le troisième grand sujet abordé dans les entretiens, celui des blocages et des moteurs pour l'adoption des véhicules autonomes dans chacun des territoires.

Quant aux moteurs, aux raisons qui pourraient pousser les décideurs à agir pour l'arrivée des véhicules autonomes, il y a principalement deux grands types de réponses opposées entre elles : d'un côté ceux qui pensent qu'il s'agirait d'une véritable volonté d'améliorer la mobilité et, grâce à cela, la métropole et la qualité de vie de ceux qui l'habitent ; et d'un autre côté ceux qui pensent, au contraire, que l'objectif principal (voire le seul) pour développer cette technologie est l'innovation en elle-même, le marketing, l'image renvoyée par la ville. Très liée à cette dernière typologie de réponses est la question du développement économique : il ne s'agirait pas seulement d'une question de marketing territorial mais également de développement économique du territoire, soit en renforçant des filières déjà présentes, soit en profitant de l'occasion pour créer un nouveau pôle économique.

Les deux types de réponses se tiennent, et ont été accompagnées d'arguments convaincants : ce qui est intéressant est l'opposition qui semble se créer entre les deux. Par exemple, lors de l'entretien avec Cyril Baligand et Didier Boudon, d'Egis, ils disaient que le développement des véhicules autonomes en France est avant tout un effet vitrine, en raison de la présence de grands industriels dans le pays, alors que dans les Émirats arabes unis il y a une véritable volonté d'améliorer la mobilité, et les véhicules autonomes sont vus comme un outil pour cela. Hoda Alkhzaimi est également de cet avis : tandis que la France ou les autres pays industriels ont des intérêts économiques évidents, Dubaï ou Abou Dhabi, des territoires déjà très riches et de développement très récent, sont plus penchés sur le futur. Ils cherchent à se projeter sur les 50, voire les 100 prochaines années, et non pas seulement sur les 5 ou les 10 prochaines comme c'est souvent le cas des pays développés, et dans cette projection il faut logiquement prendre en compte les nouvelles technologies, dont les véhicules autonomes. En plus, les acteurs émiriens ont souvent parlé dans les entretiens des difficultés que leur climat très spécifique pose à la mobilité, surtout pendant les mois d'été, et certains d'entre eux voient les véhicules autonomes comme une solution potentielle au problème, comme vu dans le chapitre sur la promesse 4. Pourtant, d'autres acteurs interviewés pensent exactement l'inverse sur les objectifs des Émirats arabes unis pour le développement des véhicules autonomes. Anne-Sophie Maugendre, avec son regard externe en tant qu'attachée économique dans l'ambassade de France dans les Émirats arabes unis, pense que le véhicule autonome est justement un axe stratégique de développement économique pour le pays, en termes d'attractivité technologique, touristique ou économique, afin de diversifier leur économie. Scott Fennelly ou Dalia Hafiz partagent cette vision depuis leur point de vue plus proche des sphères décisionnelles du pays, pensant que l'intérêt porté sur le véhicule autonome est similaire à celui sur la construction de la tour Burj Khalifa, c'est-à-dire être les premiers, les *leaders*, et projeter ainsi une image puissante à l'international. Lukas Sokol va plus loin et pense que l'objectif est même de devenir

fournisseurs technologiques, spécialisés dans le software, en s'appuyant sur l'exemple de Masdar City, où une nouvelle université spécialisée dans l'intelligence artificielle a ouvert ses portes en 2021. Mahmoud Habboub explique que l'économie d'un pays aussi jeune sera forcément différente à celle d'un pays ancien et établi. Si ces deux types de réponses semblent compatibles, quasiment aucun des acteurs interviewés les a présentées toutes les deux ayant même étant présentées comme opposées. Dans les Émirats, Jonathan Spear a été le seul à donner les deux niveaux de réponse, pensant que les autorités du pays auraient un double objectif dans le développement de cette technologie.

Si les réponses dans les Émirats arabes unis ont été très partagées, cela été également le cas pour le territoire parisien. Comme vu ci-dessus, les intérêts industriels n'échappent à personne et certains, comme Paul Beauvallet, pensent même qu'il faut chercher à les renforcer. Cependant, la grande majorité des réponses parisiennes ont tourné autour d'un autre concept : celui de levier. Ainsi, le véhicule autonome est vu comme un levier potentiel, comme un outil pour aller vers d'autres objectifs. Ce point, qui fera l'objet d'un chapitre à part entière, a pris une place très importante dans les entretiens : le véhicule autonome ne serait donc pas vu comme une fin en soi, mais comme un moyen pour développer le covoiturage ou la mobilité dans les zones à faible densité.

Cette dualité dans les réponses entre des objectifs plutôt axés dans l'amélioration de la mobilité et des objectifs axés sur le marketing territorial et l'image du territoire se retrouve à nouveau en Colombie. Lucile Boudet, avec son regard externe en tant qu'experte du CODATU, pense que certaines villes d'Amérique Latine pourraient avoir un intérêt à être pionnières sur le sujet des véhicules autonomes à l'échelle de la région pour des raisons de visibilité et de marketing territorial. À l'échelle colombienne, Martín Rivera et Johann Wachter pensent que la ville qui pourrait se lancer pour cette raison est Medellin, deuxième ville du pays, car il s'agit d'une ville où l'on donne historiquement une grande importance au marketing territorial à travers des innovations dans la mobilité, comme cela avait été le cas par exemple avec leur téléphérique urbain. Cependant, face à la question –explicite- sur les moteurs pour le développement des véhicules autonomes, la grande majorité des acteurs ont répondu avec les promesses : la sécurité routière, l'égalité sociale, la fluidité de la circulation ou encore une meilleure gestion de l'espace public. Ceci montre l'importance des promesses dans les discours des acteurs, mais surtout le fait que le véhicule autonome soit surtout vu comme un outil pour atteindre d'autres objectifs plus généraux, et généralement sur le court terme.

Si ces deux types de réponses ont été largement majoritaires dans les entretiens, mais certaines autres ont également de l'importance. Un troisième groupe de réponses se base sur l'idée que l'intérêt des entreprises privées pour le développement des véhicules autonomes provoquera à terme l'adoption de la

technologie par les institutions publiques. L'intérêt le plus évident est, bien-sûr, l'intérêt économique. Arantxa Julien, par exemple, pointe les bénéfices potentiels des entreprises de logistique, liés à la suppression du coût du conducteur mais également à d'autres facteurs comme une meilleure adaptation des horaires ou une flexibilité plus importante. Au-delà de ce gain économique, Fernando Liesa explique qu'il existe une pénurie de conducteurs dans le secteur du transport de marchandises routier de longue distance. Ceci est dû au fait que c'est un métier à la fois difficile, à grande responsabilité car les charges peuvent être de grande valeur et les camions eux-mêmes sont des machines très chères, et en même temps c'est un métier qui comporte des nombreuses pénibilités : on passe très peu de temps à la maison, on ne dort pas toujours dans les meilleures conditions, on passe beaucoup de temps tout seul et on évolue dans des contextes parfois difficiles et souvent très masculins. Malgré tout cela, les salaires ne sont généralement pas très élevés et il s'agit d'un métier socialement peu reconnu, ce qui ne le rend pas attrayant. Arantxa Julien ajoute en plus que les camions sont des engins très complexes et très chers à produire, ce qui fait que le surcoût potentiel lié à des technologies d'aides à la conduite, de platooning voire d'autonomie complète soit plus facilement assumé par les entreprises que quand il s'agit d'un véhicule léger. María Baquero explique qu'en Colombie existe exactement le même problème, renforcé par le fait que les chauffeurs routiers colombiens sont très souvent débauchés par des entreprises états-uniennes dès qu'ils acquièrent un peu d'expérience. Malgré tous les points ci-dessus, Fernando Liesa prévient sur le fait que les entreprises de logistique sont généralement très rigides dans leur fonctionnement et ont beaucoup de mal à assumer les disruptions, ce qui ferait que, malgré tous les bénéfices expliqués, le changement pourrait ne pas être aussi rapide que ce que l'on pourrait penser. Par ailleurs, il faut ajouter que cet intérêt économique a beaucoup d'importance dans les entreprises de transport de marchandises pour les raisons évoquées, mais aussi pour les entreprises spécialisées dans le transport à la demande, ainsi que pour le transport en commun.

Deux potentiels éléments ont été présentés dans les entretiens comme des moteurs potentiels. Le premier, déjà mentionné précédemment dans cette thèse, est celui des syndicats. Si en Colombie on a souvent pointé la grande force des syndicats comme un blocage potentiel (on reviendra sur ce point ci-dessous), plusieurs personnes ont évoqué le fait que les autorités verraient comme un bénéfice important le fait de réduire l'importance des dits syndicats, réduisant ce type d'emplois. Il ne s'agit pas seulement des syndicats, mais plus globalement des mouvements sociaux liés à la mobilité comme les gilets jaunes ou les grèves de transport perdraient beaucoup de force avec l'arrivée des véhicules autonomes. De plus, certains secteurs de la conduite sont souvent occupés par des populations migrantes, et en conséquence la suppression de ces métiers est vue comme positive par certains types d'acteurs.

Le deuxième point a été présenté par Julien Vick : il s'agit de la question du marketing territorial, mais vue à une échelle infra-métropolitaine. Il pense que le véhicule autonome pourrait s'ériger comme une marque d'attractivité d'une commune ou d'un territoire par rapport aux territoires voisins, et que les élus pourraient miser sur le développement des infrastructures nécessaires à cette technologie dans l'objectif d'attirer un certain type de population ou d'entreprises, ou alors d'en éviter un autre, en fonction du type de développement de la technologie.

La deuxième question traitée dans ce chapitre est à la fois opposée et complémentaire. Il s'agit des blocages ou des barrières que la technologie des véhicules autonomes pourrait rencontrer lors de son développement dans chacun des territoires étudiés. Ici les réponses ont été beaucoup plus nombreuses et beaucoup plus diverses que dans le point précédent, même s'il y a trois sujets qui ressortent particulièrement : l'infrastructure, la réglementation et l'acceptabilité de la population. Parallèlement, il est intéressant de se pencher sur les différences qui existent dans les réponses données dans les trois territoires. En effet, dans les Émirats arabes unis il n'y a eu que neuf réponses apportées sur la question des blocages, dont plusieurs assez nuancées, tandis qu'à Bogota il y a eu plus de trente réponses. Globalement, les acteurs émiriens pensent que la technologie se développera sans trop de soucis, alors que les acteurs bogotanais sont beaucoup plus sceptiques sur l'arrivée de cette technologie, et voient beaucoup plus d'inconvénients à son déploiement. À Paris les réponses à cette question étaient également peu nombreuses, mais sans arriver au niveau des Émirats.

Le sujet qui a donné lieu à plus de réponses est celui de l'infrastructure. Au total, pas moins de seize personnes ont parlé de l'infrastructure en tant qu'élément potentiel de blocage pour l'arrivée des véhicules autonomes. Ce qui est intéressant, c'est qu'aucune de ces seize acteurs est issu du terrain émirien, la grande majorité venant de la Colombie. Si la question de l'infrastructure pose autant de problème en Colombie, c'est principalement pour la raison évoquée dans le chapitre sur le contexte, qui sera développée davantage dans le chapitre 3.3.2, dédié aux infrastructures : les caractéristiques orographiques de la capitale colombienne rendent particulièrement difficiles l'entretien et la mise à niveau des infrastructures routières. En effet, comme l'a expliqué María Baquero, entre autres, Bogotá est située dans une ancienne zone très marécageuse, qui a été desséchée mais dont les sols restent très instables. Juan Pablo Beltrán donnait comme exemple le *Páramo de Sumapaz*¹⁴, situé en périphérie de la capitale, pour expliquer à quel point les sols sont difficiles dans ce territoire. Ces caractéristiques très spécifiques font que les infrastructures routières se détériorent

¹⁴ Un '*paramo*', mot espagnol qui s'emploie tel quel en français, est une zone humide en grande altitude, typique de la Cordillère des Andes. Ils se caractérisent par l'abondance d'eau et le climat très froid. Le Páramo de Sumapaz est le plus grand du monde.

particulièrement vite, et qu'elles soient donc particulièrement difficiles et coûteuses à entretenir. Cet élément est donc vu comme une entrave très compliquée à surmonter par les véhicules autonomes, qui en principe nécessiteront d'une infrastructure spécifique en très bon état. Quasiment tous les acteurs interviewés ont fait état de cette difficulté. Sergio Martínez complète la réponse en signalant que le budget nécessaire à la mise à niveau et à l'entretien des voies serait si élevé qu'il ne s'imposera jamais comme une priorité face à des sujets plus importants ou plus urgents du quotidien. Erik Vergel ajoute en plus que le niveau de connectivité et d'échange d'information requis par ces véhicules nécessite d'une infrastructure de télécommunications également très chère.

Si en Colombie les caractéristiques du terrain rendent les difficultés liées à l'infrastructure un problème presque insolvable, ce n'est pas le cas à Paris. Cinq acteurs parisiens différents ont parlé sur le sujet de l'infrastructure en tant que barrière au développement des véhicules autonomes, mais généralement cela a été de manière très nuancée. Hugues Boucher parle de l'adaptation de l'infrastructure en tant que grand défi à relever, et non pas en tant que barrière. Laurent Calvalido et Daniel Jasmin expliquent que la rareté de l'espace public en métropole parisienne rend le partage des espaces très difficile, surtout s'il est nécessaire de ségréger les voies pour créer un espace dédié aux véhicules autonomes, comme ce qui a été vu dans le chapitre sur le fonctionnement ou dans celui sur la promesse 7. Catherine Goniot est la plus consciente des difficultés potentiellement engendrées par l'adaptation de l'infrastructure en raison de son expérience à la Métropole de Rouen. Elle explique que ces infrastructures sont en effet très chères, ce qui est une grande difficulté en elle-même parce que les collectivités ne pourront pas toujours les payer et il faudra donc trouver des partenariats intéressés, créant ainsi un nouveau modèle de gestion de l'infrastructure. En plus, ces infrastructures devront servir à une grande diversité d'opérateurs qui auront développé des technologies différentes et en provenance de pays différents, ce qui est également un grand défi. Cependant, Julien Vick, du Syndicat d'Équipements de la Route, relativise la question des coûts, affirmant que la plupart de ce qu'il faudra mettre comme équipement (du marquage au sol ou des panneaux adaptés) ne seront pas chers, surtout par rapport au budget national, ce qui fait que ce ne soit pas une difficulté insurmontable. Il défend qu'il s'agit d'un choix éminemment politique sur les priorités de dépense, ce qui fait écho à ce que disait Sergio Martínez concernant Bogota.

Si l'adaptation de l'infrastructure a été relevée en tant que défi surtout à Bogota et, en moindre mesure, à Paris, c'est principalement en raison des coûts importants que cela engendrerait, ainsi qu'à la rareté de l'espace public. Ceci explique pourquoi ce n'a pas été un sujet abordé dans les Émirats arabes unis : aucun des deux aspects n'est un problème là-bas, ni à Abou Dhabi ni à Dubaï.

Arantxa Julien a été la seule à soulever, dans son entretien, une difficulté intéressante : la séparation entre budgets publics entre les bénéfiques et les dépenses. Dans le chapitre sur la promesse 2, il a été question de voir à quel point la technologie des véhicules autonomes permettrait de réduire les coûts de la mobilité, et même les dépenses publiques et privées dans des sujets aussi variés que la santé ou les réparations, en raison de la diminution des accidents. En parallèle, certaines dépenses augmenteront : le coût de construction et entretien des infrastructures, comme vu précédemment, le coût d'achat du véhicule lui-même ou le coût des dépenses énergétiques, qui augmenteraient sûrement en raison de la grande quantité de données générées, comme vu dans le chapitre sur la promesse 8. Au-delà d'un potentiel équilibrage entre ces dépenses et ces bénéfiques, Arantxa Julien fait remarquer que toutes ces questions économiques font appel à des budgets très divers. En effet, les entrées et les sorties d'argent atteignent de l'individu à l'État, passant par les entreprises ou les collectivités, et pour chacun de ces acteurs certaines épargnes seraient de l'ordre du budget de fonctionnement tandis que les dépenses iraient au budget d'investissement, ou alors certaines épargnes toucheraient au budget de l'État alloué aux hôpitaux tandis que certaines dépenses affecteraient au budget des départements alloué à l'entretien des infrastructures routières. En raison de tout ceci, même si dans l'ensemble le véhicule autonome engendrait une réduction des coûts, il y aurait des acteurs ou des lignes budgétaires gagnantes et d'autres perdantes, et le fait que certains acteurs soient perdants économiquement pourrait constituer une barrière importante au développement des véhicules autonomes.

Un autre blocage potentiel, très lié à la question de l'infrastructure, est celui du relief. Bien évidemment, il s'agit d'un sujet seulement abordé à Bogota, où le relief constitue aujourd'hui une barrière très importante à la mobilité. Si les véhicules autonomes sont parfois vus comme une solution à ce problème, comme vu dans le chapitre sur la promesse 4, d'autres acteurs le voient comme une difficulté importante aux véhicules autonomes. Si les très fortes pentes peuvent être un problème en elles-mêmes (aujourd'hui les véhicules trop lourds comme les autobus, les camions ou les véhicules électriques ont beaucoup de mal à monter certaines côtes), ce sont les conséquences du relief dans la morphologie urbaine qui seront plus problématiques. En effet, à Bogota les zones situées dans les pentes les plus fortes sont généralement les moins bien reliées et là où habitent les populations les plus pauvres. Les routes souvent ne sont pas reliées, les réseaux de transport public n'arrivent pas jusque-là et les transports à la demande, autant les taxis que les plateformes de type Uber, refusent de s'y aventurer. María Baquero ou Juan Pablo Beltrán ont des forts doutes sur la capacité des véhicules autonomes à surmonter ces inconvénients. Juliana Montoya ajoute à ces questions liées au relief un autre élément : la très forte diversité de faune et de flore existante dans cette région du monde. Elle explique notamment que la Colombie est le deuxième pays avec une plus grande biodiversité au monde. Les véhicules autonomes seront donc obligés de reconnaître et savoir réagir face à une

très grande diversité d'animaux, et devront faire face aux problématiques typiques de la flore urbaine : des racines qui détruisent la chaussée, des herbes qui poussent dans les fissures, ou encore les feuilles d'arbre qui recouvrent les voies cachant les marquages au sol. Si ces problèmes pourraient exister dans tous les territoires, à Bogota ils ont une importance particulière, bien plus grande qu'à Paris et, surtout, que dans les Émirats arabes unis.

Le deuxième sujet le plus abordé dans les entretiens suite à la question sur les blocages potentiels au développement des véhicules autonomes, après les infrastructures, est celui de la réglementation. Il s'agit à nouveau d'un sujet très présent en Colombie, puisqu'il y a été traité par 10 acteurs différents, mais quasiment absent des deux autres territoires, avec quelques exceptions parisiennes qui seront développées par la suite. Les réserves alléguées par les acteurs colombiens concernant la réglementation des véhicules autonomes sont diverses, et la plupart ont été traitées dans le chapitre sur les réponses aux questions sur les politiques publiques. Premièrement, plusieurs acteurs ont commencé par remarquer que le cadre réglementaire actuel, autant au niveau national qu'au niveau local, empêche l'arrivée des véhicules autonomes. Ceci ne serait pas un problème en lui-même, puisque la réglementation peut être changée, même si certains acteurs expliquent que le cadre législatif colombien est très rigide et difficile à modifier, et que les changements sont très lents à mettre en place, ce qui est un problème face à une technologie aussi incertaine, qui nécessiterait une certaine souplesse. Pour changer cette réglementation, le premier problème est qu'il faut mettre d'accord des acteurs qui auront sûrement du mal à accepter l'arrivée des véhicules autonomes, comme les lobbys des camionneurs ou celui des taxis. La répartition des compétences entre les différents acteurs est également une difficulté évoquée par Juan Pablo Bocarejo, notamment face à des potentiels monopoles de certaines entreprises. Aussi, Lina Quiñones explique que les partenariats, les collaborations et globalement les contrats avec le secteur privé sont très encadrés et très limités en Colombie : pour éviter que la corruption existante dans le passé se reproduise, des nombreux mécanismes de vigilance ont été créés et les négociations bilatérales, les exceptions, même les solutions novatrices, sont regardées à la loupe et très fortement limitées. Lucile Boudet parle également d'une autre caractéristique des institutions publiques colombiennes et latino-américaines : leur fragilité économique et politique, qui rend très difficile pour elles de contrôler les entreprises privées et les innovations venues d'ailleurs. À nouveau, le cas de l'arrivée d'Uber en Colombie en est le meilleur exemple.

Les éléments sur la régulation en tant que barrière vus ci-dessus concernaient principalement la Colombie, ou tout du moins ils ont été évoqués exclusivement par des acteurs du terrain colombien. Cependant, certains autres sujets ont une portée plus générale. Dans les questions de régulation, quatre sujets ressortent aujourd'hui

comme très difficiles à encadrer et contrôler : la question des responsabilités, la question des redevances, la coordination transfrontalière et la gestion des données. Felipe Azcárate et Nicolás Galarza évoquent la question de la responsabilité des véhicules, notamment en cas d'accident ou d'infraction, en tant que véritable casse-tête légal et réglementaire internationalement, avec un rôle important à jouer de la part des assureurs. Juan Pablo Beltrán et Lina Quiñones expliquaient à leur tour les difficultés que l'on trouve en Colombie avec les sanctions de circulation, problème déjà expliqué précédemment. Cependant, Laurent Calvalido pense que la question des redevances sera un véritable défi également en France, en raison des difficultés à établir un contrôle de certaines normes. Fernando Liesa ajoute une autre difficulté liée à la régulation : celle de la coordination entre territoires frontaliers. Si Catherine Goniot abordait l'importance d'avoir des infrastructures qui servent à tous les opérateurs et la crainte de l'apparition de zones blanches de la mobilité en raison d'une inégalité d'équipement des infrastructures était également abordée plus tôt, la réglementation peut aussi être très problématique dans les changements de territoire, et surtout dans les changements de pays. En effet, aujourd'hui il existe une convention internationale¹⁵ qui régule l'usage de la voiture. Cependant, si un accord n'est pas trouvé à une échelle supranationale, les échanges transfrontaliers pourraient devenir très difficiles, ce qui aurait un impact important notamment sur le transport de marchandises. Un dernier sujet en lien avec la régulation est celui de la gestion des données, souligné notamment par Pierre Musseau et amplement traité par ailleurs.

Si la question de la régulation n'a pas du tout été abordée par les acteurs émiriens c'est sûrement en raison du fait que leur gouvernance est très claire et très forte. En conséquence, les différents problèmes potentiels qui ont été abordés ci-dessus ne s'appliqueront sûrement pas à eux, exception faite éventuellement des liaisons transfrontalières, surtout si la régulation se fait au niveau de chaque émirat et non pas du pays.

Le blocage potentiel à l'arrivée des véhicules autonomes le plus évoqué dans les Émirats arabes unis est celui de l'acceptabilité sociale : quatre personnes différentes en ont parlé. En effet, si la population n'achète ou n'utilise pas cette technologie, elle ne pourra jamais être adoptée. Cependant, les acteurs émiriens nuancent ce propos. Alan Perkins ou Dalia Hafiz disent que l'acceptabilité pourrait en effet constituer un problème, mais plutôt sous forme de ralentissement que sous forme de barrière. Quant à Steven Severance, il pense que le problème d'acceptabilité pourrait arriver avec la possibilité de partager les véhicules, mais que ce ne sera qu'une question d'adaptation à un nouveau modèle auquel on finira lentement par s'habituer. À Paris, Daniel Jasmin explique que les mutations technologiques sont souvent accompagnées d'une perte de qualité du service, et qu'avec les services fondamentaux –dont la

¹⁵ La convention de Vienne, de 1968, n'a pas été signée et ratifiée par tous les pays. Elle fera l'objet d'un chapitre entier au sein de la partie 3.1.

mobilité- le niveau d'exigence est tel que c'est très difficile d'accepter une dégradation de la qualité du service. Dany Nguyen-Luong explique que les gens auront beaucoup moins de tolérance envers les erreurs de la machine qu'envers les erreurs humaines. Martín Rivera ajoute également que la sécurité, ou la sensation de sécurité, pourrait aussi être un blocage important : le partage du trajet avec un inconnu sans la présence d'un chauffeur ou la mise à disposition d'un véhicule privé à d'autres usagers seraient des usages prévus pour les véhicules autonomes potentiellement très limités en raison de la sensation d'insécurité. Il explique par exemple que le vol ou la destruction de véhicules est relativement courante, comme on a pu le voir également en Europe avec les vélos et les trottinettes en libre-service, et qu'il existe une peur des agressions au sein des transports en commun ou des taxis. La crise sanitaire et les conséquences économiques, ainsi que les dernières vagues migratoires, ont amplifié ces peurs en Colombie dernièrement. Sans la figure du conducteur, ces comportements pourraient s'aggraver fortement, ainsi que l'insécurité.

Si la volonté d'utiliser un véhicule autonome de la part de la population est importante, la possibilité de le faire l'est encore plus. Cependant, ce sujet, amplement traité dans le chapitre sur la promesse 5, n'a pas beaucoup surgit dans les entretiens en tant que blocage potentiel. En effet, seulement Johan Wachter et Alan Perkins l'ont évoqué rapidement. Le deuxième explique notamment que dans les Émirats arabes unis, et surtout à Dubaï, une grande partie de la population est composée d'immigrés très pauvres venus travailler, généralement originaires du sud-est asiatique. Cette partie de la population, très nombreuses, ne peut pas se permettre aujourd'hui d'avoir une voiture, et ils ne pourront probablement pas non plus accéder à la propriété d'une voiture autonome. Si ce sujet n'a pas eu plus d'importance en tant que barrière, ceci est sûrement dû en partie au fait que les véhicules individuels n'ont pas été au centre des réflexions.

Très liée à la question socioéconomique est la question de l'emploi, sujet cette fois-ci plus présent dans les entretiens, encore une fois principalement en Colombie. Si la question de la destruction de l'emploi et ses conséquences apparaît régulièrement dans les entretiens en tant que problème ou défaut des véhicules autonomes, ou en tant que problème à régler, c'est moins le cas en tant que barrière. Bien évidemment, la destruction de l'emploi en elle-même peut être un argument politique et social contre cette technologie, et de cette manière constituer une barrière à son déploiement. En plus, en Colombie les syndicats et les lobbys des conducteurs ont beaucoup d'importance politique, notamment les camionneurs et les taxis. Si l'exemple d'Uber a déjà été abordé à plusieurs reprises au sein de cette thèse, l'exemple du transport de marchandises, développé par Juan Pablo Beltrán, est également intéressant : le gouvernement de Bogota a essayé à plusieurs reprises de limiter la présence de très gros camions en centre-ville, ou au moins de faire en sorte qu'ils ne circulent pas en heure de pointe, ou d'éviter les plus pollués. Aucune de ces

mesures n'a été efficace parce que la corporation des travailleurs de la logistique est très puissante. Germán Lleras a soulevé un autre point lié à l'emploi, mais qui ne concerne pas dans ce cas la destruction d'emploi. Il s'agit justement de la nécessité de nouveaux métiers spécialisés qui aujourd'hui n'existent pas et dont la formation ne peut pas se faire en Colombie, tout du moins pour l'instant. Scott Fennelly aborde également ce sujet pour les Émirats arabes unis, sauf que dans son cas il le voit comme un problème mais non pas comme une barrière, car dans les Émirats ils ont l'habitude de faire appel à des experts qualifiés étrangers et ils ont la capacité économique pour les faire venir. Cependant, ce n'est pas le cas de la Colombie. Antoine Claudepierre évoque un dernier blocage potentiel pour l'arrivée des véhicules autonomes lié à l'emploi, dans ce dans les Émirats arabes unis : le prix de la main d'œuvre. En effet, il explique qu'en Europe ou en Amérique du nord l'un des principaux arguments pour l'arrivée des véhicules autonomes est l'épargne en coûts de fonctionnement liée à la suppression du salaire du conducteur. Pourtant, dans les Émirats arabes unis la main d'œuvre peu qualifiée est si peu chère que ceci ne deviendrait pas un avantage, pouvant même devenir un inconvénient si le prix de la technologie dépasse le coût de la main d'œuvre.

Le dernier élément de blocage pour le développement des véhicules autonomes abordé dans les entretiens est celui de la technologie en elle-même. Si la grande majorité des acteurs interviewés semblent penser que les problèmes technologiques seront résolus avec le temps, Thi-Hoa Mastalerz et Sandrine Salaün, d'Île-de-France Mobilités, sont moins optimistes et prennent l'exemple de la vitesse de circulation des navettes, qui après des nombreuses années de tests reste très basse et à peine compétitive par rapport aux autres moyens de transport. La différence d'optimisme entre cet entretien et les autres est sûrement due au moment où il a été réalisé, puisqu'il a eu lieu environ trois ans après les autres entretiens parisiens, dans le but justement d'avoir un regard post-covid. Hoda Alkhzaimi, en tant qu'experte en cybersécurité, apporte également un regard plutôt sceptique sur le fait que les problèmes technologiques sur ce domaine soient totalement résolus dans le futur.

Enfin, il est intéressant de noter que quatre des acteurs interviewés ont répondu négativement à la question sur quels seraient d'après eux les blocages potentiels au développement des véhicules autonomes. Ainsi, Scott Fennelly, Mahmoud Habboub, Dalia Hafiz et Lukas Sokol ont explicitement répondu qu'il n'y aurait pas de blocages pour le développement de cette technologie dans les Émirats arabes unis.

Les questions sur les moteurs et les blocages que la technologie des véhicules autonomes pourrait rencontrer dans son adoption ont été parmi les plus amplement répondues, comme le montre la longueur de ce chapitre. Pourtant, certains sujets n'ont pas été traités en détail ici parce qu'ils ont déjà été abordés plus tôt dans cette

thèse, ou alors le seront par la suite, comme c'est le cas notamment de l'idée des véhicules autonomes conçus en tant que leviers pour aller vers d'autres objectifs.

Au-delà des réponses elles-mêmes, présentées ci-dessus, ce qui est intéressant également est la fréquence de réponse dans chaque territoire et sur chaque sujet. Une première analyse très simple est de comparer la quantité de réponses sur les moteurs avec la quantité de réponses sur les blocages. C'est ainsi que l'on remarque que si dans les Émirats arabes unis et dans la métropole de Paris ces deux grands sujets sont équivalents quantitativement, ce n'est pas le cas à Bogota, où ont été soulevés nettement plus de points de blocage que de moteurs. La capitale colombienne se démarque aussi des deux autres territoires par la quantité de réponses, qui y ont été plus nombreuses autant sur les moteurs que, surtout, sur les blocages. Les cas français et émiriens ont été à nouveau très similaires à ce niveau-là, proportionnellement à la quantité d'entretiens réalisés.

Quant aux sujets abordés, dans le cas des moteurs les réponses ont été relativement équilibrées, en prenant en compte la différence dans la quantité totale de réponses. Dans les Émirats arabes unis les réponses se sont réparties presque équitablement entre les différents sujets abordés en tant que moteurs, avec cependant une majorité de réponses sur l'acceptabilité dans les barrières ou blocages. Dans les deux autres territoires, dans les moteurs il y a eu très clairement une prédominance du véhicule autonome comme levier pour améliorer d'autres questions en lien avec la mobilité. Quant aux blocages, à Paris il y a eu une très grande diversité de réponses, tandis qu'à Bogota la grande majorité des réponses se concentraient sur les questions autour de l'infrastructure et celles autour de la réglementation.

De manière plus générale, on remarque que dans les Émirats arabes unis on retrouve très peu de blocages potentiels et très nuancés pour la plupart. Ceci est sûrement en raison de la puissance économique et politique du gouvernement émirien, qui a déjà démontré dans le passé avoir atteint des objectifs très ambitieux qui ne semblaient pas très réalistes, comme par exemple la construction du port Jebel Ali, aujourd'hui l'un des plus importants au monde. Ces expériences ont donné une telle crédibilité au gouvernement du pays que les acteurs interviewés n'ont pas de raisons de croire que ce ne sera pas pareil pour le développement de véhicules autonomes. La Colombie, cependant, se trouve dans le cas opposé : le projet de métro de Bogota a mis plusieurs décennies avant de se concrétiser et les problèmes de mobilité du quotidien sont tels qu'il est difficile de penser de manière réaliste à une technologie de pointe qui viendrait résoudre tous ces problèmes. Les grandes difficultés existantes avec les infrastructures, truffées de nids-de-poule et d'obstacles, ainsi que les nombreux blocages administratifs, politiques et financiers qu'ils trouvent lorsqu'ils tentent de mettre en place un projet innovant, semblent des obstacles infranchissables. À Paris, d'après les entretiens réalisés, la situation à ce niveau-là semble intermédiaire : si les problèmes de mobilité sont nombreux et la recherche de

solutions une priorité, la technologie des véhicules autonomes ne semble pas particulièrement réaliste et les blocages potentiels se multiplient.

2.3.2.5 – Les autres questions

La grande majorité des entretiens a suivi à peu près le même schéma : une première question très générale pour entrer en matière, un premier bloc de questions sur les politiques publiques, un deuxième bloc de questions sur la gouvernance et les acteurs, un troisième bloc de questions sur les moteurs et les blocages, et enfin une dernière question, à nouveau très générale, pour conclure l’entretien en donnant l’option à la personne interviewée d’ajouter des éléments qui n’auraient pas eu de place dans les questions précédentes. À ces cinq grands blocs de questions et réponses ont été ajoutées, dans certains cas, des questions plus spécifiques. Parfois, si le profil de la personne était très spécifique, l’entretien se limitait à la spécialité de la personne, comme par exemple dans le cas de Jean-Laurent Franchineau, ingénieur spécialisé dans la technologie des véhicules autonomes qui a passé la majorité de l’entretien à expliquer des questions techniques et dont les réponses ont été fondamentales pour la rédaction des chapitres sur le fonctionnement des véhicules autonomes. Un autre exemple est l’entretien avec Juliana Montoya, experte en biodiversité et environnement. Dans certains cas ce n’était pas le profil de la personne qui était très spécifique mais son poste, et dans ce cas la plupart des questions étaient posées ou répondues depuis un point de vue différent, original. C’était le cas par exemple avec Xiomara Torrado, du métro de Bogota, Fernando Liesa, expert en logistique et transport de marchandises dans l’Union européenne, Arantxa Julien, de la Direction de la Recherche et l’Innovation dans le Ministère de la Transition écologique, ou encore Anne-Sophie Maugendre, de l’Ambassade de France dans les Émirats arabes unis. Dans certains cas, la spécificité de l’enquête se reflétait par une ou deux questions qui s’ajoutaient à la grille de questions habituelle au lieu de la remplacer ou la modifier. Ceci a été le cas par exemple avec Hoda Alkhzaimi, experte en cybersécurité, mais aussi avec Steven Severance et Lukas Sokol, de Masdar City. Enfin, certains entretiens ont eu des particularités dans les questions en raison d’éléments de contexte. Par exemple, certaines de personnes interviewées dans les Émirats arabes unis comme Jonathan Spear ou Dalia Hafiz ont été contactées suite à des conférences, et en conséquence certaines questions en lien avec ces conférences ont été ajoutées. Le premier entretien réalisé avec Pierre Musseau a eu lieu juste après la sortie de son ouvrage, ce qui a fortement dirigé l’entretien. Quant aux cinq entretiens réalisés en 2022 à Bogota et à Paris, il s’agissait d’entretiens plutôt de confirmation dans le but d’appréhender l’évolution du sujet, et dans ces cas il y a eu également certaines questions très spécifiques.

Il est donc difficile de généraliser sur l'ensemble des questions posées, et encore plus sur les réponses parfois très spécifiques. Certains sujets sont néanmoins revenus un peu plus souvent que d'autres. Voici donc les cinq principaux. Les deux premières questions ont été posées dans tous les territoires à quasiment tous les acteurs, mais l'intérêt des réponses n'est pas suffisant pour y consacrer un chapitre complet. Les trois autres réponses n'ont été posées que dans certains territoires, mais les réponses restent intéressantes.

Lorsque vous prenez une décision en matière de mobilité et d'urbanisme, prenez-vous en compte la possibilité d'un futur avec des VA dans nos rues ?

Cette question aurait pu être centrale dans le déroulé des recherches si les réponses avaient été majoritairement positives. Malheureusement, ce n'a pas été le cas : la grande majorité des acteurs enquêtés ont répondu « non ». Premièrement, la question n'a pas été posée systématiquement dans tous les entretiens en raison de son caractère un peu spécifique : pour la poser, il faut que la personne interviewée soit en position de prendre des décisions concernant la mobilité ou l'urbanisme, ce qui n'est pas le cas d'une partie importante des enquêtés. Si le profil recherché était "proche de la sphère décisionnelle", ce n'est pas pour autant qu'ils prennent tous des décisions. Par exemple, parmi la cinquantaine d'entretiens il y a plusieurs chercheurs (Jean-Laurent Franchineau, ou Erik Vergel) et également plusieurs acteurs issus d'entreprises privées, comme Navya (Antoine Claudepierre) ou Careem (Mahmoud Habboub). Il y avait également plusieurs personnes issues d'institutions de conseil, publiques ou privées (Florence Hanappe ou Ed Forrester), ainsi que d'organismes fédératifs d'entreprises, comme le SER (Julien Vick) ou ANDEMOS (Oliverio García). Enfin, dans certains entretiens le contexte faisait qu'il fallait réduire la quantité de questions, et celle-ci a été sacrifiée à plusieurs reprises. Ce dernier point a pu être frustrant parfois, car généralement quand une personne se trouve dans un poste particulièrement proche de la question traitée elle a plus de choses à dire, et en conséquence les premières questions prenaient plus de temps tandis que les dernières ne pouvaient pas être posées, ce qui est arrivé par exemple avec l'entretien de Pierre Musseau.

Sur ceux qui ont répondu à la question, seulement trois ont répondu positivement sans hésiter. Deux d'entre eux sont très logiques : Lukas Sokol et Steven Severance, de Masdar City, où il y a déjà des véhicules autonomes depuis longtemps et où ils continuent à déployer des nouveaux véhicules. Steven Severance ajoute qu'il s'agit d'un sujet très mouvant, qui évolue vite, et qu'à quinze ans d'écart la conversation aurait été très différente : quinze ans plus tôt il n'y aurait pas eu de thèse sur le sujet, et quinze ans plus tard les véhicules autonomes seront beaucoup plus présents dans le monde et le débat tournera autour de sujets comme l'interdiction de

la conduite. La troisième personne à avoir répondu positivement est également très logique, puisqu'il s'agit de Véronique Berthault, puisqu'elle est en charge du programme de recherche sur les véhicules autonomes à la RATP. En plus de ces trois acteurs, Paul Beauvallet, de la Région Île-de-France, explique que les véhicules autonomes viennent sur la table quand ils réfléchissent sur le futur. Il donne l'exemple des réflexions menées avec l'État sur la remise en état du réseau routier et la mise en place d'un terrain de jeux pour des expérimentations, où les véhicules autonomes sont logiquement envisagés comme l'une des technologies futures envisagées. Cependant, dans prise de décisions concrètes du quotidien, comme la conception d'une nouvelle ligne de transport ou la mise en place d'un parking relais, non, le sujet des véhicules autonomes n'apparaît pas. L'absence de réflexions sur cette technologie dans le court terme mais l'apparition de la question dans les stratégies et réflexions sur le futur est la conclusion de ce qui se passe en région parisienne, si l'on écoute ce que disait Laurent Calvalido dans son entretien. Catherine Goniot, de la Métropole de Rouen, est dans la même situation.

Si dans les terrains émiriens et parisien il y a eu quelques réponses positives et quelques nuances parmi les "non", ce n'est pas le cas dans le terrain bogotanaï. Lina Quiñones explique que dans les services techniques de la mairie de Bogota ils ont l'habitude de travailler toujours dans l'urgence, dans la résolution de problèmes immédiats, et qu'ils n'ont pas le temps ni les moyens de se projeter plus loin. Si les services techniques ne peuvent pas s'en occuper, l'échelon politique ne le fait pas non plus, Sergio Martínez est très clair sur les raisons : la stratégie actuellement en développement à Bogota est sur 2030, et ils pensent que les véhicules autonomes arriveront après cette date. En conséquence, ils ne les ont pas inclus dans les réflexions. Lina Quiñones ajoute que l'échelon politique est trop contraint par l'échelle du mandat : ils se projettent peu au-delà de leurs quatre ans, et souvent ils paralysent ce qui était en train d'être fait avant leur arrivée. Seulement à l'échelle de l'État on mène une réflexion à un horizon plus lointain, avec leur "Mission 2050", où les véhicules autonomes sont enfin rapidement mentionnés. Felipe Azcárate, la personne ayant rédigé la partie sur les véhicules autonomes au sein de ce document, en a parlé dans son entretien, mais il ne s'agit pas réellement d'une décision mais plutôt d'une réflexion prospective très générale. Ce document sera étudié plus en détail dans la partie 3.1 de cette thèse.

Si les réflexions concrètes sont absentes, des réflexions indirectes surgissent. Juan Pablo Bocarejo explique s'être renseigné sur les bus autonomes lors de son mandat en tant qu'adjoint à la mobilité dans la Mairie de Bogota, en vue d'une potentielle adoption de cette technologie pour le Transmilenio, renseignement qui n'a jamais mené vers des décisions quelconques. De son côté, Johan Wachter dit qu'à Medellin ils réfléchissent beaucoup à d'autres sujets comme les véhicules électriques, le MaaS ou les nouvelles technologies, des sujets qui pourraient préparer le terrain

pour les véhicules autonomes dans le futur. Claudia Mercado va plus loin encore quand elle explique qu'à Bogota ils ont une réelle inquiétude sur la sécurité routière, et qu'ils mettent beaucoup de pression au gouvernement national pour qu'ils augmentent les standards de sécurité, aujourd'hui très en retard par rapport à ce qui existe dans les pays européens ou nord-américains. Vue l'amélioration très importante en termes de sécurité routière qui pourrait être introduite par les véhicules autonomes, comme vu dans le chapitre sur la promesse 1, les réflexions et les décisions sur le sujet pourraient arriver plus tôt que tard par ce biais-là.

Quoi qu'il en soit, pour la grande majorité des personnes enquêtées ayant répondu à cette question la réponse était non, car ils voyaient le sujet comme encore trop lointain. Ce serait peut-être intéressant de reposer la question dans cinq ou dix ans, comme le suggérait Steven Severance, et observer la différence.

Pour finir, quelle est votre utopie ? Quelle est votre ville idéale du véhicule autonome ?

Si la grande majorité des entretiens ont commencé par une question très générale afin d'introduire le sujet, la même stratégie a été utilisée pour la fin de l'entretien. L'objectif était de poser une question à nouveau très générale où les enquêtés et les enquêtées pourraient aborder des sujets qui sortaient un peu de la grille de questions. C'est également une question assez personnelle, contrairement aux autres, qui sont plus professionnelles ou techniques. Si la question porte sur les utopies, c'était également pour tenter de les sortir d'un regard trop concret, trop technique du sujet, et qu'ils se projettent. Enfin, comme expliqué dans le chapitre 2.2.1, dédié justement au concept d'utopie, il a été démontré que les utopies jouent un rôle très important dans les discours sur les véhicules autonomes et sur les nouvelles technologies en général, et il semblait important d'explicitier la question. Enfin, le dernier objectif de cette question était de finir l'entretien sur une touche positive, optimiste, plus agréable.

Étant la dernière question prévue, les contraintes du temps n'ont pas toujours permis de la poser. De plus, dans certains cas elle était posée quand il ne restait plus que quelques minutes, et les réponses étaient donc très courtes et moins intéressantes. Malgré tout ceci, la question a été souvent posée et il y a eu des réponses intéressantes. Globalement, trois types de réponses ont été données : certains se sont concentrés sur l'objet véhicule autonome lui-même et ont évoqué des promesses comme celles analysées plus tôt dans cette thèse ; d'autres, au contraire, se sont écartés de l'utopie technologiste du véhicule autonome pour parler plutôt de marchabilité, mobilités douces ou transport en commun ; et enfin certains acteurs sont montés en généralité pour parler de grands concepts comme la santé, la liberté ou le bonheur.

Ceux qui construisent leurs utopies autour des promesses des véhicules autonomes, donnent en réalité des pistes importantes sur les besoins de chacun des territoires. Si dans les Émirats arabes unis on parle du climat et de comment le véhicule autonome viendrait résoudre ce problème, c'est-à-dire la promesse 4, à Paris celles qui ressortent sont les promesses 3 et 6, c'est-à-dire la possibilité d'élargir les réseaux de transport vers des territoires moins densément peuplés en périphéries des villes, et la possibilité d'améliorer la fluidité de la circulation et de réduire la congestion routière. À Bogota, par contre, la préoccupation première est l'habitant, la mobilité pour toutes et tous, autrement dit la promesse 5, suivie de près par la première promesse, celle sur la sécurité routière et la baisse des accidents. En plus, dans les trois territoires il y a eu des acteurs qui ont évoqué l'écologie, des villes plus vertes et plus durables, ce qui s'apparente à la promesse 8, même si les véhicules autonomes n'étaient pas explicitement nommés. Ainsi, sur les huit promesses analysées dans cette thèse, six ont été mobilisées dans la question sur les utopies, de manière très spécialisée : dans chacun des territoires on a mobilisé la ou les promesses qui répondent mieux à leurs problématiques et leurs centres d'intérêt. En effet, dans les Émirats arabes unis les très hautes températures de l'été sont un véritable problème ; à Paris, les infrastructures de transport sont complètement saturées et les territoires périurbains sont particulièrement dépendants de la voiture ; à Bogota, la quantité d'accidents sur la route est très préoccupante, et les inégalités sociales sont très importantes. Cependant, si le problème des températures est exclusif du territoire émirien par rapport aux autres territoires étudiés, ce n'est pas le cas des quatre autres promesses : le niveau de congestion de Dubaï et de Bogota est très similaire à celui de Paris, et dans les trois territoires il y a des quartiers périphériques très mal reliés par les transports en commun ; quant aux inégalités sociales, on peut aussi en trouver dans les trois territoires, surtout dans les Émirats avec la grande quantité de travailleurs migrants à provenance du sud-est asiatique ; enfin, si la sécurité routière est un problème particulièrement important à Bogota, il existe aussi ailleurs. Il est donc intéressant de constater quels sont les sujets principaux de préoccupation, au-delà de la présence de problèmes très similaires dans les trois territoires.

Certains autres acteurs s'écartent du véhicule autonome dans leur utopie. En effet, le côté plus personnel de la dernière question du questionnaire rendait cette question la seule qui permettait aux enquêtés d'affirmer qu'ils n'aimaient pas les véhicules autonomes, pour ceux dont serait le cas. Ainsi, certains ont parlé de leur amour de la conduite, d'autres de l'importance de développer la marche à pied et les mobilités douces, et d'autres encore ont prôné la réduction drastique de la quantité de voitures, autonomes ou pas. Le point d'intérêt dans ce groupe de réponses est surtout le fait qu'aucune d'entre elles n'a été dite par un acteur issu du terrain des Émirats arabes unis.

Enfin, le dernier groupe de réponses à la question des utopies était celui où les interlocuteurs parlaient de grands sujets très généraux, invoquant l'idée d'utopie au sens le plus large : une société plus durable, plus libre, plus heureuse. Ces réponses ont quasiment toutes été données dans les Émirats arabes unis, et aucune à Paris.

Quelle projection ? Quelles influences ?

Cette question a été ajoutée dans les terrains étrangers, afin de mieux comprendre le contexte du développement des véhicules autonomes et des entretiens dans ces territoires. Il s'agissait de comprendre, d'un côté, quelles étaient leurs influences et leurs références, autant théoriques qu'en tant qu'exemples, et d'un autre côté qu'elle était leur projection à eux, l'influence qu'ils cherchaient à avoir ou qu'ils pensaient déjà avoir. Pour le premier axe de la question, l'objectif était d'être très général pour qu'on puisse répondre tout autant par des références théoriques que par des exemples de villes, voire par des idées abstraites.

Si la question n'a pas été posée explicitement à Paris c'est parce que l'information a été acquise autrement. Bien évidemment, certains acteurs interviewés nommaient des villes, des réseaux ou des références théoriques dans les entretiens même sans poser la question. Par exemple, Pierre Musseau donne de l'importance à un réseau de villes qui s'appelle Open Mobility Foundation, composé très majoritairement par des villes nord-américaines et quelques villes européennes. Plusieurs réseaux européens sont également mentionnés dans les entretiens : par exemple, Fernando Liesa parle du groupe d'experts européen *Cooperative, connected and automated mobility* (CCAM), tandis que Sylvain Belloche parle du projet de recherche européen *Coexist*. La grande majorité des exemples internationaux mobilisés sont également issus de villes européennes ou états-uniennes (Stuttgart, Sion, San Francisco, Phœnix, etc.). Les références théoriques conseillées ou mentionnées sont également issues de ces territoires, comme par exemple l'étude de l'ITF sur Lisbonne, ou encore l'étude de l'association de villes états-uniennes NACTO. Mais au-delà des entretiens, dans les conférences, colloques, séminaires ou journées d'études écoutées pour alimenter cette recherche (voir annexe) il y a eu également une grande majorité de présentations portant sur l'Europe et Amérique du Nord, malgré la présence de certains chercheurs et chercheuses d'autres régions du monde comme par exemple Ki Jeehoon, coréen. L'exception la plus notable à cela fut le colloque international du Gerpisa de 2019, avec une forte présence de chercheurs japonais et brésiliens. Enfin, les références bibliographiques francophones utilisent très majoritairement, à leur tour, des sources issues également de l'Europe ou l'Amérique du Nord.

Les États-Unis sont une référence commune aux trois territoires étudiés. Ceci est logique, puisque l'annonce des véhicules autonomes et les principales entreprises

exportatrices du concept viennent de ce pays : Google et Tesla, notamment, mais également Uber ou des entreprises de conseil comme KPMG ou McKinsey. Des experts états-uniens comme Ed Glaeser, Alain Bertaud¹⁶ ou Tony Seba ont été donnés comme références par Nicolás Galarza et Colin Hill respectivement. L'Europe est également une référence fréquente face à la question sur les inspirations et influences posée dans les entretiens émiriens et bogotanis. Cependant, elle apparaît moins régulièrement que les États-Unis, et à plusieurs reprises on a signalé que l'Europe est une référence surtout en ce qui concerne les transports en commun. D'ailleurs, le fait que les principales entreprises de navettes autonomes soient françaises, ainsi que certaines des plus puissantes entreprises de gestion des transports, explique sûrement ces références. Si ces deux régions du monde sont communes, la différence entre les Émirats arabes unis et Bogota porte sur le regard envers leurs régions respectives. À Bogota, le Chili est une référence incontournable, notamment la capitale Santiago. En plus, le Brésil et le Costa Rica ont également été mentionnés comme références importantes. Il faut rappeler que le système de transport urbain Transmilenio est basé sur un système similaire développé dans les années 1970 à Curitiba, Brésil, qui fut le premier système de bus à haut niveau de service au monde. Johan Wachter a été le seul à donner une référence dans une région du monde différente : il s'agit de Tel Aviv. Germán Lleras ajoutait que, probablement, la Chine deviendrait bientôt la grande référence mondiale sur le sujet des véhicules autonomes.

Dans les Émirats arabes unis, cependant, les territoires mentionnés en tant que références ont été Singapour et le Japon. Si le Japon est un partenaire économique très lié à l'industrie automobile (la majorité des véhicules qui circulent dans le pays sont des véhicules japonais), Singapour est une ville dont les caractéristiques rappellent parfois celles de Dubaï et qui est très proactive sur le domaine des véhicules autonomes. Néanmoins, plusieurs acteurs émiriens affirmaient que leurs références étaient globales, qu'ils essayaient de regarder partout, car les caractéristiques de leurs villes sont assez uniques, et ils ne peuvent donc pas se permettre de regarder seulement en une direction. Le *Dubai World Congress for Self-Driving Transport* organisé à Dubaï tous les deux ans, et le grand challenge international qui s'organise en parallèle, l'attestent. En plus, Alan Perkins rappelle que les Émirats arabes unis sont un pays très jeune, qui s'est construit sur une grande ouverture et sur l'accueil de nouvelles idées : ils ont une véritable tradition de faire appel à des experts étrangers de partout dans le monde.

Si la question des influences a été très bien fournie, celle sur les projections l'a été moins. Dubaï a clairement la volonté de devenir une référence incontournable sur le sujet des véhicules autonomes, grâce à leur congrès sur le sujet, au challenge et surtout à la stratégie de développement de la technologie. Ils cherchent à s'imposer face aux autres villes de la région, mais également dans le monde. Quant à Bogota, il

¹⁶ Alain Bertaud est français, mais a développé la majorité de sa carrière aux États-Unis.

s'agit sans doute d'une ville exemple dans sa région, sûrement au niveau de Santiago du Chili. Lina Quiñones explique qu'ils reçoivent même régulièrement des visites de délégations de villes asiatiques et africaines pour découvrir et s'inspirer de leur système de mobilité, notamment le Transmilenio. Pas très loin, Medellín a également une stratégie de s'imposer en tant que ville modèle sur des questions de mobilité et d'environnement.

Les navettes autonomes sont une solution très française, pourquoi miser sur cette technologie au lieu d'une autre ?

La préparation du terrain des Émirats arabes unis a laissé un constat surprenant : on y trouve une appétence particulière pour les navettes autonomes, et notamment celles des entreprises françaises. À Masdar (Abou Dhabi), le service de PRT est actuellement fermé et remplacé par un service de navettes autonomes. À Dubaï, le tout premier *Dubai World Challenge for Self-Driving Transport*, en 2019, portait sur la technologie des navettes autonomes. En plus, les trois prix principaux de ce challenge, pour les entreprises leaders du secteur, ont été décernés à Navya et Gaussin respectivement, deux entreprises françaises.

Pourtant, l'article publié par Sylvie Mira Bonnardel, Fabio Antonialli et Danielle Attial en 2020 explique très clairement à quel point les navettes autonomes sont une solution française : si plus de la moitié des expérimentations mondiales avec des navettes autonomes ont été menées en Europe, et parmi celles-ci la majorité a eu lieu en France, presque 90% des navettes utilisées pour l'ensemble des expérimentations dans le monde étaient des navettes de fabrication française, notamment des entreprises Navya et EasyMile (Bonnardel, Antonialli, Attias, 2020).

La question se posait donc d'elle-même : pourquoi les Émirats arabes unis s'intéressent autant par une technologie aussi française, au lieu d'aller plutôt vers d'autres types de véhicules autonomes ? À cette question, deux niveaux de réponse ont été donnés : l'utilité et le marché. Déjà, plusieurs enquêtés affirmaient que les navettes autonomes sont la technologie la plus adaptée pour ce qu'ils recherchaient en ce moment. Lukas Sokol notamment expliquait que pour l'usage qu'ils cherchaient à développer à Masdar c'était la technologie la plus adaptée. Dans le cas de Dubaï, Ed Forrester pense que les navettes sont vues comme une technologie intéressante parce qu'elles pourraient fortement encourager l'usage du transport public, notamment dans les zones résidentielles dont la distance du métro est importante. Cet usage du premier et dernier kilomètre est particulièrement important dans la région en raison du climat. En effet, Scott Fennelly explique qu'avec l'humidité et la chaleur on ne peut pas marcher plus de 500 mètres sans transpirer et que le vélo est dur également, surtout l'été. Les véhicules autonomes en général, et les navettes en particulier, semblent une technologie adaptée à cet usage. Par ailleurs, l'idée proposée par

Mahmoud Habboub d'un développement de véhicules autonomes au sein du quartier, et non pas juste en prolongation du transport de masse, peut aussi être résolue avec des navettes autonomes.

Mais au-delà de l'usage, Scott Fennelly explique qu'au moment de l'entretien (février 2020) les navettes étaient la technologie la plus mûre parmi les différents types de véhicule autonome, ce qui facilite son implémentation. Étant donné l'objectif de Dubaï d'atteindre 25% de trajets en véhicule autonome avant 2030, il faut miser sur les technologies les plus avancées, les plus proches d'un usage généralisé. De plus, Steven Severance ajoute un élément fondamental : la possibilité d'achat. En effet, il explique qu'à Masdar la volonté était de devenir propriétaires des véhicules, et qu'au moment de l'entretien très peu d'entreprises au monde vendaient des véhicules autonomes. Si Waymo ou Cruise semblaient être plus avancées technologiquement, elles n'avaient pas encore mis leurs véhicules sur le marché. Sur les deux ou trois compagnies au monde à le faire, Navya était la meilleure option d'après eux, ce qui s'est confirmé un peu plus tard dans le challenge organisé par Dubaï.

Imaginons que nous sommes en 2030 et que la stratégie de Dubaï pour le développement des véhicules autonomes a été complétée avec succès, et donc que 25% des déplacements dans la ville se font en véhicule autonome. Que se passe-t-il maintenant ? Pensez-vous que ce pourcentage sera difficile à maintenir, ou au contraire pensez-vous que l'inertie causée par la stratégie fera que le pourcentage continuera de grandir ?

Comme pour la question précédente, celle-ci a surgit au moment de la préparation du terrain dubaïote. En effet, autant dans les textes que lors des conférences la stratégie de Dubaï pour le développement des véhicules autonomes est très présente, ambitieuse mais réaliste. En parallèle, on pouvait également écouter des discours très utopiques, d'une ville dans le futur où l'ensemble des véhicules seraient autonomes. Cependant, à aucun moment on entendait parler, concrètement, de ce qui devait arriver après 2030, une fois atteint le fameux 25% de déplacements. Jonathan Spear confirmait dans son entretien, face à cette question, qu'il n'existe pas de discours public officiel sur l'après 2030, en ce qui concerne les véhicules autonomes.

La première idée qui a été transmise à ce propos, également par Jonathan Spear, est que 25% n'est pas du tout un pourcentage suffisant. En effet, la grande majorité des effets positifs des véhicules autonomes n'arriveraient qu'une fois que la totalité des véhicules dans une ville seraient autonomes, au tout du moins une très grande partie. Cependant, il disait également que, contrairement à ce qui pourrait sembler dans un premier temps, 25% n'est pas un pourcentage ambitieux. Scott Fennelly se montrait d'accord sur ce point, car il expliquait que ce pourcentage sera sûrement atteint seulement grâce au transport public. En effet, ils considèrent le métro automatique un *self-driving transport*, et il pourrait s'approcher du pourcentage

souhaité à lui seul. Si au métro on ajoute d'autres types de véhicule en complément, ce sera d'autant plus simple de les atteindre, comme notamment des navettes autonomes qui viennent l'alimenter, et pourquoi pas des bus autonomes, ainsi que d'autres types de transport public comme les *abra* qui traversent le Khor Dubaï, la rivière qui divise le centre-ville en deux.

Étant donné que le 25% sera atteint sûrement grâce seulement aux transports en commun, il est logique de penser que le pourcentage pourra se maintenir sans souci, et qui pourrait même augmenter doucement. Cependant, Scott Fennelly signale qu'augmenter sensiblement ce pourcentage et s'approcher du 100% ne sera possible qu'en comptant sur les autres types de véhicules autonomes, et cela ne dépendra plus directement du gouvernement émirien, mais des entreprises qui développent la technologie. Les seuls points qui pourront être contrôlés par les autorités publiques sont l'infrastructure et la réglementation, et les deux seront prêts. Dalia Hafiz ajoute à cela que le 25% de trajets en véhicules autonomes permettra une autre avancée importante : l'acceptabilité de la population, qui pourra s'habituer à cette innovation grâce à la présence des transports en commun et aura donc moins de mal ensuite à accepter l'arrivée des robotaxis ou des véhicules individuels.

En quoi la crise sanitaire du COVID-19 a-t-elle pu influencer le développement des véhicules autonomes ?

Comme vu dans le chapitre sur la méthodologie, les terrains parisien et émirien ont été réalisés entièrement avant la crise sanitaire du COVID-19, crise qui a confiné toute la planète pendant plusieurs mois, a fermé les frontières internationales pendant plusieurs mois de plus et a abouti en une crise économique importante, entre autres effets. La première partie du terrain colombien a été réalisée à l'hiver 2020-2021, sans le recul suffisant pour observer les effets de cette crise. En conséquence, seulement six entretiens ont été réalisés avec un certain recul par rapport à la crise sanitaire : deux pour le terrain parisien et quatre à Bogota. Cependant, ce n'était pas assez de recul pour les sept acteurs enquêtés. À Bogota, la conséquence la plus directe en ce qui concerne les véhicules autonomes est l'abandon complet du projet de faire une expérimentation d'une navette autonome à l'image de celle réalisée au Chili quelques mois avant la pandémie. Cependant, vu d'un point de vue plus global, deux points ont été soulevés. D'un côté, le partage des véhicules a eu un grand coup d'arrêt. En effet, Thi-Hoa Mastalerz et Sandrine Salaün confirmaient qu'il y a eu une baisse dans l'utilisation des transports en commun qui semblait en train d'être rattrapée, mais au moment de l'entretien (juin 2022) c'était encore trop tôt pour avoir des chiffres très concrets. En parallèle, on a pu observer la disparition de l'option Uber Pool chez l'opérateur de transport à la demande, c'est-à-dire le partage du trajet entre inconnus allant dans la même direction, option qui n'est toujours pas réapparue au moment de

l'écriture de ces lignes (août 2023). D'un autre côté, Fernando Liesa pointait qu'une certaine accélération semble exister dans le domaine de la livraison autonome en raison de la forte hausse des livraisons à domicile pendant les confinements et les couvre-feux, et aussi en Chine en tant que stratégie pour éviter le contact humain avec un livreur. Encore une fois, le manque de recul lui empêchait de donner des informations plus précises.

2.4 - Analyse du discours

Dans les différents chapitres sur les promesses il y a déjà eu des réflexions et de l'analyse. L'objectif de cette partie est d'aborder certains éléments des discours de manière analytique, sans une prétention d'exhaustivité. Le premier point sera une classification des promesses vues ci-dessus. Si les promesses peuvent être classifiées en elles-mêmes, elles le seront également par rapport à leur présence dans les territoires étudiés. Ceci commencera à donner une idée de la distance existante entre le discours global et le discours spécifique. Dans les chapitres suivants, on abordera certains grands sujets, comme les paradoxes que l'on a soulevés dans la temporalité dans les discours, ou encore la grande controverse sur concurrence ou la compatibilité entre modes de transport. Enfin, nous ferons un point rapide sur certaines grandes absences des discours, avec quelques hypothèses sur la raison de ces absences.

2.4.1 – Petit recapitulatif comparatif des promesses

Les promesses ont été amplement expliquées dans les chapitres dédiés. Ce chapitre vise à reprendre brièvement les caractéristiques principales énoncées afin de les comparer entre elles depuis un axe territorial, basé sur les réponses aux entretiens.

En effet, chacun des territoires étudiés appréhende les promesses différemment, avec un niveau d'importance dans les discours et dans les documents différent. Seulement d'un point de vue quantitatif on peut déjà extraire quelques conclusions. Par exemple, on observe que la question de la sécurité routière, majeure à Bogota, n'est que rarement traitée à Paris et dans les Émirats arabes unis. Il est de même pour la question sociale, peu présente dans les discours parisiens et émiriens alors qu'elle est régulièrement mentionnée en Colombie. La promesse 4 sur le dépassement des barrières géographiques a une grande importance dans les Émirats arabes unis en raison de leur climat difficile, alors qu'elle est rarement mentionnée à Bogota et jamais à Paris. Cependant, la possibilité d'élargissement des réseaux de transport, sujet très important en France et plutôt important dans les villes émiriennes, n'est que très peu traitée à Bogota, de manière marginale. Si la potentielle réduction des coûts du transport est un sujet majeur à Paris et important à Bogota, il n'a logiquement pas une grande présence dans les Émirats arabes unis. La promesse 7, sur l'espace public, est

en quelque sorte le cas inverse : très importante à Abou Dhabi, un peu moins à Dubaï et dans la ville de Paris, elle disparaît chez les autres acteurs franciliens, ainsi que dans les entretiens colombiens. Quant à la promesse 6 sur la fluidité et l'accessibilité, elle a pris une certaine importance dans les territoires les plus encombrés, c'est-à-dire Bogota, Dubaï et l'Île-de-France, alors qu'elle est absente à Abou Dhabi et dans la ville de Paris, où la tendance est de réduire les vitesses de circulation. Enfin, la huitième promesse, sur l'écologie, a eu une présence quasiment nulle sur l'ensemble des territoires, malgré son importance dans le discours global.

2.4.2 – La temporalité dans le discours

Le discours sur les véhicules autonomes se construit avec une temporalité qui peut paraître paradoxale. D'un côté, les acteurs interviewés sont très attachés aux problématiques actuelles de leurs territoires, et conçoivent le véhicule autonome comme une solution potentielle à ces problèmes, c'est-à-dire qu'ils pensent le véhicule autonome sur le court terme. En même temps, la même technologie mène vers un discours utopiste, sur comment seront les villes au moment où tous les véhicules seront autonomes : les promesses 6 et 7 sont sûrement les meilleurs exemples de ceci. La temporalité intermédiaire, le moyen terme, est relativement peu présente dans les discours, alors que la transition vers le véhicule autonome est considérée comme l'un des grands défis à relever par cette technologie.

Ainsi, la grande majorité des acteurs publics interviewés, dans les trois territoires, sont logiquement préoccupés par les problèmes et les défis du présent. Ils voient la congestion, les accidents, les zones dépendantes de la voiture individuelle ou les problèmes d'accessibilité des personnes handicapées, pour donner quelques exemples. Face à cela, ils cherchent des solutions, d'abord dans ce qui est à leur portée, ensuite dans ce qui l'est moins. Les outils dont ils disposent en tant qu'acteurs publics sont nombreux mais limités : la réglementation et la gestion de l'espace public, la tarification et l'incitation. Rien que l'utilisation de ces outils est parfois compliquée, en raison des problèmes de financement ou des blocages politiques. De plus, ces outils sont très limités : parfois, la mesure la plus efficace pour agir sur la mobilité est une politique de logement, une politique commerciale ou une politique industrielle. Cependant, la séparation de compétences, l'incompatibilité de certains objectifs ou le manque d'une vision d'ensemble rendent souvent difficile d'agir sur la mobilité autrement que par les outils propres à la mobilité. Pire, parfois les autres politiques mises en place vont à l'encontre des objectifs de mobilité. Lors des Journées Européennes de la Mobilité qui ont eu lieu à Strasbourg en novembre 2018, Marie Chéron, de la Fondation pour la Nature et l'Homme, a critiqué ces contradictions, que l'on retrouve parfois même au sein du même texte de loi dans des articles différents.

Face à cette difficulté d'agir, les véhicules autonomes apparaissent remplis de promesses, des promesses qui pourraient résoudre un certain nombre de problèmes. Dans ce contexte, les acteurs publics voient donc les véhicules autonomes comme des outils potentiels pour agir sur les problèmes du présent. Comme on a pu le voir dans le chapitre sur les réponses aux entretiens, les acteurs interviewés ayant réfléchi dans ces termes ont été nombreux. Généralement, ceux qui avaient ce regard avaient un profil technique et travaillaient dans le secteur public. Chaque territoire ayant ses particularités et ses besoins, les promesses véhiculées étaient aussi différentes, comme on l'a vu dans le chapitre sur la classification des promesses. Lukas Sokol le dit très clairement : dans un premier temps, les véhicules autonomes serviront à résoudre les problèmes des voitures conventionnelles. Dans les discours recueillis les exemples de cette vision sont nombreux : par exemple, Paul Beauvallet parle de la nécessité de décongestionner les infrastructures routières, Claudia Mercado du problème des accidents ou Laurent Calvalido des problèmes de transport des territoires périurbains. Dans tous les cas, les véhicules autonomes sont vus comme un outil capable de résoudre ces problèmes.

Malgré les promesses de la technologie d'autonomie des véhicules, la plupart des acteurs pensent à des solutions différentes. Pour donner deux exemples parmi tant d'autres : pour décongestionner les routes il faudrait augmenter la quantité de passagers par véhicule, c'est-à-dire développer le covoiturage, et pour éviter les problèmes de pollution des grandes métropoles on pourrait développer les véhicules électriques. Ici, les véhicules autonomes ne sont pas vus comme une solution en eux-mêmes, mais comme un levier qui permettrait de développer efficacement d'autres solutions. Cette vision est encouragée par les grandes études sur les véhicules autonomes qui ont été réalisées au milieu des années 2010, pour la plupart déjà mentionnées : celle sur Singapour réalisée dans le MIT ou encore celle sur Lisbonne réalisée par l'ITF. Ici, on parle de véhicules autonomes, électriques, connectés et partagés. Même si la vision dans ces études est à long terme, ils contribuent à lier l'idée de véhicule autonome aux autres concepts mentionnés. Ainsi, par exemple, Laurent Calvalido et Catherine Goniot affirmaient que le véhicule autonome n'aurait du sens que s'il est partagé. Eux, tout comme Dany Nguyen-Luong, voient donc l'intérêt du véhicule autonome dans l'idée de qu'il puisse devenir un levier pour le développement des véhicules partagés. Johan Wachter, de son côté, parle des problèmes de pollution de la ville de Medellin et du besoin d'y développer les voitures électriques. Pour cela, il pense que les véhicules autonomes pourraient constituer un levier de développement des véhicules électriques.

Les exemples explicites sur le véhicule autonome en tant qu'outil pour résoudre des problèmes actuels, ou du potentiel effet levier que ces véhicules pourraient avoir pour développer d'autres solutions, ne sont pas nombreux. Cependant, le ton y est systématiquement : implicitement, la grande majorité des acteurs interviewés, et plus

particulièrement ceux issus du secteur public, pensent les véhicules autonomes dans ces termes. Les promesses elles-mêmes se sont construites par rapport à cela. Cela a été analysé dans les chapitres sur les promesses. Par exemple, la troisième promesse, celle sur l'élargissement des réseaux de transport vers les zones périphériques à faible densité de population, est techniquement dépendante de la deuxième, celle sur la baisse des coûts du transport en raison de la suppression du conducteur professionnel. Cependant, comme on l'a vu, la promesse 3 se détache complètement de la 2 dans certains discours : on parle de l'effet sans parler de la cause. Même dans les Émirats arabes unis on parle régulièrement de la promesse 3, malgré le fait que dans ce territoire le coût du salaire du conducteur est très faible et la promesse 2 n'a quasiment aucune présence. Ceci est dû au fait que la solution au problème (celui du transport dans les zones trop dépendantes de la voiture) prend de l'importance, alors que la technologie elle-même s'efface (celle qui permet d'enlever le conducteur et donc réduire les coûts, et donc élargir les réseaux de transport).

Si le véhicule autonome est vu comme une solution potentielle aux problèmes actuels et comme un possible levier pour développer d'autres solutions, il est également perçu comme une utopie. D'un côté, le véhicule autonome est en lui-même un objet technologique utopique. D'un autre côté, cet objet technologique est porteur de promesses diverses, qui contribuent fortement à construire une utopie à la fois urbaine et sociale. Tout ceci a été expliqué en détail dans le chapitre 2.2.1.

Les études prospectives qui existent dans la littérature scientifique, ainsi que celles transmises par les acteurs industriels eux-mêmes, contribuent à cette projection dans le futur lointain. Les dates données par les différentes sources pour leurs scénarios sont très variées : au début des années 2010 on parlait de 2020, tandis que des sources plus récentes parlent de 2050. Cependant, même quand les dates avancées sont proches dans le temps, le scénario envisagé est lointain conceptuellement : on imagine une ville, un territoire, une société complètement transformés. Si l'on se tient exclusivement aux véhicules autonomes on peut déjà proposer des images futuristes, comme celles vues dans les promesses 6 et 7 principalement, les plus à long terme sur les 8 présentées plus tôt. Dans ces promesses, on imagine des villes où des voitures propres circulent à toute vitesse sur des petites voies, afin de déposer leurs passagers à leurs destinations et partir en chercher des nouveaux. L'espace récupéré à la voiture par la réduction des voies, mais aussi par la suppression des places de stationnement, serait consacré au verdissement des villes et au divertissement de leurs habitants. Le temps de déplacement serait utilisé par les passagers pour travailler, lire ou dormir. L'hyper-connectivité des véhicules permettrait la suppression des signalisations routières (feux, panneaux, marquages au sol), ce qui permettrait d'épurer le paysage urbain. Cette même connectivité permettrait aux véhicules d'offrir un service totalement individualisé à

chaque passager. Le transport de marchandises et la livraison serait d'une grande efficacité et d'une grande rapidité. Toutes ces images sont issues exclusivement des promesses 6 et 7 : il n'a même pas été question de réduction d'accidents (promesse 1) ou d'égalité sociale (promesse 5). C'est une vision totalement utopique. Mais les véhicules autonomes font partie d'une vision plus large du futur : celle de l'hyperconnectivité, de l'intelligence artificielle, des nouvelles technologies.



Vision 2050 de l'autoroute A86 d'après le collectif Holo, dans leur proposition suite à la consultation internationale *Les routes du futur du Grand Paris*. Source : Forum métropolitain du Grand Paris, 2019

Cette vision utopique extrême présentée ci-dessus existe dans certains discours, mais elle résulte trop fantastique, trop fictive pour être réellement crédible par la majorité. La plupart des sources bibliographiques consultées sont plus mesurées, même quand leur vision est optimiste. Quant aux acteurs interviewés, aucun d'entre eux n'a relayé une vision aussi exagérée. On en retrouve certaines bribes, surtout dans la dernière question sur les utopies, ce qui est logique. Ainsi, par exemple, Alan Perkins imagine une ville avec des flottes de véhicules en *free-floating* mélangées avec le transport de masse, sans véhicules individuels, et en conséquence une amélioration de la sécurité routière, une mobilité plus fluide et plus égalitaire, accessible pour les plus pauvres, une réduction de la quantité de véhicules et une grande libération de l'espace de la voiture, qui serait récupéré pour en faire une ville plus verte.

Cependant, cette vision utopique sur le long terme est sous-jacente dans la grande majorité des entretiens. Comme pour la vision pratique vue précédemment, ceci n'est pas toujours visible avec des réponses concrètes, mais certaines réponses incluent cette dimension utopique dans les détails, voire implicitement. Rien que le fait d'évoquer les promesses 6 et 7, comme le font plusieurs acteurs issus des trois terrains, implique un regard sur le très long terme. En effet, comme on l'a vu dans les chapitres dédiés, pour que ces promesses se réalisent il faut que la totalité des véhicules du territoire, ou presque, soient autonomes. Or, même la ville de Dubaï avec sa stratégie très ambitieuse de déploiement de cette technologie ne vise que 25% de trajets en *self-driving transport* pour 2030.

Pour conclure, il est intéressant d'observer que ces deux visions, malgré tout, ne sont pas opposées, et se retrouvent régulièrement au sein du même entretien ou de la même source bibliographique. Bien-sûr, le fait de poser une question sur leurs utopies après avoir posé des questions très techniques incite à cette double temporalité des discours. Lukas Sokol a été le seul acteur interviewé à expliciter la double temporalité dans sa réponse à la question sur son utopie : il explique que sur le court ou moyen terme les véhicules autonomes viendraient résoudre les problèmes actuels, comme par exemple les accidents sur la route, mais que sur le long terme cette technologie permettrait de rendre les villes plus aimables pour la population et plus vertes, grâce à une meilleure prise en compte de l'échelle humaine, de la condition humaine et de l'expérience vécue par la population. Martín Rivera fait part également de cette division, dans son cas d'une manière moins explicite et bien plus critique : il dit qu'à Bogota ils n'ont toujours pas résolu tous les problèmes du XIX^{ème} siècle, mais qu'ils cherchent pourtant à se projeter déjà loin dans le XXI^{ème} siècle.

On peut trouver contradictoire de chercher à résoudre des problèmes actuels par une technologie qui semble très loin dans le futur. Le fait est que nous ne connaissons pas quels seront les problèmes des villes dans vingt ou trente ans. Cependant, le temps des villes est lent, et les problèmes d'aujourd'hui pourraient être encore les problèmes de demain. Cette hypothèse est d'autant plus réaliste que certains des problèmes d'aujourd'hui sont des problèmes hérités d'il y a longtemps, comme le disait Martín Rivera dans sa phrase citée ci-dessus. De plus, certains des problèmes actuels qui préoccupent les acteurs publics interviewés ne semblent pas avoir des solutions avec les outils actuels, ou tout du moins pas de solution généralisable. Cependant, est-ce qu'une solution généralisable existe-t-elle, ou serait-ce tomber à nouveau dans une prétention d'universalité similaire à celle de la modernité et du style international ? Nous voici à nouveau dans le même débat entre universalité et localisme évoqué dans le chapitre sur les utopies. Le véhicule autonome se positionne très clairement dans le solutionnisme technologique et l'universalité.

Le cas des Émirats arabes unis est un peu particulier sur cet aspect. Chez eux, les problèmes d'hier ne sont pas les problèmes d'aujourd'hui, car le pays se transforme à une grande vitesse, et on peut imaginer qu'il continuera de changer tout aussi vite dans les années à venir. Hoda Alkhzaimi parle de cette question dans son entretien. Elle explique que les autorités émiriennes cherchent à faire de ce manque d'héritage une force : ils ne sont pas conditionnés par les décisions du passé au moment de prendre les décisions du futur. Ainsi, ils veulent faire en sorte de prendre des décisions durables dans le temps, de planifier leur futur non pas pour les cinq ou dix prochaines années mais pour les cinquante ou cent suivantes. C'est pour cette raison qu'ils cherchent à garder une grande souplesse dans leur gouvernance et leurs prises de décisions, mais également dans ce qu'ils construisent. Ils donnent également une grande importance aux expérimentations, et à l'ouverture envers le monde. Par exemple, ils savent que les infrastructures sont, comme l'étymologie du mot l'indique, le socle sur lequel on se construit, et ils cherchent ainsi à avoir des infrastructures de grande qualité, afin qu'elles soient durables. En même temps, ils doivent rester éveillés sur le futur, sur les nouvelles technologies et les perspectives, et sur les différents scénarios. Ils sont conscients de ne pas pouvoir se concentrer sur une seule voie. Les véhicules autonomes s'inscrivent entièrement dans cette démarche : il s'agit d'une technologie d'avenir qui fera sans doute partie de ce futur lointain à cinquante ou cent ans qu'ils cherchent à planifier.

2.4.3 – Concurrence ou compatibilité entre modes

Au moment du début de ces recherches doctorales, en septembre 2018, existait en France un grand débat, parfois houleux, sur la concurrence potentielle que les véhicules autonomes généreraient vis-à-vis des transports en commun. Ce débat débuta en janvier de l'année 2018 lorsque Jean-Louis Missika, à l'époque adjoint à la Mairie de Paris en charge de l'urbanisme et des transports, dit dans un débat public que le Grand Paris Express serait obsolète au moment de son inauguration car les véhicules autonomes accompliraient déjà le même rôle. Loin de se dédire, il confirma et développa ses arguments les mois suivants dans plusieurs interviews et conférences. Cet événement, déjà mentionné dans le chapitre sur la promesse 3, marqua les discours sur les véhicules autonomes en métropole parisienne. Ainsi, un grand nombre des acteurs interviewés dans la métropole parisienne, ainsi que de nombreuses autres sources bibliographiques ou orales en France ont donné une importance majeure à la question de la concurrence entre transport en commun et transport individuel le long de l'année suivante. Comme le disait Vincent Kaufmann déjà en 2017, cette concurrence peut aussi bien être en faveur des transports en commun, selon les scénarios les plus optimistes, que l'inverse.

Dans les deux derniers entretiens parisiens, réalisés en 2021 et 2022 respectivement, ainsi que dans l'ensemble des entretiens des deux autres territoires, la question de la concurrence potentielle entre les véhicules autonomes et d'autres modes de transport ne se posait pas de manière aussi craintive, et pas tout à fait pas dans les mêmes termes. Cependant, au-delà de l'influence du dit débat sur les entretiens parisiens et sur certaines sources bibliographiques, qui justifierait en elle-même le fait d'en faire un chapitre, les termes du débat présentent un grand intérêt et méritent d'être analysés. Plus largement, le véhicule autonome pourrait constituer une concurrence plus ou moins directe de tous les autres modes de transports existant aujourd'hui, ce qui a suscité des réactions qui seront également étudiées ici.

A) Les véhicules autonomes ou la fin du transport en commun

Il y a donc, en effet, une véritable crainte d'un effacement progressif de l'usage des transports en commun au fur et à mesure que les véhicules autonomes individuels, plus confortables, deviendraient moins chers et plus abordables pour l'ensemble de la population. En plus, le modèle des robotaxis prôné par des entreprises comme Uber ou Google pourrait aussi avoir comme conséquence la prédominance de ce système de véhicules partagés. L'étude réalisée par l'ITF sur la ville de Lisbonne, où ils analysaient les impacts d'une adoption potentielle du modèle de robotaxis dans la capitale portugaise, mettait déjà en garde contre l'abandon du transport de masse au profit des véhicules autonomes. D'après eux, les conséquences d'un modèle de type flotte de robotaxis sans transport de masse aurait des conséquences catastrophiques sur plusieurs domaines, comme l'augmentation des kilomètres parcourus par personne ou la quantité de véhicules en circulation, alors que ce même modèle en complément d'un réseau de transport de masse serait très positif (OECD/ITF, 2015). Cette étude ne s'attaquait pas à la relation de cause à effet entre les deux modes : ils se limitaient à envisager deux scénarios, avec et sans transport de masse, puis les comparer. Dans les mots de Jean-Louis Missika on pouvait lire une relation plus intime entre les deux modes de transport, puisque les véhicules autonomes pourraient être un facteur majeur qui pousserait à l'abandon des transports en commun. Steven Severance donne l'exemple de New York, où Uber a pris des usagers au métro, ce qui pourrait empirer avec la réduction potentielle des prix liée à la conduite autonome. Cependant, dès le début de cette thèse on a vu que la technologie des véhicules autonomes pourrait aussi s'appliquer aux transports en commun. Il s'agit donc en réalité d'un nouvel épisode d'une concurrence bien plus ancienne : la voiture individuelle face au transport en commun. D'après Gabriel Dupuy, "le transport collectif, en France, comme ailleurs, il y a de plus en plus de mal à concurrencer la voiture, même auprès des populations des plus pauvres et les moins motorisées. Le déclin du transport public en France est cependant moins net qu'ailleurs du fait qu'il reçoit d'importantes subventions dans un cadre institutionnel original." (Dupuy, 2006, p. 37)

Il existe en effet un problème historique de manque de communication entre les transports en commun, et plus particulièrement entre le transport en commun ferré, et le transport individuel, qui est routier. Jean-Marc Offner aborde également le sujet dans son livre *Anachronismes urbains*, où il explique qu'en France ces deux univers, qui pourraient sembler si proches, se sont éloignés davantage par la concurrence qui s'est installée entre eux, ce qui a mené à une opposition claire dans les débats et à une apparente incompatibilité. Dans ses mots : "débats et projets s'échinent à faire de l'opposition entre voiture et transport collectif le *nec plus ultra* de la dialectique politique en la matière." (Offner, 2020, p. 21) Il s'agit d'une différenciation autant sur le fond que sur la forme, car la gestion et la planification se sont spécialisées et les institutions et les outils diffèrent également. Les compétences légalement établies jouent un rôle majeur, ainsi que les intérêts politiques et les enjeux territoriaux. Par exemple, la Région Île-de-France a la compétence sur les transports, mais elle n'y accomplit que deux rôles : le financement et la réglementation. Elle n'est ni gestionnaire ni maître d'ouvrage. Cependant, comme l'explique Paul Beauvallet, ils ont également la compétence sur le développement économique, ce qui les fait s'intéresser par le développement industriel des entreprises Peugeot et Renault, très importantes sur le territoire. La gestion de la voirie, par contre, est à charge de l'échelon communal.

À Paris, le transport ferré a eu une importance très grande historiquement, avec un développement du métro très tôt et une grande diversité de modes (tramway, RER, TER) dans un réseau qui n'arrête pas de s'améliorer et de grandir. Le transport de masse parisien est donc particulièrement attaché aux modes ferrés, ce qui est une caractéristique qui lui est propre. C'est dans cette logique que Xavier Desjardins propose même le terme "dépendance ferroviaire" (Desjardins, 2017). En effet, d'autres grandes métropoles ont plutôt misé sur un réseau ferré structurant mais pas aussi présent et densément maillé que le réseau parisien. Sur les territoires étudiés, Dubaï a deux lignes de métro et une ligne de tramway, à Bogota la première ligne de métro est prévue pour 2028, et à Abou Dhabi il n'y a pas de transport ferré du tout. De plus, la grande densité et la forte centralité de la capitale française ont concentré la majorité des lignes soit dans Paris soit en forme radiale autour du centre. Le nouveau Métro du Grand Paris cherche justement à compenser ce schéma en proposant une rocade autour de la capitale, mais il est largement insuffisant vu la grande inégalité existante. La répartition modale entre Paris et sa périphérie est donc très nette : à Paris, la plupart des déplacements se font en transport en commun ou en mobilités actives, alors que plus on s'en éloigne, plus la part modale de la voiture augmente. Cette différenciation entre la commune de Paris et le reste du territoire métropolitain creuse davantage un problème de communication déjà bien ancré entre la route et le rail. Les différences dans la gouvernance ajoutent des teintes politiques au conflit, à l'image des polémiques soulevées par exemple par la piétonisation des berges de Seine (Berroir, Debrie, Maulat, 2020, p. 115).

L'évolution dans la répartition démographique de la métropole parisienne n'a pas contribué à diminuer cet écart historique, mais inversement. La création de nouveaux pôles ont contribué à complexifier davantage les flux au lieu de les simplifier, puisque rares sont les franciliens qui habitent à côté de leur emploi. Le marché du logement, très tendu, a ségrégué la population selon des critères socio-économiques, limitant fortement les choix résidentiels. Le grand étalement urbain et le renforcement progressif des zones périurbaines augmentent de manière constante la quantité de foyers dépendants des voitures individuelles. Comme l'indique Yves Crozet, "si, pour certains couples origines-destinations [les politiques publiques] peuvent aisément inciter au report modal et à l'usage des transports en commun, beaucoup d'autres déplacements restent fortement dépendants de l'automobile." (Crozet, 2016, p. 67) Dans ce contexte, la route prend une importance majeure. La voiture individuelle intervient donc non pas vraiment en compétition des transports en commun mais en complément, pour assurer l'ensemble des trajets mal desservis, voire non desservis par les réseaux de transport publics. Face à la radialité du transport de masse, les routes complètent le maillage grâce à leur circularité. En plus, comme l'expliquait Laurent Calvalido dans son entretien, le réseau de transport public francilien est totalement saturé et se trouve, pour la plupart, au maximum de sa capacité théorique. Il ajoute même que le Grand Paris Express, a priori, ne réduira la part modale de la voiture que d'environ 1%. En effet, l'amélioration et l'élargissement du réseau seraient compensés par la croissance démographique. La route accomplit donc un rôle essentiel et complémentaire.

Les routes, quant à elles, sont aussi complètement saturées aujourd'hui, tout du moins les principaux axes, mais la marge d'amélioration est beaucoup plus importante. Globalement, il existe deux manières d'améliorer l'efficacité des routes : augmenter le taux d'occupation des véhicules (aujourd'hui à peine au-dessus d'un pour les navettes domicile-travail) ou augmenter la quantité de véhicules qui y circulent par heure. La première option, en soi difficile à mettre en place, a vécu un coup d'arrêt important en raison de la pandémie du COVID-19 et le changement de mentalité qu'elle a engendré. La deuxième option est celle qui a été utilisée traditionnellement avec les moyens classiques, par augmentation de la quantité de voies ou des limites de vitesse. Cependant, ces mesures se sont montrées inefficaces, voire même contreproductives. C'est ici que les véhicules autonomes cherchent à s'imposer comme une solution potentielle : comme vu dans la promesse 6, ce point a été abordé abondamment autant dans les entretiens que dans la bibliographie. Il est important d'ajouter que l'amélioration du réseau routier n'aura sûrement pas de répercussion négative sur le transport en commun : nous partons d'une situation de saturation des deux réseaux dans un contexte où la demande ne cesse d'augmenter. La désaturation de l'un des réseaux ne peut qu'améliorer la situation globale, en réduisant ainsi la tension sur le deuxième réseau, dans une réciprocity indirecte. En plus, comme le disait Hoda Alkhzaimi dans son entretien, ces deux modes de transport sont complémentaires car

ils ont des qualités différentes : si les véhicules autonomes se caractériseraient par leur flexibilité et leur capacité à atteindre plus de destinations, tandis que le métro est bien plus rigide, mais permet de parcourir des distances plus grandes de manière bien plus efficace.

Cependant, le discours le plus extrême sur les véhicules autonomes pourrait constituer une concurrence réelle face aux transports en commun, malgré tout ce qui a été dit jusqu'ici. Si les voitures deviennent en effet beaucoup plus confortables, si les trajets deviennent plus fluides et rapides, si les services de mobilité type robotaxi deviennent moins chers, des nombreuses personnes pourraient prendre la décision d'arrêter l'utilisation des transports en commun, qui perdraient en rentabilité dans les axes les moins empruntés, ce qui obligerait peut-être de les fermer, entrant ainsi dans un cercle vicieux similaire à celui que l'on a pu observer par exemple avec la fermeture de lignes de bus dans le milieu rural japonais, d'après la conférence de Soichiro Minami au Gerpisa en 2019. En conséquence, poser la question sur la concurrence entre ces deux modes de transport semble logique. Pourtant, comme c'était avancé en début de ce chapitre, le débat ne se posait pas dans les autres territoires. En effet, en dehors de Paris, lorsque la question était posée la réponse généralement était d'incrédulité. Certains acteurs ont même rigolé en l'entendant. À Abou Dhabi, cependant, la question a été prise plus au sérieux. Lukas Sokol, notamment, expliquait que dans la capitale émirienne la situation est encore plus difficile qu'à Paris, parce qu'à Abou Dhabi il n'y a pas encore de métro, même pas encore de projet très concret, et en conséquence la fin des travaux est encore très lointaine, ce qui augmente le risque d'avoir des véhicules autonomes en circulation au moment de l'inauguration du projet.

Quoi qu'il en soit, comme on l'a vu dans le chapitre sur la promesse 6, pour que les véhicules autonomes arrivent un jour à avoir l'efficacité et la rapidité d'un transport en commun dont le trajet correspond aux besoins, il faudrait que la totalité ou presque des véhicules sur la route soient autonomes et connectés. Ce scénario semble aujourd'hui très lointain. Contrairement à ce qui avait été exprimé par Jean-Louis Missika, la concurrence des véhicules autonomes aux transports en commun ne semble pas être une menace sur le court terme. Si jamais elle finit par se concrétiser, les autorités publiques auront le temps de réagir, contrairement à d'autres conséquences potentielles des véhicules autonomes, qui pourraient arriver bien plus soudainement.

B) Les véhicules autonomes ou la fin des mobilités actives

Si à Paris les mots de Jean-Louis Missika ont focalisé l'attention sur la concurrence potentielle entre les véhicules autonomes et les transports en commun, dans les autres territoires la crainte principale est également liée à une concurrence

problématique de la part des véhicules autonomes, mais dans ce cas vis-à-vis des mobilités douces et des mobilités actives. En effet, comme le disait par exemple Ed Forrester dans son entretien, la possibilité des véhicules autonomes de faire un véritable porte à porte dans les déplacements risquerait de limiter très fortement la marche à pied. En plus, la mise en place de systèmes de mobilité qui assureraient le 'dernier kilomètre' depuis les systèmes de transport structurants, comme évoqué précédemment, pourrait aussi faire disparaître pratiquement l'ensemble des mobilités douces comme les vélos ou les trottinettes. Or, ces mobilités douces sont plus écologiques, plus économiques, occupent beaucoup moins d'espace public dans leurs déplacements et sont même bien meilleures en termes de santé publique, en raison de l'activation du corps qu'elles engendrent. Les italiens Tiziana Campisi et Alessandro Severino parlent de cette crainte dans un article de 2021 : "A further negative impact is that on human health due to a sedentary lifestyle. The travel priority will be driving a car rather than walking or using a bicycle for short trips." (Campisi, Severino, 2021)

Quelle que soit la forme que les véhicules autonomes prendront lors de leur arrivée dans nos villes, s'ils finissent par arriver, ce qui semble certain est qu'ils changeront la mobilité d'une manière ou d'une autre. Même dans le cas où les modes de transport et les systèmes de mobilité ne changeraient pas, il y aurait des conséquences. Par exemple, si les véhicules autonomes arrivent via les assistances à la conduite, en tant que véhicules individuels privés, même sans aller sur un niveau d'autonomie complet, le fait que ces véhicules soient plus sûrs et plus confortables pourraient les rendre préférables à d'autres options de mobilité et donc les rendre concurrents par rapport à d'autres modes existants. Un autre exemple assez réaliste est que les véhicules autonomes arrivent en premier lieu au transport de marchandises en milieu urbain, puisque c'est dans ce domaine où des grands groupes logistiques comme Amazon ont un très grand intérêt économique. Une baisse importante des prix de livraison pourrait faire augmenter fortement la demande, ce qui impliquerait une augmentation importante de la quantité de déplacements et de véhicules en ville. Ceci provoquerait une concurrence indirecte par rapport aux déplacements liés aux achats, qui généralement se font à pied en milieu urbain ou en voiture en milieu moins dense. En plus, ces nouveaux véhicules auraient besoin d'un espace de circulation : aujourd'hui c'est le trottoir, ce qui implique une concurrence dans l'occupation de l'espace des autres usagers des trottoirs, mais demain ce serait peut-être les pistes cyclables ou les voies des voitures. Enfin, les nouveaux services de mobilité, en tant que nouveautés, impliquent généralement une concurrence par rapport aux services anciens, comme l'indique un document publié en Colombie par Despacio : "los nuevos servicios a menudo caen en áreas regulatorias grises, y las autoridades locales a veces optan por prohibirlos por completo. Además, con frecuencia se percibe que estos

servicios operan como competencia ilegal a los servicios de transporte tradicionales y establecidos” (Quiñones, Flores, 2020, p. 72-73)

Il est intéressant d’ajouter un point que l’on observe dans l’entretien auprès de Lukas Sokol, de Masdar City. D’après lui, un usage interurbain des véhicules autonomes pour connecter les deux villes principales des Émirats arabes unis serait difficile à mettre en place, justement, en raison de deux autres grands projets d’infrastructure : un train de grande vitesse et l’hyperloop. Il pense que ces deux grands projets seront si chers et auront des intérêts économiques si importants qu’il n’y aura pas d’intérêt à développer la conduite autonome sur cet axe, pour ne pas créer de la concurrence. Ce serait donc l’infrastructure de transport de masse du train qui ferait de la concurrence aux véhicules autonomes, plutôt que l’inverse.

2.4.4 - Les absences du discours

Sur une cinquantaine d’entretiens, des nombreuses sources bibliographiques et un grand nombre de conférences écoutées, la quantité de sujets abordés en lien avec les véhicules autonomes est très importante. Cependant, nous n’avons pas l’impression d’avoir fait le tour du sujet. S’agissant d’une technologie nouvelle et d’un sujet d’étude récent, c’est tout à fait logique que certaines facettes du sujet n’aient pas encore été abordées. L’une d’entre-elles ressorte cependant : celle des inégalités et les discriminations sociales. Quiconque ayant pratiqué une grande ville ou ayant lu sur la mobilité urbaine sait que, malheureusement, des nombreuses inégalités et discriminations dans l’accès à la mobilité persistent encore. Les inégalités socio-économiques ont été largement traitées au sein du chapitre sur la promesse 5, ainsi que les discriminations liées aux handicaps physiques. Cependant, d’autres inégalités liées à l’aspect, à la langue, à la couleur de peau, aux minorités sexuelles ou au genre ont été absentes des discours étudiés. Dans ce chapitre, l’objectif est de mettre en lumière ces sujets tout en restant très sommaire, puisqu’ayant été absents ils ne font pas tout à fait partie de la recherche.

Seulement l’une des formes d’inégalité sera un peu plus détaillée : celle autour du genre. En effet, lorsque le projet de thèse a été présenté auprès de l’Université, l’une des pistes de recherche évoquées était comment le véhicule autonome pourrait contribuer à réduire certaines inégalités liées à la mobilité en fonction du genre. S’il n’y a pas eu de question spécifique sur le sujet dans les grilles d’entretien, une certaine attention était portée au sujet. Cependant, aucun des ouvrages sur les véhicules autonomes utilisé dans le cadre de cette étude n’en parle, ainsi qu’aucun des documents officiels qui ont été étudiés. En plus, sur les 53 entretiens auprès de 57 personnes différentes (dont 21 femmes) sur trois territoires, le sujet n’a été évoqué qu’une seule fois, par Juan Pablo Bocarejo, Professeur à l’Université de Los Andes et ancien directeur de la *Secretaría de Movilidad* de Bogota.

Pourtant, il s'agit d'un véritable sujet d'intérêt sur plusieurs niveaux, car ils existent des inégalités importantes dans la mobilité en fonction du genre partout dans le monde et, bien-sûr, dans les trois territoires étudiés. Chantal Duchène, dans un document paru lors du Forum International des Transports de 2011, nous rappelle dès son introduction que "alors que la prise en compte du genre progresse dans différents domaines, elle peine à pénétrer le secteur des transports." (Duchène, 2011, p. 4), et ce autant dans les pays développés que dans ceux en voie de développement.

Des études diverses ont constaté un certain nombre de différences en ce qui concerne la mobilité en fonction du genre. Par exemple, Raquel Santiso et Gerardo Molpeceres expliquent par exemple que "la mujer realiza un mayor número de desplazamientos y estos son más cortos que los de los hombres." (Santiso, Molpeceres, 1998, p. 35) Une étude réalisée à Bogota par María Lecompte et Juan Pablo Bocarejo en 2017 montre également que "women report higher travel times than men and higher percentage of income spent on travel" (Lecompte, Bocarejo, 2017, p. 4254). Ces différences sont également visibles dans les modes utilisés : "A pesar de que el grado de motorización de las mujeres va en aumento, todavía es mucho menor al de los hombres [...]. En las parejas en las que hay un solo coche, es más habitual que lo emplee el marido. De todo ello se deriva una mayor utilización del transporte público y un mayor número de desplazamientos a pie en las mujeres." (Santiso, Molpeceres, 1998, p. 36) Dans une autre étude sur la ville de Bogota, réalisée cette fois-ci par le centre de recherche Despacio en 2020, on peut observer ces différences de manière concrète : "en Bogotá las mujeres realizan más viajes en transporte público y a pie que los hombres y menos viajes en transporte individual como la motocicleta, la bicicleta y el automóvil" (Moscoso et al., 2020, p. 27).

Quand on interroge les raisons qui provoquent ces différences, les chercheuses et chercheurs donnent deux grandes familles d'explications : des raisons culturelles héritées des sociétés patriarcales qui ont dominé et dominent encore la grande majorité des territoires ; et des raisons structurelles en lien avec la masculinisation des métiers et des sphères décisionnelles du secteur de la mobilité et des transports.

Par rapport au premier groupe d'explications, les chercheuses et chercheurs observent une différence nette dans les déplacements liée aux rôles exercés majoritairement dans la société en fonction du genre, et aussi une différence importante dans la perception de la sécurité lors de ces déplacements. En effet, comme le dit l'étude faite par Despacio sur Bogota : "actualmente, las mujeres siguen asumiendo la mayoría de responsabilidades del cuidado, asociadas al ambiente privado, muchas veces además de un trabajo fuera del hogar. [...] Además de realizar más viajes, estos desplazamientos se caracterizan por cubrir menores distancias y tienen orígenes y destinos más variados cercanos al hogar." (Moscoso et al., 2020, p. 20) Néanmoins, ceci n'est pas une caractéristique exclusive de Bogota : "Il est intéressant de constater de très grandes similitudes dans les caractéristiques de

déplacements des femmes à la fois entre les pays développés et les pays en voie de développement et aussi selon que l'on considère les milieux urbains ou ruraux. En tous lieux, les femmes ont des programmes d'activité beaucoup plus complexes que les hommes du fait de la double journée de travail, les femmes devant à la fois s'occuper des tâches domestiques, des enfants, des personnes âgées et des malades, et participer à l'activité productive. Les femmes ont fréquemment besoin de se déplacer en dehors des heures de pointe et vers des destinations autres que celles des hommes, par exemple, pour les courses, l'accompagnement des enfants à l'école, ou pour visiter les centres de santé, ... Le temps perdu dans les déplacements est donc beaucoup plus pénalisant pour elles. [...] Compte tenu de la complexité de leurs chaînes de déplacements, et du fait qu'elles effectuent plus de déplacements, elles sont plus dépendantes de la voiture." (Duchène, 2011, p. 7) Cette dépendance de la voiture s'aggrave dans des contextes territoriaux où le transport public n'est peu voire pas présent, et s'aggrave encore davantage dans des contextes sociaux où l'accès des femmes à la conduite est difficile. Ceci est vrai notamment chez les populations les plus pauvres où, comme on l'a vu précédemment, beaucoup de ménages ne sont pas motorisés ou ne possèdent qu'une seule voiture, étant généralement utilisée par l'homme dans une configuration traditionnelle des ménages.

L'autre grande explication liée aux sociétés patriarcales est celle de la perception de la sécurité. En effet, "la question de la sécurité des déplacements entrepris par les femmes se pose aussi dans tous les pays et notamment pour les déplacements à pied et en transport public." (Duchène, 2011, p. 9) Le sentiment d'insécurité modifie donc les pratiques de mobilité des femmes, ayant par exemple tendance à dépenser plus d'argent que les hommes car, surtout le soir, elles prioriseront les transports motorisés, voire les taxis ou TAD, par rapport à la marche à pied ou le vélo. Le sentiment d'insécurité peut aussi dans certains cas modifier les habitudes de loisirs ou de vie sociale, notamment face au manque de transports en commun. L'étude sur Bogota explique que, tandis que les hommes priorisent des critères comme la vitesse, la ponctualité ou la prédictibilité dans leurs choix de déplacement, les femmes donnent une plus grande importance à la question de la sécurité (Moscoso et al., 2020, p. 59). À Abou Dhabi, selon les mots de Clémence Montagne, "an important fact is the overrepresentation of expatriate men in public places and public buses that reflects the unequal demographic balance in the UAE" (Montagne, 2014, p. 603), ce qui provoque un sentiment d'insécurité important qui limite l'accès des femmes également au transport public. Dans les mots de Santiso et Molpeceres, "la percepción de la seguridad y el riesgo diferencial entre hombres y mujeres condicionan a éstas, limitándolas en su acceso al espacio público y, con ello, a la condición de ciudadanía." (Santiso, Molpeceres, 1998, p. 160) Il est important de souligner que si l'on parle de "perception d'insécurité", celle-ci est parfaitement fondée : le harcèlement de rue et les agressions sont des phénomènes malheureusement courants partout dans le monde, les femmes étant beaucoup plus souvent concernées par ces questions.

Cependant, les inégalités mentionnées ne sont pas seulement dues à des raisons culturelles liées à la différence des rôles masculin et féminin dans la société, ou à la perception de la sécurité. Elles sont dues également à un problème structurel, lié au cadre professionnel et décisionnel. C'est à nouveau Chantal Duchène qui explique cette question avec une grande clarté : "La place des femmes dans la société, que ce soit dans les pays développés ou dans les pays en voie de développement, fait qu'elles sont moins partie prenante des processus de décision que les hommes. C'est particulièrement vrai dans le secteur de la mobilité et des transports, secteur réputé masculin, qu'il s'agisse de la conception des infrastructures, des matériels ou encore des services." (Duchène, 2011, p. 12) Cependant, comme le rappellent les chercheuses de Despacio à propos de Bogota, cette forte masculinité du secteur n'est généralement pas remise en cause, la planification du transport et la mobilité est considérée neutre quant au genre : "se asume que la infraestructura y los sistemas de transporte benefician a todos de manera igualitaria. Sin embargo, existen diferentes ejemplos de los beneficios que la planificación del transporte brinda a los hombres, desconsiderando a las especificidades de otros géneros." (Moscoso et al., 2020, p. 20) Cette assumption d'équité entraîne, en conséquence, un manque de prise en compte des spécificités et besoins des genres non masculins au sein des processus de planification et de design des systèmes de transport, et de la mobilité dans son ensemble.

La masculinité du secteur de la mobilité ne se reflète pas seulement dans la sphère décisionnelle, mais aussi et surtout dans les métiers de la conduite, très fortement masculins. "Dans tous les pays, l'accès des femmes aux métiers du transport est réduit, qu'il s'agisse de la maintenance des routes ou de l'accès à la profession de conducteur dans les bus ou dans les camions de marchandises. Ainsi, en Europe, on retrouve seulement 10 % de femmes parmi les conducteurs de bus." (Duchène, 2011, p. 13) À Bogota le pourcentage est encore plus bas : seulement 2% des chauffeurs du Transmilenio sont des femmes.

Toutes ces inégalités ont des nombreuses conséquences négatives pour les femmes : "Les difficultés rencontrées par les femmes pour leur mobilité représentent une exclusion sociale qui affecte tous les aspects de leur vie et entrave particulièrement la production économique et la santé des femmes." (Duchène, 2011, p. 11)

Quel lien peut-on trouver entre cette question et les véhicules autonomes ? Étant donné le manque de matière recueillie lors des entretiens à ce propos, on ne peut que lancer des hypothèses. En tout cas, comme le dit Juan Pablo Bocarejo lors de son entretien, le véhicule autonome pourrait offrir des nouvelles opportunités. La possibilité de faire du porte à porte (vu que le véhicule partirait se garer tout seul) réduirait le sentiment d'insécurité, notamment le soir, que ce soit dans le cadre d'un véhicule privé, d'un transport à la demande rendu moins cher ou d'un véhicule de

transport public qui gagnerait en flexibilité grâce à cette nouvelle technologie (voire promesses 2 et 3 notamment). Vu que le véhicule ne resterait pas bloqué dans un parking au lieu de travail, il pourrait accomplir d'autres tâches pendant la journée, des tâches qui sont généralement accomplies par des femmes. Malgré une égalité croissante dans le monde quant à l'accès au permis de conduire, le symbole de 'virilité' encore associé à la conduite pourrait disparaître définitivement. En plus, l'une des critiques les plus entendues auprès des véhicules autonomes, celle de la destruction d'emplois liés à la conduite, aurait beaucoup moins d'impact chez les femmes, comme cela a été vu.

S'il y a des inégalités liées au genre dans la mobilité, c'est parce qu'il y a des inégalités liées au genre plus largement dans nos sociétés, en raison de l'héritage patriarcal qui subsiste encore jusqu'à nos jours. Le véhicule autonome n'y échappera pas, à moins qu'un effort conscient et prolongé soit fait pour lutter contre cette forte inertie. L'intérêt de réfléchir en amont à un objet technologique aussi important est qu'il a le potentiel de s'ériger en tant que levier, effaçant ou réduisant certaines inégalités et contribuant à un effort collectif d'équité.

Néanmoins, une mise en garde est nécessaire : si l'une des causes principales des inégalités liées au genre dans la mobilité est la masculinité des sphères décisionnelles, ceci n'a pas changé aujourd'hui en ce qui concerne les véhicules autonomes. En effet, l'étude menée dans le cadre de cette thèse, sans porter pourtant une attention particulière à la question, le prouve. La grande majorité des ingénieurs chargés du développement de cette technologie, ainsi que les décideurs qui permettront son adoption sont des hommes. De plus, la supposée neutralité quant au genre des décisions qui sont prises par rapport à la mobilité reste présente : l'absence presque totale de discours à cet égard autant dans les entretiens que dans la bibliographie spécifique le prouve.

3. - ACTIONS

La question initiale de cette thèse interrogeait comment les villes se préparaient pour l'arrivée potentielle des véhicules autonomes, ce qui implique de faire face à un certain nombre de questionnements qui ont été présentés : l'incertitude d'une technologie encore en développement ; les intérêts importants de grands acteurs économiques, certains d'entre eux n'ayant pas une tradition dans le secteur des mobilités ; un discours venant de ces acteurs économiques promettant une disruption majeure affectant fortement les territoires ; ou encore une division importante entre les intérêts des acteurs territoriaux face à tout cela.

Dans la partie précédente, nous avons étudié et analysé les discours, autant ceux venant des grands acteurs industriels, qui véhiculent des grandes promesses, que les discours spécifiques d'acteurs concrets issus de territoires concrets, qui ont été interviewés. Tous ces discours nous ont permis de connaître le positionnement de ces acteurs, leurs intérêts et leurs envies, leurs projections et leurs enjeux, ce qu'ils comptent faire et ce qu'ils aimeraient faire. Le choix du type d'acteurs interviewés, tous proches de la sphère décisionnelle d'une manière ou d'une autre, fait que ces discours prennent une dimension opérationnelle. Si tous ces discours donnent une idée assez complète du positionnement des acteurs vis-à-vis des véhicules autonomes, il est intéressant également de confronter tous ces discours à la réalité concrète des actions et des faits. Cette troisième partie de la thèse vise justement à étudier et analyser cela, les actions et les faits existants.

Comme vu précédemment, à la question sur comment agir face aux véhicules autonomes trois grands axes de réponse ont été évoqués majoritairement : la réglementation, l'expérimentation et la gestion des infrastructures. Ce sont, d'après les acteurs interviewés, les trois types d'actions principales, les plus importantes. Ce discours a été confirmé par les faits : ce sont ces trois champs d'action qui regroupent la majorité des actions concrètes qui ont pu être trouvées dans le cadre de cette recherche. En conséquence, ces trois points vont structurer cette troisième partie de la thèse. Un quatrième chapitre se penchera sur une autre question essentielle : qui s'occupera de réaliser ces actions, quel est le jeu d'acteurs existant et surtout comment l'arrivée potentielle des véhicules autonomes est en train de transformer le jeu d'acteurs, avant même l'arrivée massive de la technologie.

Un premier chapitre sera donc consacré aux documents réglementaires et juridiques qui cadrent l'arrivée future des véhicules autonomes sur les trois territoires étudiés. Ensuite, un deuxième chapitre se focalisera sur les expérimentations, essentielles au développement technologique de ces véhicules et très nombreuses à travers le monde. Puis, le troisième chapitre de cette partie portera sur les infrastructures, qui comme on l'a vu seraient à la fois fortement transformées et l'un des principaux outils de contrôle de la part des acteurs territoriaux. Le quatrième et

dernier chapitre de cette partie portera enfin sur les acteurs, leurs rôles et les transformations que les véhicules autonomes pourraient apporter à ces jeux d'acteurs.

3.1 – Le cadre réglementaire

Comment agir sur les véhicules autonomes ? Comment les contrôler, les limiter ou diriger leur développement ? Dans les discours, l'un des principaux ressorts pour agir, évoqué par la majorité des acteurs interviewés et par la bibliographie, est la réglementation. Le cadre réglementaire est l'ensemble de documents officiels à caractère légal ou juridique qui encadrent, dans ce cas, les véhicules autonomes. La manière dont fonctionnent ces questions est différente dans chaque pays. Les trois terrains d'études, concrètement, ont trois systèmes réglementaires différents. Cette thèse n'est pas une recherche en droit et n'a pas la prétention d'analyser en détail les systèmes légaux de chaque pays et les déclinaisons de ces systèmes pour l'objet véhicule autonome. Cependant, il est important d'avoir une idée du fonctionnement général afin de mieux comprendre le contenu des discours des acteurs, d'un côté, et les actions qui seront étudiées par la suite, d'un autre côté.

Afin de pouvoir mettre en place un cadre réglementaire sur un quelconque objet, il est essentiel de comprendre son fonctionnement. C'est justement dans ce but que l'on a mis en place un certain nombre d'expérimentations, comme on le verra dans le chapitre suivant. Ainsi, d'après les caractéristiques techniques de ces véhicules que l'on a pu décrire dans la première partie de cette thèse, on observe six grands sujets qui devront faire objet de réglementations. Après une présentation succincte de ces six points, on abordera plus en détail de cadre réglementaire sur les véhicules autonomes dans chacun des trois territoires étudiés. Étant donné qu'il s'agit d'une technologie en grande partie encore hypothétique, dans certains cas il y aura des documents à caractère légal déjà existants qui pourront être analysés, mais dans d'autres cas, la plupart d'entre eux, on se limitera à expliquer les outils et les ressorts existants pouvant être utilisés dans le territoire, malgré l'absence de mesures concrètes.

Dans un premier temps, on fera un bref résumé des différents ressorts réglementaires qu'il faudrait mettre en place pour contrôler l'arrivée potentielle des véhicules autonomes. Dans un deuxième temps, il sera question de voir le cadre réglementaire international qui atteint le sujet. Enfin, un zoom sera fait sur les différents documents existants dans chacun des trois territoires étudiés.

3.1.1 - Six ressorts réglementaires

Les véhicules autonomes nécessiteront donc un cadre réglementaire qui couvre six grands sujets. D'un côté, le contrôle technique du véhicule lui-même, de l'objet.

Dans un deuxième temps, la régulation de la conduite et la circulation, avec son code et ses normes. Troisièmement, les infrastructures nécessaires au fonctionnement du véhicule, notamment les infrastructures routières. Ensuite, la gestion des flux d'information et tout ce qui touche à la connectivité et la data. Enfin, l'usage que l'on donne à ces véhicules.

Le contrôle de l'objet en lui-même, de ses caractéristiques techniques et technologiques, est l'un des principaux outils dont dispose un territoire pour limiter l'arrivée des véhicules autonomes. En effet, pour qu'un véhicule puisse circuler dans un pays il doit recevoir une homologation en fonction d'un certain nombre de caractéristiques, et ensuite il doit passer un contrôle technique régulièrement. Par exemple, un véhicule qui serait construit artisanalement ne pourrait pas circuler légalement sans demander l'homologation, et c'est pareil si l'on modifie fortement un véhicule acheté. Ces homologations sont généralement gérées au niveau de l'état, et non pas du territoire, ce qui est le cas, parmi les territoires étudiés, de la France et de la Colombie. Dans les Émirats arabes unis, c'est l'émirat qui s'en occupe. Les règles d'homologation sont différentes dans chaque pays. Par exemple, en Colombie les exigences en sécurité sont moins importantes qu'en Europe. Ces différences entre pays peuvent être problématiques dans les cas où les frontières sont ouvertes, comme en Europe. En effet, aujourd'hui un véhicule immatriculé dans un pays de l'espace Schengen peut circuler librement dans l'ensemble des pays membres. En conséquence, si l'un des pays est plus permissif que les autres, les véhicules de ces pays pourraient circuler sur l'ensemble de l'espace concerné.

La régulation des normes de conduite se fait également, généralement, au niveau national. C'est à cet échelon que l'on établit les règles, et c'est également l'échelon qui délivre les permis de conduire. À nouveau, dans les Émirats arabes unis c'est l'émirat qui s'en occupe, et non pas l'état fédéral. Cependant, si les états souverains s'occupent d'établir les normes de conduite sur leurs territoires respectifs, ces normes sont gérées par des conventions internationales que les pays ont signées. Deux conventions existent au niveau international visant à gérer la conduite des véhicules. La première, chronologiquement, est la Convention de Genève, de 1949, et la deuxième est la Convention de Vienne, de 1968. L'objectif de ces conventions était de créer un cadre uniforme pour la conduite de véhicules sur route. En les signant, les états souverains s'engagent à appliquer ces règles sur leurs territoires. Les deux conventions seront analysées un peu plus un détail ultérieurement.

L'infrastructure aura sûrement un rôle prépondérant dans le développement des véhicules autonomes, comme vu dans le chapitre sur le fonctionnement technique de cette technologie. Ainsi, la réglementation de l'infrastructure pourrait devenir fondamentale. Par exemple, Catherine Goniot se demandait dans son entretien si les transformations et les équipements de l'infrastructure qu'ils ont mis en place à Rouen pour la tenue des expérimentations de véhicules autonomes seraient utilisables par

d'autres entreprises fabricante ou gestionnaires, étant donné qu'il n'y a aujourd'hui aucune norme sur la question. Contrairement aux deux points précédents, la réglementation de l'infrastructure est assez complexe dans son montage. Il existe aussi, comme pour la conduite, un cadre international qui marque notamment tout ce qui concerne la signalisation verticale et horizontale. Ce cadre a été fait en même temps que celui sur la conduite : un premier protocole sur les panneaux de signalisation a été établi en 1949, puis une convention beaucoup plus complète a vu le jour à Vienne en 1968. Toujours comme pour la conduite, ces accords internationaux sont traduits dans le droit national des pays signataires, qui régulent donc les considérations générales sur les infrastructures afin de créer un réseau routier homogène. Cependant, la gestion concrète de ces infrastructures ne se fait pas toujours au niveau national. Autant en France qu'en Colombie, l'état central délègue sur certaines collectivités certaines parties du réseau. Ainsi, si les considérations nationales cadrent certains aspects, ce sont les collectivités en charge de l'infrastructure qui prennent d'autres décisions. Un exemple récent est le changement dans la limite de vitesse au sein de la capitale française, qui a été baissée à 30 km/h sur toutes les voies à l'initiative de la mairie. Dans les Émirats arabes unis, à nouveau, toute cette gestion est centralisée au niveau de l'émirat. Par ailleurs, dans les trois pays existent des partenariats avec le secteur privé, sous différentes formes. Dans ces cas, l'entreprise privée gestionnaire de l'infrastructure a également un certain pouvoir dans la prise de décisions.

La différenciation dans la gestion de la voie entre l'état et les différentes collectivités, ainsi que les entreprises, donne lieu à des conflits. Un exemple typique serait celui d'une route départementale française qui traverse une commune : l'usage de ce tronçon de route est majoritairement communal, alors que la gestion reste départementale. Les intérêts des deux collectivités pourraient ne pas être en accord, ce qui donnerait lieu à des conflits. Un exemple très médiatisé de ce type de conflit est la piétonisation des berges de la Seine à Paris. Dans ce cas c'est l'inverse : une voie communale qui est très utilisée pour traverser la capitale par les habitants de la métropole est fermée. Cette fermeture a fortement bénéficié aux riverains, qui ont gagné un espace de promenade et de détente très beau et très apprécié, mais en contrepartie les anciens usagers de la voie ont dû chercher des alternatives de déplacement, ce qui a donné lieu à un certain nombre de situations problématiques. L'adaptation des infrastructures nécessitée par les véhicules autonomes viendrait bousculer cet environnement réglementaire tendu.

La gestion de la connectivité et la data est un autre grand sujet, déjà abordé dans le chapitre 2.2.4, qui a plusieurs portées. Il s'agit d'un sujet généralement géré par un petit groupe de très grandes entreprises, les fameux géants du numérique. Face à ces grands pouvoirs économiques, la manière d'agir la plus efficace est la très large échelle. En Europe c'est l'Union européenne qui s'occupe d'essayer de contrôler ces

questions, avec des mesures comme le partage obligatoire de certaines données. Les infrastructures de connectivité et télécommunications sont gérées au niveau national, et en particulier la 5G, technologie nouvelle qui a soulevé des nombreuses polémiques et qui sera, à priori, nécessaire au bon fonctionnement des véhicules autonomes. Enfin, la question qui se pose est que peuvent faire les métropoles et les collectivités territoriales à leur niveau. Antoine Courmont a dédié son ouvrage *Quand la donnée arrive en ville* à cette question difficile, à partir du cas d'étude de la métropole de Lyon. Dans cet ouvrage, il explique comment le Grand Lyon a essayé de contrôler le partage et l'utilisation des données par le biais de la négociation : en produisant leurs propres données, ils délivrent des licences d'utilisation des mêmes afin de pouvoir faire certaines exigences en échange. Cependant, ceci se heurte à un premier problème : "Il ne suffit pas en effet d'établir une politique d'open data et d'encadrer les données par des licences pour que celles-ci puissent circuler de leur producteur à un réutilisateur. Le détachement nécessite une transformation du bien mis en circulation." (Courmont, 2021, p. 107) Il explique que ce travail de partage des données implique un très long processus : il faut d'abord identifier les données, intéresser les producteurs et les encourager au partage, ce qui se heurte souvent à des difficultés. Il est également nécessaire de réfléchir à leur fiabilité, leur pertinence, leur sensibilité, les risques potentiels. Il faut ensuite les standardiser, les nettoyer, les mettre au bon format et les documenter. Tout ceci est complexe et technique, et implique "un véritable investissement technique, financier et humain, suscitant des réticences de la part d'agents de l'administration." (Courmont, 2021, p. 134) Pierre Musseau, de son expérience dans la ville de Paris, confirme ces difficultés. En plus, après tous ces obstacles, on se heurte à un dernier problème : les acteurs les plus importants, ceux qui travaillent avec un plus grand nombre de données et qui supposent donc un plus grand enjeu pour le territoire, ne sont généralement pas intéressés par les données publiques et n'entrent donc pas dans une quelconque négociation. Les véhicules autonomes arriveront dans les villes en tant que très grands producteurs et très grands utilisateurs de données. Les acteurs les plus optimistes pensent que les véhicules autonomes nécessiteront les données publiques pour circuler, et qu'on pourra donc entrer dans une certaine négociation, mais il n'y a aucune certitude.

Le cinquième sujet sur lequel il faudrait agir pour contrôler l'arrivée potentielle des véhicules autonomes dans les territoires est l'usage que l'on fera de ces véhicules. Il s'agit d'un point un peu difficile à mettre en place, comme on a pu le voir avec certaines mesures qui ont été prises ou que l'on a voulu prendre avec plus ou moins de succès. En France, par exemple, la Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) de 2019 met en place des mesures pour développer le covoiturage, avec un succès limité. Un autre exemple est celui des plateformes de transport à la demande de type Uber, qui ont été limitées ou interdites dans plusieurs villes et pays du monde, dont la Colombie. Comme on l'a déjà vu précédemment, la tentative de la Colombie d'éviter l'arrivée d'Uber a été un échec, et l'entreprise opère aujourd'hui amplement dans le pays

illégalement. Si les institutions publiques ont logiquement la main sur le transport public, il est plus difficile de contrôler ce que les entreprises font avec leurs flottes de véhicules, et encore plus ce que les particuliers font de leurs véhicules individuels. L'accès ou non aux voies réservées, l'existence de taxes ou de péages, ou encore les politiques d'arrêt et de stationnement, sont certaines des mesures que l'on peut mettre en place, mais leur efficacité est parfois limitée. Si ces mesures ne sont pas aussi efficaces que l'on aurait pu souhaiter, c'est en grande partie en raison du sixième et dernier point abordé ici : la vérification du respect des mesures et le sanctionnement en cas de non-respect.

Enfin, le sixième élément réglementaire traité ici est celui de la vérification, la surveillance, le contrôle et le sanctionnement de l'ensemble des mesures ci-dessus. Si l'on met en place une réglementation, il faut également mettre en place des moyens pour vérifier qu'elle est respectée, car sinon c'est comme si la réglementation n'existait pas. Dans beaucoup de cas ceci n'est pas un problème : il existe des nombreux outils aujourd'hui qui pourraient continuer à s'appliquer aux véhicules autonomes. Par exemple le contrôle technique du véhicule. Déjà au moment de la fabrication et la vente des véhicules un contrôle est fait, et puis le contrôle technique régulier existe autant en France, tous les deux ans, qu'en Colombie, tous les ans. Cependant, d'autres moyens de contrôle sont plus difficiles à mettre en place. Par exemple, plusieurs personnes ont fait part dans les entretiens des difficultés à savoir de manière automatique combien de personnes a-t-il dans un véhicule en mouvement, surtout dans les véhicules à moteur thermique, mais pas seulement. En Colombie, Juan Pablo Beltrán et Lina Quiñones ont fait part également d'un problème déjà commenté dans le chapitre sur la promesse 1 : le droit colombien fait que la responsabilité en cas d'infraction retombe sur le conducteur et non pas sur le propriétaire du véhicule, alors que les caméras sont équipées de logiciels de reconnaissance de plaques d'immatriculation, mais non pas de reconnaissance faciale. En conséquence, une grande partie des infractions de circulation en Colombie restent sans sanction. Ce ne sont ici que deux exemples parmi d'autres des difficultés que l'on pourrait trouver pour contrôler le cadre réglementaire que l'on créera pour les véhicules autonomes. Mettre en place ces mesures coûte de l'argent et des nombreux moyens humains et matériels. Il est important, au moment de mettre en place une réglementation, de penser également à la manière dont celle-ci sera contrôlée.

3.1.2 - Les conventions internationales et leur application

La Convention de Genève est un document relativement court, composé de 35 articles et 10 annexes, dans lequel on cadre des questions très générales. Par exemple, dans l'article 9 on peut lire que tous les véhicules avançant dans le même sens doivent rester sur le même côté de la route. Dans l'article 15, on stipule l'obligation d'utiliser

des phares pendant la nuit et lorsque les conditions atmosphériques l'imposent. C'est l'article 8 qui concerne le sujet de cette recherche, puisque dans son premier paragraphe on peut lire que "Tout véhicule ou combinaison de véhicules attachés devront avoir un conducteur" (CG, 1949) ; puis, dans le cinquième paragraphe du même article 8, on ajoute : "Les conducteurs devront être en tout moment en situation de contrôler son véhicule ou guider ses animaux" (CG, 1949)

La Convention de Vienne est un document beaucoup plus long et plus complet que celui de la convention précédente. Il est composé de 56 articles et 7 longs annexes. Si la première convention sur la circulation routière cherche à donner un cadre très général, dans un contexte où la voiture n'était pas encore massivement démocratisée (d'ailleurs les véhicules à traction animale sont également pris en compte), la deuxième convention arrive presque vingt ans plus tard, à un moment où la voiture individuelle fait déjà partie du quotidien de nombreux ménages à travers le monde. Ainsi, là où la Convention de Genève dédiait quelques lignes, la Convention de Vienne entre fortement en détail, avec des très longs articles très précis. Cependant, c'est toujours dans l'article 8 où l'on retrouve les dispositions concernant les conducteurs. Ici, le premier paragraphe indique que "Tout véhicule en mouvement ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur." (CV, 1968) Puis, dans le cinquième paragraphe, on lit "Tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule ou pouvoir guider ses animaux." (CV, 1968) Dans un amendement datant de 2004, on ajoute un sixième paragraphe : "Le conducteur d'un véhicule doit éviter toute activité autre que la conduite." (CV, 1968)

Ces conventions ont été l'un des freins principaux au développement des véhicules autonomes dans les pays signataires. Ainsi, un certain déséquilibre s'est créé parmi les pays ayant signé et ratifié la convention, et ceux ne l'ayant pas fait. Sur les trois territoires étudiés, la France fait partie des premiers pays signataires dans les deux cas, ayant signé en 1949 et 1971 respectivement. Il faut souligner que l'Union européenne a incité à ses membres à signer les conventions pour éviter des problèmes transfrontaliers. Les Émirats arabes unis ont été parmi les derniers pays signataires, mais ont décidé de souscrire les deux conventions en 2007. La Colombie, cependant, n'a signé aucune des deux conventions. Parmi les grands acteurs internationaux du développement des véhicules autonomes, les États-Unis, le Japon ou encore la Corée du Sud avaient signé la première convention, mais n'ont pas signé la deuxième. La Chine, quant à elle, n'a signé aucune des deux. Quant aux principaux pays européens impliqués dans les recherches sur les véhicules autonomes, ils ont tous signé les deux conventions à l'exception de l'Allemagne, qui n'avait pas signé la première. Il faut noter que le Royaume Uni a été un signataire très tardif pour la deuxième convention, ne l'ayant fait qu'en 2018.

L'Europe a donc dû faire face à des contraintes que ses principaux concurrents internationaux sur le développement des véhicules autonomes n'avaient pas. La

réponse à cela a été de produire un amendement à la Convention de Vienne qui inclue la possibilité des véhicules autonomes, avec la création d'un nouvel article, le 34bis, qui a été introduit avec un amendement de 2020, pour une entrée en vigueur du texte en juillet 2022. Ce texte précise : "L'exigence selon laquelle tout véhicule ou tout ensemble de véhicules en mouvement doit avoir un conducteur est réputée satisfaite lorsque le véhicule utilise un système de conduite automatisé qui est conforme: a) à la réglementation technique nationale, et à tout instrument juridique international applicable, concernant les véhicules à roues et les équipements et pièces susceptibles d'être montés et/ou utilisés sur un véhicule à roues ; b) à la législation nationale régissant le fonctionnement du véhicule." (ACV, 2020) Lors de la tenue des entretiens parisiens l'amendement n'avait pas encore été fait, et certains acteurs parlent de la nécessité de le faire pour ne pas prendre plus de retard technologique dans les recherches sur les véhicules autonomes.

N'ont été mentionnés et étudiés ici que les principaux documents officiels concernant directement le sujet de la recherche. Au-delà de ces documents, des nombreux autres existent qui cherchent à homogénéiser et à cadrer des questions en lien avec la conduite et les véhicules, comme par exemple la délivrance des permis de conduire, les spécifications techniques de la construction des routes ou, comme vu précédemment, les signalisations verticales et horizontales sur la route. De plus, si les documents présentés ci-dessus ont une portée mondiale, il y en a d'autres qui ne concernent que certaines régions du monde. Il y en a plusieurs à l'échelle de l'Europe. Il y en a un également qui cherche à homogénéiser les routes de la péninsule arabe et ses pays voisins, l'*Accord des routes internationales dans le Mashreq arabe* de 2001, qui concerne notamment les Émirats arabes unis.

Mettre en place un cadre réglementaire à un niveau supranational est très important pour éviter des potentiels problèmes transfrontaliers. Cette question a été soulevée par plusieurs acteurs et a déjà été évoquée dans le chapitre sur les réponses aux questions, notamment dans la question sur le périmètre d'action. Fernando Liesa, par exemple, parle des problèmes existants même aujourd'hui en raison des grandes différences réglementaires qui existent sur les questions logistiques entre les différents pays européens. Sur les questions logistiques il y a même des différences réglementaires au niveau des villes. Les cadres réglementaires supranationaux sont donc fondamentaux.

3.1.3 - Le cas de la métropole de Paris : la législation française¹⁷

¹⁷ Cette recherche n'est pas une recherche en droit. L'objectif de ce chapitre est de donner une idée du cadre législatif français concernant les véhicules autonomes, sans avoir la prétention de le maîtriser. Pour l'écriture de ce chapitre, certains documents ont été d'une grande aide, notamment le rapport d'A.

Le fameux 'millefeuille territorial' français marque le cadre réglementaire sur les véhicules autonomes dans la capitale. En effet, il y a dans le territoire des nombreux acteurs institutionnels qui s'y impliquent, ou qui pourraient s'impliquer, depuis l'Union européenne jusqu'à l'échelon communal. Chacun de ces acteurs a des compétences et des outils différents et, parfois, aussi des objectifs différents. Cependant, en ce qui concerne le cadre réglementaire, c'est l'état français qui a été le plus actif sur le sujet. Ainsi, avec sa perspective globale de l'échelle nationale, et en tant que pays très impliqué dans l'industrie automobile, l'objectif principal de la France quant au développement des véhicules autonomes est le développement industriel de la filière automobile.

En effet, le tout premier document officiel produit en France sur les véhicules autonomes apparaît en 2013, au début du gouvernement de François Hollande, sous le titre de *La Nouvelle France Industrielle*. Il s'agit d'un document qui avait été confié par le président à Arnaud Montebourg, à l'époque ministre du Redressement productif (le nom qui portait à cette époque le ministère de l'industrie). Dans ce document figurent 34 plans stratégiques visant à "déterminer les priorités de politique industrielle de la France" (Montebourg, 2013, p. 2) Le cinquième plan présenté dans le document concerne les "véhicules à pilotage automatique". Dans un court texte d'une page, on présente dans un premier temps l'ensemble ou presque des promesses des véhicules autonomes : sécurité, inclusivité, fluidité de la circulation ou encore temps utile. Ensuite, on présente les objectifs et ambitions du plan : "Au moment où les grands acteurs de l'internet s'intéressent à la voiture, les constructeurs et les équipements automobiles prennent le virage de la transition numérique et développent une offre compétitive de composants automobiles, de capteurs et de logiciels afin de proposer, d'ici à 2020, des véhicules autonomes à prix abordable. L'ambition de ce programme est de faire de l'industrie automobile française une des pionnières dans l'automatisation des véhicules en levant notamment les obstacles réglementaires à son développement." (Montebourg, 2013, p. 15) La direction de ce plan stratégique fut confiée au président de Renault, à l'époque Carlos Ghosn. Ce plan était une sorte de point de coordination pour les recherches. Comme l'explique Arantxa Julien, il était précompétitif, non-concurrentiel.

Très rapidement, les industriels se rendent compte que leurs recherches dans leurs laboratoires ne suffiront pas : ils ont besoin de tester leur technologie dans des conditions réelles. Ainsi, peu à peu, la loi française a été modifiée afin de permettre progressivement le déroulement de tests de véhicules autonomes sur l'espace public. La toute première loi française concernant les véhicules autonome est, curieusement, la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Même si cette coïncidence n'est probablement que circonstancielle,

symboliquement ceci montre la croyance implicite sur la valeur écologique des véhicules autonomes. Quoi qu'il en soit, dans son article 37 elle fait le premier pas vers les expérimentations en conditions réelles en autorisant le gouvernement à faire des ordonnances qui les permettent : "Dans les conditions prévues à l'article 38 de la Constitution, le Gouvernement est autorisé à prendre par ordonnance toute mesure relevant du domaine de la loi afin de permettre la circulation sur la voie publique de véhicules à délégation partielle ou totale de conduite, qu'il s'agisse de voitures particulières, de véhicules de transport de marchandises ou de véhicules de transport de personnes, à des fins expérimentales, dans des conditions assurant la sécurité de tous les usagers et en prévoyant, le cas échéant, un régime de responsabilité approprié." (L2015-992, art. 37)

Grâce à ce premier texte de loi de 2015, les gouvernements successifs ont pu par la suite produire des ordonnances ou des décrets autorisant des expérimentations de véhicules autonomes. Ces textes autorisent des tests de plus en plus avancés, dans des conditions de plus en plus complexes. La première ordonnance sur le sujet, d'août 2016, stipule dans son premier article que la circulation à des fins expérimentales d'un véhicule "à délégation partielle ou totale de conduite sur une voie ouverte à la circulation publique" (O2016-1057, art. 1) nécessitera la délivrance d'une autorisation. Ceci donne un cadre réglementaire à la délivrance des autorisations, qui pourtant existe depuis 2014, lorsque le Groupe inter-service pour le véhicule autonome (GISVA) est créé dans cet objectif. Cette structure interministérielle est chargée d'analyser et approuver les demandes d'expérimentation, mais ne bénéficie dans ses débuts que de très peu de moyens humains, ce qui rend le processus très lent. Durant ses quatre premières années d'existence, environ 80 autorisations sont délivrées par cet organisme (Grisoni, Madelenat, 2021, p. 44).

C'est justement en 2018, quatre ans après la création du GISVA et deux ans après la première ordonnance citée, qu'est publié un décret relatif à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques. Ce décret précise les modalités d'autorisation et entre bien plus en détail sur les expérimentations. En plus, il ouvre deux nouvelles possibilités, avant interdites. Premièrement, les véhicules testés peuvent être intégrés dans un service de transport, ce qui implique qu'il peut y avoir une tarification, ce qui sera appliqué dans l'expérimentation d'une navette autonome qui se déroulait dans le bois de Vincennes (voir chapitre suivant sur les expérimentations). Deuxièmement, dans son article 12, le décret admet la possibilité d'avoir un conducteur déporté, c'est-à-dire en dehors du véhicule. (D2018-211, art. 12)

La loi n°2019-486 du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises, loi dite PACTE, était en phase d'approbation par le Sénat au moment des entretiens du terrain parisien. Elle avait soulevé des attentes auprès de certains acteurs, comme Dany Nguyen-Luong, sur les possibilités qu'elle offrirait pour l'amélioration des expérimentations. Cependant, certains des articles prévus pour

cette loi ont été finalement laissés en attente et ajoutés à la loi LOM, qui était également en construction et serait approuvée quelques mois plus tard. Au final, la loi PACTE se limite à la modification de l'ordonnance de 2016. Cependant, dans les mots de Frank Lauro, "cette loi s'inscrit dans la progressive et croissante ascension législative en faveur de l'innovation en France et, notamment, celle du véhicule autonome." (Lauro, 2019, p. 54)

La loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, dite LOM, ne se limite pas à inclure quelques articles pour faire évoluer davantage les expérimentations de véhicules autonomes. Il s'agit d'une loi ambitieuse, qui cherchait à s'imposer en tant que nouvelle loi structurante sur les mobilités, puisque la dernière sur ce sujet datait de 1982. Cette loi a fait suite aux *Assises nationales de la mobilité*, organisées par la ministre chargée des transports Élisabeth Borne à l'automne 2017, et a provoqué des grands débats. Dans son premier article, elle annonce ses objectifs : améliorer les transports du quotidien, réduire les inégalités territoriales, rendre la mobilité plus propre et améliorer l'efficacité du transport de marchandises. (L2019-1428, art. 1). Pour ce faire, la loi s'attaque en effet à des sujets aussi structurants que la gouvernance des mobilités. Le rapport su Movin'On Lab en parle très clairement : "Afin de lutter contre les 'zones blanches' de la mobilité, la LOM prévoit que l'ensemble du territoire national sera désormais couvert par des AOM. Cependant, la compétence mobilité demeure globale et son exercice facultatif puisqu'il dépend des besoins du territoire. Une AOM peut ainsi décider de ne pas organiser un service régulier de transport collectif sur son territoire. La LOM encourage les communautés de communes à prendre en charge la compétence mobilité en lieu et place des communes, à qui la loi NOTRe avait confié cette responsabilité. Le transfert de compétences devra prendre effet au 1er juillet 2021." (Maire, Scapin, 2021, p. 207) Si ce changement ne semble pas affecter la métropole parisienne, il s'agit tout de même d'un changement important dans la gouvernance des mobilités qui pourrait avoir un impact sur le développement potentiel des véhicules autonomes dans ces territoires.

C'est le troisième titre de la loi dite LOM qui va le plus influencer le développement des véhicules autonomes, intitulé "Réussir la révolution des nouvelles mobilités" (articles 25 à 48), et notamment la section 1 du deuxième chapitre, intitulée "Véhicules autonomes et véhicules connectés" (articles 31 à 32). L'article 31, en particulier, autorise le gouvernement à faire une ordonnance pour adapter la législation, notamment le code de la route, à la circulation de véhicules autonomes sur la voie publique. Ce texte a deux grands intérêts : d'un côté, la définition qui est faite de ce qu'est un véhicule autonome, vue dans le chapitre 1.2, et surtout le fait que, pour la première fois, on ne précise pas que ladite circulation soit dans un cadre expérimental. Or, cet article est le premier pas pour permettre la circulation de véhicules autonomes en France. L'article 32, très long, porte sur la gestion des

données, sujet majeur pour la gouvernance des véhicules autonomes, comme on a vu dans la sous-partie précédente.

La dernière avancée législative du droit français concernant les véhicules autonomes a eu lieu en 2021, avec l'adoption de l'ordonnance n°2021-443 du 14 avril 2021 relative au régime de responsabilité pénale applicable en cas de circulation d'un véhicule à délégation de conduite et à ses conditions d'utilisation, qui a été complétée par un décret deux mois plus tard. Ces deux textes s'occupent de modifier les principaux codes de la loi française, comme le code pénal, le code de la route ou le code de la consommation, pour les adapter à la circulation de véhicules autonomes à autonomie complète, toujours de manière supervisée et uniquement dans le cadre d'un service de personnes. Cependant, l'avancée majeure de ces textes est l'inclusion d'un nouvel article au code de la route qui permet de déterminer les responsabilités de chacun en cas de dommage ou d'accident, "ce qui constitue une avancée majeure dans la législation en place et qui permet de placer la France en tête des pays européens en termes de cadre réglementaire pour le déploiement de véhicules et de services, au-delà des expérimentations." (Vrancken, 2022, p. 18)

3.1.4 - Les cas de la métropole de Paris : stratégies et outils à différentes échelles

Si jusqu'ici il a été question des documents à caractère juridique produits par l'état français en lien avec les véhicules autonomes, dans cette sous-partie il s'agira de comprendre le reste du cadre réglementaire de la métropole parisienne concernant ce sujet. Comme avancé ci-dessus, il y a une pluralité d'institutions impliquées à des échelons différents, depuis l'Union européenne jusqu'à l'échelon communal. Il n'y a pas eu d'autres documents à caractère juridique, au-delà des lois mentionnées, mais il y a plusieurs autres documents d'intérêt pour le contrôle d'une potentielle arrivée de véhicules autonomes dans la métropole. On analysera également les principaux documents stratégiques, sans valeur juridique mais avec une grande valeur politique.

La Commission Européenne, sous la présidence de Jean-Claude Juncker (2014-2019), a publié en mai 2018 une stratégie de développement de la mobilité connectée et automatisée, avec un document intitulé *En route vers la mobilité automatisée : une stratégie de l'UE pour la mobilité du futur*. Ce document signale dans son introduction que "la mobilité franchit actuellement une nouvelle frontière – numérique – avec une automatisation et une connectivité croissantes permettant aux véhicules de se « parler » et de communiquer avec l'infrastructure routière et avec les autres usagers de la route. Ces évolutions [...] ouvrent un niveau entièrement nouveau de coopération entre les usagers de la route qui pourrait apporter des avantages énormes pour eux et pour le système de mobilité dans son ensemble, y compris en rendant le transport plus sûr, plus accessible et plus durable." (Commission Européenne, 2018, p. 1) Le document fait un rappel des avantages potentiels de cette technologie, où l'on

trouve les différentes promesses présentées plus tôt dans cette thèse, mais il met également en garde contre des problèmes potentiels que les véhicules '*automatisés*' pourraient causer. Ils affichent l'ambition de faire de l'Europe un leader mondial sur le sujet, et pour cela "la Commission privilégie une approche progressive basée sur l'expérience acquise durant les essais qui validera la sécurité des technologies." (CE, 2018, p. 4) Ils affichent des objectifs ambitieux, puis qu'ils disent avoir des véhicules individuels, des camions et des navettes autonomes en circulation dès 2020, alors que le texte date de 2018. Pour ce faire, ils annoncent la nécessité de coopération entre les états membres, et s'appuient sur des experts, notamment le Groupe de haut niveau GEAR 2030, qui a publié ses recommandations dans un rapport d'octobre 2017. Ils parlent également de l'importance du financement de la recherche, où l'Europe a contribué à hauteur de 300 millions d'euros dans le cadre du programme « Horizon 2020 » (2014-2020), et 130 millions de plus prévus pour la période 2018-2020. Ils s'attaquent ensuite à un certain nombre de sujets clés, comme la connectivité, la sécurité routière, la responsabilité juridique, la cybersécurité ou encore la gestion des données, pour finir sur un message d'optimisme : "Avec sa base industrielle forte et le soutien d'un programme de recherche et d'innovation ambitieux et du cadre juridique proposé dans cette stratégie, l'Europe a les moyens d'affronter la concurrence mondiale." (CE, 2018, p. 20)

Si la Commission Européenne faisait une communication sur la '*mobilité automatisée*' en 2018, le Parlement Européen prit une résolution sur les '*véhicules autonomes*' l'année suivante. Ici, le Parlement européen "encourage les États membres et l'industrie à mettre en œuvre les systèmes de transport intelligents coopératifs; [...] met l'accent sur le potentiel d'innovation de tous les moyens autonomes de transport routier, ferroviaire, par voie d'eau et aérien; souligne que les acteurs européens doivent unir leurs forces afin d'endosser et de conserver un rôle de chefs de file mondiaux en matière de transport autonome" (Parlement Européen, 2019, art. 3-4) Ce document, de 82 articles, touche globalement à toutes les grandes questions sur les véhicules autonomes. Il parle des promesses, comme l'accessibilité aux personnes handicapées (article 6) ou la sécurité routière (article 25), mais également de sujets plus controversés comme la responsabilité juridique ou la gestion des données.

Damien Pichereau, député français, a établi en 2021 un rapport très complet intitulé *Le déploiement européen du véhicule autonome*. Dans ce rapport, il explique que la présidence d'Ursula von der Leyen (2019-2024) continue les efforts de son prédécesseur en ce qui concerne les véhicules autonomes, qui restent une priorité clairement affichée, avec la publication de nouvelles stratégies (Pichereau, 2021, p. 95). Il explique que l'Union européenne doit faire face "aux géants du numérique qui ont une puissance financière importante sans commune mesure avec les industriels de l'automobile et des transports publics" (Pichereau, 2021, p. 10), et qui viennent

d'autres régions du monde que l'Europe. Pourtant, malgré des investissements très conséquents, ces acteurs n'ont toujours pas réussi un déploiement rentable de cette technologie, ce qui donne, d'après l'auteur du rapport, une opportunité aux acteurs européens, ce pour quoi il ajoute un certain nombre de recommandations d'actions à mener par l'état français.

Au niveau de l'état, on a déjà vu dans le chapitre précédent tous les textes juridiques qui concernent les véhicules autonomes. "Forte d'une industrie automobile au poids économique et symbolique important, la France a affiché très rapidement une volonté de se positionner comme un acteur qui compte dans le développement des véhicules autonomes. Cette mise à l'agenda s'est traduite par l'élaboration progressive d'une politique publique ambitieuse dédiée à cette question, centrée initialement sur les aspects industriels." (Maire, Scapin, 2021, p. 177) Si les plans de *La Nouvelle France Industrielle* de 2013 d'Arnaud Montebourg ont déjà été mentionnés, il a fallu attendre 2018 pour voir le premier grand document stratégique national sur les véhicules autonomes, rédigé par Anne-Marie Idrac, qui venait d'être nommée Haute responsable pour la stratégie de développement du véhicule autonome. Ce document, intitulé *Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique*, évoque un horizon en 2022. Il garde encore une forte volonté de développement industriel, mais commence à s'ouvrir vers d'autres aspects. La stratégie "repose sur trois principes clés : sécurité, progressivité, acceptabilité." (Maire, Scapin, 2021, p. 180) Les orientations stratégiques du rapport sont divisées en cinq grands chapitres, qui correspondent à l'évolution du cadre réglementaire, au développement des expérimentations, aux aspects numériques et de gestion des données, à la connectivité vis-à-vis de l'infrastructure, et enfin un cinquième chapitre assez général où l'on retrouve à la fois les enjeux économiques, de gouvernance, d'acceptabilité ou encore sociaux. Ainsi, le document "présente le cadre stratégique dans lequel s'inscrira l'action de l'Etat pour accompagner le développement des véhicules automatisés ou autonomes, par un cadre sécurisé, en tenant compte de l'évolution du cadre international et des besoins des territoires. L'objectif est également d'aider les entreprises françaises à se positionner favorablement sur les nouveaux marchés de services et de technologies liés au véhicule autonome." (Idrac, 2018, p. 8)

Le rapport d'Anne-Marie Idrac a été actualisé en décembre 2020, par un autre document, toujours réalisé par Madame Idrac, intitulé *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022*. Ce nouveau document, beaucoup plus court, ne propose pas un grand tournant dans la stratégie mais plutôt l'inverse : "La nouvelle version de la stratégie met tout d'abord en avant l'idée d'une forte continuité par rapport à la version initiale du texte. Les grands principes de sécurité, de progressivité et d'acceptabilité sont réaffirmés dans la mesure où ils permettent la mise en place d'une stratégie pragmatique et progressive dans le

déploiement des véhicules autonomes." (Maire, Scapin, 2021, p. 181) Cependant, malgré la continuité affichée, il y a certaines différences notables. Premièrement, on note un retour au mot 'automatisé' plutôt que l'ancien 'autonome'. Plus généralement, l'ambition de la stratégie grandit : "Elle ne se focalise plus uniquement sur les aspects d'expérimentation, mais ambitionne également de considérer le passage à l'échelle pour les services de mobilité autonome." (Maire, Scapin, 2021, p. 182) Ce qui est intéressant également est le changement affiché dans l'échelle d'action. D'un côté, le document donne de l'importance à "l'approche européenne, qui sera mobilisée encore davantage" (Idrac, 2020, p. 9), et d'ailleurs il a été présenté dans le même évènement où l'on annonçait "le lancement d'une mission parlementaire au député Damien Pichereau" (France Mobilités, 2020), mission qui allait aboutir dans le rapport présenté ci-dessus. D'un autre côté, la stratégie d'Anne-Marie Idrac affiche également comme action prioritaire à mener l'accompagnement des territoires, dans l'idée d'associer les représentants des collectivités aux travaux techniques sur le cadre réglementaire. (Idrac, 2020, p. 9)

La question posée par cette thèse, et au début de cette grande partie, portait sur les actions que les collectivités territoriales pourraient réaliser pour faire face à l'arrivée potentielle des véhicules autonomes. Jusqu'ici, il a été question des niveaux national et international, mais qu'en est-il donc des collectivités ? Dans la métropole parisienne il n'existe aucun document réglementaire concernant les véhicules autonomes. Certains outils existent pourtant qui pourraient être mobilisés, du point de vue réglementaire.

Dans la région capitale, la compétence transports est allouée à la Région Île-de-France. C'est donc à cet échelon que l'on devrait retrouver les principaux documents réglementaires en lien avec la mobilité. En effet, la région dispose de deux outils principaux : le *Schéma Directeur de la Région Île-de-France* (SDRIF) et le *Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France* (PDUIF). C'est Paul Beauvallet qui les décrivait dans son entretien, en 2019. Le SDRIF est un document d'urbanisme important, qui s'oppose aux Plans locaux d'urbanisme (PLU) et aux PLU intercommunaux (PLUI). Le PDUIF, quant à lui, est un document spécialisé en mobilité et transport, beaucoup plus précis dans les attentes sur ces domaines, qui énonce des ambitions concrètes. La procédure pour réviser ces documents est très lourde et très longue, surtout pour le SDRIF. Ainsi, au moment de l'entretien aucune procédure n'avait été enclenchée, les deux documents étant relativement récents : l'ancien SDRIF avait été adopté en 2013, tandis que l'ancien PDUIF datait de 2014. Étant données les dates de publication des documents, aucun des deux n'inclue d'allusion aux véhicules autonomes. Cependant, au moment de l'écriture du manuscrit, à l'été 2023, les deux documents sont en procédure de révision, pour le SDRIF, et d'élaboration d'un nouveau plan, pour le PDUIF. La procédure pour la révision du SDRIF a été lancée en 2021, et l'adoption définitive est prévue pour 2024. Quant au nouveau PDUIF, qui s'appellera *Plan des*

mobilités en Île-de-France, le lancement de la procédure a eu lieu en 2022 et l'adoption est prévue également pour 2024. Ce sera très intéressant d'analyser ce que ces documents disent sur les véhicules autonomes.

Quant au niveau local, les communes disposent d'un outil important qu'est le PLU. Ce document, qui ne concerne pas directement les mobilités, peut mettre en place des mesures en lien avec la voirie ou le stationnement. Le PLU actuel de la ville de Paris date de 2006 et ne prend donc pas du tout en compte les véhicules autonomes. Un projet de nouveau PLU a été arrêté le 5 juin 2023. Cependant, Pierre Musseau déplore l'absence d'un outil efficace de régulation à l'échelle locale. Il prend l'exemple des plateformes de VTC ou de micromobilité, qui ont été très difficiles à contrôler. Les quelques outils ou réglementations actuelles, toutes celles qui ont été évoquées jusqu'ici, nécessitent de procédures très longues et compliquées, ce qui les rend complètement inefficaces face à des technologies qui évoluent très vite, et face à l'incertitude d'objets technologiques futurs, comme les véhicules autonomes.

3.1.5 – Le cas des Émirats arabes unis

Les Émirats arabes unis ont une gouvernance bien plus simple que les deux autres territoires étudiés : il y a deux et trois échelons respectivement, avec des institutions très centralisées dans chaque échelon. Il y a d'un côté l'échelon national, ensuite l'échelon émirien, et enfin, à Abou Dhabi, l'échelon municipal. L'autre raison qui fait que la gouvernance émirienne soit plus simple que les gouvernances française et colombienne est que les Émirats arabes unis sont une monarchie, ou plutôt une fédération de monarchies, pour traduire leur système politique à un langage européen nécessairement inexact. Quoi qu'il en soit, le pouvoir est concentré en une seule personne : Mohamed ben Zayed Al Nahyan, émir d'Abou Dhabi et président du pays. Cependant, il s'agit d'un pays fédéral, où chacun des sept émirats a une grande indépendance. Ainsi, l'émir de Dubaï, Cheikh Mohammed ben Rashid Al Maktoum, a une grande autonomie dans sa prise de décisions. Les émirats sont à leur tour conseillés par le Majlis, un conseil consultatif qui a en réalité un fort pouvoir politique (Ibrahim, 2020, p. 165). La concentration du pouvoir auprès de quelques individus simplifie la prise de décisions.

Quant aux documents réglementaires concernant les véhicules autonomes et, à défaut, des sujets connexes, il y en a à tous les échelons. Au niveau national il y a trois documents majeurs qui traitent, à peu près, le sujet. Tous les trois datent de 2015 : la *UAE National Innovation Strategy (NIS)*, le *UAE Government Innovation Framework* et le *Science, Technology & Innovation Policy in the United Arab Emirates*. Autrement dit : la stratégie, le cadre de travail et la politique du gouvernement national pour l'innovation. Il s'agit de documents très généraux, qui parlent principalement de l'innovation et son importance pour le pays : "Innovation, research, science and

technology will form the pillars of a knowledge-based, highly productive and competitive economy, driven by entrepreneurs in a business-friendly environment where public and private sectors form effective partnerships” (NIS, 2015, p. 6). La stratégie nationale met notamment l’accent sur sept domaines d’innovation, l’un d’entre eux étant le transport. En effet, les Émirats arabes unis ont fortement basé leur stratégie de développement économique et médiatique sur les transports aérien et maritime, profitant de leur localisation géographiquement privilégiée à moitié chemin entre l’Europe, d’un côté, et l’Asie et l’Océanie de l’autre : "la péninsule Arabique a été depuis l’Antiquité un lieu de passage et échanges" (Tétart, 2017, p. 17), nous dit Frank Tétart. François Cusset va encore plus loin : "Un planisphère centré sur Dubaï fait apparaître à l’œil nu cette fonction providentielle. [...] Dubaï a joué d’une prédestination géographique pour devenir, comme elle est en train de le faire, le point de relais majeur des économies asiatique, occidentale et proche-orientale." (Cusset, 2007, p. 62) En effet, l’aéroport de Dubaï ou le port de Jebel Ali se trouvent parmi les plus importants au monde. À cela, ils ajoutent la volonté de développement du transport terrestre, et des véhicules autonomes : “The NIS aims to promote innovation in transportation by achieving leadership in air and sea transport services and technology, as well as developing and utilizing unmanned vehicles such as drones and unmanned cars and trains.” (NIS, 2015, p. 15) L’utilisation du mot ‘*unmanned*’ est intéressante par son originalité, puisque celui-ci est le seul document ou source étudiée où il est employé, mais au final c’est presque identique au plus habituel ‘*driverless*’. Dans le même document ils parlent également des technologies de l’information et la communication ou des *smart cities*. Cette légère mention aux véhicules autonome dans la stratégie nationale se concrétise dans le troisième document présenté, celui sur les politiques. À partir des sept secteurs stratégiques identifiés précédemment, ce document se focalise sur 24 aires technologiques à creuser. L’une d’entre elles, la vingt-quatrième, porte sur les véhicules autonomes : “Autonomous vehicles, also known as driverless vehicles, are an emerging technology that includes control systems, sensors and other hardware, as well as several enabling technologies. Large-scale deployment of autonomous vehicles will require the development of the regulatory environment and the deployment of supporting infrastructure for the tracking and navigation of the vehicles, and integration into existing infrastructure systems. The UAE has an opportunity to act quickly to embrace the use of autonomous vehicles for private use by developing the supporting regulations and infrastructure. This would attract companies developing autonomous vehicle technologies to the country and enhance the country’s transport sector” (STI Policy, 2015, p. 23)

Le deuxième échelon politique dans les Émirats arabes unis, et le premier en importance, est l’émirat. Le fait d’avoir divisé le territoire d’étude émirien en deux pour étudier à la fois Abou Dhabi et Dubaï, fait qu’il y ait deux émirats à étudier dans ce point. Le plus actif en termes de véhicules autonomes est celui de Dubaï, avec

notamment la rédaction de leur *Dubai Self-Driving Transport Strategy*, publiée en mars 2017 par la Roads and Transport Authority, l'autorité qui centralise tout ce qui touche à la mobilité et aux transports dans l'émirat. Cette stratégie part d'une élocution de l'émir Mohamed ben Rashid Al Maktoum : "by 2030, 25% of all transportation trips in Dubai will be smart and driverless." (RTA, 2017, p. 10) Afin d'atteindre cet objectif, un groupe d'experts est créé pour travailler dessus et le rendre réaliste, en mettant en place une feuille de route concrète et un agenda. Un premier point, déjà évoqué précédemment, doit être souligné : l'emploi des expressions '*self-driving*' ou '*driverless*' permet la prise en compte des véhicules automatisés pour la stratégie. Ainsi, le métro de Dubaï, fait partie de la stratégie avec un rôle prépondérant.

Figure 7 Roadmap and Building Block Chart shows the self-driving public transport roadmap. It shows the activities and initiatives that should be undertaken until 2030 to deploy the multimodal SD public transport. The key elements of the public transport roadmap are as follows:



Les sept modes de transport public inclus dans la stratégie de Dubaï. Source : RTA, 2017

La stratégie de Dubaï pour le développement des '*self-driving transport*' se base sur trois grands principes : considérer un système de transport autonome multimodal (voir image ci-dessus), mettre en place une grande compétition internationale, et être pionniers dans les innovations législatives (RTA, 2017, p. 11). Ils ont compris que les seuls modes de transport qu'ils peuvent contrôler réellement sont les transports en commun. Ainsi, la stratégie est d'atteindre le 25% de trajets grâce à ces modes, et principalement le métro et les bus. Certains acteurs interviewés pensent que le métro, qui comporte déjà deux lignes et une troisième est en construction, suffira amplement à atteindre l'objectif, même sans l'aide d'autres modes de transport. Malgré ceci, la stratégie de Dubaï contemple également le développement de véhicules autonomes individuels privés avec quelques mesures comme le fait de faciliter au maximum le déroulement de tests ou encore un programme d'incitations non défini. Si les

bénéfices potentiels attendus sont extrêmement optimistes (voir image ci-dessous), ils sont conscients des spécificités locales et de l'importance de les prendre en compte : "Dubai has unique challenges such as extreme weather conditions and culturally diverse road users which add extra complexity to deploying a new technology in the City. For example, the first-mile-last-mile solution would face more challenging requirements from the public because of the high temperatures in the summer months. Similarly, driver education campaigns and training programs would require multi-lingual material and regular sessions to ensure that the existing and new drivers get adequately trained and stay relevant." (RTA, 2017, p. 52)



Bénéfices attendus par la stratégie de Dubaï pour la mobilité autonome. Source : RTA, 2017

L'autre axe principal de la stratégie de Dubaï pour le développement des véhicules sans conducteur est la mise en place d'une compétition internationale. Cet évènement, organisé par la RTA, a été appelé *Dubai World Challenge for Self-Driving Transport*. Il s'agit d'une grande compétition internationale autour d'un type de véhicule sans conducteur qui a lieu tous les deux ans, et pendant lequel les principaux acteurs internationaux travaillant sur le sujet s'affrontent pour un prix dont le montant économique est considérable. Cette compétition échappe aux aspects réglementaires et sera développée dans un autre chapitre ultérieurement. Ce challenge a été un excellent moyen de répondre à certains des objectifs énoncés dans la stratégie : connaître ce qui se fait sur le sujet partout dans le monde, développer des tests sur place, négocier avec les différents acteurs afin de développer des partenariats ou encore inciter et aider financièrement au développement des meilleures solutions.

Un dernier point a été régulièrement soulevé dans les entretiens concernant le cadre réglementaire à Dubaï : la mise en place d'un Code of Practice. Ce dispositif a été

conçu par la RTA avec le soutien de l'entreprise d'ingénierie et de conseil Stantec. Il a été présenté lors d'une conférence dans le *Dubai World Congress for Self-Driving Transport* d'octobre 2019¹⁸. Il s'agit d'un outil qui cherche à simplifier la procédure pour mettre en place une expérimentation de véhicules autonomes à Dubaï, mais également de marquer clairement quelques règles et contraintes, dont notamment l'obligation de partage des données recueillies.

Abou Dhabi est l'émirat le plus grand et le plus riche parmi les sept qui composent le pays, et c'est aussi le seul qui comporte dans son territoire deux grandes villes importantes : Abou Dhabi et Al Ain. Comme vu précédemment, la gouvernance de cet émirat est donc un peu plus complexe que celle de son voisin Dubaï, et a changé en 2019, juste avant la tenue du terrain. Du point de vue de la gouvernance il y a donc un gouvernement central pour l'ensemble de l'émirat, où l'on trouve une institution appelée *Department of Municipalities and Transport*, qui regroupe tout ce qui relève de la planification urbaine et des transports. Celle-ci, à son tour, est divisée en quatre sous-institutions, dont l'*Integrated Transport Centre*, chargé des transports dans l'Émirat en entier, ainsi que les trois municipalités qui correspondent au découpage géographique de l'Émirat d'Abou Dhabi : *Abu Dhabi City Municipality*, *Al Ain City Municipality* et *Al Dhafrah Region Municipality*. Quant aux documents stratégiques ou réglementaires, on en trouve deux : le *Surface Transport Master Plan*, approuvé en 2008, et la *Transportation Mobility Management Strategy*, de 2011. Ces deux documents ont été produits par l'ancien *Department of Transport* (DoT), qui agissait juste à l'échelle de la ville d'Abou Dhabi, et non pas de l'ensemble de l'émirat. Aucun des deux ne comporte des mentions aux véhicules autonomes, ce qui est logique vu les dates de publication respectives. Les deux documents mettent l'accent sur la croissance démographique rapide de la ville et l'importance de trouver des solutions aux problèmes de congestion qui commencent à surgir. Pour cela, ils envisagent la mise en place d'un système de transport de masse multimodal, comportant notamment un métro et un train de banlieue qui n'ont pas encore vu le jour. Cependant, le *Surface Transport Master Plan* envisageait également de promouvoir les mobilités douces par un plan de promotion du vélo et de la marche à pied, ainsi que par la construction de pistes cyclables (DoT, 2008, p. 79). Ceci a réellement été réalisé et fonctionne bien aujourd'hui, logiquement en dehors des mois d'été où le climat l'empêche.

C'est à un niveau encore plus local que l'on trouve le seul document stratégique existant à Abou Dhabi qui mentionne les véhicules autonomes : le *Masdar City Master Plan*¹⁹. Depuis le début du développement du Master Plan de Masdar City, la

¹⁸ Conférence animée par Daniel Baxter, de Stantec, avec un panel composé par Hoda Akhzaimi, Steven Severance (les deux ont été ensuite interviewés), Rula Sadik, Rod Schebesch et Qais Abdulla Al Dhalai.

¹⁹ La version du Master Plan que l'on trouve sur internet est seulement graphique. En conséquence, les informations sur le sujet sont issues de l'exposition permanente sur l'histoire de Masdar City que l'on

planification est intimement liée aux questions de mobilité : le choix de sa localisation, l'urbanisme sur dalle ou les moyens de transport pour s'y rendre et pour y bouger. Dans leur planification, ils différencient trois niveaux de transport public et deux niveaux de transport individuel : le transport public est divisé entre *Personal Rapid Transit* (PRT), *Group Rapid Transit* (GRP) et *Mass Transit*. Le système PRT est composé de petits véhicules de quatre sièges complètement autonomes. Quant à la mobilité individuelle, ils ont séparé les flux routiers des flux piétons par un urbanisme sur dalle. Cependant, le projet lancé en 2006 (et commencé à être construit en 2008) a beaucoup évolué depuis, grâce notamment à la souplesse dans la prise de décisions qui est souvent mise en avant dans les Émirats arabes unis. Ainsi, l'urbanisme sur dalle a été abandonné et un nouveau type de transport en commun est venu s'ajouter à la liste : les navettes autonomes. Le cas de Masdar City sera amplement développé dans le chapitre suivant. Il faut noter que l'arrivée des navettes n'était pas prévue par le Master Plan, et en conséquence ils ont voulu créer un cadre réglementaire spécifique pour ces nouveaux objets. Cependant, Cyril Baligand et Didier Boudon, de l'entreprise Egis, expliquent que ce nouveau cadre est arrivé tard (il y avait déjà des navettes en circulation) et qu'il est trop court et faible. L'entreprise Egis avait été contactée pour s'occuper de ce nouveau cadre réglementaire, mais ils n'ont pas été retenus finalement.



Master Plan de Masdar City. Source : masdar.ae

peut trouver sur place, de la visite de leur stand lors du World Urban Forum 2020, de l'observation personnelle et, bien-sûr, des entretiens réalisés auprès de Lukas Sokol et Steven Severance.

3.1.6 – Le cas de Bogota

Comme en France, la Colombie a vécu un processus de décentralisation dans les années 1980 à travers lequel les collectivités territoriales ont acquis des nouvelles compétences et des nouvelles responsabilités, ainsi que la capacité –puis l’obligation– de mettre en place des documents structurants et réglementaires. En Colombie, ce sont les municipalités qui auront le plus d’importance administrative et politique, des municipalités cependant bien plus grandes que leurs homologues françaises. L’exemple le plus représentatif est la capitale, puisque la Mairie de Bogota comprend presque l’entièreté de l’aire métropolitaine et environ trois quarts de la population, tandis qu’en France la Mairie de Paris ne gouverne que le centre de la métropole, ce qui correspond à environ un cinquième de la population. Ceci est important parce que certains des documents réglementaires qui seront étudiés par la suite correspondent au niveau communal, et il est utile de comprendre que ce niveau communal n’est pas comparable au niveau communal français, étant en réalité plus proche comparativement de la Région Île-de-France.

Quant aux documents à valeur juridique, il n’y en a aucun aujourd’hui à Bogota qui prenne en compte les véhicules autonomes. Cependant, plusieurs d’entre eux avancent des sujets potentiellement en lien avec cette technologie. Ces documents existent autant au niveau national qu’au niveau local. Au niveau national, le type de document de référence s’appelle CONPES, des sigles ayant acquis presque un statut de mot dans le langage des acteurs, mais qui signifient en réalité *Consejo Nacional de Política Económica y Social* (Conseil national de politique économique et sociale). Ce Conseil est une institution créée en 1958, qui constitue aujourd’hui la plus haute autorité de planification du pays, accomplissant également un rôle consultatif vis-à-vis du gouvernement en tout ce qui concerne le développement économique et social. Il s’agit d’un organisme interministériel et les documents qu’elle produit, les fameux CONPES, sont les documents à plus haute importance du pays après les propres lois. On pourrait comparer cela, avec des nuances, aux décrets ou aux ordonnances françaises.

Un CONPES est à mentionner spécifiquement : le CONPES 3991, intitulé *Política nacional de movilidad urbana y regional* (Politique nationales de mobilité urbaine et régionale), approuvé le 14 avril 2020. Dans la logique interministérielle de ces documents, celui-ci a été rédigé par quatre ministères : le *Departamento Nacional de Planeación*, le *Ministerio de Hacienda y Crédito Público*, le *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* et le *Ministerio de Transporte*, autrement dit les ministères d’aménagement du territoire, de finances, de développement durable et de transports. Ce document établit tout d’abord une analyse de la situation actuelle, où ils identifient certains problèmes importants comme le grand nombre d’accidents

routiers, la congestion, la pollution, ou encore le manque de financement. Face à cela, le document fixe des objectifs spécifiques, concrètement le fait de réduire les externalités négatives de la mobilité, de renforcer les administrations pour qu'elles puissent mettre en œuvre efficacement des stratégies globales, et de chercher des nouvelles formes de financement (CONPES 3991, 2020, p. 46). Une fois fixés des objectifs, ils établissent ensuite des lignes d'action concrètes. Les principaux sujets de préoccupation sont le développement des mobilités actives, le renforcement des transports en commun, la réduction des voitures individuelles et la réduction des accidents, mais également le développement de la connectivité et des systèmes de transport intelligent. L'une de ces lignes d'actions a un intérêt particulier pour cette recherche, puis qu'elle impose la création d'un groupe de travail sur les systèmes de transport intelligents au sein du Ministère de Transport : "El Ministerio de Transporte conformará, en el segundo semestre de 2021, de manera formal dentro de la estructura organizacional de la entidad, un grupo técnico de trabajo dedicado a organizar y dar seguimiento a las principales acciones en el ámbito de SIT a nivel nacional, así como a promover el desarrollo y la investigación en cuanto a sistemas de transporte inteligentes." (CONPES 3991, 2020, p. 62)

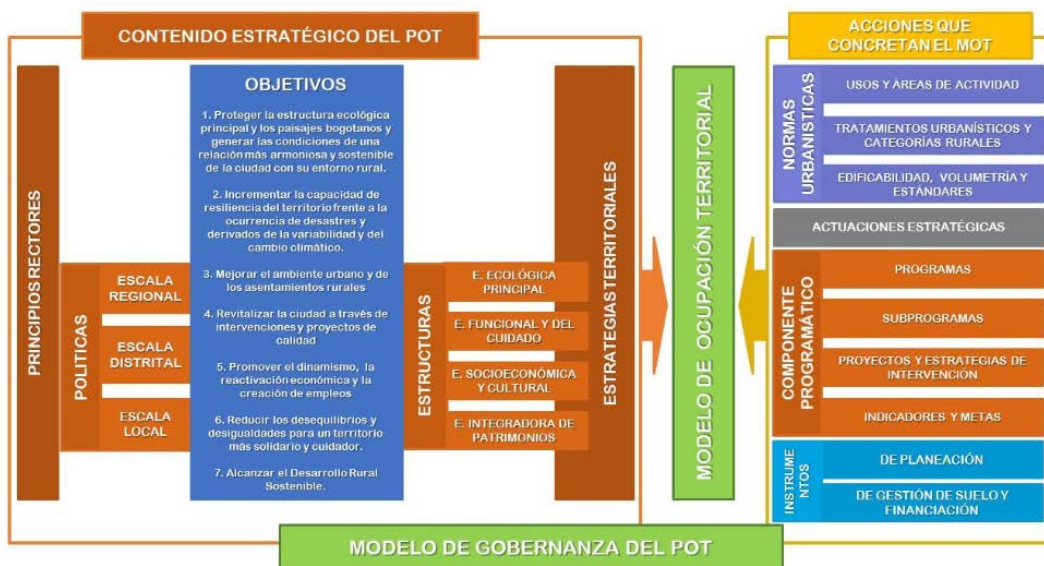
Au niveau local, le document le plus important en termes de planification est le *Plan de Ordenación Territorial* (POT, plan d'aménagement territorial). Ce document a en même temps la portée de stratégie globale sur un grand territoire que l'on peut trouver dans les Schémas de Cohérence Territoriale français, mais aussi un niveau de détail dans les actions proposées qui s'apparente à celui d'un Plan Local d'Urbanisme français. Si des documents stratégiques de ce type existent en Colombie depuis plus longtemps, c'est une loi de 1997 qui impose l'obligation aux communes d'établir un POT, et de le renouveler tous les 12 ans (Bocarejo, 2008, p. 76). Ce document inclue un chapitre lié aux réseaux de transport et la mobilité. Au-delà de ce grand document structurant, plusieurs documents thématiques existent, sur des sujets très variés dont l'espace public et, ce qui concerne le plus cette recherche, la mobilité. Étant donné que le POT cadre les grandes orientations sur tous les sujets, les documents thématiques sont généralement renouvelés à la suite de l'adoption du nouveau POT. Le nouveau POT de Bogota a été approuvé en décembre de 2021 et a une portée 2022-2035. Le plan de mobilité devait être fini à l'été 2022, mais la finalisation et la signature ont été retardés et au moment de l'écriture de ces lignes (été 2023) le document n'a toujours pas été rendu public.

Avant d'entrer dans le contenu de ces documents, un dernier point d'intérêt devrait être évoqué : la question du périmètre d'action. Ce point, évoqué dans les entretiens comme on a vu dans la partie 2.3, ne soulève pas autant de polémique à Bogota qu'à Paris, en raison de ce qui était dit ci-dessus : la Mairie de Bogota inclue la grande majorité du territoire métropolitain et environ trois quarts de la population qui y habite. Cependant, les relations institutionnelles entre la Mairie et la région de

Cundinamarca, qui est la région qui environne la capitale, sont assez faibles, voire conflictuelles : "Le département du Cundinamarca, un des plus riches et des plus peuplés de Colombie, profite largement de la présence de Bogotá au centre de son territoire, en même temps qu'il en souffre, puisqu'il n'a aucune autorité ni moyen de pression sur le DC. Les sujets de tension entre le département et la capitale colombienne ne manquent pas : schéma routier régional et politique de transports, gestion des services publics et de l'environnement, lutte contre la pauvreté et le logement social dans la couronne métropolitaine, etc." (Dureau, 2004, p. 291) Pourtant, les relations fonctionnelles et les navettes domicile-travail entre Bogota et sa périphérie sont intenses. Malgré cette relation intense, "il n'existe pas une autorité responsable de la mobilité de toute la région, et il arrive souvent que les décisions des responsables de chaque municipalité soient franchement opposées. Ainsi par exemple, malgré une interdiction d'inscrire de nouveaux véhicules de transport public, Bogota fut littéralement inondée de taxis et « colectivos », immatriculés dans les municipalités voisines, qui ont l'habitude d'opérer illégalement à l'intérieur du périmètre de Bogota." (Bocarejo, 2008, p. 79). Pour résoudre ce problème, l'état colombien a décidé dans un premier temps la création par loi d'une nouvelle institution, nommée *Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca*, en juillet 2020. Un an plus tard, un CONPES du Ministère de Transport imposait la création d'une autorité régionale de transport et mobilité "como espacio interinstitucional propicio para formular directrices regionales y para el fortalecimiento institucional." (CONPES 4034, 2021, p. 32) La mise en place de ces institutions implique la création d'un nouvel échelon de gouvernance dans la métropole de Bogota. Ce nouvel échelon, s'il existe déjà légalement, n'a pas encore vraiment de fonctions concrètes ni du pouvoir politique. Dans le cadre de cette recherche il a été voulu d'approcher les responsables de ces nouvelles institutions, qui ont été difficiles à identifier et impossibles à contacter. Tout ceci rappelle fortement ce qui est arrivé à Paris quelques années plus tôt avec la création par le gouvernement national de la Métropole du Grand Paris, en 2016.

Sur le contenu des documents réglementaires en vigueur de la mairie de Bogota, il faut tout d'abord noter qu'il n'y a aucune mention aux véhicules autonomes. Le POT est très clairement axé sur l'environnement et le développement durable, à tel point qu'on lui a ajouté un sous-titre : "Bogotá Reverdece 2022-2035" (Bogota reverdit). Dans l'image ci-dessous, on voit que les deux premiers objectifs généraux du POT sont en lien avec l'écologie et le développement durable. En ce qui concerne la mobilité, le document axe ses objectifs autour de la décarbonation et de la décongestion, de qui implique un engagement pour la mobilité active et pour le développement du transport en commun. Il s'agit d'un texte ambitieux, qui affirme vouloir changer le paradigme de la mobilité bogotane : "El nuevo sistema de movilidad multimodal sostenible busca cambiar el paradigma formulado hace 20 años, donde el sistema de transporte se basaba en 22 troncales de buses especializados y 1 línea de metro, con una capacidad limitada, unos niveles de servicio saturados, y con una fuerte

dependencia de los combustibles fósiles. Por el contrario, en este POT se propone un nuevo sistema movilidad multimodal, mayoritariamente eléctrico, de energías de bajas emisiones, basado en una red de 5 líneas Metro, alimentadas por 7 cables eléctricos, corredores verdes de alta y mediana capacidad y la red de ciclo infraestructura dentro de la ciudad” (POT, 2021, p. 44) Juan Gabriel Sepúlveda, du Secrétariat de Mobilité, a longuement parlé du volet mobilité du POT lors de son entretien. Le document a quatre objectifs principaux : la diversification modale dans le transport public avec l’implémentation de modes écologiques et électriques (métro, tram, bus électriques, trains de banlieue) ; la priorisation des modes actifs, avec une amélioration des infrastructures piétonnes et cyclistes ; une meilleure harmonisation entre la mobilité et l’urbanisme, dans une approche de qui priorise la proximité dans la plupart des déplacements ; et enfin une meilleure gestion des questions numériques et des nombreuses données recueillies. Juan Gabriel Sepúlveda assure que, si le POT n’inclue pas de mention aux véhicules autonomes, il est ouvert aux potentielles nouvelles technologies qui puissent arriver.



Fuente: SDP, 2021.

Structure générale du POT. Source : POT, 2021, p. 29

Le deuxième document dont il faut parler est le *Plan de Movilidad Sostenible* (plan de mobilité durable). Comme vu ci-dessus, le document n’a pas encore été rendu public, mais il y a deux sources d’information sur son contenu : d’un côté, un document produit en 2019 qui faisait une évaluation du précédent plan de mobilité pour en tirer des conclusions et des axes de développement pour la suite, et d’un autre côté l’entretien avec Juan Gabriel Sepúlveda, qui avait participé à son élaboration. Juan Pablo Bocarejo, à l’époque adjoint à la mobilité de la Mairie de Bogota, signe l’introduction du document d’évaluation du plan précédent, réalisé par le groupe Steer. À l’annonce des objectifs, il donne une importance particulière aux

bienfaits sociaux que la mobilité pourrait apporter : “La apuesta del Plan de Movilidad para los próximos años es mejorar la calidad de vida en Bogotá mediante acciones centradas en el beneficio de sus habitantes y visitantes. Los principales pilares del plan son: aportar a la competitividad de la ciudad garantizando un sistema de movilidad seguro, eficiente y articulado con la política territorial urbana-regional; promover el acceso y disfrute democrático, igualitario y con calidad al sistema de movilidad y a las oportunidades que brinda la ciudad; generar un sistema de movilidad donde la seguridad es imprescindible y las fatalidades son inaceptables; y aportar a que la huella ecológica de la movilidad sea la menor posible.” (Steer, 2019, p. 5) Ce dernier point sur l’écologie est pourtant le plus mis en avant par Juan Gabriel Sepúlveda quand il explique les objectifs du document qui a été réalisé, très similaires à ceux du POT : développement de la mobilité électrique et des mobilités actives principalement. D’après lui, le document est ouvert aux nouvelles technologies, mais l’horizon de douze ans de validité n’est pas considéré assez lointain pour prendre en compte les véhicules autonomes d’une manière concrète.

Au-delà du POT et des plans thématiques qui en découlent, à Bogota existe un autre document très particulier, qui n’a pas d’équivalent dans les autres territoires étudiés. Il s’agit du *Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del distrito capital 2020-2024*, généralement appelé *Plan de Desarrollo Distrital* (PDD, plan de développement communal), un document stratégique existe dans les municipalités colombiennes. La particularité de ce document est qu’il est produit par les maires entrants au tout début de leur mandat, afin de spécifier noir sur blanc leurs objectifs pour les quatre années de mandat, ainsi que la manière de les atteindre. María Baquero explique qu’il s’agit d’un document opérationnel engageant, qui doit être approuvé par le conseil municipal et qui marque ensuite les lignes directrices pour le travail des services de la mairie des quatre années suivantes. La Mairesse actuelle, Claudia López, ayant été élue en 2020, le *Plan de Desarrollo Distrital* en vigueur a une portée jusqu’à 2024. Ce document, très transversal, met particulièrement l’accent sur les aspects sociaux et environnementaux. Il se compose d’objectifs généraux, qui se déclinent dans des programmes d’action concrets. Le quatrième des objectifs porte sur la mobilité : "Hacer de Bogotá Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible" (PDD, 2020, p. 48). Si le deuxième programme d’action sur la mobilité porte sur la construction du métro, le premier est un peu plus général et cherche à faire une mobilité plus sûre, plus durable et plus accessible (PDD, 2020, p. 69). Il s’agit donc d’un document stratégique et non pas réglementaire, mais dont la portée opérationnelle est très importante.

Si jusqu’ici on a vu principalement des documents à caractère réglementaire et juridique qui concernent la mobilité de Bogota, il est important également de parler de deux autres documents officiels qui ont été produits récemment et qui concernent la mobilité : la *Visión Colombia 2050*, et le *Plan de Acción Climática de Bogotá 2020-2050*

(PAC). Il s'agit de deux documents stratégiques dont l'horizon, 2050, permet un exercice prospectif très intéressant pour le sujet de cette recherche. Celui à l'échelle de la ville de Bogota, le plan d'action climatique, ne mentionne pas les véhicules autonomes malgré l'échelle temporelle bien plus longue que les documents vus précédemment. Le document présente une trentaine de mesures pour faire face à la crise climatique, et logiquement il y en a plusieurs autour de la mobilité, secteur très émetteur de gazes à effet de serre. Cependant, comme les documents précédents, celui-ci se concentre principalement sur le développement des mobilités actives et du transport en commun, ainsi que sur l'électrification de la flotte, autant les véhicules privés que les véhicules de transport public. La seule mesure proposée qui s'écarte de ces questions est celle sur le transport de marchandises, où l'on parle d'une évolution technologique et de l'amélioration de l'efficacité énergétique de la chaîne logistique de la métropole (PAC, 2021, p. 173)

L'unique document officiel mentionnant les véhicules autonomes en Colombie est un document stratégique intitulé *Visión Colombia 2050. Discusión sobre el país del futuro* (VC50). Ce document a été réalisé par le Departamento Nacional de Planeación, un organisme institutionnel d'un pouvoir équivalent à celui d'un ministère, qui représente la plus grande autorité colombienne en planification. Ils s'occupent notamment de rédiger les fameux CONPES mentionnés ci-dessus. Felipe Azcárate, l'un des acteurs interviewés, est sous-directeur de mobilité urbaine et régionale au sein de cet organisme, et a été chargé de la rédaction du chapitre sur les nouvelles mobilités du dit document. Ce document vise à établir les lignes stratégiques de développement du pays sur le moyen et le long terme, un horizon assez lointain pour que les véhicules autonomes soient sur l'équation. Ainsi, il parle de l'importance d'adapter l'infrastructure aux nouvelles technologies de mobilité, et reprend les idées vues précédemment sur le développement des modes de transport actifs et sur l'électrification du parc automobile. Quant aux véhicules autonomes, il ne s'attarde pas dessus mais donne quelques chiffres intéressants : "es necesario comenzar a preparar tanto al sector público como privado ante los retos de esta tecnología en diferentes áreas. La operación de estos vehículos llevará a cambios importantes en términos de costos de viaje, tecnología, seguridad vial, infraestructura y en algún grado, la demanda de transporte público. Por esta razón, es fundamental la planificación de distintos aspectos para obtener el mayor beneficio social de estos vehículos, previendo que, a 2050, puedan llegar a representar el 25% de los vehículos registrados en el RUNT." (VC50, 2022, p. 179) C'est intéressant d'observer que la technologie des véhicules autonomes est explicitement identifiée avec les concepts de *smart city* et de MaaS, tout en parlant de l'importance majeure qu'aura la gestion des données. Il est optimiste sur le niveau de préparation du pays aux besoins véhicules autonomes en 2050, mais le document ne porte pas une vision particulièrement optimiste sur la technologie d'autonomie des véhicules elle-même : "A 2050, los vehículos autónomos basados en tecnologías de cero emisiones contarán con un

proceso completo de adaptación a nivel de infraestructura, regulación, política pública, seguros, tecnología, entre otros que permita su circulación bajo altos parámetros de seguridad. La operación de estos vehículos optimizará los tiempos de viaje puesto que tienen la capacidad de seleccionar las mejores rutas bajo las condiciones de tráfico existentes en el territorio, sin contribuir en el aumento de emisiones. Se contará con todas las regulaciones necesarias para que su circulación no implique un riesgo para la seguridad vial.” (VC50, 2022, p. 180) Le document inclue un schéma prévisionnel sur les dates potentielles d’adoption des nouvelles technologies mentionnées, que l’on voit ci-dessous.

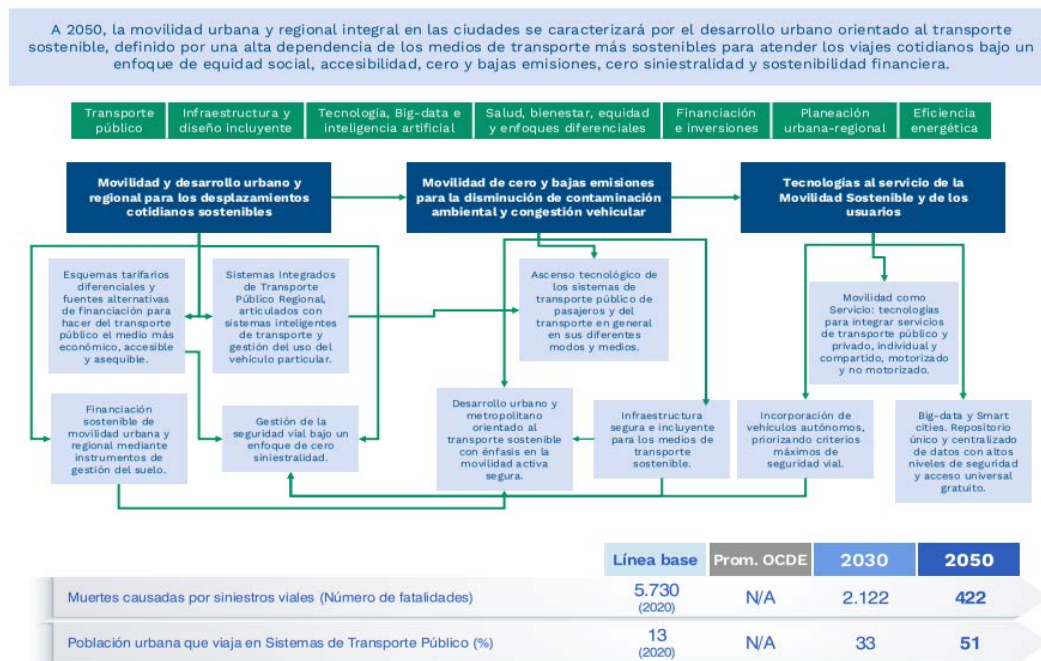


Ilustración 6 - 2. Movilidad del futuro sostenible, segura, limpia y de calidad

Schéma prospectif de l’adoption des nouvelles mobilités en Colombie. Source : DNP, 2022, p. 174

3.1.7 – Quelques conclusions sur le cadre réglementaire

Au-delà des discours étudiés dans la deuxième partie de cette thèse, les documents réglementaires donnent une idée précise de ce qui est affiché réellement comme objectifs et de ce qui se fait, ce qui ne correspond pas toujours au discours des acteurs. Il est donc intéressant de voir le cadre réglementaire existant, ainsi que les motivations qui ont pu être explicitées, et voir la distance existante vis-à-vis du discours sur le même territoire.

Sur le terrain parisien, comme cela a été vu précédemment, les sujets prépondérants dans les discours portaient surtout sur les véhicules autonomes en tant qu’outil pour améliorer les systèmes de transport, tandis que les documents officiels et réglementaires montrent très clairement un fort intérêt pour le développement

industriel de la filière automobile française, au-delà des usages potentiels des véhicules. Cette différence est sûrement due à la différence entre les acteurs qui ont produit le discours et les documents : si la grande majorité des acteurs interviewés agissent au niveau local, la grande majorité des documents réglementaires vus agissent au niveau national. Or, les intérêts des deux échelles d'action sont, dans ce cas, assez éloignés.

Dans les Émirats arabes unis, deux sujets ressortent particulièrement dans les documents étudiés, au-delà du fait qu'ils mentionnent les véhicules autonomes : un très fort intérêt pour l'innovation en elle-même, pour des raisons notamment d'image et de développement économique du pays, mais aussi une véritable préoccupation sur les problèmes que le climat difficile de la région impose à la mobilité. Ce sont également les deux éléments qui ressortaient les plus dans les entretiens et les autres sources d'information étudiées. Ce qui est intéressant également concernant les Émirats arabes unis est la différence notable entre les deux principales villes du territoire. En effet, Dubaï a démontré être très proactive sur la rédaction d'un document réglementaire fort comme la stratégie pour les véhicules autonomes, tandis qu'Abou Dhabi n'a produit aucun document sur le sujet mais a été pionnière au monde sur le sujet grâce aux PRT de Masdar City, qui est après tout une entreprise publique.

À Bogota on retrouve également une grande cohérence entre les discours recueillis et les documents étudiés : les véhicules autonomes sont vus comme un objet lointain, flou. Au contraire, leur intérêt principal porte sur le développement durable, autant au niveau des discours que dans les documents.

3.2 - Les expérimentations

Pour garantir le développement technologique des véhicules autonomes, les ingénieurs chargés de la recherche technique sur ces véhicules ont besoin de faire des expérimentations. Ceci est clairement énoncé par le *Government Innovation Framework* (GIF), publié par les Émirats arabes unis en 2015 : "The development and practical testing of ideas are crucial parts of the innovation process. They involve investigation, learning, and iteration, by focusing on the idea that will be developed and selected. This process is unlikely to be linear and may involve looping back to earlier phases in order to reframe the area of focus on the ideas." (GIF, 2015, p. 46) C'est également très clairement dit dans le rapport publié par Anne-Marie Idrac en France en 2018, cette fois-ci appliqué directement aux véhicules autonomes : "Les expérimentations ont permis aux constructeurs d'acquérir de nombreuses données de conduite et d'améliorer les algorithmes de conduite autonome. Ainsi, les véhicules expérimentés à l'heure actuelle sont capables de gérer beaucoup plus de situations et d'événements que ceux expérimentés il y a deux ans." (Idrac, 2018, p. 48) Les expérimentations sont donc essentielles au développement technologique de l'objet,

et en conséquence elles sont importantes pour les entreprises qui s'occupent de ce développement. Ceci implique un intérêt également pour les territoires qui accueillent lesdites entreprises. En effet, si les entreprises présentes sur le territoire prospèrent, ceci est bon pour le territoire lui-même d'un point de vue économique ou encore social. Sur les territoires étudiés, la France et plus concrètement la région Île-de-France sont des territoires nettement industrialisés. Cela veut dire que ces deux territoires ont un intérêt particulier pour le déroulement d'expérimentations, comme on l'a vu notamment dans le chapitre précédent avec l'évolution de la loi française, presque exclusivement focalisée sur les expérimentations industrielle ce qui concerne les véhicules autonomes. Ce point a également été abordé par Paul Beauvallet et Laurent Calvalido dans leurs entretiens respectifs, tous deux travaillant pour la Région Île-de-France. Bien évidemment, ces deux territoires ne sont pas les seuls territoires industrialisés au monde où cette technologie joue un rôle important. Le lien entre industrialisation et développement des véhicules autonomes sera étudié plus en détail ultérieurement.

Il est important d'ajouter que l'intérêt des entreprises (et des territoires industrialisés) pour les expérimentations ne se limite pas au développement technique. Il y a un autre aspect essentiel qu'est l'acceptabilité sociale : "L'expérimentation constitue une étape incontournable pour passer de la recherche-développement à la mise en œuvre des systèmes de conduite automatisée, et pour s'assurer qu'ils répondent aux exigences de sécurité, notamment de sécurité routière et de sûreté, ainsi que d'acceptabilité sociale." (Idrac, 2018, p. 49) En effet, si les habitants du territoire côtoient, voire même utilisent les véhicules autonomes pendant la durée de l'expérimentation, ceci contribue à le normaliser, et au moment de son développement massif il ne s'agira plus d'un objet étranger. Sur les entretiens réalisés, plusieurs acteurs ont parlé de cette question, comme par exemple Nuha Abudia, qui expliquait que les expérimentations menées à Abou Dhabi ont lieu dans des lieux choisis par leur population jeune et ouverte d'esprit, comme des campus universitaires.

L'intérêt des expérimentations pour les territoires qui n'ont pas de présence industrielle peut sembler moins évident, mais il existe tout de même. Celui-ci est plus ou moins grand en fonction du type d'expérimentation et du type d'accord trouvé pour qu'elle ait lieu. Il s'agit globalement de comprendre plus précisément le fonctionnement des véhicules autonomes, ainsi que les usages potentiels que ceux-ci pourraient avoir. "Il importe que les expérimentations ne se limitent pas aux aspects technologiques, mais concernent prioritairement les usages, qu'elles doivent contribuer à explorer, évaluer et affiner. Cette approche par les usages doit couvrir l'ensemble des territoires (urbains, périurbains, ruraux). Cette approche par les usages doit notamment permettre d'adresser, au-delà de la sécurité des systèmes, l'acceptabilité, les modèles économiques, les impacts sur la mobilité, l'emploi, les

compétences. Les futures expérimentations doivent être structurées autour de priorités communes des acteurs français, et de la production d'un « bien commun » de connaissances objectivées pour la validation des systèmes." (Idrac, 2018, p. 49) Catherine Goniot, de la Métropole de Rouen, ajoutait à cela que les expérimentations qu'ils ont menées ont servi notamment à comprendre comment devront évoluer les infrastructures, ainsi que le coût que cela pourrait avoir.

Des très nombreuses expérimentations de véhicules autonomes ont eu lieu partout dans le monde, depuis le début des recherches sur le sujet jusqu'à nos jours. Rien qu'en France, "de fin 2014 à fin 2017, 51 décisions d'autorisation de délivrance exceptionnelle de certificats d'immatriculation dans le cadre d'expérimentation de véhicules à délégation de conduite ont été délivrées. Parmi ces décisions, 26 concernent des voitures particulières (dont 11 en milieu urbain complexe), 15 concernent des navettes urbaines et 10 sont des décisions modificatives afin d'étendre la durée de validité, le périmètre géographique ou le nombre de véhicules concernés par l'expérimentation. Depuis mi-2016 une augmentation significative du nombre de demandes d'expérimentation de navettes autonomes est observée." (Idrac, 2018, p. 48) Lors du débat citoyen sur les véhicules autonomes de janvier 2018, quelques exemples concrets sont donnés : "Les navettes autonomes de Keolis/Navya circulent depuis septembre 2016 dans le quartier Confluence de Lyon et depuis juillet 2017 à La Défense (Hauts-de-Seine). De véhicules autonomes parcourent le parking d'un centre commercial à Rambouillet. À La Rochelle, des minibus autonomes ont transporté 15 000 passagers en 2014 et 2015. En juillet 2017, la métropole de Toulouse a expérimenté à Pibrac une navette électrique sans chauffeur. À Sophia Antipolis, trois véhicules ont pu être testés en 2016." (Mathieu, 2018, p. 4) Depuis, autant la quantité que la diversité des expérimentations ont fortement augmenté.

Parallèlement, il existe une grande quantité de rapports et d'études sur la question des expérimentations. Certains portent spécifiquement sur les expérimentations d'un certain type de véhicule autonome, comme l'étude de Fabio Antonialli sur les tests de navettes autonomes à travers le monde (Antonialli, 2019). D'autres portent plutôt sur une typologie de territoire spécifique, comme le deuxième rapport piloté par la MACIF et le Movin'On sur les véhicules autonomes dans les territoires ruraux (Bernard et al., 2022). Certains autres ont une portée territoriale, comme l'étude réalisée par l'Institut Paris-Région sur les expérimentations en Île-de-France (Nguyen-Luong, 2019), on encore la note publiée par l'Apur sur la métropole parisienne (Hanappe, Hudson, 2018). De plus, la RATP a produit un document qui liste les expérimentations qu'ils ont menées eux-mêmes (Commeau, 2021). D'autres encore ont une volonté d'exhaustivité sur une échelle plus large, comme les rapports publiés par le Cerema sur la France (Aliaga, 2020 ; Aliaga, 2022). Enfin, il y a les documents produits autour d'un appel à expérimentations et ses lauréats, comme celui des *Quartiers d'Innovation Urbaine* à Paris (urbanlab.parisandco.paris) ou

l'Expérimentation du véhicule routier autonome (EVRA) organisée par l'ADEME (DGITM, 2019). Tout cela sans compter les nombreux documents dont le thème ne porte pas spécifiquement sur les expérimentations de véhicules autonomes mais qui en donnent des exemples (Aboukacem, Combes, 2019 ; Aguilera, Le Gallic, 2019 ; Grisoni, Madelenat, 2021 ; Jeehoon, 2020 ; Maire, Scapin, 2021). Les documents mentionnés ici ne sont qu'une sélection de ce qui existe, plutôt concentrée sur le territoire parisien.

Face à ce foisonnement de documents sur le sujet des expérimentations, il est inutile de trop s'étendre sur la question dans le cadre de cette thèse, surtout étant donné que ce n'est pas le sujet principal de la recherche. Nous ferons malgré tout un tour rapide à certaines expérimentations présentes sur les terrains d'étude ou des terrains proches, afin de donner une idée plus précise de l'intérêt des expérimentations pour les acteurs publics. On s'arrêtera un peu plus longtemps sur un cas particulier celui de Masdar City. Un chapitre sera consacré aux autres formes de recherche au-delà des expérimentations, toujours du point de vue des territoires. Enfin, en guise de conclusion, on fera une comparaison sur l'approche des expérimentations dans les trois territoires étudiés.

3.2.1 - Des expérimentations nombreuses, amplement étudiées

Le premier article du décret n°2018-211 du 28 mars 2018 relatif à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques prévoit trois types d'expérimentations : des "essais techniques et mise au point ; une évaluation des performances en situation pour l'usage auquel est destiné le véhicule à délégation de conduite ; et une démonstration publique, notamment lors de manifestations événementielles" (D2018-211, art. 1) Cette classification est basée sur les intérêts qu'un acteur industriel pourrait avoir sur l'expérimentation en question. Cependant, cette thèse s'intéresse au point de vue des acteurs publics. C'est pour cette raison que, afin de présenter les expérimentations suivantes dans un ordre en particulier, une nouvelle typologie des expérimentations est proposée. Cette classification est basée sur les entretiens et la littérature sur le sujet, et prétend porter sur l'intérêt que les acteurs territoriaux pourraient trouver à l'expérimentation en question²⁰.

Ainsi, seront d'abord présentées les expérimentations ponctuelles, de courte durée, dont l'objectif est principalement technique ou de marketing. Deuxièmement, on trouvera les expérimentations qui impliquent une mise en service du véhicule en conditions réelles, mais à caractère temporaire. Enfin, il y aura la pérennisation du

²⁰ Il faut néanmoins nuancer l'intérêt de cette proposition : n'étant pas une recherche spécifique sur les expérimentations, la classification proposée reste simple et présente des failles. Cependant, elle semble utile pour établir un ordre dans la présentation des exemples étudiés.

service, le fait de mettre en service un véhicule de manière définitive, mais à une échelle très réduite.

Le premier type d'expérimentation est le plus simple et le moins productif pour les acteurs publics. Il s'agit de tests ponctuels, de courte durée, qui ont lieu soit pour des raisons purement techniques, soit pour des raisons de visibilité et marketing, soit les deux à la fois. Il s'agit d'un type d'expérimentation très utilisé lors d'évènements. L'exemple en métropole parisienne le plus médiatisé est celui mené par l'entreprise Valéo en septembre 2018, à l'occasion du Mondial de l'Automobile de Paris, un salon professionnel autour du thème de la voiture. Lors de cet évènement, l'équipementier français Valéo a mis à disposition de la presse leur projet *Valéo Drive4U*, une voiture autonomisée par l'entreprise (Valéo, 4/10/2018). Ainsi, pendant toute une journée, le véhicule a parcouru un circuit circulaire dans les rues de Paris pour que les différents journalistes puissent le découvrir et le diffuser ensuite. Des médias comme Le Parisien (qui a produit l'image ci-dessous), TF1 ou France Bleu ont participé de l'évènement et ont publié ensuite des reportages ou des articles. Il s'agit, d'après les organisateurs, de la première voiture autonome ayant circulé dans les rues de Paris. Dans ce cas, l'utilisation du mot 'voiture' est importante, puisqu'il ne s'agit pas du premier véhicule, ce mérite appartenant probablement à la navette EasyMile qui a parcouru les quais de Seine, notamment la voie piétonne Georges Pompidou, le 24 septembre 2016 (Commeau, 2021, p. 14). Aujourd'hui, ce type d'expérimentations est presque exclusivement utilisé lors d'évènements, dans un objectif médiatique ou vulgarisateur plutôt que de recherche. L'intérêt pour les acteurs publics est donc limité.



Trajet du véhicule autonome testé par Valéo en septembre 2018. Source : Le Parisien, septembre 2018

La deuxième catégorie de véhicules autonomes présentée ici est celle de la mise en service temporelle du véhicule. Celui-ci est le type d'expérimentation le plus répandu et le plus habituel dans le monde. La quasi-totalité des expérimentations de robotaxis qui se font ou qui ont été faites dans les États-Unis font partie de cette catégorie, ainsi que la grande majorité d'expérimentations avec des navettes autonomes. Il s'agit d'un cas de figure où le véhicule autonome testé ne se limite pas à circuler, mais donne réellement un service. Il faut noter que la différence avec le point précédent peut être parfois un peu floue, car dans certains cas les navettes en question donnent un service très peu utile dans un lieu très fréquenté, plus dans un objectif médiatique et d'acceptabilité que réellement de tester un service. Le meilleur exemple de ceci est l'expérimentation menée à La Défense, en métropole parisienne, où des navettes Navya ont été en service en deux étapes entre 2017 et 2019. Cette expérimentation, qui avait lieu sur la dalle piétonne de La Défense, a eu plusieurs problèmes techniques, mais le problème principal a été le partage de l'espace avec les piétons, notamment en heure de pointe, qui la rendait très inefficace. Au final, l'expérimentation a été arrêtée avant ce qui était prévu, étant considérée par certains un échec (Béziat, 15/07/2019).

Si le cas de la Défense est l'un des cas le plus connus en région parisienne, il faut s'éloigner de la capitale pour trouver la première expérimentation française de ce type –même mondiale selon certaines sources. En effet, c'est la ville de La Rochelle qui a accueilli en 2011 un projet européen de recherche sur les véhicules autonomes appelé CityMobil, qui a duré quatre mois pendant lesquels trois navettes ont circulé dans la ville. Ce projet faisait suite à une première expérimentation, courte et en circuit fermé, qui a eu lieu également à La Rochelle en 2008, c'est-à-dire avant même l'annonce de Google (Bouraoui et al., 2011). Trois années plus tard, en 2014, la même ville a accueilli la suite du projet, CityMobil2.

Les deux catégories présentées jusqu'ici ne s'excluent pas nécessairement. Par exemple, dans le cadre de la journée d'étude organisée par l'Institut Vedecom le 11 avril 2019 à Versailles, Mobilité@Vedecom, deux navettes autonomes étaient chargées de faire l'aller-retour entre l'arrêt de bus le plus proche et le lieu de l'évènement, et les visiteurs étaient invités à les emprunter gratuitement. Cependant, ces deux mêmes navettes ont été en service pendant des mois exactement sur le même trajet, sauf que leur utilisation était restreinte aux employés de l'Institut Vedecom et des entreprises voisines ayant participé de l'initiative. Il s'agit donc d'un exemple type de navette mise en service de manière expérimentale, mais également utilisée en tant que vitrine lors d'un grand évènement.



Navette mise en place pour le Mobilité@Vedecom. Source : photographies personnelles, 11 avril 2019

Le dernier type d'expérimentation est celui qui consiste à mettre en place un service de transport définitif, quel qu'il soit, mais à une échelle réduite, dans l'idée d'élargir la portée du service en cas de réussite. Certaines expérimentations du deuxième groupe n'ont pas une temporalité fixée préalablement, ce qui rend la différence entre les deux catégories un peu ambiguë. La différence peut se voir, d'un côté, en regardant l'intention affichée lors du lancement du projet, mais surtout quand on analyse certains détails comme la propriété des véhicules ou le caractère provisoire de l'adaptation de l'infrastructure. D'autre part, s'il s'agit d'un service définitif, cela reste une expérimentation : l'objectif est bien de tester l'innovation dans un cas précis, l'étudier, et seulement ensuite l'étendre en cas de satisfaction, ce qui ne s'est pas encore produit. Le meilleur exemple et le plus représentatif de cette typologie dans les territoires étudiés est Masdar City, qui fera l'objet d'un sous-chapitre à part entière. Cependant, dans la majorité des cas la pérennité de l'expérimentation n'est pas aussi évidente qu'à Masdar. Un autre exemple pourrait se trouver à Dubaï, car le premier prix du Dubai World Challenge for Self-Driving Transport est justement, au-delà d'une somme économique importante, un contrat pour la mise en place d'un service dans la ville de Dubaï. Cependant, au moment des entretiens le premier challenge venait d'avoir lieu (autour des navettes autonomes, le gagnant étant Navya) et il n'y avait pas encore eu de décision concernant que faire de cette navette, comme expliqué par Ed Forrester.

L'un des cas les plus médiatiques et étudiés des terrains d'études est sans doute celui de la navette du Bois de Vincennes, à Paris. Il s'agit d'une expérimentation lancée dans un premier temps en novembre 2017 avec deux véhicules EasyMile, dans un degré de complexité très bas (mais avancé pour l'époque) : sur voie dédiée, à petite vitesse et sur un parcours de seulement quelques centaines de mètres. Déjà au moment de son lancement il y avait dans cette expérimentation une certaine volonté de service de mobilité, puisque la navette prolongeait en quelque sorte la ligne 1 du métro parisien pour aller vers l'intérieur du Bois, jusqu'au Parc Floral. C'est sûrement cette utilité relative qui a fait durer l'expérimentation, la complexifiant petit à petit,

jusqu'en janvier 2021, où elle a franchi une étape importante : le parcours ayant été amplement rallongé (il fait désormais 6 km, avec huit arrêts), la navette sort aujourd'hui du parc pour aller jusqu'à la mairie de Vincennes. Dans l'autre sens, elle va beaucoup plus loin à l'intérieur du Bois (voir carte ci-dessous). Deux autres innovations importantes ont eu lieu suite à l'évolution de l'expérimentation de janvier 2021 : la vitesse commerciale a augmenté jusqu'à 20 km/h, et une navette Navya a été ajoutée aux deux navettes EasyMile présentes (Commeau, 2021, p. 5). Cette évolution dans les conditions de mise en service de la navette a eu lieu avec le financement de l'appel à projets de l'Ademe EVRA. Si l'expérimentation reste bien une expérimentation et est toujours présentée comme telle, dans aucun des documents officiels de communication sur la nouvelle phase du test est donnée une date de fin. En plus, le service est inclus dans le réseau de transports en commun de la métropole en proposant un trajet qui n'était pas couvert par le réseau jusque-là. Il s'agit donc d'une pérennisation évidente de l'expérimentation.



Parcours de l'expérimentation de navettes autonomes du Bois de Vincennes. Source : RATP

Un autre exemple intéressant est celui des navettes mises en service à Rueil-Malmaison en février 2021²¹, en partenariat avec l'entreprise Arval, filiale de BNP Paribas. Il s'agit d'une liaison totalement privée dans l'usage (mais pas dans le montage ni le financement), dont l'objectif est de transporter les employés de

²¹ L'expérimentation avait été lancée le 27 janvier 2020, mais a dû être mise à l'arrêt avec l'arrivée de la crise sanitaire du COVID-19 et le confinement. Le test a finalement été repris en février 2021 pour une durée plus courte que prévue initialement. (Debernard, 2/02/2021)

l'entreprise depuis l'arrêt de RER jusqu'aux bureaux, sur un trajet d'un peu moins d'un kilomètre, trop long pour être fait à pied. La liaison est assurée par deux navettes EasyMile et ne fonctionne que pendant les heures d'entrée et de sortie du travail de l'entreprise. Si la première phase de l'essai n'était prévue que pour quelques mois, le bilan positif a mené à un prolongement de l'expérimentation en juin 2022 (Arval, 2/06/2022). Comme pour le cas de Vincennes, cette nouvelle phase a été annoncée sans date de fin. L'objectif aujourd'hui est plutôt d'ouvrir les véhicules à d'autres entreprises voisines.

Si les cas du Bois de Vincennes et de Rueil-Malmaison sont représentatifs d'une certaine pérennisation des expérimentations de véhicules autonomes en les incluant dans un service de mobilité, il faut sortir des territoires d'étude pour trouver l'exemple le plus médiatisé et sûrement le plus connu : celui des tests de Waymo (Google) dans la ville étatsunienne de Phoenix, en Arizona. Cette ville est en effet la seule où, sur le papier, n'importe quelle personne peut commander un véhicule à la demande Waymo totalement autonome, sans opérateur à bord, et ceci depuis 2018 (Elias, 8/01/2022). Cependant, même ces expérimentations amplement ancrées peuvent être mises en cause et vivre en retour en arrière. En effet, la ville de San Francisco a récemment demandé officiellement à l'état de Californie de limiter et de réduire les tests de véhicules autonomes tenus actuellement par les entreprises Waymo et Cruise (filiale de General Motors), en raison des nombreux problèmes de circulation que ceux-ci causent quotidiennement (Ingram, 27/01/2023).

Un type d'expérimentation n'a pas été abordé ici : les expérimentations d'infrastructures. Il s'agit d'une inversion dans le montage classique des expérimentations, où généralement on cherche à tester un véhicule et, pour ce faire, on a besoin d'adapter l'infrastructure. Cependant, dans certains cas ce que l'on cherche est de tester l'infrastructure pour savoir comment elle devra évoluer, et ensuite on cherche des véhicules à faire rouler dessus. Ce point, cependant, sera développé et détaillé dans le chapitre suivant, sur l'adaptation des infrastructures aux véhicules autonomes.

3.2.2 - Le cas de Masdar City²²

Masdar City est un quartier situé dans la périphérie d'Abou Dhabi, la capitale des Émirats arabes unis. Il est particulièrement emblématique en ce qui concerne les expérimentations de véhicules autonomes parce qu'il s'agit du premier cas au monde où il y a eu des véhicules autonomes en service complet pour tous les habitants et

²² Comme cela a déjà été précisé, les informations sur Masdar City sont principalement issues de l'exposition permanente sur l'histoire de Masdar City que l'on peut trouver sur place, de la visite de leur stand lors du World Urban Forum 2020, de l'observation personnelle et, bien-sûr, des entretiens réalisés auprès de Lukas Sokol et Steven Severance.

visiteurs du quartier, sans qu'il s'agisse d'une expérimentation ou qu'il y ait des opérateurs à bord. Masdar City a été conçu dans son ensemble comme un projet pilote sur la ville du futur, dans un objectif avant tout de durabilité et d'innovation dans les énergies renouvelables. Le projet est lancé en 2006, et la planification globale du quartier est confiée à l'agence d'architecture de Norman Foster. La construction débute en 2008. Le gouvernement de Masdar est particulier, avec une différenciation entre public et privé floue et surprenante pour la mentalité européenne. En effet, si Masdar City est un quartier d'Abou Dhabi, sa gestion est confiée à un groupement d'entreprises, dont la principale est *Masdar*, une entreprise fondée également en 2006 spécialiste des énergies renouvelables. Toutes ces entreprises gestionnaires de la ville sont, cependant, de propriété publique. Masdar City est donc un quartier d'Abou Dhabi dont la gouvernance est publique mais indépendante, très axé sur les innovations et notamment les énergies renouvelables, domaine où ils ont produit des avancées remarquables.

En ce qui concerne sa mobilité, dans la planification initiale trois niveaux de transport public étaient identifiés : le *Personal Rapid Transit* (PRT), le *Group Rapid Transit* (GRP) et le *Mass Transit*. Quant à la mobilité individuelle, ils ont séparé les flux routiers des flux piétons par un urbanisme sur dalle, interdisant l'usage de la voiture dans le centre du quartier. Aujourd'hui, sur les trois moyens de transport énoncés par le Masterplan initial, deux n'ont jamais vu le jour et le troisième a déjà été abandonné, jugé obsolète. Pour le remplacer, on a ajouté un nouveau mode à la liste : les navettes autonomes.



Maquette de projet de Masdar City. Source : photographie personnelle.

En ce qui concerne le Mass Transit, il est important de comprendre d'abord la localisation du quartier par rapport au reste d'Abou Dhabi : très proche de l'aéroport, il se trouve assez éloigné du centre de la capitale, à une trentaine de kilomètres et une demi-heure de voiture, sur la route qui mène vers Dubaï. Le Mass Transit est représenté par trois modes de transport : le train, le *Light Rail Transit* (LRT) et le métro. Il s'agit de trois projets qui sont toujours d'actualité, qui n'ont jamais été abandonnés, mais dont la réalisation ne semble pas proche pour autant. Le projet de train est un projet à échelle nationale mené par les deux entités concernées : le *UAE Ministry of Infrastructure Development* et le *Federal Transport Authority - Land & Maritime*. Il s'agit d'un projet ambitieux en plusieurs étapes qui devrait voir le jour dans les années à venir, mais dont la priorité est la connexion entre les principaux lieux d'extraction de pétrole et de gaz. La connexion entre Dubaï et Abou Dhabi n'est donc pas prévue à court terme. Un arrêt du train est prévu pour desservir à la fois l'aéroport et Masdar, étant ainsi le dernier arrêt avant Abou Dhabi.

À l'échelle métropolitaine, on trouve le projet de métro de la ville d'Abou Dhabi. Ce projet a beaucoup de problèmes à se concrétiser, le parcours n'étant pas totalement arrêté et les autorités compétentes n'étant pas consensuelles à son égard. Il faudrait rappeler que le réseau routier de la ville est revendiqué comme le meilleur au monde, étant il est vrai très bien entretenu et ne subissant que très rarement des embouteillages importants. Cela dit, l'une des rares certitudes sur le projet de métro est que s'il finit par se faire il reliera le centre-ville à l'aéroport, passant donc forcément par Masdar City. Le projet de métro étant plus ancien que le projet de Masdar, le masterplan s'est construit autour du projet de station de métro qui était déjà prévue.

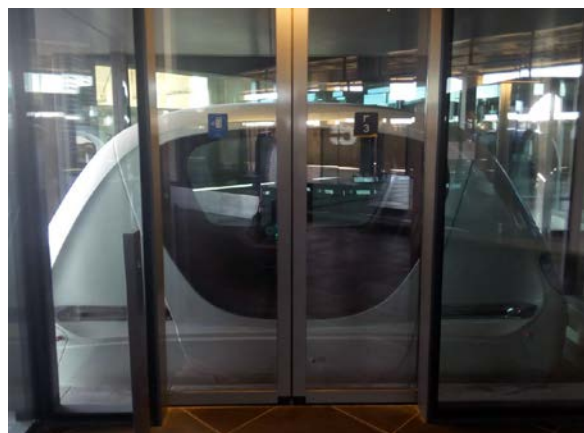
Quant au LRT, c'est le projet le plus flou aujourd'hui et il est difficile d'en avoir des informations. Il s'agirait, comme son nom l'indique, d'un transport léger sur rail, sûrement du style d'un tramway. Il aurait trois stations à Masdar et prendrait un rôle plus local, avec des arrêts plus fréquents, allant par exemple vers l'île de Yas, où se trouvent plusieurs attractions touristiques comme le circuit de courses ou plusieurs parcs d'attractions.

Le deuxième niveau de transport public prévu dans le Master Plan original est le *Group Rapid Transit* (GRT). C'est le niveau le moins concret sur les trois prévus, et celui dont le développement est aujourd'hui le plus incertain. Cependant, un espace lui a été réservé dans le développement urbanistique de la ville. Il s'agit d'un parcours circulaire, comme une sorte de petite ceinture. Il s'agira peut-être de petits bus, mais rien n'a été décidé encore. L'objectif est qu'il s'agisse d'un système complémentaire aux autres, le PRT, les navettes et le Mass Transit : interne au nouveau quartier, utile pour se déplacer sur des longues distances au sein du même. S'il n'a pas encore été précisé, c'est parce qu'il ne sera pas réellement utile tant que le développement de Masdar City n'aura pas atteint une taille importante. Tout le périmètre du quartier est

actuellement en travaux, ce qui semble vouloir dire que la ville grandit enfin rapidement, mais le GRT sera probablement l'un des derniers éléments à voir le jour.

Le troisième niveau de transport public est donc celui du transport interne au quartier sur des petites distances. Autant le PRT que les navettes autonomes correspondent à ce niveau. Le système PRT a été l'un des projets phares de Masdar City. Il a été développé technologiquement en interne par Masdar, contrairement aux navettes autonomes actuelles, développées par la compagnie française Navya. Il s'agit de petits véhicules de quatre sièges qui fonctionnent de manière totalement autonome, sans opérateur ni *on board* ni *out board*. Ce projet, pionnier mondial de la mobilité autonome, a vu le jour en 2010 et a été depuis très largement étudié et pris comme exemple. Aujourd'hui considéré désuète suite à l'avancée rapide des technologies de conduite autonome, il a pourtant fonctionné avec succès pendant 11 ans, transportant pendant sa durée de vie plus de 2 Millions de personnes. Il est encore en parfait état de fonctionnement, ce qui est une durée de vie assez surprenante pour ce type de technologies. Si le PRT a été le premier système de transport autonome au monde, il s'agit sûrement aussi du premier système de transport autonome à avoir été arrêté étant considéré obsolète.

La technologie du PRT se base sur un système magnétique et nécessite de voies dédiées très équipées, qui ne peuvent pas être partagées par d'autres véhicules. Les navettes autonomes de Navya sont, à ce niveau-là, l'opposé : elles circulent sur la dalle, sur un espace partagé avec des piétons et des véhicules de mobilité douce. Cependant, elles nécessitent encore d'un opérateur à bord malgré leur autonomie. Il s'agit d'un changement dans l'équilibre entre infrastructure et technologie : le PRT nécessitait d'un investissement majeur en infrastructure, mais il était relativement simple d'un point de vue technologique ; les navettes ont une grande complexité technologique mais ne nécessitent pas grande chose quant à l'infrastructure, ce qui permet une grande souplesse dans le choix du parcours.



À gauche, une navette autonome Navya en circulation dans les rues de Masdar. À droite, un *Personal Rapid Transit* sous la dalle de Masdar. Sources : photographies personnelles.

Les navettes autonomes de Navya sont la grande nouveauté en termes de mobilité à Masdar. En effet, la toute première navette mise en fonctionnement date de 2018, et n'avait au début qu'un rôle d'exhibition. Elle a acquis un véritable rôle de transport en 2019. Pour choisir cette technologie et cette entreprise, ils ont commencé par faire un benchmark international des technologies de transport de proximité développées dans le monde, et ils ont réalisé que la technologie des navettes autonomes était la plus adaptée pour le contexte actuel de Masdar. Ils ont ensuite mené un concours international et à la suite de ce concours ils ont choisi de travailler avec Navya. Ils en sont satisfaits, ce qui a mené à l'achat de nouvelles navettes : deux autres ont été acquises en mars 2020, qui n'ont pas pu être mises en service avant la fin de l'année. Au moment de la tenue du terrain, l'objectif affiché était d'avoir 7 navettes fonctionnelles en 2021, sur un parcours plus long et peut-être sur plusieurs parcours.

Pour l'instant les navettes circulent dans un contexte très sécurisé, sur la dalle du centre de Masdar, rejoignant le Parking Nord au Knowledge Centre, avec plusieurs arrêts prévus sur une route qui fait environ 1 kilomètre. La vitesse étant très faible pour des raisons de sécurité, elle est déployée dans un environnement très contrôlé, avec juste du trafic piéton et très peu de mobilités douces. Au moment des entretiens, l'objectif était de complexifier les parcours peu à peu. Sur cet aspect, ils étaient un peu en retard par rapport à certaines expérimentations que l'on peut trouver en France, où les navettes fonctionnent déjà dans des environnements plus complexes. Le cas de Masdar pourrait d'ailleurs s'apparenter à l'expérimentation de La Défense, qui s'est d'ailleurs mal finie comme vu précédemment.

Si cette thèse porte sur l'objet véhicule autonome, l'objectif est plus large. Il s'agit de comprendre comment les acteurs territoriaux affrontent l'incertitude du futur, et notamment d'un futur technologique. Le quartier de Masdar, en tant que projet pilote de la ville du futur, nous permet d'observer un certain nombre d'aspects sur l'urbanisme et la mobilité tout à fait intéressants. Vu l'éloignement de ces éléments de l'objet véhicule autonome, ce ne sera qu'une approche rapide du sujet.

Pour rappel, Abou Dhabi est une ville de développement très récent et très rapide, tout comme la majorité des villes de la région (dont Dubaï). Les transports de masse sont arrivés tardivement (le métro de Dubaï commence sa construction en 2009), et la voiture avait donc quasiment le monopole des modes de transport. En plus, le climat chaud et humide rend presque impossible les déplacements en mobilités actives pendant les longs mois d'été. La réponse de Masdar City face à ces aléas a été radicale : impulser les mobilités actives à travers un urbanisme sur dalle, donner de la place au piéton en interdisant la voiture dans le centre du quartier. Une forme urbaine inspirée de l'architecture traditionnelle arabe offre de l'ombre à longueur de journée, de la verdure pour donner de la fraîcheur et un système mélangant de la technologie de pointe et des techniques traditionnelles rendent

l'espace piéton sur la dalle très agréable pour le promeneur. Vélos et autres mobilités douces sont aussi les bienvenues, mais elles y sont rares. Éloigné du trafic routier, cet espace est calme et agréable et il est parsemé de petits espaces de détente avec des fauteuils, chaises et tables. L'évolution du projet vers l'abandon de l'urbanisme sur dalle et du PRT remet en cause, à priori, cet oasis piétonnier. Cependant, l'idée désormais est de créer des pôles de vie autour de cours, places et espaces verts, qui seraient reliés par les transports en commun, notamment les navettes autonomes. Il est très intéressant d'observer ce lien entre technologie de pointe et techniques traditionnelles, comment on combat les barrières naturelles par des solutions raisonnables, adaptées localement. Masdar City a bien-sûr des nombreuses caractéristiques critiquables, mais il y a également des éléments intéressants qui méritent d'être étudiés.



Espace de détente au sein de Masdar City. Source : photographie personnelle.

Le cas le plus similaire à Masdar City dans les autres territoires d'étude est sûrement celui des Quartiers d'Innovation Urbaine (QIU), mis en place par la Ville de Paris. Masdar City a été conçu comme un projet pilote de la ville du futur en construisant un nouveau morceau de ville ex-nihilo, tandis qu'à Paris on a décidé d'approcher le futur des villes par un morceau de ville existant, situé dans le centre de la métropole, en zone dense. Si le degré de complexité des QIU est bien plus important, l'ambition l'est beaucoup moins –car l'ambition de Masdar est très élevée. Deux territoires ont été choisis dans le cadre de cette initiative : le quartier Paris Rive Gauche, dans le 13^{ème} arrondissement parisien, et un deuxième territoire tout au nord de la capitale, situé au croisement entre Paris et les communes de Saint-Denis et

Aubervilliers (Paris, 24/07/2020). Quatre éditions des QIU ont déjà eu lieu, deux par territoire. Dans chacune de ces éditions, un appel à expérimentations a été lancé et presque une cinquantaine de projets ont été testés. Parmi ceux-là, seulement deux ont un lien direct avec les véhicules autonomes : des expérimentations de robots livreurs proposées par l'entreprise française TwinswHeel, et le projet d'infrastructure connectée Paris2Connect. Suite au succès de l'initiative, la Métropole du Grand Paris a décidé d'étendre le dispositif à l'ensemble de la métropole avec les Quartiers Métropolitains d'Innovation, auquel ont adhéré quatre communes : Aulnay-sous-Bois, Meudon, Noisy-le-Grand et Sceaux (www.metropolegrandparis.fr). Sergio Martínez indique que la mairie de Bogota a mis en place également un laboratoire d'innovation urbaine en 2020, appelé MoviLab, mais celui-ci est focalisé principalement dans le développement de la participation citoyenne et la micromobilité, n'ayant pas d'axes en lien avec les véhicules autonomes pour l'instant (Bertossi et al., 2020).

L'intérêt pour cette recherche de ces deux exemples est l'approche urbaine que les deux partagent. Chacun dans son contexte très particulier, mais en même temps représentatif d'une certaine région du monde, dans les deux cas on cherche à expérimenter la ville du futur. On met en place des partenariats entre des acteurs publics et des acteurs privés, et on y associe la recherche. On ne se focalise pas sur un sujet isolé : on priorise un regard d'ensemble, urbain. On ne se focalise pas non-plus sur la mobilité, mais celle-ci prend une place importante (non seulement la mobilité autonome). Puis, on atterrit sur le terrain avec des actions concrètes, des expérimentations précises, des pièces d'un ensemble encore incomplet. On tente de s'adapter aux caractéristiques et aux besoins concrets de son territoire. La grande majorité des expérimentations de véhicules autonomes surgissent soit d'un besoin de tester une amélioration technologique, soit d'un besoin de tester un service de mobilité, généralement un mélange des deux. Il est rare de trouver des cas où le point de départ est urbain. Dans une thèse en urbanisme, faire un point là-dessus semblait nécessaire.

3.2.3 - La recherche publique au-delà des expérimentations

La recherche sur les véhicules autonomes est très majoritairement menée depuis le secteur privé. Bien évidemment, les grandes entreprises leaders du secteur (Google, Uber, Mercedes ou Toyota, pour donner quelques exemples) ont généralement des pôles en interne qui s'occupent du développement de la technologie. Également, certaines autres très grandes entreprises qui cherchent à se positionner sur certains éléments concrets de la technologie font également des recherches techniques importantes sur le sujet : par exemple Nvidia sur l'intelligence artificielle (Corot, 20/09/2022), TomTom sur la géolocalisation (Chardenon, 6/09/2019) ou encore Bosch sur la fabrication de capteurs (Corot, 12/04/2022). Des entreprises qui ne s'occupent

pas de la fabrication même de la technologie font aussi des recherches sur la question : par exemple, Véronique Berthault expliquait que le Groupe RATP a lancé des programmes de recherche sur les véhicules autonomes très rapidement, autour de deux grands axes, comment construire des offres de mobilité autonome et comment développer des systèmes d'aide à la conduite pour le transport en surface.

Au-delà de ces très grands groupes, il y a un grand nombre de petites entreprises et start-ups qui mènent également des recherches sur des secteurs de niche, dans l'objectif généralement d'attirer l'intérêt des grands groupes susnommés et de se faire acheter et intégrer au sein de l'entreprise, parfois juste en tant que filiale, comme c'est le cas par exemple avec Cruise et General Motors. Ces petites entreprises et start-ups bénéficient souvent de financements publics, notamment en Europe où cette pratique est très courante. L'inverse est également très habituel : des entreprises privées importantes financent souvent des projets de recherche universitaires. Cette collaboration dans la recherche entre les secteurs public et privé cristallise parfois par la création d'instituts de recherche semi-publics, dont l'exemple le plus parlant parmi ceux étudiés est l'Institut VEDECOM, localisé en région parisienne.

La recherche industrielle et technologique purement publique sur les véhicules autonomes est plutôt rare, tout du moins en proportion à la recherche privée. Arantxa Julien a beaucoup parlé sur cette question lors de son entretien, pour le cas français. Certaines écoles d'ingénieurs comme Mines Télécom ou des instituts de recherche comme l'Université Gustave Eiffel (avant IFSTTAR) se sont fortement intéressés par le sujet, principalement par les questions les plus techniques du sujet. Pour pouvoir apporter une plus-value sur un sujet aussi investi par les grands groupes industriels, la recherche technologique publique reste généralement autour de briques technologiques précompétitives et des sujets de niche. En France, la présence de deux grands fabricants automobiles comme Renault et PSA fait que la recherche publique se concentre principalement sur le secteur des véhicules individuels. Malgré la présence de fabricants de navettes comme Navya et EasyMile, la recherche publique sur ce sujet reste rare, même si cela est compensé par l'intérêt des opérateurs comme le Groupe RATP, Transdev ou Kéolis. L'absence d'un grand constructeur français de poids lourds depuis le rachat de Renault Trucks par Volvo en 2001 fait que la recherche publique sur ce sujet soit quasiment inexistante.

En dehors de la recherche industrielle et technologique, les recherches (publiques ou privées) sur le sujet sont encore très rares. Des recherches en économie ou en sociologie sur le marché des véhicules autonomes et ses modèles économiques ont été réalisées dans le cadre du Gerpisa. Le secteur des assurances est à l'origine de certaines grandes recherches sur les aspects juridiques de la technologie, et notamment la très médiatique responsabilité en cas d'accident. Afin d'aller plus loin et de structurer les recherches non-technologiques sur les véhicules autonomes, les ministères français de la Transition Écologique et Solidaire et des Transports, avec

d'autres partenaires, ont constitué l'Atelier Prospectif pour la Vie Robomobile (www.mobilite-intelligente.com). Cet atelier s'est occupé de financer certaines recherches, dont celle-ci, mais surtout de fédérer les différents chercheurs et institutions travaillant sur ces questions, par le biais de journées d'études, de séminaires, de l'organisation de conférences et de publications. Au-delà de cet atelier, qui a eu un rôle majeur dans la recherche sur les véhicules autonomes entre sa création en 2017 et mai 2021²³, d'autres études et projets de recherche ont été menés, comme par exemple le projet de recherche européen *Coexist*, mentionné par Sylvain Belloche, qui se penche sur la cohabitation entre véhicules autonomes et véhicules conventionnels, ou encore les études réalisés par l'Institut Paris-Région et par l'Apur cités en début de ce chapitre.

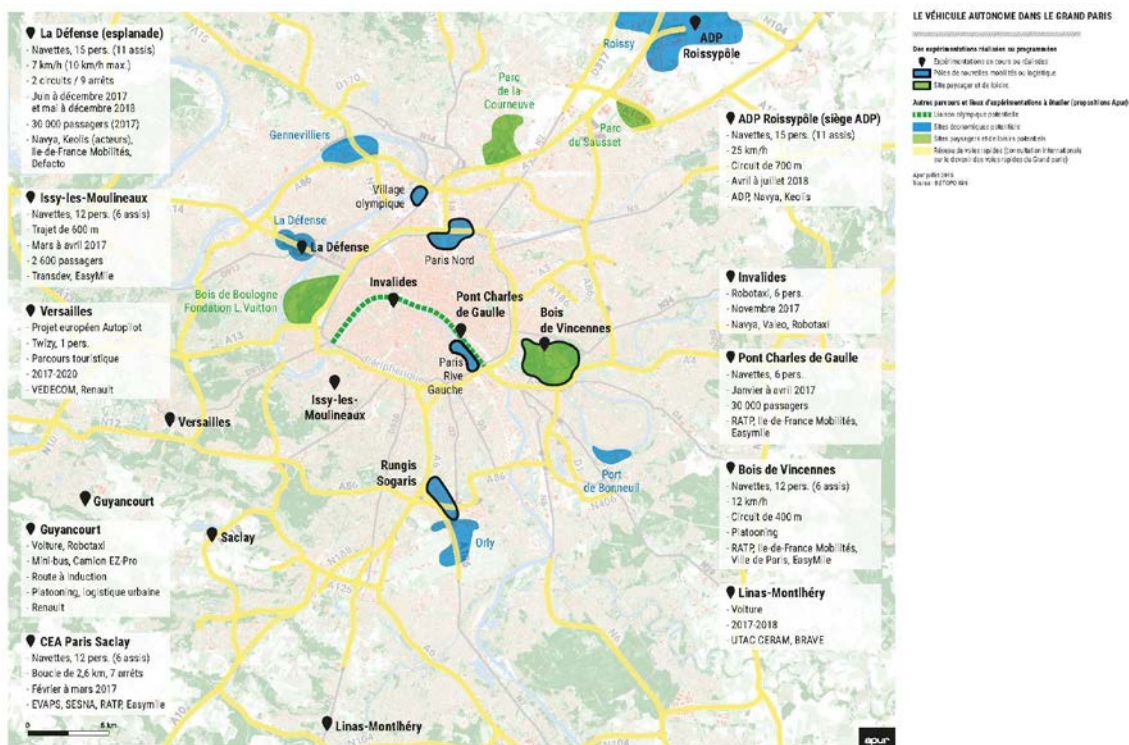
Dans les Émirats arabes unis, les autorités publiques ont l'habitude de travailler en partenariat avec des entreprises privées, et la recherche ne fait pas exception. Comme cela a été vu avec les documents présentés ci-dessus, la recherche est considérée un pilier important pour le développement du pays. Par exemple, le *Dubai World Challenge for Self-Driving Transport* est une manière de promouvoir la recherche, autant publique que privée, puisque parmi les prix accordés il y a également deux catégories universitaires, une à l'échelle nationale et l'autre à l'échelle internationale. En effet, les universités locales se sont fortement saisies du sujet, comme le montrent les études réalisées par Hoda Alkhzaimi ou Dalia Hafiz, toutes deux interviewées dans le cadre de cette thèse.

En Colombie, la recherche sur des sujets comme les véhicules autonomes est généralement laissée aux banques multilatérales. Dans ce cas précis, seulement le BID a mené des études sur les véhicules autonomes (Benítez, 2020). Cependant, les universités colombiennes ont également un rôle très important dans la recherche. C'est le cas notamment de l'Université de Los Andes, où un projet pluridisciplinaire sur les véhicules autonomes a eu lieu en 2021. Ce projet, piloté par la faculté de droit mais également porté par les facultés d'ingénierie et d'architecture, a rassemblé des chercheurs importants comme notamment Juan Pablo Bocarejo et Erik Vergel, tous deux interviewés dans le cadre de cette thèse. Si aucune expérimentation n'a encore vu le jour dans le pays, et aucune action concrète en termes de régulation ou d'adaptation de l'infrastructure n'a encore été menée, la recherche publique a déjà commencé à travailler sur le sujet des véhicules autonomes.

3.2.4 - Comparaison entre les territoires et conclusions

²³ Les 19 et 20 mai 2021 a eu lieu le 3^{ème} Grand Rendez-Vous Annuel de l'Atelier Prospectif pour la Vie Robomobile, qui a eu lieu entièrement en distanciel. Malgré une volonté affichée de durer dans le temps, l'activité scientifique de l'Atelier a fortement diminué depuis cet événement. À l'automne 2023, le site internet a été désactivé.

La manière d’aborder les expérimentations par les trois territoires étudiés est très différente. En France, comme vu précédemment, les grands intérêts économiques liés à l’industrie ont développé un focus important sur les expérimentations au niveau du gouvernement national. Dans le chapitre sur le cadre réglementaire on a vu les efforts réalisés par la France, sous différents gouvernements, pour créer un cadre législatif qui permette la mise en place d’expérimentations de véhicules autonomes de plus en plus complexes. En parallèle, il y a eu un soutien financier important via des initiatives comme l’appel à projets lancé par l’Agence de la transition écologique (ADEME) en juin 2018, titré *Expérimentation du véhicule routier autonome (EVRA)*, dont l’objectif affiché était de "soutenir des projets d’expérimentation de cas d’usages de véhicules autonomes, commercialisables d’ici 2022, dans le domaine de la mobilité individuelle, partagée ou collective, du fret et de la logistique." (ADEME, 2018, p. 3-4) Tout ceci a mené à la tenue d’un grand nombre d’expérimentations sur le territoire français, dont certaines ont été mentionnées ci-dessus. Au sein de la métropole parisienne il y a eu également un nombre important d’exemples, comme on peut le voir sur la carte ci-dessous produite par l’Apur, et qui pourtant ne date que de juin 2018.



Expérimentations réalisées dans la métropole parisienne. Source : Apur, juin 2018

Si l’état français s’est historiquement positionné sur le développement d’expérimentations de véhicules autonomes, certains territoires se sont également saisis de la question et ont pris les devants. C’est notamment le cas de La Rochelle, comme présenté plus tôt, mais aussi de la Métropole de Rouen, territoire qui s’est

fortement engagé dans le sujet. Catherine Goniot explique que leur positionnement est né en 2016 à partir d'une proposition de l'entreprise Transdev, également grâce à la présence sur le territoire d'autres grands acteurs en lien avec le sujet comme Renault, Moveo ou les écoles d'ingénieurs. Une première étape, tenue entre 2016 et 2019, leur a permis de tester trois voitures Renault Zoé, équipées avec de la technologie d'autonomisation, mises en service en tant que véhicules à la demande dans une zone périphérique de la métropole, mal reliée aux transports en commun. Ils ont ensuite décidé d'élargir l'expérimentation à d'autres types de véhicules, avec notamment des navettes autonomes, et de porter une attention particulière aux enjeux de l'infrastructure. Ils ont été pionniers en Europe sur certains aspects des expérimentations.

Malgré l'implication parfois importante des collectivités territoriales, la main ultime sur les expérimentations de véhicules autonomes en France appartient à l'État, puisque c'est lui qui s'occupe de donner les autorisations à travers le GISVA, mentionné dans le chapitre précédent. Ceci est logique, puisque pour réaliser ces expérimentations il est nécessaire d'abroger à certaines lois nationales. Cela dit, l'implication des collectivités est également nécessaire dans la majorité des cas, puisque ces expérimentations interviennent sur un territoire particulier, et généralement utilisent une infrastructure qui appartient à la collectivité –sauf pour les autoroutes et les routes nationales, bien évidemment, ainsi que les expérimentations qui ont lieu dans des lieux fermés de propriété privée comme des ports, des aéroports ou des zones logistiques. Au-delà de la gestion de l'infrastructure, les collectivités territoriales s'impliquent parfois par d'autres biais, comme le co-financement. Tout ceci donne lieu à des montages opérationnels souvent complexes, où les entreprises spécialisées dans les services de mobilité prennent un rôle majeur. En France, il y a trois entreprises de grande importance internationale : Kéolis, Transdev et la RATP. Toutes les trois ont contribué à des expérimentations en France, souvent en étant à l'initiative comme on l'a vu dans le cas de Rouen, et toutes les trois ont une forte présence à l'international, y inclus les terrains étudiés.

Dans les Émirats arabes unis il y a également une certaine superposition des échelles en ce qui concerne l'expérimentation de véhicules autonomes. Dans le chapitre précédent était expliqué le Code of Practice mis en place par Dubaï pour encadrer les expérimentations de véhicules autonomes. La RTA a donc la capacité d'accorder des autorisations pour la réalisation de tests sur son territoire. À Abou Dhabi il y a eu également des expérimentations, menées au niveau local, dont celle de Masdar City. Dans les autres émirats il y a aussi des tests de véhicules autonomes, comme par exemple dans l'Innovation Park de Sharjah, comme expliqué par Hoda Alkhzaimi, où ils se sont concentrés principalement sur le développement du fret autonome. Cependant, dans un journal local on peut lire en juillet 2023 que le gouvernement fédéral a accordé une licence nationale à l'entreprise chinoise WeRide

pour la mise en place de tests de véhicules autonomes dans tout le pays (Salim, 4/07/2023). Cette licence est la première qui est accordée au niveau national. Il est d'ailleurs intéressant de voir qu'elle est accordée à une entreprise chinoise et non pas étatsunienne, japonaise ou européenne, les territoires qui avaient été mentionnés en tant que références pendant les entretiens. L'une des raisons du choix de cette compagnie est peut-être, comme l'annonce l'article, la grande diversité de produits proposés, qui seront testés : depuis des robotaxis jusqu'à des bus autonomes, passant par des véhicules de livraison et même des voitures balais.

En Colombie, pour l'instant, il n'y a eu aucune expérimentation de véhicules autonomes. Il y a eu des conversations avancées pour mettre en place un premier test de navettes autonomes, à l'initiative de la Banque Interaméricaine de Développement (BID), mais celles-ci ont été mises en arrêt en raison de la crise sanitaire de 2020 et n'ont pas encore été reprises. Les conversations étaient restées au niveau national, aucun acteur local n'avait encore été associé. Cependant, le parallélisme dans le montage de cette future expérimentation colombienne avec le test qui a eu lieu à Santiago du Chili entre décembre 2019 et mars 2020 donne quelques pistes de ce qui pourrait arriver. À Santiago, le BID s'est occupé du financement de l'opération, l'entreprise française Trandev a été le partenaire technique et les navettes utilisées avaient été fabriquées par EasyMile, également entreprise française. Si ces trois partenaires externes ont été fondamentaux pour la tenue du test, le Ministère de Transports et Télécommunications chilien (MTT), la municipalité de Santiago et l'Université du Chili ont été les principaux partenaires locaux (MTT, 30/12/2019). Vu qu'il s'agissait d'une toute première expérimentation en Amérique Latine, elle avait un fort contenu médiatique, mais elle avait tout de même une certaine complexité : avec un trajet d'environ quatre-cent mètres, la navette traversait un parc depuis un arrêt de bus jusqu'à l'entrée d'un équipement sportif. Le BID, en plus d'organiser le montage de l'opération, a fait une étude sur les résultats, plutôt positifs : presque 7 000 passagers au total, avec une moyenne de 37 passagers transportés par heure et 71% de trajets réalisés pour des raisons pratiques (Navas et al., 2020). D'après Manuel Rodríguez, du BID, il est tout à fait possible de reproduire l'expérimentation de Santiago à Bogota, comme c'était prévu.



Test de navette autonome à Santiago du Chili. Source : BID (Navas et al., 2020)

En Colombie l'expérimentation prévue n'a pas été abandonnée officiellement, seulement mise à l'arrêt sans date prévue de reprise. Lorsque l'on demande les raisons de cet arrêt, la seule explication donnée est que la crise sanitaire du COVID-19 a changé les priorités, et aujourd'hui la mise en place et financement d'une expérimentation de véhicule autonome n'en est pas une. Cette réponse a été donnée depuis les deux acteurs qui étaient en train de discuter la possibilité : autant le BID, financeur, que l'état. Il faut noter que dans l'un des entretiens on ajoute que l'ancien sous-directeur de mobilité urbaine et régionale dans le ministère de planification colombien avait beaucoup de relation avec le BID, son départ expliquant peut-être aussi l'arrêt des conversations. Quoiqu'il en soit, ce désengagement n'est pas exclusif de la Colombie : en région parisienne, un entretien réalisé trois ans après les autres a montré que l'un des principaux acteurs historiques dans le développement des véhicules autonomes dans la région, Île-de-France Mobilités, s'est fortement désengagé du sujet. En effet, Sandrine Salaün et Thi-Hoa Mastalerz expliquaient en juin 2022 que l'autorité organisatrice des mobilités franciliennes a décidé d'arrêter le financement de tests de véhicules autonomes. Il n'y a pas de raison particulière pour cette décision : simplement, les véhicules autonomes ont baissé dans la liste de priorités. Il ne s'agit donc pas d'une décision définitive, mais il est difficile de savoir si les financements reprendront un jour. Il est important de noter que si les financements d'expérimentations ont disparu, Île-de-France Mobilités reste un interlocuteur habituel donner un appui technique sur des projets, vue leur expertise cumulée, et ils continuent également à devoir donner leur accord pour la tenue de nouveaux tests.

Ainsi, la dernière expérimentation cofinancée à Île-de-France Mobilités jusqu'à aujourd'hui est celle qui a eu lieu à Saint-Quentin-en-Yvelines entre mars 2021 et juin 2022, où trois navettes Navya opérées par Keolis ont desservi une zone d'activités depuis la gare de RER en conditions réelles de circulation, dans un rôle de premier et dernier kilomètre (Saint-Quentin-en-Yvelines, 06/03/2022).

La grande majorité des expérimentations présentées dans ce chapitre ont été choisies dans le territoire parisien. Ceci est dû à deux raisons. D'un côté, comme on a vu, en Colombie il n'y a eu aucune expérimentation de véhicules autonomes pour l'instant. Il y a eu des conversations avancées entre le gouvernement national et le BID pour reproduire en Colombie le test de Santiago, mais ces conversations ont été mises en arrêt et il est impossible de savoir aujourd'hui si elles reprendront. D'autre part, dans les Émirats arabes unis il y a eu un certain nombre d'expérimentations, mais celles-ci bénéficient pour la plupart d'une communication discrète. Par exemple, lors de l'entretien avec Jonathan Spear à Dubaï il a dit avoir croisé des robots livreurs dans une rue proche, mais il ne se souvenait pas du nom de l'entreprise et il a été impossible de retrouver une trace de ce test en particulier. De plus, lorsque l'on trouve des informations elles sont généralement issues de la presse, ce qui implique des informations souvent incomplètes et parfois biaisées. Globalement, les expérimentations les mieux documentées sont celles portant sur des transports en commun, car dans ces cas l'implication des collectivités est beaucoup plus importante. Ceci explique pourquoi il y a tant d'information sur les tests de navettes, comme on le voit dans l'étude de Fabio Antonialli, ce qui s'est forcément reflété dans ce chapitre.

Par ailleurs, on note que les expérimentations qui correspondent à un service public de mobilité sont très majoritairement des navettes. Depuis 2022 on commence à voir des expérimentations de bus autonomes, comme celle pilotée par la RATP de la ligne 393, à Sucy-Bonneuil (Île-de-France), qui est prévue pour l'automne 2023²⁴, d'après Sandrine Salaün et Thi-Hoa Mastalerz. Avant cela il y avait certaines expérimentations de véhicules individuels à la demande pour des territoires à très faible densité, comme à Rouen. Or, les navettes répondent à une vision de la mobilité concrète, celle que l'on a vue dans la promesse 3, dans la deuxième partie de cette thèse : l'élargissement des réseaux de transport existants. Dans les discours recueillis pendant les entretiens, la possibilité de remplacer les véhicules de transport de masse par le même type de véhicule mais avec la technologie d'autonomie n'était quasiment jamais prise en compte, ce qui se confirmait dans les expérimentations. Beaucoup d'entre elles correspondent à un élargissement des réseaux vers des territoires non couverts par le service actuel (Rouen, Vincennes, Rueil-Malmaison, Versailles, etc.). D'autres se situent dans des zones piétonnes en complément des mobilités actives,

²⁴ Ce bus autonome est déjà testé la nuit. À partir de l'automne 2023, il devrait être intégré à la circulation normale de jour.

mais celles-ci ont eu un succès moindre (La Défense, Sion). Il s'agit d'un usage très concret des véhicules autonomes, clairement minoritaire en termes de quantité de passagers potentiels. C'est cela qui poussait Paul Beauvallet à affirmer que la Région Île-de-France ne s'intéresse pas tellement aux navettes autonomes parce qu'elles ne sont pas du transport de masse, et le niveau de réflexion de la région doit se faire à une échelle globale, prenant en compte les déplacements de plusieurs millions de personnes.

3.3 – Infrastructure

"L'infrastructure écoule et régule des flux, relie et fragmente des lieux, redistribue les centralités et les franges, repousse ou rétracte les limites de la ville." (Roseau, 2022, p. 11) Ces mots de Nathalie Roseau font part de l'importance des infrastructures pour les villes et les territoires. Les véhicules autonomes s'inscrivent logiquement dans cette logique, puisque leur développement a deux grandes nécessités matérielles : le véhicule lui-même et l'infrastructure sur laquelle ce véhicule va circuler. Ceci est le cas globalement pour tous les modes de transport, et principalement les modes terrestres : les trains, les bus, les vélos ou les voitures sont indissociables des infrastructures, grâce auxquelles ils peuvent rouler. Les routes sont, historiquement, les infrastructures les plus flexibles, les plus adaptables, celles qui peuvent être empruntées par une plus grande diversité de véhicules, depuis des grands poids-lourds jusqu'à des petits scooters, voire même des vélos ou des piétons si la sécurité est adaptée. André Broto défend la route dans son dernier ouvrage : "La route est partout, et relie par définition tout établissement humain, depuis des millénaires. On a calomnié et enterré ce "réseau social" un peu trop vite. En réalité, la route est un "actif vide" et sous-utilisé. En soi, elle n'est ni innocente ni coupable, son bilan carbone dépend de ce qu'on y fait rouler. Une autoroute peut aussi bien être remplie d'autosolistes dans des véhicules lourds et polluants que de voitures pleines, de navettes et de bus électriques, ou bientôt à hydrogène." (Broto, 2022, p. 8)

Parallèlement, les acteurs publics ont deux grandes manières d'agir sur les véhicules autonomes : la réglementation et la gestion de l'infrastructure. C'est tout du moins ce qui ressort des entretiens réalisés, comme cela a été vu dans la deuxième partie de ce document. En effet, les acteurs publics ont la compétence de la gestion des infrastructures, de manière plus ou moins centralisée. Dans les Émirats arabes unis, la gestion des infrastructures de transport, les routes y incluses, appartient à l'échelon émirien, avec la RTA de Dubaï et le *Department of Municipalities and Transport* d'Abou Dhabi. Autant en France qu'en Colombie, cette gestion est bien plus répartie entre les différents échelons. Les infrastructures de télécommunications sont gérées au niveau de l'état. Quoi qu'il en soit, face aux besoins en infrastructure des véhicules autonomes, avoir la main sur cette infrastructure est une bonne manière de

contrôler le déploiement et le développement des véhicules qui vont l'utiliser. Analyser ce qui se fait et ce qui ne se fait pas à ce propos peut donc donner des pistes importantes sur la manière dont les acteurs territoriaux se préparent à l'arrivée potentielle des véhicules autonomes.

Comme on l'a vu dans la première partie de cette thèse, les véhicules autonomes utiliseront les routes, mais ils vont également les transformer. Les besoins en infrastructure de ces véhicules, qui seront détaillés ci-dessous, impliqueront forcément des changements par rapport aux caractéristiques actuelles des routes. Le problème pour les acteurs publics est l'incertitude existante encore aujourd'hui sur les futurs besoins en infrastructure de cette technologie. Il y a cependant quelques certitudes, et plusieurs éléments à forte probabilité. D'un côté, il y a les besoins que les véhicules autonomes auront en termes d'infrastructure physique, autrement dit l'adaptation des routes dans leur côté matériel. Deuxièmement, il y a les besoins en termes de connectivité et d'infrastructure numérique, qui seront également conséquents. Enfin, on verra d'autres spécificités que les véhicules autonomes pourraient nécessiter en termes d'infrastructure.

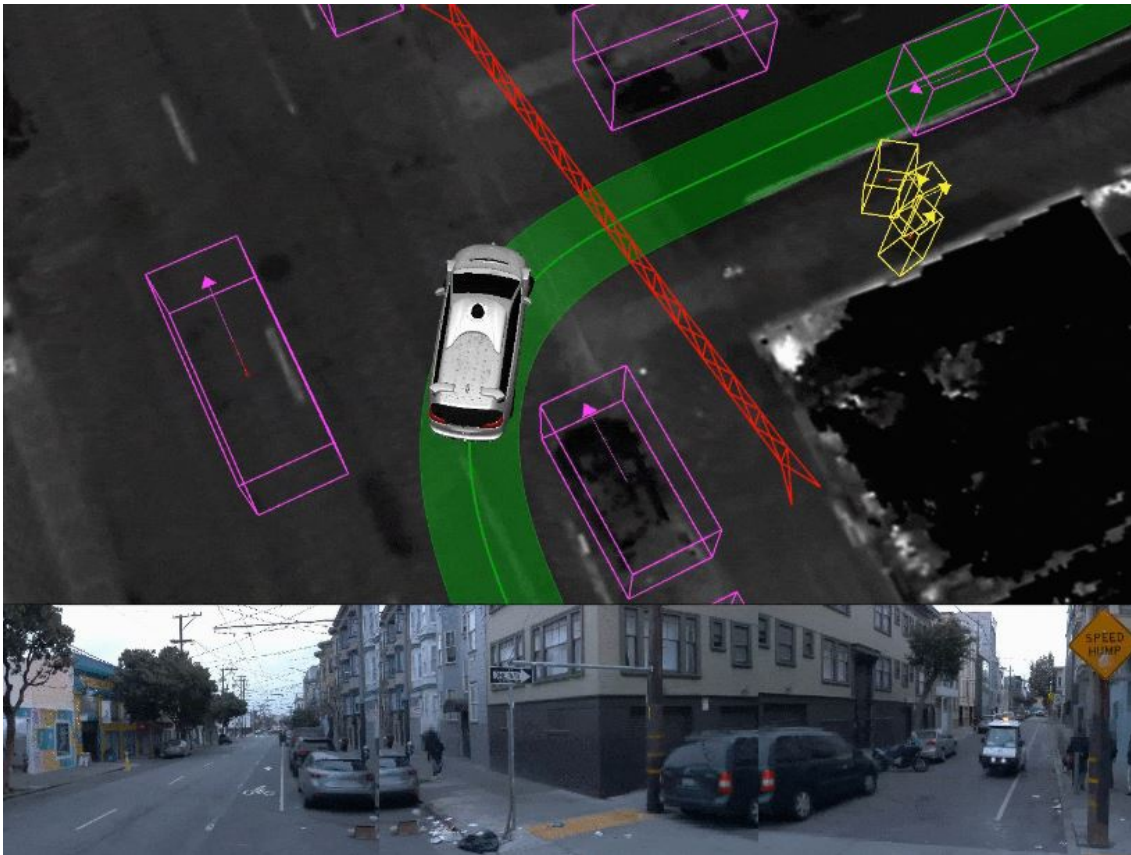
L'une des rares certitudes techniques que nous avons à propos des véhicules autonomes est le besoin d'une infrastructure physique performante. Nous ne savons pas encore quelles seront les caractéristiques exactes des changements à apporter, mais nous savons qu'il y en aura. Ceci est confirmé par la *Dubai Self-Driving Transport Strategy* : "road and lane markings and street signs may need to be physically encoded for visual recognition" (RTA, 2017, p. 48) Dans le meilleur des cas, il s'agira juste d'une petite mise à niveau des signalisations, mais dans le pire les adaptations nécessaires pourraient être très importantes et très chères. Les véhicules autonomes seront équipés de différents capteurs qui leur permettront de percevoir leur environnement, et bien évidemment l'infrastructure sur laquelle ils rouleront. Ceci inclue les signalisations horizontales (le marquage au sol) et verticales (feux de circulation ou panneaux, principalement). Si l'on prend en compte l'existant, nous connaissons aujourd'hui une technologie d'aide à la conduite que certaines voitures haut de gamme incluent déjà : le maintien de la voie sur autoroute. Il est donc évident que les voitures sont capables de reconnaître le marquage au sol et de le suivre dans certains cas de figure. Cependant, Julien Vick rappelait dans son entretien qu'environ la moitié des routes françaises n'ont pas de marquage au sol, parce qu'il n'est pas obligatoire en dehors de certains axes. Juan Pablo Beltrán ajoute qu'à Bogota la signalisation routière, autant horizontale que verticale, a aussi beaucoup de retard. L'étude de l'IAU réalisée par Dany Nguyen-Luong l'explique bien : "Au-delà de la technologie, il faut des routes bien entretenues. Ainsi une action publique simple à mener sur les routes mais indispensable au fonctionnement sécurisé des VA consiste à rendre le marquage au sol net partout pour qu'il soit identifié correctement par les caméras embarquées." (Nguyen-Luong, 2019, p. 16) En plus, la visibilité des signalisations, autant horizontales

que verticales, peut être compromise par des aléas naturels (des feuilles au sol ou un arbre), de la circulation (un camion qui le cache) ou encore de la mauvaise planification (un panneau situé dans un endroit peu visible). Pour que les véhicules puissent par eux-mêmes reconnaître l'infrastructure et s'y repérer, il faudra donc une mise à niveau importante. D'ailleurs, Lina Quiñones pointe que les infrastructures routières ne seront pas les seules à devoir être mises à niveau : certains véhicules autonomes comme les robots livreurs sont censés utiliser les trottoirs, et ceux-ci ne sont pas non-plus toujours en capacité de les accueillir.

Si l'une des certitudes que nous avons aujourd'hui sur les futurs besoins en infrastructure des véhicules autonomes est l'aspect matériel, l'autre certitude est le besoin de connectivité et de certains supports numériques. Certaines des premières annonces et certaines recherches sur les véhicules autonomes prétendaient un remplacement complet du conducteur humain par une intelligence artificielle qui acquière les mêmes capacités mais améliorées. Selon cette idée, les véhicules arriveraient à terme à circuler exactement dans les mêmes conditions qu'aujourd'hui sans avoir besoin d'aides externes, et sans conducteur. Si Google était l'une des entreprises à avoir avancé dans cet objectif ce n'est pas un hasard : ils ont une très forte maîtrise du numérique et des intelligences artificielles, mais ne possèdent ni la compétence ni la capacité à gérer des infrastructures. Cette idée a été à peu près abandonnée pour deux raisons : d'un côté, des difficultés techniques pas encore résolues, et d'un autre côté l'importante avancée que l'on a vécue ces dernières années dans la connectivité. En effet, ces dernières décennies ont vu un développement phénoménal des technologies de télécommunications et de connectivité, avec le récent déploiement de la 5G comme dernière étape franchie. Cette connectivité, appliquée aux véhicules, pourrait résoudre un certain nombre de problèmes techniques pour l'autonomie des mêmes. Si les véhicules peuvent communiquer entre eux et avec leur environnement, ils auraient accès en temps réel à une quantité d'informations additionnelles à celles pouvant être perçues par la voiture même, et le besoin de stockage de données du véhicule diminuerait également. Cependant, cette connectivité implique également une infrastructure externe concrète : du câblage et des antennes, des récepteurs et des émetteurs, voire même des satellites, tout ceci en fonction du type de technologie de télécommunications développée. Si les véhicules autonomes ne sont pas les seuls objets potentiels à utiliser ces réseaux, ils deviendraient sûrement les principaux utilisateurs de l'infrastructure en raison de la très grande quantité de données envoyées et reçues, ainsi que du débit. En fonction des besoins en connectivité que les véhicules autonomes auront, il faudra probablement adapter les infrastructures existantes et déployer les réseaux vers des nouveaux territoires.

Au-delà de la connectivité, les véhicules autonomes nécessiteront très probablement le développement de certaines infrastructures numériques. La plus

importante serait la géolocalisation de haute définition et, en lien avec ceci, la création de cartes en haute définition. La *Dubai Self-Driving Transport Strategy* met l'accent également sur ce point : "3D digital mapping of highway and urban infrastructure is a prerequisite for the safe operations of SD vehicles." (RTA, 2017, p. 48) Une étude réalisée dans l'University of Central Florida confirme l'importance des deux axes de la question, la géolocalisation et la cartographie de haute définition : "For autonomous vehicles (AVs), accurate and reliable self-localization is critical." (Ebrahimi Soorchaei et al., 2022, p. 1) "AV mapping will remain a highly active research area critical to achieving full autonomy." (Ebrahimi Soorchaei et al., 2022, p. 9) La cartographie de haute définition, surtout si elle est mise à jour régulièrement, permettrait notamment d'améliorer et de simplifier le processus de géolocalisation et de perception de l'environnement du véhicule : "when combined with a prebuilt map, a high-precision self-localization solution can transform the difficult problem of perception and scene interpretation into a less complex positioning problem." (Ebrahimi Soorchaei et al., 2022, p. 1) Voir ci-dessous un exemple de la combinaison entre les deux technologies mentionnées. La géolocalisation a démontré en effet être plus problématique que ce qui aurait pu être prévu pour un outil qui existe depuis longtemps. L'expérimentation de navettes autonomes de La Défense, en métropole parisienne, a montré cette complexité très clairement, puisque le test a dû être à l'arrêt pendant six mois en raison, entre autres, d'un problème avec l'effet canyon. Cet effet est dû à la grande altitude des bâtiments environnants, qui empêchent une arrivée nette du signal (Béziat, 15/07/2019). Ce problème pourrait se retrouver également dans des centres-ville, où les bâtiments sont moins hauts mais la largeur des rues est plus étroite. Face à ces problématiques, des acteurs issus du métier de la géolocalisation, comme l'entreprise néerlandaise TomTom, se sont positionnés sur le sujet, afin de mettre leur expertise sur le sujet au service des véhicules autonomes et récupérer une part de marché qui avait été fortement occupée par Google (Chardenon, 6/09/2019). La cartographie de haute définition est un processus long, complexe et cher, comme l'explique l'entreprise Waymo dans son propre blog (Waymo, 21/09/2020). Ceci implique que, si la cartographie de haute définition devient nécessaire au développement des véhicules autonomes, elle deviendra un élément clé, donnant lieu aux mêmes problématiques que les infrastructures physique : est-ce que tous les territoires pourront se le permettre, ou aura-t-il des 'zones blanches' ? qui payera, qui en aura la compétence ? si une entreprise développe sa propre cartographie d'une ville, est-ce que les autres entreprises concurrentes y auront accès également ou devront-elles mettre en place une nouvelle ?



Exemple de véhicule autonome Waymo qui combine la perception de son environnement en temps réel avec la cartographie en haute définition préétablie. Source : Waymo, 21 septembre 2020

Les nécessités en infrastructure vues jusqu'ici ne seraient pas spécifiques des véhicules autonomes, au-delà éventuellement de certains éléments concrets. Cependant, les véhicules autonomes pourraient avoir besoin d'autres types d'équipements externes. Par exemple, il a été question dans certaines sources de la possibilité d'installer des amers aux bords des routes qui serviraient de repère aux véhicules autonomes. Pour installer ces amers on pourrait utiliser du mobilier urbain déjà présent : par exemple, Julien Vick parle d'utiliser les panneaux de circulation, dont il y a actuellement 25 millions sur les routes françaises. En milieu urbain on pourrait également utiliser les lampadaires, comme dans l'expérimentation Paris2Connect que l'on verra plus tard, afin de ne pas avoir à ajouter un nouvel objet dans un paysage déjà chargé. Ceci est pour l'instant de l'ordre de l'hypothèse et échappe aux objectifs de ce chapitre, mais il est important d'être conscient de cette possibilité.

Julien Vick ajoute également que le besoin d'équiper les infrastructures pourrait donner lieu à une certaine concurrence entre les équipementiers du véhicule et les équipementiers de l'infrastructure. Historiquement, ce sont deux filières puissantes qui pourtant ne se parlaient pas beaucoup. Stéphane Levesque explique que le rôle de l'Union Routière de France, qu'il représente, est justement de créer un lieu d'échange entre ces deux filières industrielles. D'après ces deux acteurs, ainsi que celui issu de la Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules, Hugues Boucher, les

véhicules autonomes pourraient également contribuer à améliorer le dialogue entre ces deux secteurs.

3.3.1 - Les actions menées sur l'infrastructure

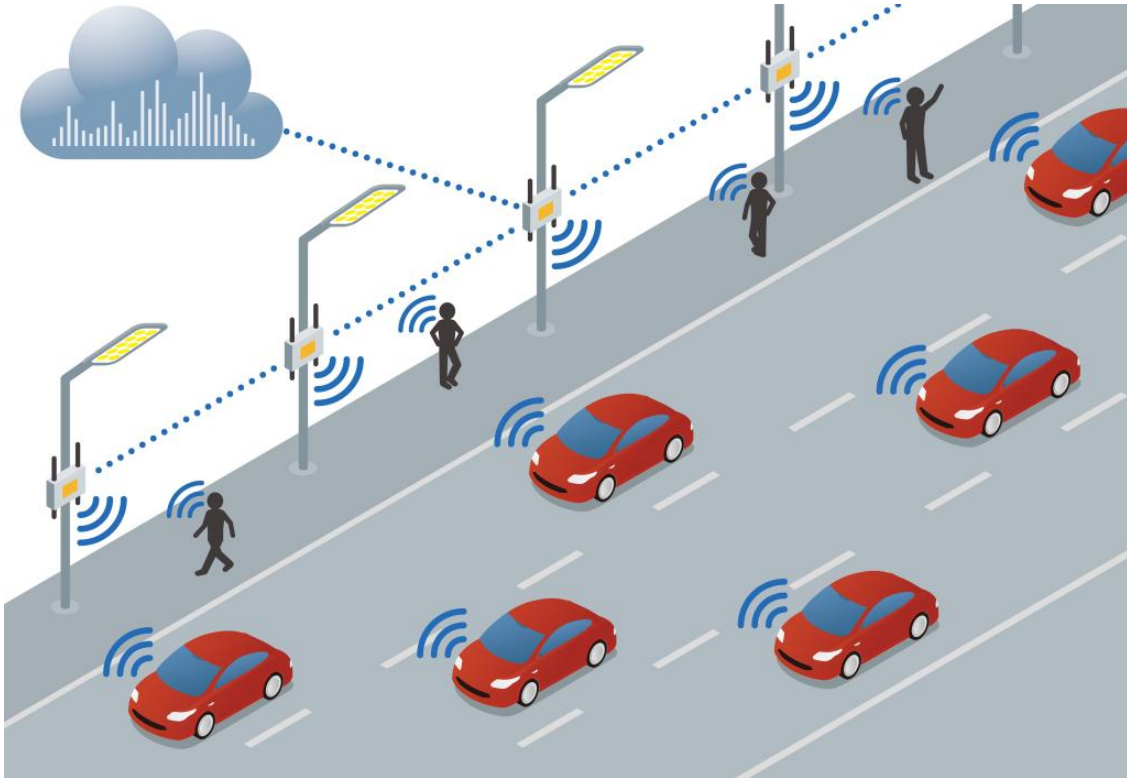
Les infrastructures, et surtout les infrastructures routières, sont des objets territoriaux très particuliers par leur caractère définitif, pérenne, et fortement transformateur. Nathalie Roseau l'exprime d'une manière plus poétique : "Construites pour durer alors même que leurs fonctions sont destinées à évoluer, les infrastructures sont des otages du temps ; à moins que le temps ne soit le matériau de leur existence." (Roseau, 2022, p. 15) Cette pérennité n'est pas réelle, les exemples d'infrastructures abandonnées ou démantelées sont nombreux, mais lors de la construction d'une nouvelle infrastructure il est rare que l'on pense à une durée de vie spécifique, à un futur démantèlement. "L'avènement des infrastructures est marqué par le temps long qui sépare leur conception de leur ouverture, s'échelonnant sur des décennies alors même que les conditions de leur matérialité imposent des formes d'irréversibilité. Leur réalisation est en effet le fruit de tensions entre les fluctuations des pratiques et la durabilité des ouvrages, entre les temps de la gestation, de la banalisation et parfois du rejet, faits de latences, d'accélération, de retournements." (Roseau, 2022, p. 17) L'importance de la résilience des réseaux et de leur adaptabilité est peu à peu intégrée par les acteurs publics. Pascal Berteaud, directeur général du Cerema, parlait sur la nécessité de concevoir des infrastructures capables de résister et de s'adapter aux changements technologiques et sociaux lors de la séance d'ouverture de l'ATEC ITS France de janvier 2019. Cependant, le fait que M. Berteaud profite d'un court temps de parole dans un événement important pour aborder ce sujet montre à quel point la question n'est pas encore évidente pour tout le monde. Le caractère presque définitif dans la conception des infrastructures, ou tout du moins à long terme, fait que la construction ou la transformation d'une infrastructure ne soit pas un fait banal. En plus, les coûts généralement importants d'une telle transformation rendent la décision de transformation d'autant plus difficile à prendre. Tout ceci explique les réserves qui existent dans les faits, et même dans les discours recueillis, sur le fait de transformer l'infrastructure pour des futurs véhicules autonomes encore incertains. Dans cette double temporalité du discours dont il était question dans le chapitre 2.4.3, la transformation de l'infrastructure contribue au paradoxe évoqué : les acteurs sont conscients de la nécessité de le faire et dans leurs discours sur le long terme, utopiques, l'infrastructure a été transformée, à l'image de tout ce qui a été vu dans le chapitre sur la promesse 7. Cependant, les problématiques présentées ci-dessus freinent une transformation qui n'arrive pas, car le risque est trop élevé. Les faits confirment cette réticence : aucune transformation pour les véhicules autonome n'a été faite en France ni en Colombie. Le cas des Émirats arabes unis sera présenté par la suite, mais les transformations restent très rares.

Face à cette absence quasi-totale de transformations définitives des infrastructures dans l'objectif d'accueillir les futurs véhicules autonomes, certaines autres actions prennent de l'importance. Premièrement les expérimentations, ce qui a déjà été présenté dans le chapitre précédent, qui ont pris deux formes différentes : d'un côté les expérimentations sur l'infrastructure elle-même, et d'un autre côté les expérimentations de véhicules qui ont nécessité une adaptation de l'infrastructure pour avoir lieu. Il y a eu également des études prospectives et techniques sur le sujet, ainsi que des documents stratégiques. Il y a eu enfin certaines transformations définitives des infrastructures, qui ont eu lieu avec des objectifs plus larges que juste les véhicules autonomes mais qui affecteront et seront utilisées par cette technologie.

A) Des expérimentations pour savoir comment agir

Dans les expérimentations des infrastructures, l'une des plus importantes est le projet 5G Open Road, coordonné par la Plateforme automobile (PFA) et l'entreprise Nokia. Il s'agit d'un accord de coopération signé en avril 2022 entre seize acteurs majeurs de la mobilité, pour une durée de trois ans et un montant de près de 90 millions d'euros. L'objectif de ce projet est de tester la connectivité 5G sur une diversité de types de véhicules autonomes : robotaxis, navettes, robots livreurs et véhicules individuels avec des aides à la conduite avancées. L'expérimentation se déroule en métropole parisienne, notamment sur le plateau de Saclay et l'agglomération de Versailles. (PFA, 20/04/2022) Généralement, les expérimentations spécifiques sur les infrastructures nécessaires aux véhicules autonomes sont peu nombreuses, mais il y en a quelques-unes. Un autre exemple a été donné dans une conférence en janvier 2019, à l'ATEC ITF France : ici, Ludovic Hoarau, du gestionnaire autoroutier Sanef, a présenté les expérimentations qu'ils avaient menées sur des infrastructures connectées pour le franchissement d'un péage ou d'une zone de travaux. Un dernier exemple est le projet Paris2Connect, porté par ATC France, qui fut l'un des lauréats de l'appel à expérimentations de Quartiers d'Innovation Urbaine à Paris Rive Gauche, dans les deux éditions qui ont eu lieu pour le moment. Il s'agit d'une expérimentation portant sur "infrastructure numérique urbaine mutualisée, utilisant par exemple des lampadaires et des feux de signalisation, pour expérimenter les transports connectés et autonomes en ville." (urbanlab.parisandco.paris) Au total, 9 mats connectés ont été installés, fonctionnant avec de la technologie 4G, sur un trajet d'environ 3.5 km. L'objectif est d'y faire rouler des navettes et autres véhicules autonomes (Commeau, 2021, p. 7). Un troisième exemple d'expérimentation autour de l'infrastructure est le projet européen Scoop, évoqué par Arantxa Julien dans son entretien. Il s'agit d'un projet lancé par le gouvernement français en 2014 et cofinancé par la Commission Européenne, qui a été rejoint par des nombreux autres pays européens jusqu'à sa clôture en décembre 2019. "SCOOP is a pilot project for the deployment of cooperative intelligent transport systems"

(www.scoop.developpement-durable.gouv.fr) Plus concrètement, le projet se focalise sur la connectivité des infrastructures et leur communication avec les véhicules (V2I), ayant testé différents types de technologies de connectivité sur une grande diversité de routes à travers l'Europe.



La ville connectée imaginée par Paris2Connect. Source : RATP, 11 octobre 2018

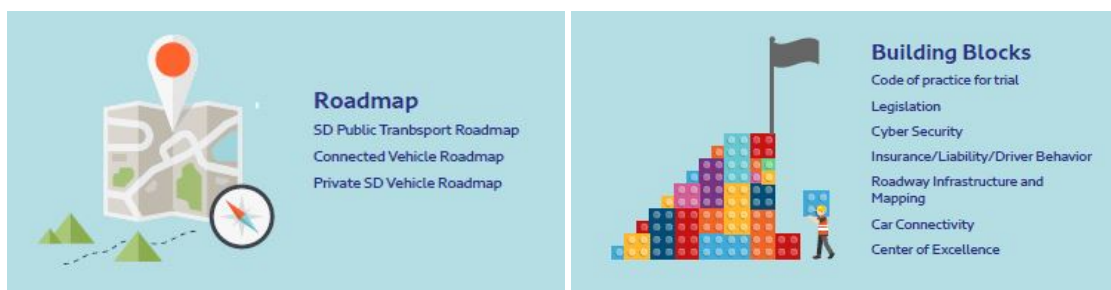
Dans certains cas, dans des expérimentations dont le focus principal est le véhicule l'infrastructure prend une importance particulière. D'après Catherine Goniot, c'est ce qui est arrivé dans la Métropole de Rouen. La première phase de leur expérimentation, présentée dans le chapitre précédent, leur a permis de se rendre compte des coûts très importants engendrés par l'adaptation des infrastructures aux véhicules autonomes. En plus, le déroulement de l'expérimentation a dévoilé une grande quantité de questions au sujet des infrastructures. Ainsi, à partir de la deuxième phase il a été prévu d'étudier plus en détail le rôle des infrastructures, au-delà des véhicules eux-mêmes.

B) Des documents qui cadrent les actions futures

Un autre type d'action qui a été menée sur les infrastructures est la réalisation d'études et de prospectives, ainsi que la rédaction de certains documents stratégiques. Si la valeur concrète de ces actions peut être faible dans certains cas, la valeur symbolique est importante, puisqu'elles donnent une idée de ce qui pourrait être fait

et des intentions des acteurs. La différence entre ces documents et les éléments de discours vus dans la deuxième partie de la thèse est la valeur officielle des mêmes.

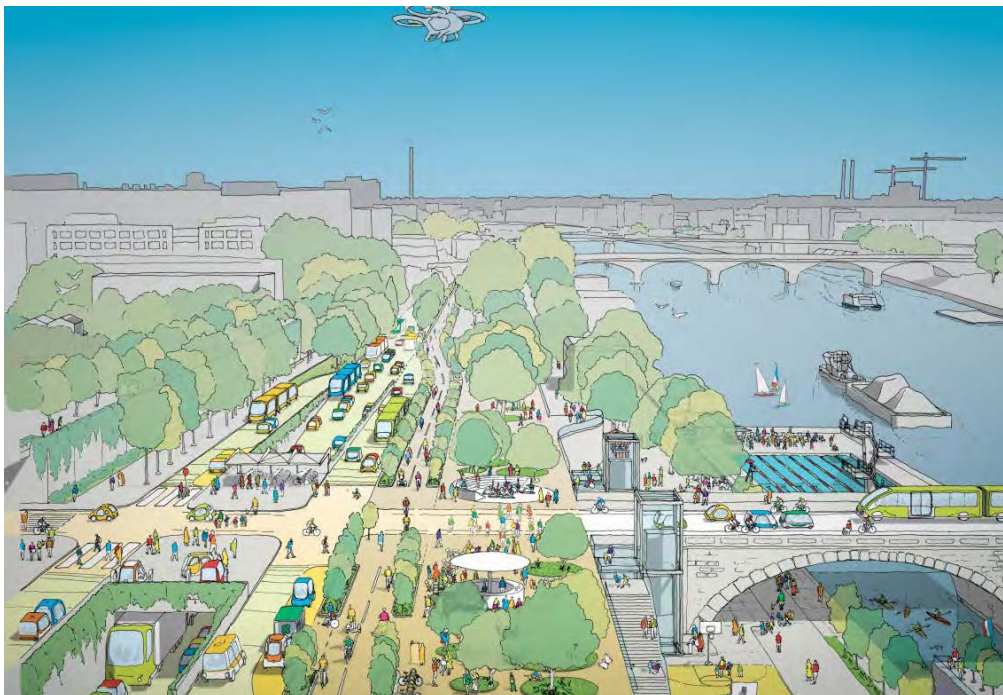
Le document officiel le plus important en ce qui concerne l'adaptation de l'infrastructure aux véhicules autonomes, sur les trois territoires étudiés, est la *Dubai Self-Driving Transport Strategy*, encore une fois. Ainsi, le chapitre 5.6 du document est intitulé "Roadway Infrastructure and Mapping" (RTA, 2017, p. 48), et met l'accent sur la nécessité d'adapter l'infrastructure physique, ainsi que de réaliser une cartographie de haute définition des infrastructures. Pour ceci, il parle de l'importance du déroulement de tests sur le sujet, tout en précisant que Dubaï serait un lieu idoine pour les faire. En plus, le chapitre 3.2 du même document parle sur la connectivité des véhicules autonomes et de l'importance de l'infrastructure dans cet objectif : "there is no dispute that additional information from the infrastructure can make SD vehicles smarter and safer." (RTA, 2017, p. 35) Pour ce faire, deux objectifs concrets concernant l'infrastructure sont énoncés. Premièrement, les panneaux de circulation et les intersections devront être pourvus d'équipements de connectivité en bord de route, afin de communiquer avec les véhicules. Deuxièmement, un système de type 'cloud' sera mis en place sur l'ensemble du territoire afin de fournir une rapidité de flux et une largeur de bande passante importantes, afin que les échanges d'information entre les véhicules et avec les infrastructures soit adéquate. (RTA, 2017, p. 35) Ils précisent que l'ensemble de ces équipements seront possédés et maintenus par la RTA elle-même, gardant ainsi la simplicité existante dans la gouvernance des mobilités à Dubaï. L'idée générale transmise par ce document est que nous ne connaissons pas aujourd'hui les nécessités en termes d'infrastructure du véhicule autonome –et encore moins en 2017 lors de la publication du document. Cependant, ils pensent que l'infrastructure connectée ne peut qu'améliorer les conditions de circulation, rendant les véhicules plus intelligents et plus sûrs. En conséquence, leur stratégie est de développer ces infrastructures dans tous les cas, puisqu'elles seront utiles quoi qu'il arrive, soit parce que les véhicules autonomes en auront besoin pour circuler, soit pour en améliorer l'usage, même si ce n'est pas une nécessité.



L'importance des infrastructures au sein de la stratégie de Dubaï. Source : RTA, 2017, p. 31

En métropole parisienne, l'action la plus importante à ce niveau a été la consultation internationale sur le devenir des routes du Grand Paris. Cette

consultation a été lancée par le Forum métropolitain du Grand Paris en partenariat avec les principaux acteurs de la métropole en mai 2018, et a eu pour résultat la publication d'un grand ouvrage et la tenue d'une exposition itinérante, en plus d'un document de synthèse des propositions réalisé en partenariat par l'IAU (actuel Institut Paris-Région) et l'Apur. Quatre équipes multidisciplinaires ont été lauréates et ont travaillé sur quatre visions du futur des routes du Grand Paris. Le dossier de présentation de la consultation annonce très clairement que "Il ne s'agit pas de décrire une vision utopique mais bien de proposer une évolution crédible du positionnement des autoroutes, du boulevard périphérique et des voies rapides ou structurantes du Grand Paris dans l'offre globale de transports sur ce territoire. Une attention particulière sera portée à expliquer les processus d'évolution et de transition urbaine." (Forum métropolitain du Grand Paris, 2018, p. 3) La consultation demande aux équipes lauréates de réfléchir aux mobilités de demain, avec trois axes principaux : les plateformes d'information et de gestion des déplacements de type MaaS, les nouvelles motorisations plus écologiques, et les véhicules autonomes. Ainsi, les quatre équipes ont pris en compte les véhicules autonomes dans leurs études prospectives, avec néanmoins un degré d'importance inégal. Par exemple, dans l'exposition on pouvait lire les problèmes que l'un des groupements (SUN) prévoyait pour la transition : "tant que subsistera ne serait-ce qu'un seul véhicule traditionnel –voire 'non-autonome' et dépourvu de l'intelligence requise-, l'infrastructure 'dure' ne pourra pas être radicalement transformée. Il faudra attendre le renouvellement du stock de voitures, avec un software adapté, pour envisager une évolution plus ambitieuse de l'infrastructure." (Pavillon de l'Arsenal, 2019)



Vision 2050 de l'autoroute A4 d'après le collectif SUN, dans leur proposition suite à la consultation internationale *Les routes du futur du Grand Paris*. Source : Forum métropolitain du Grand Paris, 2019

Quant à la Colombie, comme on l'a vu dans les deux chapitres précédents le niveau de production sur les véhicules autonomes est moindre que dans les deux autres territoires étudiés. Cependant, le document déjà présenté intitulé *Visión Colombia 2050, Discusión sobre el país del futuro*, fait tout de même une réflexion sur l'importance de l'infrastructure pour les véhicules autonomes : "Las ciudades requieren iniciar un proceso de adaptación de su infraestructura con el fin de integrar la tecnología y adaptar su infraestructura no solo a la Movilidad como un Servicio, sino también a otras formas de movilidad basadas en la tecnología (vehículos autónomos)." (DNP, 2022, p. 176) On voit donc que malgré le manque d'actions concrètes à contraster, ils sont conscients de l'importance du sujet.

C) Des actions concrètes sur des sujets connexes

Comme on le disait plus tôt, le coût important des infrastructures et l'horizon à long terme que cela implique font que la plupart des acteurs publics réfléchissent à deux fois avant de se lancer dans la construction d'une nouvelle infrastructure, voire dans l'adaptation d'une ancienne, pour un objet encore hypothétique comme le véhicule autonome. Cependant, certaines questions semblent plus proches dans le temps et les investissements semblent plus sûrs : c'est une manière de s'approcher des véhicules autonomes –ou d'autres technologies futures– sans assumer autant de risque. C'est notamment le cas de la connectivité. Nous pourrions citer également les infrastructures en lien avec l'électrification du parc automobile, mais le choix de cette thèse a été de séparer les deux technologies et de se concentrer sur l'autonomie, comme expliqué dans la première partie.

Le cas le plus médiatique, peut-être aussi le plus polémique, est celui du réseau 5G. Aujourd'hui, plusieurs pays européens comme l'Espagne se sont donnés comme objectif de déployer cette nouvelle technologie de télécommunication sur l'ensemble de son territoire, et des régions rurales en bénéficient déjà. Cependant, plusieurs sources indiquent que l'immense capacité de la 5G en termes de vitesse et de bande passante n'est pas vraiment utile pour l'usage que l'on fait aujourd'hui d'internet (Sztejnorn, 2023). Le déploiement de cette technologie semble donc plutôt répondre à une stratégie sur le moyen et le long terme, en vue de technologies futures qui arriveront peut-être. Un article de Baptiste Cessieux dans *La Gazette des Communes* en donne les principales : l'internet des objets (IoT, pour '*Internet of Things*' en anglais) et les véhicules autonomes, toutes deux très liées à la vision utopique et technologiste du futur des villes : la *smart city* (Cessieux, 2020, p. 54). Si le développement de la 5G a été justifié par plein de raisons politiques, économiques ou encore sociales, on pourrait argumenter que l'une de ces raisons est la préparation infrastructurelle du territoire à l'accueil futur de ces technologies qui nécessitent d'une hyper-connectivité, comme notamment le véhicule autonome. En tant que nouvelle technologie de pointe

dans la connectivité, beaucoup de pays du monde franchissent aujourd'hui le pas de la 5G, et les trois territoires étudiés n'en sont pas l'exception.

Un autre exemple, beaucoup moins connu mais beaucoup plus concret, est celui du nouveau contrat du luminaire de la ville de Paris. En effet, le contrat de l'éclairage public, la signalisation lumineuse et les illuminations de la Ville de Paris, qui était opéré depuis 2011 par le consortium Evesa (composé de Bouygues et Vinci), arrivait à échéance en 2021. Cette date approchant, les agents de la ville ont commencé à réfléchir très en amont sur la possibilité d'inclure dans le contrat des clauses concernant la connectivité de ces équipements, en vue d'une arrivée potentielle des véhicules autonomes. Victor Bayard explique dans sa thèse sur le réseau d'éclairage public parisien qu'il faut "concevoir le réseau d'éclairage public comme une forme de prérequis à une réalisation technique utilisant les TIC²⁵" (Bayard, 2021, p. 207) En effet, le nouveau contrat devait avoir à nouveau une durée de dix ans, jusqu'à 2031, c'est-à-dire un horizon bien plus long que la plupart des annonces de l'époque concernant les véhicules autonomes. Pour rappel, certains rapports parlaient d'un déploiement pour 2020, 2030 pour les moins optimistes (Bloomberg, 2017). Pierre Musseau, lors du premier entretien réalisé avec lui en octobre 2018, ainsi que lors d'une conférence ayant eu lieu en juin 2018, a fait part des réflexions menées à ce propos, trois années avant la fin du contrat en cours. Malgré l'incertitude autour de ces questions, qui a empêché une grande précision dans la rédaction du nouveau contrat, on y retrouve quelques éléments concernant la connectivité et l'innovation. Ainsi, dans le communiqué de presse publié par le nouveau consortium Cielis (composé par EDF et Eiffage) à l'occasion du nouveau marché on peut lire que "la mise en place d'une plateforme digitale pour la gestion de l'éclairage et des systèmes de feux tricolores, ainsi que le déploiement de nouveaux services innovants, permettront à la Ville de piloter au plus juste le fonctionnement de ses infrastructures et de faciliter la gestion et la coexistence de toutes les mobilités", et ils parlent également de l'expérimentation de solutions innovantes afin "d'offrir de nouveaux services aux usagers." (EDF, Eiffage, 2021)

Un dernier point sur ce sujet pourrait être évoqué, cette fois-ci sans lien avec la connectivité. Il s'agit des espaces de dépose-minute qui sont prévus dans les gares du Grand Paris Express. Ainsi, Giulia Girardi expliquait qu'à la Société du Grand Paris on a fait le choix de planifier des espaces de dépose-minute dans les futures gares, au lieu de faire des espaces de stationnement long comme des parkings relais, notamment pour les gares situées en zone dense. Leur objectif est de prioriser les modes actifs, les véhicules partagés et les transports en commun, et bien-sûr pour l'instant ils sont focalisés sur les véhicules actuels, conduits. Cependant, elle ajoutait que leur objectif est également de planifier des espaces modulables, adaptables, car parmi les nouvelles

²⁵ TIC est l'acronyme de Technologies de l'Information et de la Communication, c'est-à-dire l'ensemble de techniques en lien avec l'informatique et les télécommunications.

gares certaines sont prévues pour 2030 voire même après, ce qui implique que les technologies de transport auront pu changer d'ici-là. Cette idée de modularité des nouvelles gares en vue de l'incertitude autour des technologies du futur est également présente à Dubaï, comme le montrait Dalia Hafiz dans son discours.

D) Des actions concrètes en vue des véhicules autonomes

Comme vu précédemment, la transformation lourde d'une infrastructure suppose un risque élevé en raison notamment du coût de la même et de son caractère définitif ou à très long terme. De plus, les véhicules autonomes étant encore une technologie future et relativement incertaine, le risque est d'autant plus élevé. Hod Lipson et Melba Kurman, dans un ouvrage qui donne globalement une image positive des véhicules autonomes, affirment cependant : "Investir dans des infrastructures routières intelligentes est une mauvaise stratégie pour de nombreuses raisons. L'un est pratique : il n'y a pas d'argent disponible pour financer des infrastructures routières non essentielles, et y faire appel condamnerait toute initiative pour développer la technologie. » [...] « Un autre argument contre l'investissement dans les systèmes routiers intelligents est qu'à mesure que les voitures acquièrent leur propre capacité de « naviguer » en toute sécurité sur les routes, le besoin de panneaux, de feux de circulation et de glissières de sécurité diminuera." (Kurman, Lipson, 2018, p. 184) Ainsi, il est très difficile de trouver des exemples concrets de transformations de l'infrastructure en lien avec les véhicules autonomes. Sur les territoires étudiés, seulement deux exemples ont été trouvés, tous deux ayant été déployés dans des zones concrètes et réduites.

Le premier est le projet Paris Region Road 5.0 Initiative, un projet de la Région Île-de-France qui vise "à permettre aux véhicules particuliers autonomes de circuler sur le réseau routier d'intérêt régional. [...] Pour cela, la Région s'associe aux gestionnaires d'infrastructures pour rendre la voirie utilisable par les véhicules autonomes." (CR IdF, 2018, p. 9) Ainsi, la région s'est engagée à financer 50% des coûts du projet, c'est-à-dire environ 5.5 millions d'euros, dans le cadre du 'plan anti-bouchons' dont avait parlé Paul Beauvallet lors de son entretien. Dans le rapport de l'Institut Paris-Région, Dany Nguyen-Luong explique les actions concrètes que ce projet visait : la "mise à niveau de l'état du patrimoine", des "mesures de gestion de trafic, pouvant inclure à la fois des voies aménagées utilisées par les véhicules autonomes se mêlant au trafic et des voies réservées au transport en commun qui seraient à terme ouvertes aux véhicules autonomes pour permettre de développer les pratiques de covoiturage", le déploiement de réseaux de connectivité, et la "construction d'une cartographie numérique haute définition" (Nguyen-Luong, 2019, p. 82)

L'autre exemple est Masdar City, qui a été entièrement équipée pour accueillir les PRT, les premiers véhicules autonomes à avoir été en fonctionnement dans ce

quartier périphérique d'Abou Dhabi. Étant donné le caractère pionnier de ces véhicules, ils étaient encore très simples par rapport à ce qui peut se faire aujourd'hui, et aux navettes Navya qui circulent actuellement à Masdar. En conséquence, c'est l'infrastructure qui était fortement équipée afin de rendre possible le fonctionnement des véhicules. Cet exemple a déjà été amplement expliqué dans le chapitre précédent sur les expérimentations.

3.3.2 - Quelques analyses et conclusions

Si la grande majorité des exemples présentés sont issus de la métropole parisienne, cela est dû à deux raisons. D'un côté, comme on a vu précédemment, en Colombie le niveau de réflexion sur les véhicules autonomes est moins mûr que dans les autres territoires, et il n'y a eu aucune action concrète sur les infrastructures à étudier. D'un autre côté, dans les Émirats arabes unis il y a eu forcément des développements et des adaptations d'infrastructures intéressants à étudier, mais la communication sur le sujet est très discrète, voire inexistante, ce qui a rendu très difficile l'approche de la question au-delà des quelques éléments présentés.

Il est important de prendre en compte quelques considérations générales sur les infrastructures des trois territoires. Ces éléments ont déjà été présentés et détaillés précédemment. Premièrement, dans les réponses aux questions on a vu clairement que l'infrastructure est vue par la majorité des acteurs colombiens interviewés comme un blocage potentiel très important au développement des véhicules autonomes. Premièrement, il y a les difficultés de la mise à niveau d'infrastructures actuellement en très mauvais état, qui ont poussé à des initiatives citoyennes comme "Bogotá me mata" pour dénoncer les risques pour la sécurité routière (voir image ci-dessous). Néanmoins, plusieurs acteurs interviewés expliquaient que le mauvais état des infrastructures est dû en grande partie aux caractéristiques du terrain, notamment au relief et surtout aux sols très instables, qui se détériorent très vite. Ceci ferait que les infrastructures nécessaires aux véhicules autonomes, seraient difficiles à atteindre mais surtout très difficiles à maintenir en état.



Peinture réalisée dans le cadre de *Bogotá me mata*, initiative citoyenne pour dénoncer la dangerosité de l'état des infrastructures. Source : Loaiza, 3/09/2013

Les Émirats arabes unis, cependant, représentent le point de vue opposé. En effet, la grande majorité des acteurs interviewés pensent que l'infrastructure ne sera jamais un frein aux véhicules autonomes dans le pays. Pour affirmer cela, ils se basent bien-sûr sur le grand pouvoir économique des collectivités publiques émiriennes, mais non seulement. Ils mettent l'accent également sur la modernité et la qualité des infrastructures présentes, de la grande quantité d'espace public disponible, et aussi sur une gouvernance particulièrement ouverte à l'innovation et aux changements, particulièrement flexible et adaptable, qui permettrait –avec le pouvoir économique et l'abondance d'espace public- de répondre aux transformations nécessaires.

Sur le lien entre véhicule autonome et infrastructure, nous avons parlé jusqu'ici sur la manière dont l'infrastructure peut aider au développement des véhicules autonomes. Cependant, Hugues Boucher a évoqué lors de son entretien la réciprocité du lien entre véhicule et infrastructure. En effet, il pense que la technologie des véhicules autonomes pourrait permettre également, grâce notamment aux différents capteurs dont ils disposeront, de donner une information en temps réel sur l'état des infrastructures. Ceci permettrait d'anticiper et de faire une maintenance prédictive avant une dégradation complète. La chercheuse Ikram Najeh parle également de cette possibilité dans sa thèse : "Cette étude ouvre une opportunité de coopération entre le véhicule autonome et connecté et l'infrastructure routière. En inspectant les routes avec les caméras des véhicules autonomes et/ ou connectés, il serait ainsi possible de proposer des plans de maintenance conditionnelle de plus en plus pertinents (et économiques) ; ce qui rendrait l'évaluation des apports de nouvelles solutions de mobilités, telles que celles proposées par les véhicules autonomes, plus simple et donc leur intégration plus efficace." (Najeh, 2022, p. 153)

Pour conclure sur la question de l'infrastructure, on peut revenir sur ce que plusieurs sources citées ont souligné : l'importance d'une conception de l'infrastructure flexible et durable. André Broto dit sur la route que "En plus de son maillage, son principal atout est cette souplesse : elle peut accueillir les transports du passé tout comme ceux du futur, à nous de choisir. La route peut donc, paradoxalement, faire partie du remède au tout-automobile et au tout-urbain, pourvu que l'on repense les usages et les complémentarités entre moyens de transport." (Broto, 2022, p. 8) Pour ce faire, il est important de prendre en compte que les technologies, la société et même l'environnement territorial changent constamment, et qu'en conséquence on ne peut pas concevoir les infrastructures comme des entités figées et éternelles, mais au contraire comme des objets territoriaux souples, changeants, adaptables, périssables et durables.

3.4 - Le jeu d'acteurs : qui fait quoi ?

Comme on l'a vu dans le chapitre sur les réponses aux entretiens de la partie 2, puis en introduction de la partie 3, la majorité des acteurs s'accordent pour dire que les principaux moyens d'action de la part des territoires pour agir sur l'arrivée probable des véhicules autonomes sont les trois analysés jusqu'ici : la réglementation, les expérimentations et la gestion des infrastructures. Il s'agit également des trois secteurs les plus développés et les plus utilisés dans les territoires étudiés. Cependant, il est important de compléter l'étude de ces actions par l'analyse de celles et ceux qui les réalisent. Il faut préciser qu'il ne s'agit pas seulement des acteurs issus du secteur politique. Xavier Desjardins explique en effet que "la 'gouverne' des villes [...] n'est pas seulement issue du 'gouvernement', mais d'un ensemble plus vaste d'acteurs, associations et entreprises notamment, qui forment alors une 'gouvernance'." (Desjardins, 2020, p. 133) Des collectivités, des gestionnaires des transports, des banques de développement ou encore des cabinets de conseil sont certains des acteurs qui interviennent dans la gestion de la mobilité dans les territoires étudiés, et qui ont donc leur mot à dire sur l'arrivée potentielle des véhicules autonomes. Des urbanistes, des ingénieurs, des juristes, des architectes ou des politiciens sont certains des métiers qui entrent en jeu. Savoir qui prend les décisions et qui réalise les actions donne une information importante sur les actions elles-mêmes, et sur ce qui pourrait être fait. Comme l'explique François-Mathieu Poupeau, "notre vie quotidienne est jalonnée et structurée par ces 'petites' ou 'grandes' décisions, qui nous renvoient à la complexité de la gouvernance de nos sociétés contemporaines, c'est-à-dire à leur caractère profondément polycentrique et polyarchique. Implantations d'équipements et d'infrastructures, choix d'aménagement, gestion de services publics, transferts et partages de compétences, réformes institutionnelles, mise en œuvre de politiques publiques, beaucoup de ces actes qui façonnent notre existence résultent de jeux d'interactions multi-niveaux dans lesquels interviennent de nombreux protagonistes,

inscrits dans des sphères politiques et des espaces de légitimité interdépendants." (Poupeau, 2017, p. 12)

L'arrivée potentielle des véhicules autonomes intervient dans un contexte humain et dans un jeu d'acteurs particulier, avec des rapports de pouvoir et des relations établis. Pourtant, comme l'écrivait Jean Haëntjens en 2018, "Chaque révolution technique rebat les équilibres politiques : elle offre à la société civile de nouveaux médias pour affirmer ses désirs, elle donne aux pouvoirs économiques et politiques de nouvelles possibilités pour les canaliser." (Haëntjens, 2018, p. 9) Le véhicule autonome n'est évidemment pas une exception : il transformera certainement le jeu d'acteurs actuel, et a même déjà commencé à le changer avant même son arrivée. Des nouveaux rapports de force, des nouveaux métiers et même des nouveaux acteurs. Les anciens acteurs cherchent à maintenir, voire augmenter leur influence, tandis que d'autres cherchent à entrer dans le jeu. Tout ceci, qui mériterait une analyse approfondie, sera étudié ici brièvement, puisqu'il ne s'agit pas d'un élément central au sein de la recherche qui nous occupe.

L'analyse du jeu d'acteurs a plusieurs niveaux de réflexion intéressants. Le premier, le plus évident, est celui des compétences que les différents acteurs publics territoriaux possèdent juridiquement afin d'agir sur les questions de mobilité. Ceci a été introduit dans le chapitre 2.3.1 sur les contextes des trois territoires, et a ensuite été développé en partie dans le chapitre sur les réponses aux questions, ainsi que dans le chapitre 3.1 sur le cadre juridique. Il ne s'agira donc ici que de rappeler rapidement les compétences des principaux acteurs publics territoriaux en lien avec la mobilité des trois territoires étudiés. Cependant, la question des compétences juridiques des acteurs publics territoriaux n'est qu'une partie du sujet. D'abord, il faut noter que ces acteurs ne sont pas les seuls à intervenir et à avoir une influence dans la prise de décisions. Il est donc important d'élargir l'analyse à d'autres types d'acteurs, publics et privés, qui jouent également un rôle dans la mobilité et, notamment, dans l'arrivée probable des véhicules autonomes. La présentation du jeu d'acteurs actuel sera l'objet de la première sous-partie du chapitre.

Certains des acteurs mentionnés dans cette première sous-partie régulent, d'autres organisent, prennent des décisions, construisent ou conseillent, mais une typologie d'acteur nécessite d'être étudié séparément : les financeurs. La deuxième sous-partie du chapitre sera consacrée à cette question. En effet, toute action doit être financée et donc, pour agir, quelqu'un doit dépenser de l'argent. La question qui se pose donc est : qui paye ? Et il faudrait également ajouter : comment, par quels mécanismes ou montages financiers ? Si les institutions publiques ont la capacité juridique pour agir, elles n'ont pas toujours la capacité économique pour le faire. Il est important d'analyser qui paye quoi et comment afin de pouvoir aborder une question plus complexe : quelle est la capacité à agir des pouvoirs publics face à la puissance économique des acteurs privés ?

Lorsque l'on se demande qui fait quoi, il est important de ne pas s'arrêter seulement à l'échelle de l'institution, l'organisme ou l'entreprise, publique ou privée, mais d'étudier également les personnes qui s'en occupent. Qui prend les décisions ? Quel est son niveau d'expertise, ses connaissances techniques, son profil, ses influences ? Si les capacités juridiques et les moyens financiers sont essentiels lorsque l'on cherche à agir sur un objet technologique tel que les véhicules autonomes, les moyens humains dont on dispose sont également un facteur clé. Plus largement, les véhicules autonomes vont entraîner nécessairement la création de nouveaux métiers et l'évolution de certains métiers actuels, et donc il faudra disposer de professionnels formés, capables de les exercer. L'ensemble de ces questions qui tournent autour du facteur humain feront l'objet d'une troisième sous-partie.

Enfin, la quatrième et dernière sous-partie du chapitre se concentrera sur la réponse à la question initiale : comment est-ce que les véhicules autonomes viendront bouleverser le jeu d'acteurs ? Et en particulier, comment est-ce qu'ils ont déjà commencé à le transformer ?

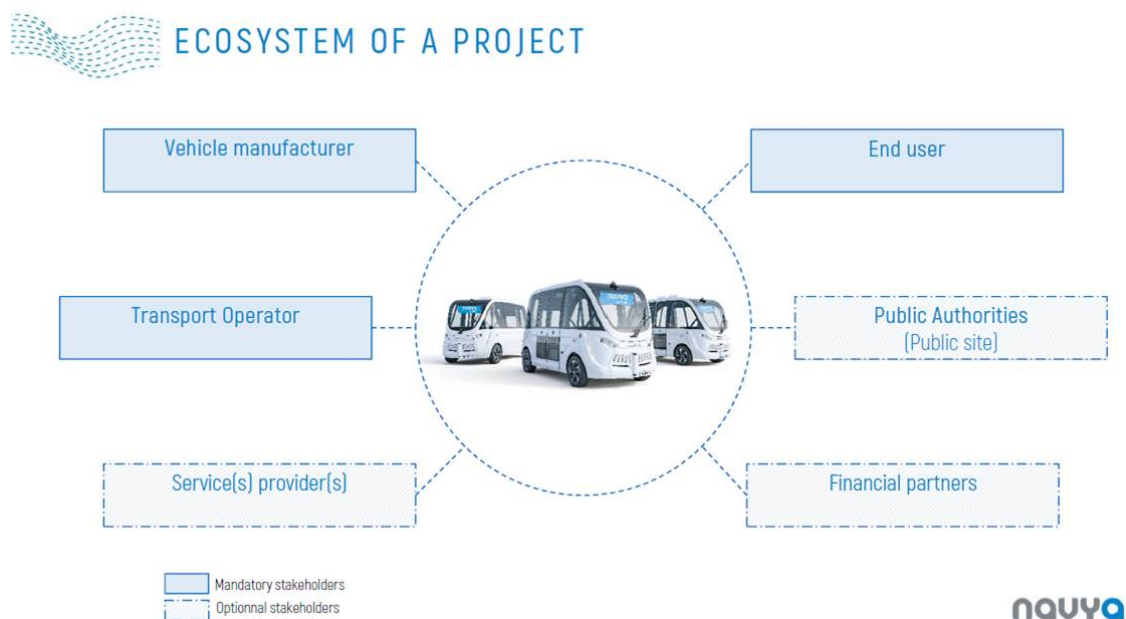
3.4.1 - Les jeux d'acteurs autour de la mobilité²⁶

Pour savoir qui fait quoi, le premier élément à aborder est ce que les acteurs publics territoriaux peuvent faire par rapport à leurs compétences juridiques. Cette question a souvent été abordée auparavant dans cette thèse et ce ne sera donc qu'un point rapide et simplifié. Ensuite, des nombreux autres acteurs interviennent dans la prise de décisions ou dans la mise en œuvre de ces décisions, et vont donc nous intéresser. La complexité de ces jeux d'acteurs mériterait de s'y pencher longuement, mais nous ne ferons que survoler le sujet afin de donner une idée concrète de l'existant afin de pouvoir analyser, dans la quatrième sous-partie du chapitre, en quoi les véhicules autonomes viendraient le modifier.

Le schéma général du jeu d'acteurs est similaire dans les trois terrains étudiés. D'un côté il y a les décideurs, issus des pouvoirs publics, que ce soit les états ou les collectivités. Ce sont généralement les mêmes institutions, mais non pas toujours les mêmes personnes, qui s'occupent également de la régulation, ainsi que de la gestion des infrastructures. Il y a ensuite certaines entreprises qui s'occupent de l'exploitation des réseaux de transport et des services de mobilité ou de livraison. Les industriels ont également un rôle important à jouer avec la fabrication des véhicules ou la construction des infrastructures, généralement en amont. En parallèle, il y a toujours des acteurs dont l'objectif est l'aide à la décision. D'après Olivier Coutard, Christian Lefèvre et Lionel Martins, "on assiste depuis une vingtaine d'années à une montée en

²⁶ L'information présentée dans ce chapitre est issue des entretiens réalisés, sauf indication du contraire. Vu qu'il s'agit souvent de données objectives que l'on trouve dans plusieurs entretiens, la source n'a pas toujours été explicitée.

puissance dans (la production de) l'action publique urbaine des acteurs privés du conseil et de l'expertise. Qu'il s'agisse de grands cabinets comme Deloitte, KPMG ou Ernst & Young, ou d'experts-universitaires comme Richard Florida ou Peter Taylor, les consultants sont considérés comme des acteurs incontournables dans la conduite des affaires publiques." (Coutard, Lefèvre, Martins, 2019, p. 6) Quant au financement, il est parfois assuré par les acteurs déjà mentionnés et parfois par d'autres, comme ce sera développé plus tard. Enfin, il y a bien évidemment les usagers. Lors de son entretien, Antoine Claudepierre a partagé le schéma ci-dessous, utilisé par Navya pour expliquer cet écosystème d'acteurs.



Le jeu d'acteurs autour d'un projet de transport, selon Navya. Source : Navya, partagé par Antoine Claudepierre lors de son entretien, le 20 juillet 2020

Au sein de la métropole parisienne on peut retrouver le schéma présenté ci-dessus, avec néanmoins quelques nuances. Les transports en commun sont gérés par l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM) Île-de-France Mobilités. Il s'agit d'un établissement public local présidé par la présidente du Conseil Régional d'Île-de-France, en ce moment Valérie Pécresse, qui assume donc les deux casquettes. Le conseil régional, quant à lui, a la compétence transports mais également celle sur le développement économique, ce qui implique un fort intérêt pour la bonne santé de l'industrie automobile présente sur son territoire. Au-delà d'un rôle réglementaire déjà commenté en 3.1, l'un des principaux rôles de la région est le financement, qui sera étudié par la suite. Également à l'échelle régionale opère un autre grand acteur de la mobilité francilienne : la Société du Grand Paris, chargée notamment de l'élargissement du réseau de métro de la métropole.

La gestion de l'infrastructure est répartie à différentes échelles : les autoroutes présentes dans la région sont gérées par l'état français, à l'exception du périphérique parisien qui est géré par la mairie de la capitale ; les routes départementales, comme leur nom l'indique, sont gérées par les départements ; et enfin le reste des voies sont gérées par le niveau local, parfois par la commune elle-même -comme dans le cas de Paris- et parfois par l'intercommunalité. Ceci inclue les voies routières mais également les pistes cyclables et les trottoirs. Chaque gestionnaire de la voirie s'occupe de la prise de décisions la concernant, ainsi que de l'entretien, les transformations et la création éventuelle de nouvelles voies, même si les financements sont parfois issus d'autres acteurs. Quant aux infrastructures ferrées (métro, RER, tramway, train), elles appartiennent et sont gérées par les gestionnaires du réseau, pour la plupart soit la RATP soit SNCF Réseau.²⁷

L'exploitation des différentes lignes de transport en commun franciliennes est répartie entre la RATP, la SNCF et le groupement Optile. Les autres transports de la métropole sont gérés par une grande pluralité d'entreprises : des entreprises de voitures de transport avec chauffeur (VTC) telles qu'Uber ou Lyft, des entreprises d'autopartage, de covoiturage (comme BlaBlaCar), de vélos et trottinettes en libre service, ou encore des taxis traditionnels. Tout ceci en ce qui concerne le transport de passagers, car le transport de marchandises est également très complexe et joue un rôle très important dans les mobilités franciliennes : depuis La Poste jusqu'à Amazon pour la livraison à domicile, il y a également une infinité de petites et grandes entreprises qui transportent des marchandises entre les grands pôles logistiques de la métropole et les différents espaces commerciaux.

Comme vu précédemment dans les discours des acteurs, la présence de grands industriels automobiles sur le territoire français, et plus concrètement sur le territoire francilien, font que les autorités publiques donnent une grande importance au secteur. La relation entre les pouvoirs publics et les deux grands groupes industriels automobiles français (Renault et PSA) est déséquilibrée : les industriels non seulement laissent une grande quantité d'argent sous forme d'impôts et de taxes, mais surtout ils pourvoient énormément d'emplois à la population du territoire. La menace de délocalisation est permanente, ce qui oblige aux acteurs publics à offrir des subventions et des avantages aux entreprises afin qu'elles restent. Un exemple parlant de cette relation inégale a eu lieu à la sortie du confinement lié à la pandémie du COVID-19, en mai 2020. Face à ce contexte de crise économique (en plus de sanitaire ou sociale), le gouvernement national a annoncé une aide de 8 milliards d'euros versés par l'état à la filière automobile. L'objectif explicitement annoncé par le président lors d'un discours le 26 mai 2020 était de soutenir l'industrie automobile française dans un

²⁷ Les autres infrastructures de transport présentes dans la métropole, comme les aéroports ou le transport fluvial, ont leurs propres gestionnaires et exploitants mais, vu leur impact limité en ce qui concerne les véhicules autonomes routiers, nous n'entrerons pas dans ce niveau de détail.

contexte de crise planétaire afin de l'aider à sortir de la crise le plus rapidement possible, autrement dit de profiter de la crise vécue par les autres entreprises du secteur afin de prendre un peu d'avance dans la course (Macron, 2020). En échange, les industriels se sont engagés à maintenir et relocaliser en France les secteurs de plus forte valeur ajoutée, et notamment la recherche sur les véhicules autonomes.

L'aide à la décision est représentée notamment par les deux agences d'urbanisme de la métropole : l'Institut Paris-Région²⁸ et l'Apur. En plus, des institutions publiques, privées ou semi-publiques interviennent de près ou de loin dans l'aide à la décision. Quelques exemples sont l'Institut VEDECOM, l'Institut pour la ville en mouvement, le Forum Vies Mobiles ou encore l'institut de recherche technologique SystemX. Les universités et autres lieux de formation supérieure et de recherche jouent en France un rôle mineur comparé aux autres territoires étudiés, mais ont malgré tout une certaine influence. Si ce n'est pas un acteur au sens propre, la mise en réseau d'acteurs différents a également une grande importance dans le jeu d'acteurs, via des groupements, des associations ou des groupes d'experts.

Dans les Émirats arabes unis le jeu d'acteurs est beaucoup plus simple quant aux institutions publiques. En effet, comme mentionné précédemment, le pouvoir décisionnel et les compétences de mobilité sont très concentrés à l'échelle de l'émirat, depuis la gestion de l'infrastructure jusqu'à la délivrance des permis de conduire, passant bien évidemment par l'organisation des transports et la régulation. À Dubaï, c'est la RTA qui assume ce rôle, tandis qu'à Abou Dhabi c'est principalement l'ITC. L'échelle nationale a surtout un rôle fédérateur, mais possède peu de compétences concrètes.

Cependant, dès que l'on prend en compte le lien avec les entreprises le jeu d'acteurs se complexifie fortement. D'un côté, il y a certaines très grandes entreprises de capital national, gérées par des locaux, qui se spécialisent sur certains grands sujets comme l'énergie ou le logement. C'est le cas notamment de Masdar, comme vu précédemment en 3.2. Mais les Émirats arabes unis est un pays jeune, et en conséquence la quantité de personnes réellement formées et compétentes est relativement réduite. C'est pour cette raison que les autorités publiques ont depuis longtemps l'habitude de faire appel à des experts internationaux, généralement à travers des entreprises internationales. C'est ainsi par exemple que la RATP et son homologue londonien se sont retrouvés en compétition pour assurer la gestion de la nouvelle ligne du métro de Dubaï. Pour une quelconque entreprise, les Émirats arabes unis se présentent comme un marché fort intéressant en raison de leur richesse, leur visibilité et leur croissance presque continue. Face à la faible présence d'entreprises

²⁸ Lorsque les recherches pour cette thèse ont débuté, en septembre 2018, l'agence s'appelait encore "Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France" (IAU IdF). Le changement de nom a eu lieu en juin 2019.

locales, la mise en compétition internationale est rude, ce qui explique la présence sur le territoire d'entreprises issues des cinq continents.

Si les industriels et les exploitants sont généralement des entreprises étrangères, l'aide à la décision l'est également. Que ce soit sur des questions très techniques ou beaucoup plus stratégiques, les autorités émiriennes ont l'habitude de faire appel à des cabinets de conseil pour les aider dans la prise de décisions, dans l'élaboration des cadres réglementaires et même dans la gestion quotidienne. Par exemple, à Abou Dhabi le cabinet de conseil états-unien Transpo Group travaille main dans la main avec la municipalité sur la gestion des transports de la capitale émirienne. Pourtant, les collaborations internationales ne sont pas toujours simples et impliquent des difficultés inattendues. Par exemple, à Bogota, María Baquero parlait dans son entretien des problèmes rencontrés pour la coopération internationale : son entreprise étant franco-colombienne, elle voit au quotidien comment les différences culturelles créent des barrières plus ou moins importantes dans leur travail, malgré une collaboration de longue date. Des détails mineurs comme les vacances d'été peuvent déboucher sur des problèmes importants²⁹. Des collaborations ponctuelles avec des entreprises chinoises, dont les différences culturelles sont beaucoup plus importantes, ont été parfois difficiles à mettre en place pour ces raisons.

En Colombie, le jeu d'acteurs a un équilibre différent à celui des autres territoires étudiés. Quant aux compétences en matière de mobilité des acteurs publics, deux échelons ressortent par-dessus les autres : l'état et la municipalité. Comme cela a déjà été précisé auparavant, il est important de noter que les communes colombiennes et les communes françaises n'ont pas du tout la même taille et le même poids démographique comparativement, les colombiennes étant nettement plus grandes. Cependant, en termes de compétences leur niveau d'autonomie financière et dans la prise de décisions est beaucoup plus faible qu'en France. Bogota fait exception dans le pays : son importance politique lui a permis d'acquérir une autonomie financière et dans la prise de décisions plus importante que celle de ses homologues. L'état s'occupe donc de la majorité des questions réglementaires (comme vu dans la partie 3.1) et a un poids important dans les financements, tandis que la gestion de l'infrastructure est plutôt à charge des municipalités. Au sein de la Mairie de Bogota il y a une pluralité d'acteurs qui interviennent dans la planification ou la gestion de la mobilité, dont les trois les plus importants sont le Secrétariat à la Mobilité, qui s'occupe notamment de la planification à l'échelle de la métropole, et deux entreprises publiques, Transmilenio et Métro de Bogota, qui s'occupent comme les noms l'indiquent de la gestion du Transmilenio et du futur métro de la capitale. L'entretien

²⁹ En Colombie le climat est stable toute l'année et il n'y a donc pas de saisons. En conséquence, la majorité de la population prend ses vacances pendant la période autour de Noël pour être en famille. Les mois de juillet et août sont des mois de travail comme les autres, contrairement à la France où pendent l'été l'activité baisse fortement. María Baquero expliquait que ceci crée des problèmes de continuité dans le travail et handicape la prise de décisions.

et maintenance des voies est à charge de l'échelon inférieur à la municipalité, celui de l'arrondissement (qui sont à nouveau bien plus grands en surface et population que les arrondissements parisiens).

Comme dans les deux autres territoires, l'exploitation des réseaux est portée par quelques grandes entreprises. Le Transmilenio, le principal réseau de transport en commun de Bogota, est notamment opéré par Fanalca-Transdev, une alliance créée en spécifiquement pour l'exploitation de ce réseau. Fanalca est une entreprise historique du pays, basée à Cali, traditionnellement spécialisée dans la fabrication de pièces et le montage d'automobiles mais qui s'était diversifiée depuis quelque temps dans la gestion de réseaux de transport et avait des concessions dans les principales villes colombiennes et certaines autres villes latino-américaines. Afin de préparer une candidature solide pour obtenir l'exploitation du Transmilenio, ils ont décidé de chercher à s'associer avec Transdev, entreprise française avec une longue expérience dans le secteur. Pour simplifier la gouvernance de l'alliance entre les deux entreprises ils ont formé une nouvelle entreprise appelée *Ciudad Móvil* (renommée plus tard *Conexión Móvil*), qui a si bien fonctionné qu'ils ont élargi leur activité vers d'autres réseaux de transport en commun ailleurs dans le pays.³⁰ Avant la création du Transmilenio en 1999, la situation du transport en commun bogotan était très désorganisée : la mairie avait concédé le droit d'exploiter le réseau à des entreprises intermédiaires qui, à leur tour, sous-louaient ce droit à des particuliers qui étaient généralement propriétaires de leur propre bus ou d'une toute petite flotte. Un manque d'organisation et de contrôle de l'ensemble, une concurrence rude, des marges économiques faibles et des fortes inégalités entre bus de la même ligne rendaient le service très peu praticable. Cependant, si l'arrivée du Transmilenio en 1999 a constitué une grande amélioration de la qualité du service, elle a également impliqué une dégradation des conditions du travail des chauffeurs, qui ont mené des protestations et des grèves importantes (Los Andes, 2015 ; Crosby, Castro, Díaz, 2017)

En Colombie, comme dans les Émirats arabes unis, il n'y a pas d'entreprises industrielles fabricantes de véhicules. Il y a cependant une forte industrie automobile qui s'occupe du montage sur place de pièces importées, voire de la fabrication de certaines des pièces. Pour des raisons de proximité spatiale, l'influence principale dans l'importation de véhicules individuels est l'Amérique du Nord et, en moindre mesure, l'Asie, dont les produits arrivent généralement en bateau à travers l'Océan Pacifique. La majorité des bus du réseau Transmilenio sont cependant issus d'entreprises brésiliennes.

L'aide à la décision en Colombie prend une forme très différente à celle des deux autres territoires étudiés, puisqu'ici c'est principalement l'Université qui occupe ce rôle. D'un côté, il y a une certaine porosité entre les universités et les institutions

³⁰ L'information sur Fanalca-Transdev a été fournie par María Baquero, employée travaillant au sein de l'alliance.

publiques : les principaux postes de responsabilité technique sont souvent occupés par des professeurs des universités, comme c'est le cas par exemple de Juan Pablo Bocarejo, professeur à l'Université de Los Andes ayant été Secretario Distrital de Movilidad de Bogota pendant quatre ans entre 2016 et 2019 (poste équivalent à l'adjoint à la mobilité de la Mairie de Paris). Au-delà de cette porosité mentionnée, ce sont également les universités qui s'occupent de mener des études que les institutions ne peuvent pas mener en interne, à l'image de celui réalisé par l'Université de Los Andes sur les véhicules autonomes en 2021. Une autre typologie d'acteur qui assume un rôle d'aide à la décision ce sont les banques multilatérales de développement. Ces banques s'occupent du financement, comme ce sera étudié par la suite, mais elles réalisent également des nombreuses études sur différents sujets, publient des documents et des articles et organisent des expérimentations, comme celle d'une navette autonome qui a eu lieu à Santiago du Chili entre 2019 et 2020. Ainsi, les documents publiés par exemple par le BID ou la CAF sont des références importantes pour les acteurs publics.

Il est important de mentionner également une typologie d'acteur qui a une force politique très importante en Colombie : les syndicats et les lobbys des professionnels du secteur de la mobilité. Autant par de la pression auprès des parlementaires que par des actions plus directes comme des grèves ou des blocages, les groupements de professionnels ont une grande influence dans la prise de décisions. L'exemple le plus parlant, déjà développé auparavant, est celui de la légalisation des plateformes de VTC de type Uber, qui a été bloquée au parlement par le lobby des taxis. L'autre grand exemple actuel est celui du transport de marchandises, dont les restrictions horaires ou en matière d'écologie souhaitées par la mairie de Bogota n'ont jamais pu voir le jour. En France la mobilité est un secteur traditionnel pour les grèves et les protestations sociales, comme on a pu le voir récemment avec le mouvement des Gilets Jaunes et le blocage des ronds-points, ou encore les grèves de transport contre la réforme des retraites. Cependant, si la force de ces actions s'est souvent montrée efficace, les efforts n'ont pas été dirigés vers des changements ou résistances dans le secteur même de la mobilité. Ainsi, pour reprendre le même exemple, les Uber et autres VTC parcourent aujourd'hui librement la métropole parisienne malgré les nombreuses protestations des chauffeurs de taxi.

Dans le schéma général présenté en début de cette sous-partie apparaît une typologie d'acteur qui n'a pas été mentionnée depuis : les usagers, autrement dit les citoyens. Cette absence n'est pas due à un manque de réponses dans les entretiens ou à un manque d'information bibliographique, mais plutôt à la très faible importance de cet acteur dans la prise de décisions au sein du système de la mobilité. Dans les Émirats arabes unis, on a mis l'accent pendant les entretiens sur l'importance des citoyens en tant que clients et acheteurs, ce qui leur donne une grande importance indirecte : si un produit n'est pas acheté, il ne fonctionnera pas, et si les

consommateurs demandent une évolution de l'offre, elle sera accordée en vue d'améliorer les ventes. Cependant, le niveau d'influence réel des consommateurs est discutable et ne concerne que le secteur privé. À Bogota, l'accent des réponses aux entretiens concernant le rôle des citoyens a été mis sur le droit à la protestation, qui est très ancré dans le pays. Cependant, comme on l'a vu ci-dessus ceux qui ont une vraie influence par cette voie sont les professionnels et non pas les usagers. Autant en France qu'en Colombie on parle beaucoup de la participation et la concertation citoyennes, qui ont une grande importance médiatique mais dont l'utilité réelle reste aujourd'hui très limitée dans les deux pays. Le rôle des citoyens dans les jeux d'acteurs est donc quasiment symbolique et en tout cas très faible.

Au-delà de l'ensemble des acteurs mentionnés jusqu'ici, dont le lien avec la mobilité est direct, il y a une grande quantité d'acteurs avec une relation indirecte mais également importante. Il s'agit par exemple des acteurs en lien avec l'énergie (par exemple EDF), la géolocalisation (Waze ou Google), les gestionnaires des parkings, les pourvoyeurs de services comme le ramassage des poubelles ou encore les acteurs des télécommunications. L'Union européenne ne possède pas une compétence directe sur les transports, mais des lois européennes comme l'ouverture à la concurrence ont amplement démontré avoir une influence majeure sur la mobilité.

En conclusion, on peut affirmer que le rôle relatif des différentes sphères d'influence dans les trois territoires est différent. Le point commun à chaque fois est l'importance de deux secteurs : les collectivités publiques et les entreprises privées de transport, avec un poids relatif différent mais quand-même similaire. À Dubaï et Abou Dhabi le pouvoir de la collectivité est très concentré et puissant, tout en laissant une grande marge de manœuvre au secteur au privé ; à Bogota les collectivités essaient d'exercer plus de pouvoir mais ont du mal à s'imposer face au privé ; à Paris la relation de pouvoir semble plus équilibrée, avec un secteur privé porté par quelques grandes entreprises dont le pouvoir économique leur donne une grande marge de manœuvre. Les plus grandes différences arrivent néanmoins avec l'aide à la décision. En effet, à Paris il y a une grande importance d'institutions publiques ou semi-publiques de recherche et conseil ; dans les Émirats arabes unis, ce rôle est joué par des entreprises privées généralement issues de pays nord-américains ou européens ; à Bogota, enfin, deux grands types d'acteurs ressortent, l'Académie, les universités, qui accomplissent le même rôle de conseil exercé à Paris et aux Émirats par les autres secteurs cités, et les Banques Multilatérales, qui par leur pouvoir économique en tant que financeurs assument un pouvoir décisionnel et de conseil très important.

3.4.2 - Le financement, un rôle spécifique au sein du jeu d'acteurs

Lors du Deuxième Grand Rendez-vous de l'Atelier prospectif pour la Vie robomobile, qui a eu lieu le 28 juin 2019, l'un des groupes de travail a travaillé autour

d'un scénario hypothétique dans lequel un acteur économique puissant s'adresse à une ville moyenne pour lui proposer un marché : l'entreprise s'occupe d'installer les infrastructures nécessaires pour la conduite autonome dans la ville en échange d'un accord de monopole pour développer un service de véhicules à la demande. Que devraient répondre les acteurs publics de la ville en question ? Au-delà du problème juridique que l'hypothèse du monopole poserait au sein de l'Union européenne, le dilemme pourrait s'appliquer à quasiment tous les territoires du monde : comment agir face à la puissance économique des grands acteurs industriels et du secteur du numérique ?

L'argent, l'économie, est un élément de grande importance dans le monde actuel, et le sujet qui nous occupe n'en est pas l'exception. L'économie est l'une des disciplines qui se sont fortement intéressées par les véhicules autonomes, comme on peut le voir par exemple dans les colloques du Gerpisa. Les études en économie portent généralement sur le système économique de la mobilité, plutôt depuis un point de vue du marché. Par exemple, lors du Colloque International du Gerpisa de juin 2019, Tommaso Pardi a fait une conférence très intéressante sur comment le modèle économique d'Uber dépend très fortement de leurs recherches sur la mobilité autonome. Ce sujet a globalement été abordé dans le chapitre sur la promesse 2, celle qui affirme justement que les véhicules autonomes permettront une réduction importante des coûts de la mobilité. Si ce sujet n'a pas une plus grande importance au sein de ce troisième chapitre ce n'est qu'en raison du manque d'actions concrètes, et du manque d'information sur lesdites actions. Néanmoins, il faut mentionner que la question du financement est partout : les expérimentations et les infrastructures doivent bien-sûr être payées, et même le temps de travail dédié à rédiger des stratégies ou des lois ou à faire de la recherche est un temps monétisé, puisque ces personnes perçoivent un salaire.

L'un des éléments qui caractérisent les grands acteurs industriels qui sont en train de développer la technologie pour les véhicules autonomes est leur puissance économique. En plus, depuis quelques années les acteurs privés s'intéressent de plus en plus à des sujets traditionnellement gérés par le secteur public, comme notamment la gestion urbaine avec leur approche de la *smart city*. Jean Haëntjens donne l'exemple d'un quartier de Toronto, dont la gestion a été entièrement confiée à Google via son entité Sidewalks Labs (Haëntjens, 2018). La menace présentée ci-dessus est donc bien réelle, peut-être pas sur le court terme en Europe, mais probablement dans des territoires où la puissance économique du secteur public est moindre. Celui qui a l'argent, celui qui finance, a donc une place de pouvoir au sein du jeu d'acteurs. Nous allons essayer de comprendre qui occupe principalement ce rôle dans chacun des territoires étudiés.

En France, l'état et les collectivités financent une partie très importante des coûts d'investissement et de fonctionnement de la mobilité. Il y a également une aide

importante de l'Union européenne, notamment via des projets de recherche ou à travers les fonds de cohésion. Ceci se voit par exemple dans le projet Paris Region Road 5.0 Initiative, mentionné dans le chapitre précédent, financé à 50% par la Région et à 50% par l'Union européenne. D'après les chiffres communiqués par Paul Beauvallet lors de son entretien, en 2019, dans la Région Île-de-France le budget annuel alloué à la mobilité était environ de 1'5 Milliards d'euros, dont la moitié approximative était versée à Île-de-France Mobilités pour assurer les coûts de fonctionnement et le reste était investi dans une diversité de projets, très majoritairement concernés par les transports en commun. Cependant, si les différents échelons territoriaux français ont un rôle financeur assumé et important, ils doivent de plus en plus faire appel à des financements privés à travers une diversité de mécanismes comme des concessions autoroutières ou des partenariats public-privé.

En Colombie la majorité des collectivités territoriales ont un pouvoir financier assez réduit, le poids des investissements étant largement porté par l'état. Bogota est néanmoins une exception à cela, puisqu'elle a un pouvoir économique plus important que les autres villes colombiennes et possède également une plus grande liberté décisionnelle pour le dépenser. Martín Rivera Alzate a donné quelques chiffres lors de son entretien, qui a eu lieu en 2021 : le budget global de Bogota pour la période 2020-2023 était d'environ l'équivalent à 25 000 Millions d'euros, ce qui est très au-dessus des autres collectivités colombiennes. En effet, toujours d'après Martín Rivera, le deuxième budget le plus important pour la même période est celui d'Antioquia, la région de Medellín, qui équivaldrait à moins de 5 000 Millions d'euros. C'est donc l'état central qui assume la majorité des charges dans le financement. Manuel Rodríguez expliquait que dans le transport public l'état paye environ 70% des coûts de fonctionnement, le 30% restant étant assumés par les municipalités. Face à ce manque de pouvoir économique, Lucile Boudet ajoute qu'en Amérique Latine il y a généralement peu de subventions publiques pour les transports en commun, ce qui implique que l'objectif est que les projets soient à l'équilibre économiquement.

Si les acteurs publics colombiens ne peuvent pas assumer un rôle majeur en tant que financeurs, mais des projets comme la première ligne de métro de Bogota continuent à voir le jour, quelqu'un d'autre doit occuper cette fonction. C'est le cas des banques de développement, une typologie d'acteur particulièrement importante en Colombie. L'une d'entre elles a déjà été mentionnée à des multiples reprises, car c'est celle qui a saisi le sujet des véhicules autonome : la Banque Interaméricaine de Développement (BID). Au-delà du BID, cinq autres banques de développement jouent un rôle prépondérant en Colombie : la Banque Mondiale, qui agit à l'échelle internationale, le BID et la CAF (Banque de développement d'Amérique Latine et les Caraïbes), qui agissent à l'échelle continentale, et puis trois banques nationales : Financiero Nacional de Desarrollo (FND), Bancóldex et Findeter. Leur indépendance

institutionnelle fait que ce soit très généralement ces acteurs qui s'occupent de promouvoir l'innovation et les nouvelles technologies.

Malgré la présence des banques de développement, les acteurs publics colombiens se tournent nécessairement aussi vers les acteurs privés, à travers des formules similaires à celles que l'on peut trouver en France comme le partenariat public-privé. Oliverio García Basurto évoquait justement que l'une des portes d'accès potentielles d'entrée dans le pays pour les véhicules autonomes serait que l'un des grands acteurs économiques de la région s'intéresse par la technologie, et cite comme exemple potentiel le géant pétrolier colombien Ecopetrol.

Bien évidemment, les deux chiffres présentés ci-dessus sur les budgets de la région parisienne et de Bogota respectivement ne suffisent pas du tout à faire une comparaison entre le pouvoir économique des deux métropoles. Cependant, cela donne une idée très superficielle de la puissance économique des pouvoirs publics de chaque métropole face aux grands acteurs industriels internationaux, notamment quand on lit dans la presse spécialisée les chiffres investis par le secteur privé. Par exemple, le Wall Street Journal annonçait en avril 2019 un investissement d'un milliard d'euros de la part de la banque japonaise SoftBank pour financer le pôle de recherche sur les véhicules autonomes d'Uber (Farrell, Driebusch, 17/04/2019). L'ordre de grandeur est clairement déséquilibré.

Quant aux Émirats arabes unis, leur puissance économique est bien plus importante que celle des deux autres territoires étudiés. Il est important de préciser que la majorité du pétrole du pays se trouve dans l'émirat d'Abou Dhabi, et que l'économie de Dubaï ne repose plus sur ses réserves pétrolières. Pourtant, malgré l'absence de pétrole, "Dubaï a échappé à la pauvreté en adoptant la stratégie de Singapour et en devenant le principal centre du commerce, des finances et des loisirs dans le Golfe." (Davis, 2007, p. 19) En effet, Mike Davis explique dans son ouvrage sur la métropole émirienne que vers 2010 la totalité du PIB de Dubaï proviendrait d'activités non-liées au pétrole³¹. Quoi qu'il en soit, les acteurs publics émiriens, autant à Abou Dhabi qu'à Dubaï, ont une capacité financière très importante. S'ils font régulièrement appel à des acteurs privés ce n'est pas en raison de problèmes de financement mais, comme c'était évoqué plus tôt, en raison du manque d'expertise en interne sur certains sujets, ainsi qu'une volonté affichée d'ouverture à l'international.

En métropole parisienne la majorité des financements qui ont été réalisés pour le développement des véhicules autonomes (expérimentations, adaptations d'infrastructures ou autres) ont eu lieu avec de l'argent public issu des différents échelons territoriaux, depuis l'Europe aux communes. À Bogota, la seule expérimentation qui a été envisagée devait être financée par le BID, et ce sont les banques de développement qui prendraient sûrement en charge les premiers

³¹ Le texte de Mike Davis a été écrit en 2006. Il s'agit donc d'une prédiction.

développements de véhicules autonomes, même si la première recherche sur le sujet a eu lieu dans une université publique. Dans les Émirats arabes unis, le financement du développement des véhicules autonomes dans le pays a été fait avec de l'argent public, dans certains cas directement à travers le financement de la collectivité, comme la RTA de Dubaï, et dans d'autres cas à travers des entreprises publiques, comme c'est le cas de Masdar, à Abou Dhabi. Si l'on reprend les prédictions des discours majoritaires, que l'on a pu découvrir précédemment, les véhicules autonomes changeraient l'équilibre budgétaire de la mobilité. Les coûts de fonctionnement pourraient diminuer, tandis que les coûts d'investissement augmenteraient. Le pouvoir relatif des différents acteurs impliqués dans le financement de la mobilité changerait donc également.

Investir de l'argent implique toujours un certain risque, puisque nous ne pouvons jamais savoir ce que le futur impliquera pour l'investissement en question. Plus l'investissement est grand, plus le risque est difficile à prendre. Également, plus l'objet dans lequel on a investi est incertain, plus le risque est élevé. Les véhicules autonomes se retrouvent justement au croisement entre ces deux points : le besoin en termes de financement pour adapter les infrastructures et fabriquer les véhicules est énorme, et en même temps il est impossible de savoir aujourd'hui si cet investissement sera rentable un jour, puisque la technologie des véhicules autonomes reste aujourd'hui incertaine. La décision entre le risque et la prudence est très difficile à prendre. La solution est l'expérimentation, car celle-ci permet d'investir peu d'argent pour tester une solution potentielle, et dans le cas où cette solution marcherait on pourrait continuer à investir. Au final, la décision à prendre échappe du simple calcul mathématique pour aller sur des questions comme la visibilité, l'importance politique ou la capacité à assumer des risques. Ce qui marque le niveau d'investissement est finalement le facteur humain.

3.4.3 - L'humain au cœur du système décisionnel

Lorsque l'on se demande qui fait quoi, il est important de ne pas s'arrêter seulement à l'échelle de l'institution, publique ou privée, mais d'étudier concrètement le profil des personnes qui s'en occupent. L'importance du facteur humain est souvent sous-estimée. Avoir un cadre légal fort et des moyens financiers sont des conditions majeures pour pouvoir agir et avoir le contrôle, mais qui ne servent pas à grande chose si elles sont mal employées. Combien de mauvaises décisions ont été prises par simple méconnaissance ou en raison d'une mauvaise information ? Avoir des personnes compétentes et informées est essentiel pour le bon développement des véhicules autonomes, ou de tout autre sujet. Déjà en 1965 François Choay mettait l'accent sur le facteur humain dans les actions urbaines quand elle écrivait : "Qui élabore aujourd'hui les villes nouvelles et les ensembles d'habitation ? Des organismes de financement

(étatiques, semi-étatiques, ou privés), dirigés par des techniciens de la construction, ingénieurs et architectes. Ensemble, arbitrairement, ils créent leur langage propre, leur 'logotechnique'. Les groupes de décision étant étroitement spécialisés, leur langage a un contenu, un champ de signification restreint. Au niveau de l'expression -des signifiants-, il se caractérise par sa pauvreté lexicographique et sa syntaxe rudimentaire" (Choay, 1965, p. 79) Quarante années plus tard, Marc Wiel parlait dans une conférence sur l'opposition entre ville et mobilité, mettant l'accent principalement sur les métiers et les personnes qui les exercent (Wiel, 2005).

L'échelle de l'humain dans la prise de décisions a principalement été abordée dans les entretiens colombiens, où ils expliquaient que si la question des véhicules autonomes n'a quasiment aucune présence à Bogota c'est dû à l'absence de quelqu'un qui se soit saisi du sujet. Lina Quiñones expliquait par exemple que pendant ses années de travail à la Mairie de Bogota dans le service de planification stratégique la quantité de travail était tellement grande qu'ils avaient en permanence des tâches en cours qui les empêchaient de se pencher sur des sujets extérieurs. Parallèlement, Felipe Azcárate expliquait être la seule personne au sein du Ministère de Planification et du Ministère de Transports à avoir réfléchi au sujet.

La question des métiers et des entre-sois potentiels abordée par Françoise Choay puis par Marc Wiel dans les citations ci-dessus, est également un problème actuel qui affecte le jeu d'acteurs. Au final, le langage propre à un métier fait que l'on communique plus facilement avec quelqu'un qui exerce le même métier, tandis qu'on a plus de mal à communiquer avec des métiers éloignés, surtout quand il existe une différence sociale. À ce propos, Alan Perkins expliquait qu'à Abou Dhabi la grande majorité des professionnels de la municipalité et des entreprises de conseil étaient des ingénieurs, ce qui était problématique au moment de prendre en compte des facteurs plus sociaux que les ingénieurs n'ont pas l'habitude d'aborder.

Au final, le facteur humain est à l'origine de nombreuses décisions. Dans le cas des véhicules autonomes, c'est intérêt personnel que certaines personnes ont porté sur le sujet qui a impulsé le sujet. Par exemple, dans la Mairie de Paris c'est Jean-Louis Missika, adjoint à l'urbanisme entre 2014 et 2020, qui a fortement porté le sujet, ayant même co-écrit un ouvrage sur les véhicules autonomes. Un autre exemple est la création de l'Atelier prospectif pour la vie robomobile, porté par Louis Fernique et Arantxa Julien, dont l'activité s'est fortement essouffée après leur départ. Ce ne sont que deux exemples d'un phénomène très commun. Les amitiés et les rivalités entre individus peuvent également marquer des collaborations ou, au contraire, l'absence de collaboration entre institutions. Le facteur humain est difficile à saisir mais marque fortement le développement des véhicules autonomes.

3.4.4 - Comment les véhicules autonomes changeront-ils les jeux d'acteurs ?

Le système d'acteurs d'une métropole, même si l'on ne regarde que ceux en lien avec la mobilité, est très complexe. Ils sont nombreux, issus de sphères publiques et privées, et ils ont des moyens, des outils et surtout des objectifs différents. De plus, l'image n'est pas figée. Il existe un équilibre mouvant entre les différents acteurs métropolitains, rempli d'interactions et interdépendances. Tout nouvel entrant dans le système, tout déséquilibre, peut potentiellement engendrer un bouleversement du système. Les véhicules autonomes constituent déjà une perturbation dans le système, et pourraient devenir un élément fortement transformateur.

La question ci-dessus a donc deux niveaux de réponse. Premièrement, nous nous pencherons sur les changements qui sont déjà intervenus, sur les transformations du jeu d'acteurs qui sont déjà survenues en raison de l'émergence des discours, ainsi que des premières actions. Deuxièmement, un point prospectif sera fait pour analyser rapidement les changements futurs qui pourraient arriver suite au déploiement des véhicules autonomes.

3.4.4.1 – Des changements déjà effectifs

Les principaux changements du jeu d'acteurs autour des véhicules autonomes qui ont déjà eu lieu sont liés aux ressources qui y ont été consacrées. Cela est le cas sur l'ensemble des territoires étudiés. Les actions déjà vues, comme le financement d'expérimentations ou la création de documents réglementaires, ont une influence sur le jeu d'acteurs : qui s'occupe de gérer ces actions, qui intervient avec sa force de travail, qui assume les responsabilités, qui dépense de l'argent sur le projet. Les fonctions de certaines personnes changent pour se rapprocher du nouveau sujet, certains postes sont créés. Les choix de financement varient, l'argent dédié aux véhicules autonomes n'étant pas versé à d'autres thématiques. Les rapports de force entre collectivités territoriales ou entre services de la même collectivité peuvent ainsi varier. Ceci est le cas également dans les autres secteurs : une entreprise spécialisée dans les véhicules autonomes se développera et gagnera en importance, ou alors l'inverse, en fonction du niveau d'intérêt soulevé par la question, auprès du grand public mais surtout auprès de ceux prêts à payer pour leurs services. Ainsi, comme cela a déjà été vu, des entreprises comme Navya ont eu une très grande influence au niveau mondial pour finalement avoir des problèmes économiques. Le milieu de la recherche dépend également en grande partie des effets de mode et des pics d'intérêt pour la quête de financements, et la hausse puis la baisse d'intérêt sur le sujet des véhicules autonomes a eu un impact sur ce milieu, comme le montre la création, puis la clôture de l'Atelier Prospectif Vie Robomobile. D'une manière ou d'une autre, les différentes actions réalisées sur les véhicules autonomes ont changé les rapports entre acteurs, rapprochant certains et éloignant d'autres, augmentant ou diminuant leur importance politique, économique ou sociale.

Jusqu'ici il a été question de jeux d'acteurs subtils, parfois même de l'ordre de l'inter-personnel. Cependant, mener des actions en faveur des véhicules autonomes constitue une préparation pour des changements plus importants. En effet, lorsqu'un territoire ou un acteur en particulier au sein de ce territoire investit ses ressources sur cette thématique, il est en train de faire un pari. Si au final les véhicules autonomes se développent et se généralisent, ces acteurs auront une longueur d'avance sur leurs potentiels concurrents. Ceci est de l'ordre de l'évidence quand on pense au secteur industriel : le pari réalisé par des entreprises comme Google ou Uber pour le développement des véhicules autonomes et leurs bénéfices potentiels ont déjà été expliqués. Les réactions que ce pari a provoquées sur d'autres entreprises comme les industries de l'automobile traditionnelles est également déjà connu. Cependant, du point de vue territorial ou du jeu d'acteurs publics les enjeux sont similaires : si Dubaï a autant misé sur les véhicules autonomes est en grande partie pour un enjeu de concurrence territoriale à l'échelle mondiale. À son échelle, le pari pour le développement de véhicules autonomes d'une ville moyenne comme Rouen lui donne également déjà une image de ville innovante et attractive, mais si la technologie se généralise Rouen aurait une avance importante par rapport à d'autres villes moyennes européennes.

Les véhicules autonomes s'inscrivent enfin dans un contexte de changement du système d'acteurs plus large, en lien avec la technologisation de nos villes. Dans un article de 2017 dans la revue *Urbanisme* on peut lire que "Le glissement serviciel des services urbains entraîne un brouillage de la frontière entre secteur public et secteur privé. L'acteur public n'a plus le monopole sur le financement des services et leur définition. On le voit sur le passage de la gestion des transports urbains à la mobilité *as a service*, avec l'intégration de nouveaux acteurs comme Uber, Waze ou Gobee Bike." (Baraud-Serfati, Fourchi, Rio, 2017, p. 40) On voit donc en général depuis quelques années une montée en puissance des acteurs privés, notamment ceux liés aux nouvelles technologies, au détriment des acteurs publics traditionnels : "La perspective d'un effacement progressif de la démocratie locale au profit d'entreprises fondant leur légitimité sur leur capacité à traiter des quantités massives de données est donc clairement posée" (Haëntjens, 2018, p. 12)

3.4.4.2 – Des transformations à venir

Les véhicules autonomes apportent un certain nombre de caractéristiques spécifiques qui auraient potentiellement des effets concrets, au-delà du glissement annoncé vers le secteur privé. Premièrement, il y aurait la question déjà abordée de l'emploi : l'arrivée des véhicules autonomes impliquerait la destruction de nombreux emplois en lien avec la conduite, mais également la création de certains nouveaux emplois, notamment ceux en lien avec la supervision. De plus, certains métiers

évolueraient, comme ce serait le cas de l'entretien et la réparation des véhicules. Les conséquences de ces changements seraient multiples. Enfin, il y aurait potentiellement des changements plus structurels.

La destruction massive d'emploi n'est jamais anodine dans une société, même quand celle-ci se fait de manière à peu près contrôlée. Cependant, le secteur de la conduite a une spécificité par rapport à d'autres secteurs : sa forte capacité de mobilisation et de blocage. Les exemples sont multiples : les grèves de transports survenues en France depuis 2019 suite à la réforme des retraites annoncée par le gouvernement n'est que le dernier exemple. Avant cela, d'autres grandes mobilisations ont eu lieu dans le monde, comme des blocages de villes par les chauffeurs de taxi pour protester contre l'arrivée d'Uber ou encore les grandes grèves organisées à Bogota par les chauffeurs de bus pour protester contre la mise en place du Transmilenio. De plus, cette forte capacité de blocage attribue au secteur des transports un pouvoir syndical et politique très important, avec un grand pouvoir de négociation. Juan Pablo Beltrán parle par exemple dans son entretien sur le poids politique en Colombie du secteur du transport de marchandises. Il explique que les transporteurs refusent de travailler pendant la nuit, ce qui a pour conséquence la présence de gros poids-lourds en centre ville pendant la journée, ce qui contribue à charger davantage un réseau routier déjà surchargé et souvent embouteillé.

La destruction de l'emploi impliquerait donc probablement, d'un côté, une réaction politique et sociale importante de la part des chauffeurs. Néanmoins, l'autre changement majeur, cette fois-ci sur le long terme, serait la suppression d'un acteur syndical et politique majeur, ce qui aurait des conséquences majeures dans la prise de décisions sur le secteur du transport. En effet, il n'y aurait plus à négocier avec des lobbys et des syndicats puissants, il n'y aurait plus à faire face au mécontentement d'un secteur très visible de la population. Dorénavant, les négociations dans la prise de décisions sur le secteur des transports se feraient avec un groupe réduit de grandes entreprises internationales dont le pouvoir économique dépasserait sûrement largement celui de la collectivité en question.

Quant à la création des nouveaux emplois liés à la conduite autonome, le plus marquant serait sans doute celui de la supervision, abordée dans son entretien par Véronique Berthault. Si les réseaux de transport en commun ou de robotaxis se développent, les superviseurs deviendraient un secteur d'emploi important, puisque chacun d'entre eux ne pourrait superviser qu'un nombre limité de véhicules. Ainsi, la première question qui se poserait serait quel acteur assumerait cette responsabilité : le gestionnaire des infrastructures, l'autorité organisatrice des transports, le gestionnaire des réseaux, le fournisseur des véhicules ? D'après Jochen Monstadt et Olivier Coutard, l'émergence des nouvelles technologies, avec des nouveaux objets connectés et des nouvelles formes de gouvernance, pourrait donner lieu à un métier

de supervision des systèmes métropolitains en général et non seulement les véhicules autonomes (Coutard, Monstadt, 2019)

Au-delà de la question de l'emploi, les véhicules autonomes ont le potentiel de transformer profondément le système d'acteurs de par la nécessité d'interaction qu'ils imposent entre des secteurs qui aujourd'hui se parlent peu. Stéphane Levesque, de l'Union Routière de France, évoque ceci dans son entretien. Cyril Baligand et Didier Boudon, de l'entreprise Egis, apportent un exemple concret : celui de l'intégration du véhicule dans son environnement. En effet, d'après eux, les fournisseurs des véhicules se limitent aujourd'hui à délivrer un véhicule fonctionnel, et les gestionnaires des infrastructures s'occupent de fournir une infrastructure adaptée. Cependant, l'intégration du véhicule avec l'infrastructure n'est pas toujours simple et un intermédiaire qui s'occuperait de gérer cette intégration s'avère parfois nécessaire. L'entreprise Egis, qu'ils représentent, accomplit ce rôle. Il faut signaler qu'il ne s'agit pas d'un nouveau métier en lui-même, puisqu'il existe déjà depuis longtemps dans le secteur des transports ferrés. Cependant, le transport routier actuel n'a pas besoin d'une telle tâche. Cela pourrait changer avec l'arrivée des véhicules, où le lien entre le véhicule et l'infrastructure sera bien plus complexe.

Les véhicules autonomes impliqueront donc sûrement des changements importants dans les liens entre collectivités publiques et entreprises privées, entre fournisseurs de véhicules et gestionnaires des infrastructures, ou encore entre autorités organisatrices des transports et gestionnaires de la voirie. Plus largement, les véhicules autonomes impliqueront, impliquent déjà, un chamboulement dans l'équilibre du système d'acteurs métropolitain autour de la mobilité. Ainsi, les différents acteurs du système chercheront à la fois à améliorer leur capacité d'influence et leur pouvoir, tout en veillant à ne pas perdre de l'importance au profit d'autres acteurs qui auraient des objectifs similaires. Le discours énoncé par Jean-Louis Missika en 2018, déjà étudié, où il revendiquait l'importance des véhicules autonomes au détriment du Grand Paris Express, peut être lu comme une manœuvre politique parmi tant d'autres dans la rivalité historique qui oppose la ville de Paris à la Région Île-de-France. Cette rivalité est visible également au sein des discours entendus pendant les entretiens franciliens, où certains acteurs revendiquent l'indépendance des communes pour gérer leur espace public, tandis que d'autres expriment leur souhait de voir l'échelon régional assumer la compétence de la gestion de la voirie. Ces rivalités ont un poids moins important dans les Émirats arabes unis, où le pouvoir est très centralisé.

CONCLUSIONS

Comment les véhicules autonomes transforment les territoires avant même leur déploiement et leur présence sur le marché ? Comment les villes se préparent-elles à l'arrivée probable des véhicules autonomes ? Ce furent les questions posées en introduction de cette thèse. Tout au long des environ trois cent pages précédentes, le sujet a été traité en détail pour chercher des réponses et les comprendre, mais l'idée générale est relativement simple. Il y a d'abord un petit groupe de grands acteurs économiques qui annoncent leurs recherches sur les véhicules autonomes. Ces annonces ont été très vite accompagnées de la construction d'un discours sur l'objet, et qui plus est, d'un discours fortement utopique et rempli de promesses de changement. Face aux annonces, et donc à ce discours qui les complète, une grande quantité d'acteurs sont obligés de réagir. Certains dans l'objectif de profiter de la vague et d'autres pour défendre leurs intérêts. Les acteurs territoriaux ne font pas exception : certains voient les véhicules autonomes comme une opportunité de prospérité – pour la métropole, pour la collectivité, pour l'individu – mais parfois ils sont aussi vus comme une menace face à laquelle il faut se défendre.

Face à cela, les acteurs métropolitains réagissent. Alors, la première étape est de se renseigner et d'apprendre. Ceci est une action en elle-même, puisque la collectivité ou l'institution en question est en train de consacrer des ressources au sujet sous la forme d'un temps de travail qui lui est dédié. Pour se renseigner davantage, des études sont menées, des enquêtes sont réalisées, des événements organisés et, bien sûr, des expérimentations sont accueillies. Deux outils ressortent par-dessus les autres en ce qui concerne le contrôle vis-à-vis de ce nouvel objet technologique que sont les véhicules autonomes : la réglementation et la gestion de l'infrastructure. Ces deux aspects sont donc ceux qui concentrent la majorité des actions réalisées, avec tout de même une prépondérance du cadre réglementaire car l'adaptation des infrastructures est coûteuse et implique donc un risque important.

Les hypothèses de départ se confirment mais avec certaines nuances. En effet, le nombre d'actions concrètes réalisées est moins important que ce qui était prévu avant le début des recherches. C'est pour cette raison que les discours prennent un poids plus important dans l'analyse. Il s'agit d'une matière d'étude instable, changeante, parfois floue et très peu engageante pour les acteurs, qui peuvent très bien tenir un discours puis s'en éloigner au moment d'engager les actions. Cependant, les discours cumulés et analysés donnent une idée assez précise des intentions, des projections, des objectifs ou des priorités.

Il y a eu tout de même beaucoup d'actions menées dans les territoires étudiés, bien qu'inégalement réparties entre les trois. Néanmoins, le calcul du risque et la retenue sont très clairement présents dans la prise de décisions : la grande majorité

des actions réalisées par les acteurs publics sont peu engageantes, prudentes. Ceci est certainement dû à la baisse importante d'intérêt médiatique soulevé par les véhicules autonomes depuis le début de ces recherches en 2018, ainsi qu'à un bouleversement dans les priorités suite à la crise sanitaire du COVID-19. Ces changements ont été indiqués par Thi-Hoa Mastalerz et Sandrine Salaün lors du dernier entretien réalisé, en juin 2022, et furent observés lors de l'annulation de l'expérimentation d'une navette autonome qui devait avoir lieu à Bogota en 2020.

Pourtant la baisse relative de l'intérêt des acteurs publics ne concerne quasiment pas les principaux acteurs privés. Si certains d'entre eux se désengageaient publiquement de la course pour le véhicule autonome en 2018 et 2019, la plupart d'entre eux ont continué le développement de la technologie, comme en attestent différents exemples. Il y a d'abord l'expérimentation de navettes autonomes à Vincennes qui, loin d'être arrêtée, a été renouvelée et complexifiée en 2021 (Commeau, 2021, p. 5). Les bus autonomes, qui n'étaient même pas envisagés en 2018 d'après la majorité des entretiens, et qui sont aujourd'hui une réalité, avec des expérimentations en Écosse (Corot, 25/04/2022), et la troisième édition du Dubai World Challenge for Self-Driving Transport portant sur le sujet (RTA, 12/07/2023). Si certains acteurs privés importants comme Navya ont trouvé récemment des problèmes économiques (Poitiers, 20/04/2023), d'autres continuent à investir massivement, que ce soit les grands acteurs du numérique (Confrère, 17/06/2021) ou les grands constructeurs automobiles (Corot, 05/02/2021), au-delà d'un marché chinois peu étudié depuis l'Europe mais qui continue de se développer très rapidement. Ce sera donc très intéressant de regarder l'évolution de ces problématiques dans les prochaines années, puisque malgré les changements qui ont eu lieu ces cinq dernières années la question qui avait été posée en 2018 demeure d'actualité.

Quelques enseignements

Tout au long de la recherche, des résultats sont venus confirmer des hypothèses ou des intuitions. D'autres ont été plus inattendus, plus surprenants. Dans le cadre de cette conclusion, nous voulions donc revenir sur les principaux enseignements de cette thèse. L'ordre de présentation ne correspond pas à l'importance des points.

A) Le véhicule autonome en tant qu'outil ou levier pour atteindre d'autres objectifs du territoire

Ce premier point est sûrement celui qui est le plus souvent ressorti dans les entretiens et la bibliographie : le véhicule autonome n'est pas vu comme une fin en soi, mais comme un outil, voire un levier pour atteindre d'autres objectifs du territoire.

C'est l'objet du chapitre 2.4.2, qui aborde directement cette question : on peut y lire des exemples concrets et des témoignages extraits des entretiens. L'idée principale est que les acteurs territoriaux sont logiquement occupés et préoccupés par les problèmes et les enjeux des villes du présent, et que par conséquent le véhicule autonome présente une opportunité pour résoudre ces problèmes. Le deuxième rapport piloté par la MACIF et le Movin'On Lab donne quelques exemples très clairs sur ce phénomène : "Les véhicules autonomes représentent d'abord un 'aiguillon' important pour favoriser la mobilité collective et partagée comme alternative à l'autosolisme [...] Les véhicules autonomes ont également un rôle à jouer pour encourager une mobilité de proximité et l'intermodalité." (Bernard et al., 2022, p. 40)

Il est important de préciser que lorsque l'on parle d'"autres objectifs du territoire" il s'agit d'objectifs immédiats, concrets et territorialisés, ceux qui occupent le quotidien des acteurs territoriaux, puisque bien évidemment tout acteur a toujours un objectif derrière un investissement. Par exemple, si Google ou Toyota investissent dans le développement des véhicules autonomes c'est dans un objectif de croissance économique de l'entreprise.

Cependant, on observe que cette vision du véhicule autonome en tant qu'outil ou levier n'est pas présente dans la totalité des discours, puisque certains acteurs, notamment les acteurs industriels ou les plus influencés par le discours industriel, mettent davantage en avant d'autres raisonnements. Les arguments industriels et économiques ont beaucoup de force, ainsi que les arguments en lien avec la visibilité et le marketing territorial. Aussi, l'utopie technologiste de la *smart city* inclue souvent les véhicules autonomes, ceux-ci étant dans ce cas une pièce de plus d'une vision à long terme.

On pourrait préciser que quand les différents acteurs pensent au véhicule autonome en tant qu'outil ou en tant que levier, généralement ils ne pensent pas au véhicule individuel privé mais aux autres modes. Comme le disait Germán Lleras en 2006, et donc avant les véhicules autonomes, "el vehículo privado no es considerado un medio para mejorar la movilidad ni la accesibilidad." (Lleras, 2006, p. 108) Ce rôle est généralement attribué au transport public ou, en moindre mesure, aux transports à la demande, et l'arrivée du véhicule autonome s'inscrit dans cette démarche.

B) Des différences territoriales : l'importance de l'industrie

Malgré un discours global très puissant, on peut trouver des différences importantes dans la vision des véhicules autonomes entre les différents territoires étudiés. Au-delà des différences dans la manière d'appréhender les promesses, ce qui a été étudié au sein du chapitre 2.4.1, un critère de différenciation ressort indéniablement : celui de la présence d'industrie automobile sur le territoire. Ainsi, les

territoires avec une industrie automobile ont un regard sur les véhicules autonomes très différent aux territoires où il n'y a pas d'industrie automobile. Ce fut observable dans les discours, mais également et surtout dans les actions entreprises par chaque territoire. Ce constat se confirme lorsque l'on s'intéresse à d'autres territoires au-delà des trois étudiés ici.

Pour les territoires dans lesquels il y a de l'industrie automobile il y a des intérêts en lien avec le développement de l'industrie en elle-même, comme l'emploi, les impôts ou le dynamisme du territoire. Parmi les territoires étudiés, l'industrie automobile n'est présente qu'en Île-de-France. Les autres territoires étudiés, Bogota (Colombie) et Abou Dhabi et Dubaï aux Émirats arabes unis, n'ont pas d'industrie automobile³². María Isabel Martínez Chaparro explique que la non présence d'industrie automobile en Colombie est problématique : "La no producción de automóviles en Colombia, es una de las causas de su dependencia económica con respecto a los países altamente industrializados que sí los producen." (Martínez, 2016, p. 400)

Cependant, il est curieux de constater que la ville de Paris se rapproche dans ses objectifs des territoires non industrialisés, car en effet l'industrie automobile francilienne se trouve en dehors de la commune de Paris. Lorsque l'on regarde à l'échelle du monde, on se rend compte que les principaux pays impliqués aujourd'hui dans le développement des véhicules autonomes possèdent sur leur territoire une industrie automobile forte, comme c'est le cas des États-Unis, du Japon, de la Corée du Sud, le Royaume Uni, la Chine ou encore l'Allemagne. Cependant, des pays économiquement très importants mais sans une industrie automobile forte sont beaucoup moins impliqués dans le sujet. Jean-Pierre Orfeuill et Yann Leriche expliquent ce phénomène dans leur ouvrage : "L'importance des enjeux de compétitivité industrielle amène les gouvernements des pays qui ont un constructeur national à apporter tout leur soutien au développement de la filière, sans se perdre en réflexions sur le sens des transformations que le VA suscitera dans la vie des gens et des territoires." (Orfeuill, Leriche, 2019, p. 235) Dans leur ouvrage, Jean-Louis Missika et Pierre Musseau reviennent également sur la question, mettant l'accent en particulier sur les emplois à haute valeur ajoutée et le risque de désertion du continent européen dans le cas où les entreprises automobiles européennes perdaient la course au développement des véhicules autonomes (Missika, Musseau, 2018, p. 47-48)

Le cas français est emblématique : comme vu dans le chapitre 3.1 sur le cadre réglementaire, les premiers documents stratégiques et juridiques du pays concernant les véhicules autonomes visaient le développement de la filière automobile. Encore aujourd'hui, le cadre réglementaire a une portée industrielle très importante. Dans le

³² Il est important de préciser qu'en Colombie il y a des entreprises chargées de la fabrication de certaines pièces, ainsi que du montage de véhicules. Cependant, ces entreprises ne développent pas le véhicule et n'auraient à priori aucun bénéfice en particulier s'il y avait un changement technologique dans les véhicules fabriqués. Le même phénomène se retrouve dans des nombreux autres pays sans présence d'industries automobiles, comme l'Espagne ou l'Australie.

chapitre 3.4 sur le jeu d'acteurs, il est mentionné un discours du président français en 2020 où il parle justement de l'importance de renforcer la filière automobile française par le développement de la recherche sur les véhicules autonomes (entre autres points). La région Île-de-France a également affiché une volonté de développement industriel, que ce soit dans les entretiens réalisés auprès d'acteurs concernés que par les actions entreprises comme le financement d'expérimentations.

Si le cas français est intéressant, celui de la Corée du Sud est encore plus explicitement axé sur le développement industriel. Ki Jeehoon explique dans son rapport que le gouvernement coréen est très clair dans ses objectifs : "the Korean government's AV policy has been established mainly for economic growth and industrial development" (Jeehoon, 2020, p. 29). Lors d'une conférence organisée par le Gerpisa en 2019, Ki Jeehoon expliquait aussi que le gouvernement coréen avait construit un circuit dédié spécifiquement à tester des véhicules autonomes. Paradoxalement, ce circuit incluait des ronds-points, alors que cette forme routière n'existe pas dans le pays. Il s'agit d'un excellent exemple de la volonté d'exportation des produits industriels.

C) Des différences territoriales : l'importance de l'image et le marketing

Si l'importance de la présence d'une industrie automobile forte dans la volonté de développement de véhicules de la part des autorités publiques a été prouvée, certaines exceptions importantes ressortent. Sur les territoires étudiés, la ville de Paris et l'émirat de Dubaï ont également investi fortement la question des véhicules autonomes. En dehors des territoires étudiés le meilleur exemple reste celui de Singapour. Il s'agit dans tous les cas de territoires sans industrie automobile qui, pourtant, se sont saisis du sujet des véhicules autonomes. Pour quoi faire ?

L'une des réponses (mais non pas la seule, c'est important de le préciser) c'est l'image, le marketing territorial. En effet, en tant que technologie de pointe, le véhicule autonome renvoie une image évidente de modernité. En plus, la possibilité d'être un territoire pionnier sur un tel sujet donnerait une immense visibilité. De plus, le fait que les véhicules autonomes aient bénéficié d'un discours médiatique très positif, comme vu dans le chapitre 2.2.2, renforce davantage l'intérêt des territoires à investir le sujet. À son tour, le fait d'être perçu comme un territoire moderne et innovant peut attirer des touristes, mais surtout des entreprises et des investissements étrangers. D'après Hélène Reigner et Frédérique Hernandez, il s'agit d'un phénomène très commun : "les villes françaises [...] sont plus que jamais soumises à l'impératif de compétition urbaine. Dans ce contexte, l'objectif central des politiques urbaines serait de renforcer l'attractivité territoriale" (Hernandez, Reigner, 2014, p. 285)

La question de l'image a une importance particulière dans les Émirats arabes unis. Étant un pays très jeune, dont l'image est traditionnellement très attachée à l'industrie pétrolière et à la région du Golfe, ils ont une volonté très forte de renvoyer une image de modernité et d'innovation. L'*UAE National Innovation Strategy* exprime cette volonté très clairement : "Since its inception in 1971, the United Arab Emirates has constantly been distinguished as an icon for innovation and creativity, enhancing its social and economic status and transforming into a primary destination for talents and businesses in record time." (NIS, 2015, p. 6) L'importance de l'image dans le pays, et plus particulièrement à Dubaï, se remarque très clairement dans les actions, comme en atteste la construction du Burj Khalifa, la tour la plus haute du monde, devenu un emblème symbolique de la métropole. Frank Tétart parle également de l'importance de l'image territoriale dans le développement de Dubaï : "En l'espace d'une décennie, la ville moderne à l'aspect futuriste – véritable Métropolis du XXI^{ème} siècle – est en effet devenue une destination touristique en vogue et qui fait de ce secteur un moteur de sa diversification économique [...] en se fondant sur ses atouts réels (la mer, le soleil, le désert, le shopping, la capacité hôtelière) et en créant de toutes pièces le 'produit' Dubaï avec son décor artificiel." (Tétart, 2017, p. 152-153) La diversification économique du pays est en effet un point essentiel dans leur stratégie, et cela passe également par l'image renvoyée : "This Science, Technology and Innovation (STI) policy, adopted by His Highness Sheikh Khalifa bin Zayed Al Nahyan, President of the UAE, is a turning point in the country's march towards progress, economic diversification and prosperity, and aims mainly to prepare the UAE for a post oil world." (STI, 2015, p. 3) Dans le cas spécifique d'Abou Dhabi, la construction de Masdar City a été également une manière de changer l'image de l'émirat : planifiée par l'un des architectes les plus connus du moment (Norman Foster) pour être un exemple de la ville du futur, écologique et hautement technologique, et grâce à cette image de durabilité accueillir le siège de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables.

Si les Émirats arabes unis donnent une place particulière à la question de l'image internationale dans leurs stratégies et leurs discours, les autres territoires étudiés sont tout aussi conscients de l'importance de l'image. Cependant, étant des villes et des pays avec des histoires très longues et établies, changer l'image est plus compliqué. La ville de Paris, connue mondialement pour son patrimoine et son histoire, cherche à moderniser son image avec des initiatives comme l'organisation des Jeux Olympiques en 2024. Quant à la Colombie, les acteurs locaux y sont très conscients de l'image du pays à l'international. En effet, des expressions comme "pays en développement" ont été utilisées par les acteurs interviewés, et l'histoire récente d'insécurité et de violence a été abordée dans certains entretiens. Des initiatives pionnières comme la création du Transmilenio à Bogota ou le téléphérique urbain à Medellin contribuent au changement d'image rapide du pays. Dans les deux cas les véhicules autonomes

pourraient jouer un rôle important dans le changement d'image, même si cela n'a pas été évoqué d'une manière aussi directe que dans les Émirats arabes unis.

D) Au-delà du contexte territorial, des différences en fonction de l'individu et son profil

Nous avons déjà évoqué le fait que le contexte territorial vient influencer le discours des acteurs, qui s'écartent donc du discours global pour prendre en compte les caractéristiques du territoire qu'ils représentent. Cependant, le territoire n'est pas le seul élément de contexte qui influence les discours des acteurs pour s'éloigner du discours global. En effet, le profil de la personne, le poste occupé ou l'institution représentée viennent également influencer le discours.

Dans les trois territoires étudiés il y a eu des disparités importantes entre les discours recueillis. On pourrait penser que l'influence du discours global et des contextes territoriaux suffiraient à donner lieu à une certaine homogénéité dans les discours dans chaque territoire, et ceci est vrai jusqu'à un certain point. Par exemple, il est indéniable que les ingénieurs interviewés ont une plus forte tendance à avoir confiance en la technologie et ont généralement un discours plus optimiste que les autres acteurs interviewés, et ce dans les trois territoires étudiés. De la même manière, les acteurs travaillant directement pour une collectivité ont eu tendance dans leurs réponses à se concentrer sur les problèmes territoriaux du moment et sur des questions beaucoup plus concrètes, ce qui a nourri la recherche d'exemples pertinents couplés d'un pragmatisme très intéressant. Par contre, les acteurs travaillant dans l'aide à la décision avaient pour la plupart une vision plus globale, d'ensemble, ce qui a permis d'apporter à la recherche une approche plus stratégique du sujet et, souvent, les points de vue recueillis les plus originaux venaient de cette catégorie d'acteur. Pourtant, comme vu dans le chapitre 3.4, l'aide à la décision vient d'organismes très différents dans chaque territoire étudié, tantôt des agences publiques, tantôt des entreprises privées, tantôt les universités, mais la vision holistique reste commune. Bien évidemment, les généralisations ci-dessus ne sont que des tendances et il y a toujours des exceptions. Il n'est pas moins vrai qu'il est intéressant d'observer comment les caractéristiques professionnelles créent parfois des constantes plus fortes que les contextes territoriaux.

E) Le véhicule autonome : de l'objet technologique au symbole de modernité

Lorsque l'on s'intéresse aux caractéristiques techniques des véhicules autonomes et à la définition concrète de cette technologie, comme cela a été fait dans le chapitre 1.2, on observe un certain décalage entre l'objet lui-même et le symbole qu'il véhicule. Au sein des chapitres des huit promesses, un effort a été fait pour différencier ce que la technologie même des véhicules autonomes pourrait apporter et

ce qui se dit qu'elle apportera. Au final, la technologie de l'autonomie en elle-même n'est pas un bouleversement si grand. Pourtant, on lui accorde souvent une valeur symbolique très forte. Pourquoi existe-il une telle distance entre l'objet véhicule autonome et la symbolique qu'il dégage ?

L'une des confusions qui a été remarquée est l'utilisation de promesses secondaires comme s'il s'agissait de promesses primaires. Comme expliqué dans le chapitre sur la classification des promesses, certaines d'entre elles dépendent directement de l'autonomie du véhicule, comme c'est le cas par exemple de la réduction des coûts de fonctionnement pour les transports où la conduite est professionnelle (taxis, livraison ou transports en commun, par exemple). Cependant, d'autres promesses, cependant, sont des conséquences indirectes de l'autonomie et dépendent plutôt d'une autre promesse qui, elle, est directe. Par exemple, l'élargissement des réseaux de transport en commun vers des territoires à faible densité de population est une promesse secondaire car au final cet élargissement des réseaux dépend principalement de la réduction des coûts de la mobilité, et non pas de la présence ou non d'un conducteur. Pourtant, les discours sur les véhicules autonomes ont tellement insisté sur cet élargissement des réseaux que dans certains cas on perd la référence à la promesse de la réduction des coûts. Cela a été le cas dans certains discours entendus dans les Émirats arabes unis, où le prix de la main d'œuvre est si bas que la réduction des coûts n'est pas une promesse importante, tandis que celle sur l'élargissement des réseaux est très présente dans le pays.

Une autre raison qui pourrait expliquer la distance entre l'objet et son symbole est l'amalgame, soulevée dès le début de cette thèse, entre des technologies différentes. C'est généralement le cas entre l'autonomie des véhicules et leur électrification, mais également avec la connectivité et, dans une moindre mesure, l'autopartage. Ceci fait que certaines des caractéristiques que l'on attribue généralement à ces autres technologies sont attribuées aussi aux véhicules autonomes. Le cas le plus représentatif est celui de l'écologie : on prétend que les véhicules autonomes seront écologiques parce que l'on dit qu'ils seront également électriques. Le lien entre ces deux technologies semble très probable, puisque l'électrification du parc automobile a une longueur d'avance par rapport à l'arrivée des véhicules autonomes. Cependant, l'argument environnemental est devenu un argument habituel en faveur du développement des véhicules autonomes, en oubliant que cette supposée écologie repose presque exclusivement sur l'électrification et non pas sur l'autonomie elle-même.

Enfin, les véhicules autonomes font partie, comme vu dans le chapitre 2.2.1, d'une certaine vision du monde, d'une croyance dans le progrès et l'avancée technologique. C'est une conception du monde et de l'humain qui a traversé les siècles, impulsée par le modernisme et encouragée par le capitalisme, selon laquelle tout ce qui est nouveau est forcément meilleur. C'est cette manière de voir le monde

qui nous incite à penser que les problèmes d'aujourd'hui seront résolus par les technologies de demain, ce que l'on appelle 'solutionnisme technologique'. Les véhicules autonomes entrent entièrement dans cette vision du monde, en tant qu'objet technologique du futur. C'est pourquoi on attribue une symbolique aussi forte autour d'un simple objet.

La somme de ces raisons a fait que les véhicules autonomes prennent une place importante dans les imaginaires du futur. Ce qui était particulièrement clair au moment du pic médiatique, mais reste vrai encore aujourd'hui. Si les véhicules autonomes n'avaient pas cumulé une telle charge symbolique, cette thèse aurait probablement été très différente, puisqu'ils n'auraient pas autant influencé les discours et, en conséquence, ils auraient sûrement eu une influence très limitée sur les actions. Il est donc important de prendre en compte la distance existante entre l'objet lui-même et le symbole qu'il véhicule. Cependant, l'objet et son symbole ne sont pas deux entités distinctes : le concept de 'véhicule autonome' est aujourd'hui la somme de la technologie concrète et la charge symbolique cumulée. Les dissocier n'est qu'un exercice théorique, intéressant mais éloigné des réalités territoriales. Par exemple, sans cette charge symbolique les véhicules autonomes n'auraient jamais pu accomplir un rôle de marketing territorial ou d'image de modernité cherchés par les territoires.

Des pistes de recherche à explorer

Une thèse est un exercice de recherche spécifique, de longue durée mais limité. Ainsi, il y a un certain nombre d'axes qui n'ont pas pu être abordés mais dont l'intérêt est certain. Premièrement, le choix des trois territoires étudiés a voulu embrasser trois régions du monde différentes. Cependant, il serait intéressant d'ouvrir cette recherche à d'autres régions du monde dans le but de proposer une analyse plus exhaustive. Seoul, qui accueille des entreprises très dynamiques sur le sujet des véhicules autonomes mais avec un objectif clair d'exportation, ou Dakar, dont la rapide croissance démographique est un immense défi, ou encore Singapour, ville souvent mentionnée dans les entretiens comme un exemple à suivre. Ce ne sont que trois exemples parmi des nombreuses autres villes dont le rapport aux véhicules autonomes serait passionnant à étudier. Deuxièmement, pour des raisons évoquées dans le chapitre 1.3 nous avons décidé de concentrer les recherches sur des grandes métropoles mondiales et des contextes donc très urbains. Cependant, ce serait également pertinent d'approcher d'autres contextes territoriaux et de regarder en détail comment des territoires ruraux, ou des villes petites ou moyennes appréhendent la question des véhicules autonomes. Troisièmement, si le choix méthodologique a été porté principalement sur les entretiens auprès d'acteurs proches de la sphère décisionnelle, ce serait également très intéressant d'interroger d'autres typologies d'acteurs, comme par exemple les entreprises, les médias ou

encore les habitants eux-mêmes. Quatrièmement, il a été question ici d'étudier un objet spécifique, les véhicules autonomes, sur trois territoires différents, mais le choix inverse aurait pu également être très intéressant : étudier comment une métropole anticipe l'arrivée d'autres innovations urbaines, technologiques ou non, ou alors dans une approche plus historique étudier comment cette même métropole a affronté des innovations dans le passé.

Au-delà de ces axes méthodologiques qui ont dû être écartés pour le déroulement de cette thèse mais qui seraient très intéressants à reprendre, il y a certains sujets qui n'ont pas pu être abordés parce que la technologie des véhicules autonomes n'est pas encore assez mûre, mais qui pourraient être abordés dans le futur. Il s'agit principalement d'étudier le détail des actions à venir : lorsqu'il y aura en effet des adaptations de l'infrastructure et des véhicules autonomes dans nos rues, il faudra étudier les potentiels changements dans les habitudes de déplacement de la population, l'évolution du rapport des habitants à la ville, les transformations éventuelle dans l'esthétique des villes ou encore les possibles variations dans les jeux d'acteurs.

Cela dit, il n'est même pas nécessaire de s'intéresser à des nouveaux axes de recherche pour continuer à travailler le sujet. En effet, comme exprimé au début de cette conclusion, le sujet du lien entre les véhicules autonomes et les villes demeure d'actualité après cinq années de recherches, et restera certainement d'actualité pendant des nombreuses années encore. Rien qu'en restant sur les mêmes métropoles, les mêmes typologies d'acteurs et les mêmes problématiques, étudier l'évolution dans les réponses peut s'avérer très intéressant. Ce n'est pas un sujet inépuisable, puisqu'un jour le développement des véhicules autonomes stagnera, soit parce qu'ils feront partie de notre quotidien, soit parce qu'une barrière infranchissable stoppera leur développement. Cependant, il s'agit d'un sujet inépuisé, qui restera encore d'actualité et riche d'analyse pendant longtemps.

Enfin, comme cela a été dit dans l'introduction, les véhicules autonomes ne sont que l'objet de la recherche, une manière concrète d'observer comment une nouvelle technologie ou un nouvel objet urbain peut transformer un territoire et ses politiques publiques avant même d'être pleinement développé et d'exister sur le marché "dominant". Cette approche pourrait s'appliquer à d'autres objets, à d'autres innovations, voire à d'autres politiques publiques. Les véhicules autonomes et les nouvelles technologies sont des sujets captivants, mais ces recherches nous permettent d'ouvrir les réflexions vers d'autres horizons, parfois interdisciplinaires. On pourrait par exemple étudier la manière dont des discours qui ne portent pas sur un objet spécifique mais sur des questions plus larges, par exemple sur l'écologie, sur l'insécurité ou sur la santé, influencent les politiques publiques urbaines. On pourrait s'intéresser à la manière dont les acteurs métropolitains abordent le futur, tiraillés entre les enjeux autour de l'héritage du passé, les urgences du présent, et les

différentes temporalités à venir. On pourrait questionner la manière dont les acteurs métropolitains abordent l'incertitude, non pas par rapport à un objet technologique futur encore incertain, mais par rapport à d'autres sujets comme les risques naturels, les mouvements de population ou les crises économiques. Une fois cette thèse finie, l'horizon des recherches possibles s'ouvre sur une immense diversité de sujets potentiels. La suite s'annonce passionnante.

BIBLIOGRAPHIE UTILISEE

Documents officiels

Amendement à la Convention du 8 novembre 1968 sur la circulation routière, Suisse, 14 décembre 2020

CONPES 3991, *Política nacional de movilidad urbana y regional*, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, 14 avril 2020

CONPES 4034, *Apoyo del Gobierno nacional a la actualización del Programa Integral de Movilidad de la Región Bogotá-Cundinamarca*, Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, 11 juillet 2021

Consultation internationale sur le devenir des autoroutes, du boulevard périphérique et des voies rapides ou structurantes du Grand Paris, Forum métropolitain du Grand Paris, mai 2018

Convention sur la circulation routière, Genève, 19 septembre 1949

Convention sur la circulation routière, Vienne, 8 novembre 1968

Décret n°2018-211 du 28 mars 2018 relatif à l'*expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques (JORF 30 mars 2018)*

Dubai Self-Driving Transport Strategy, RTA, mars 2017

En route vers la mobilité automatisée : une stratégie de l'UE pour la mobilité du futur, Commission Européenne, Bruxelles, 17 mai 2018, COM(2018) 283

Expérimentation du véhicule routier autonome (EVRA), Appel à projets, ADEME, 14 juin 2018

Government Innovation Framework, Mohammed bin Rashid Center, UAE Government, 2015

Idrac, Anne-Marie, *Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique*, DICOM-DGITM, mai 2018

Idrac, Anne-Marie, *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022*, DICOM-France Mobilités, décembre 2020

Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (JORF 18 août 2015)

Loi n°2019-486 du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises (JORF 23 mai 2019) (Dite loi PACTE)

Loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités (JORF 26 décembre 2019) (Dite LOM)

Montebourg, Arnaud, *La Nouvelle France Industrielle*, Ministère du Redressement productif, septembre 2013

Ordonnance n°2016-1057 du 3 août 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques (JORF 5 août 2016)

Ordonnance n°2021-443 du 14 avril 2021 relative au régime de responsabilité pénale applicable en cas de circulation d'un véhicule à délégation de conduite et à ses conditions d'utilisation (JORF 15 avril 2021)

Plan de Acción Climática de Bogotá 2020-2050, Alcaldía Mayor de Bogotá, juin 2021

Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del distrito capital 2020-2024, Concejo de Bogotá, 11 juin 2020

Plan de Ordenación Territorial, *Bogotá Reverdece 2022-2035*, Alcaldía Mayor de Bogotá, décembre 2021

Résolution du Parlement européen du 15 janvier 2019 sur les véhicules autonomes dans les transports européens (2018/2089(INI))

Science, Technology & Innovation Policy in the United Arab Emirates, UAE Government, 2015

Surface Transport Master Plan, Department of Transport – Abu Dhabi, 2008

UAE National Innovation Strategy, UAE Ministry of Cabinet Affairs, 2015

Véhicules autonomes : optimisation de l'infrastructure pour permettre les expérimentations du projet "Paris Region Road 5.0 Initiative", Rapport pour la commission permanente du conseil régional d'Île-de-France, n°CP-2018-440, 3 octobre 2018

Visión Colombia 2050. Discusión sobre el país del futuro, Departamento Nacional de Planeación, 2022

Études et rapports

Aboukacem, E., Combes, F., *Le véhicule autonome va-t-il transformer en profondeur le transport de marchandises ?*, IFSTTAR, novembre 2019

Aguilera, A., Le Gallic, T., *Diffusion des véhicules autonomes et modes de vie*, IFSTTAR, octobre 2019

Aliaga, Alicia, *Expérimentations de véhicules autonomes. Benchmark des expérimentations à vocation servicielle*, Cerema, février 2022

Aliaga, Alicia, *Les expérimentations de véhicules autonomes. Cadre réglementaire, parangonnage et perspectives servicielles*, Cerema, mars 2020

Benítez, Carolina (ed.), *Vehículos Autónomos. Resultados de la encuesta Delphi sobre su impacto y adopción en ciudades de América Latina y el Caribe*, Banco Interamericano de Desarrollo, juillet 2020

Bernard, M. et al., *La mobilité autonome à la rencontre des territoires*, Conseil & Recherche, Movin'On Lab, 2022

Commeau, Léa, *Pionnier et leader de la mobilité autonome*, Groupe RATP, mars 2021

Competing for the connected customer-perspectives on the opportunities created by car connectivity and automation, McKinsey & Company, septembre 2015

Développement des véhicules autonomes. L'état s'engage dans 16 nouvelles expérimentations, DICOM-DGITM, avril 2019

Duchène, Chantal, *Transport et parité des sexes*, International Transport Forum, avril 2011

Eloy, M., Magdelénat, E., Song, J., *Les outils de calcul d'accessibilité*, DRIEA IF, 2015

Enquête mobilité des personnes 2018-2019, Service des données et études statistiques (SDES), septembre 2020

Gawron, Jim, *Evaluating the potential environmental impacts of connected and automated vehicles*, University of Michigan, 22 avril 2019

Giret, Alexis, *Enquête longue distance 2015*, Comité National Routier, avril 2016

Grisoni, A., Madelenat, J., *Le véhicule autonome : quel rôle dans la transition écologique des mobilités ?*, La fabrique écologique, mars 2021

Hamidou, L., Hazan, J., Marteau, P-F., *Réinventer la mobilité urbaine et périurbaine à l'horizon 2030. 24 propositions pour l'Île-de-France dans le cadre de Paris 2024*, Mobility Nation, Boston Consulting Group, novembre 2017

Hanappe, F., Hudson, A., *Véhicules autonomes : quel avenir dans le Grand Paris ?*, Apur, note n°134, octobre 2018

Jeehoon, Ki, *A Comparative Analysis of Autonomous Vehicle Policies among Korea, Japan, and France*, Fondation France-Japon de l'EHESS, avril 2020

Lesteven, G., Thébert, M., *Le véhicule autonome comme objet médiatique, scientifique et social (VACOM)*, IFSTTAR, septembre 2018

Maire, A., Scapin, T., *Véhicule autonome. D'une approche technologique et urbaine à la mobilité inclusive et durable dans les territoires ?*, Conseil & Recherche, Movin'On Lab, 2021

Mathieu, Yves (sous la dir.), *Bougeons demain. Le magazine du débat citoyen*, Missions Publiques, janvier 2018

Moscoso, M., van Laake, T., Quiñones, L., Pardo, C., & Hidalgo, D., *Transporte urbano sostenible en América Latina: Evaluaciones y recomendaciones para políticas de movilidad*. Despacio, Bogotá, février 2020

Moscoso, M., López, J. S., Montoya, V., Quiñones, L. M., Gómez, L.D., Lleras, N., Adiazola-Steil, C, Vega, J., *Mujeres y Transporte en Bogotá: Las cuentas*, Despacio & WRI, Bogotá, mars 2020

Nguyen-Luong, Dany, *Expérimentation et déploiement du véhicule autonome en Île de France. Le rôle facilitateur des pouvoirs publics*, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France (actuellement Institut Paris-Région), mai 2019

Pichereau, Damien, *Le déploiement européen du véhicule autonome*, Assemblée Nationale, 30 juillet 2021

Preventing injuries and violence: an overview, World Health Organization (OMS), 2022

Revisión y actualización del Plan Maestro de Movilidad de Bogotá, Grupo Steer, février 2019

Seba, T., Arbib, J., *Rethinking Transportation 2020-2030*, RethinkX, mai 2017

Synthèse des propositions des 4 équipes de la consultation internationale Les routes du futur du Grand Paris, Forum métropolitain du Grand Paris, Institut Paris-Région, Apur, octobre 2019

Timing the Autonomous Vehicle: A Primer for Cities, Bloomberg Philantropies, 2017

Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic, OECD/ITF, 2015

Villani, Cédric, *Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne*, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars 2018

Ouvrages

- Bavoux, J-J., Beaucire, F., Chapelon, L., Zembri, P., *Géographie des transports*, Armand Colin, 2005
- Beaucire, F., Desjardins, X., *Notions de l'urbanisme par l'usage*, Éditions de la Sorbonne, 2015
- Bernier, Xavier, *Atlas des mobilités et des transports. Pratiques, flux et échanges*, Éditions Autrement, 2023
- Beucher, S., Reghezza, M., *La géographie : Pourquoi ? Comment ?*, Hatier, 2017
- Blanquer, Jean-Michel, *La Colombie*, PUF, Que sais-je ?, 2017
- Broto, André, *Transports : les oubliés de la République*, Éditions Eyrolles, 2022
- Choay, Françoise, *L'urbanisme, utopies et réalités*, Éditions du Seuil, 1965
- Collège de Terminologie de l'Automobile, *Des mots et des autos*, Edité par le Comité des Constructeurs Français d'Automobiles, Septembre 2018
- Courmont, Antoine, *Quand la donnée arrive en ville*, PUG, 2021
- Crozet, Y., Joly, I., *La 'Loi de Zahavi'. Quelle pertinence pour comprendre la construction et la dilatation des espaces-temps de la ville ?*, PUCA, 2006
- Crozet, Yves, *Hyper-mobilité et politiques publiques. Changer d'époque ?*, Ed. Economica, 2016
- Davis, Mike, *Le stade Dubaï du capitalisme*, Les prairies ordinaires, 2007
- Desjardins, Xavier, *Urbanisme et mobilité. De nouvelles pistes pour l'action*, Éditions de la Sorbonne, 2017
- Desjardins, Xavier, *Planification urbaine. La ville en devenir*, Armand Colin, 2020
- Dugeny, François (dir.), *Atlas des Franciliens*, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France, édition 2013
- Dupuy, Gabriel, *La dépendance automobile : symptômes, analyse, diagnostic, traitements*, Éditions Anthropos, 1999
- Dupuy, Gabriel, *La dépendance à l'égard de l'automobile*, La Documentation française, 2006
- Dureau, F. et al. (coord.), *Villes et sociétés en mutation. Lectures croisées sur la Colombie*, Economica, 2004
- Godet, Michel, *Manuel de prospective stratégique. Tome 2 : L'art et la méthode*, Dunod, 2007

Haëntjens, Jean, *Comment les géants du numérique veulent gouverner nos villes*, Rue de l'échiquier, 2018

Harvey, David, *La condición de la posmodernidad*, Amorrortu editores, Buenos Aires, 2012

Hill, J., Walsh, J., *Dubaï et les Émirats arabes unis*, Guides Bleus, 2018

Izoard, Celia, *Merci de changer de métier*, Éditions de la dernière lettre, 2020

Kaufmann, Vincent, *Les paradoxes de la mobilité. Bouger, s'enraciner*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2017

Kurman, M., Lipson, H., *Les voitures autonomes*, FYP éditions, 2018

Le Corbusier, *Urbanisme*, Flammarion, 2011

Martínez Chaparro, María Isabel, *Máquinas sobre ruedas, Bogotá y la llegada del automóvil*, Editorial Scripto, Bogotá, 2016

Martínez Reynés, M. R., Seguí Pons, J. M., *Geografía de los transportes*, Universitat de les Illes Balears, 2004

Missika, J-L., Musseau, P., *Des robots dans la ville*, Tallandier, Paris, 2018

Mitchell, William J., *e-topia*, The MIT Press, 2000

Muller, Pierre, *La société de l'efficacité globale*, Presses Universitaires de France, 2015

Mumford, Lewis, *Le piéton de New York*, Éditions du Linteau, Paris, 2001

Offner, Jean-Marc, *Anachronismes urbains*, Presses de Sciences Po, Paris 2020

Orfeuil, Jean-Pierre, *Une approche laïque de la mobilité*, Descartes & Cie, 2008

Orfeuil, J-P, Leriche, Y., *Piloter le véhicule autonome au service de la ville*, Descartes & Cie, 2019

Poupeau, François-Mathieu, *Analyser la gouvernance multi-niveaux*, Presses universitaires de Grenoble, 2017

Rodríguez Valencia, A., Acevedo Bohórquez, J., *¡Taxi! El modo olvidado de la movilidad en Bogotá*, Universidad de Los Andes, 2012

Roseau, Nathalie, *Temps et infrastructure. Le futur des métropoles*, MétisPresses, 2022

Rouillard, Dominique, *Imaginaires d'infrastructure*, L'Harmattan, 2009

Sadin, Éric, *L'intelligence artificielle ou l'enjeu du siècle. Anatomie d'un antihumanisme radical*, L'échappée, 2021

- Salazar Montoya, Jaime, *Ensayos sobre el desarrollo del transporte de carga en Colombia*, Universidad Externado de Colombia, 2013
- Santiso, Raquel, Molpeceres, Gerardo, *Ciudad y mujer. El diseño urbano en la vida de la mujer*, Ayuntamiento de Zaragoza, 1998
- Shiller, Robert J., *Narrativas económicas*, Ediciones Deusto, 2020
- Tétart, Frank, *La péninsule Arabique, cœur géopolitique du Moyen-Orient*, Armand Colin, 2017
- Veltz, Pierre, *L'économie désirable*, Éditions du Seuil, 2021
- Venturi, R., Scott Brown, D., Izenour, S., *Aprendiendo de Las Vegas*, Editorial Gustavo Gili, 1978
- Vigour, Cécile, *La comparaison dans les sciences sociales. Pratiques et méthodes*, La découverte, 2005
- Wiel, Marc, *Ville et mobilité : un couple infernal ?*, Éditions de l'Aube, 2005
- Wright, Frank Lloyd, *La ville évanescence*, Infolio éditions, 2013

Articles académiques et chapitres d'ouvrages

- Antoniali, Fabio, "International benchmark on experimentations with Autonomous Shuttles for Collective Transport", dans *Proceedings of International Colloquium of Gerpisa: Paradigm Shift? The Automotive Industry in Transition, 12-14 June 2019*, 2019
- Appel-Muller, Mireille, Orfeuill, Jean-Pierre, "Vers des hyperlieux mobiles ? Des activités mobiles augmentées par les potentialités du véhicule autonome et connecté", dans *Enjeux Numériques*, n°7, septembre 2019, p. 65-70
- Baraud-Serfati, I., Fourchy, C., Rio, N., "Comment gouverner la ville servicielle ?" dans *Urbanisme*, n°407, hiver 2017, p. 40-41
- Bernier, Xavier, "Transports et montagne : quelle spécificité pour les systèmes nodaux ? Proposition d'un modèle synthétique illustré à travers l'itinéraire transalpin Grenoble-Bourg-d'Oisans-Briançon-Suse", dans *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, N° 48, 2005, p. 81-97
- Berroyer S., Debré J., Maulat J., "Les politiques urbaines face à l'automobile : objectifs, outils et controverses de l'action publique dans les métropoles de Bruxelles et Paris", *Flux*, n° 119-120(1), janvier 2020, p. 202-220
- Bertossi, F., Cruz, P., Camós, G., Rojas, A. M., "Alianzas para innovar en la movilidad : el MoviLab en Bogotá", *MoviliBlog*, BID, 22 décembre 2020 [[En ligne](#)]

Bocarejo, Juan Pablo, "La movilidad bogotana en el largo plazo y las políticas que garanticen su sostenibilidad", p. 75-81, dans *Revista de ingeniería*, n°29, Universidad de Los Andes, mai 2009

Bonerandi, Emmanuelle, "De la mobilité en géographie", *Géococonfluences*, novembre 2004 [[En ligne](#)]

Bouraoui, L., Boussard, C., et al., "An on-demand personal automated transport system: The CityMobil demonstration in La Rochelle", *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Baden-Baden, Allemagne, juin 2011

Buffet, Laurence, "De l'appropriation du quartier à la découverte de la grande ville. L'influence des bornes de la ville aux usages spatiaux", dans Bonnet, M., Aubertel, P. (dir.), *La ville aux limites de la mobilité*, Presses Universitaires de France, 2006, p. 143-152

Campisi, T. et al., "The Development of the Smart Cities in the Connected and Autonomous Vehicles (CAVs) Era: From Mobility Patterns to Scaling in Cities", *Infrastructures*, 6, 2021

Cordobes, Stéphane, "Quel aménagement pour édifier les territoires du monde anthropocène ?", dans Cordobes, S., Desjardins, X., Vanier, M., *Repenser l'aménagement du territoire*, Berger Levrault, 2020, p. 263-275

Coutard, O., Lefèvre, C., Martins, L., "Avant-propos", dans Galimberti, Deborah, *Consultants et villes à l'heure de la mondialisation*, PUCA, 2019

Coutard, O., Monstadt, J., "Cities in an era of interfacing infrastructures: Politics and spatialities of the urban nexus", dans *Urban Studies*, Vol 56(11), 2019

Crosby, C., Castro, L., Díaz, D., "Transporte público en Bogotá. Del tranvía al Transmilenio.", *Plaza Capital*, 27 octobre 2017 [[En ligne](#)]

Cusset, François, "Questions pour un retour de Dubaï", dans Davis, Mike, *Le stade Dubaï du capitalisme*, Les prairies ordinaires, 2007, p. 49-88

Delaigue, Pierre, "Comment le véhicule autonome servira la décarbonation des mobilités ?", *Léonard*, 13 avril 2021 [[En ligne](#)]

Devisme, L., Hernandez, F., "L'urbain et ses objets : une nouvelle matérialité de la ville ?", *Revue internationale d'urbanisme*, n°9, 2020

Dupuy, Gabriel, "Voiture autonome : la fin des territoires de l'automobile ?", *Flux* n°119-120, janvier-juin 2020, pages 185-191

Ebrahimi Soorchaei, B., et al, "High-Definition Map Representation Techniques for Automated Vehicles", *Electronics*, 11, 3374, octobre 2022

Garnica Quiroga, Viviana, "El impacto y la percepción de los usuarios acerca del servicio del TransMicable en Bogotá D.C. como modo de última y primera milla", *Territorios*, nº 44, 2020

Hafiz, Dalia, Zohdy, Ismail, "The City Adaptation to the Autonomous Vehicles Implementation: Reimagining the Dubai City of Tomorrow", dans Hamid, U., Al-Turjman, F., dans *Towards Connected and Autonomous Vehicle Highways*, Springer, 2021

Haumont, Antoine, "Le droit à la mobilité : vers un cadre contractuel renouvelé ?", dans Bonnet, M., Aubertel, P. (dir.), *La ville aux limites de la mobilité*, Presses Universitaires de France, 2006, p. 47-57

Hernandez, F., Reigner, H., "Tri social, tri spatial dans la ville durable : le cas des politiques urbaines de transport et de déplacements", dans Da Cunha, A., Guinand, S. (dir.), *Qualité urbaine, justice spatiale et projet*, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2014, p. 285-296

Jara Moreno, Andrés Felipe, "La movilidad del futuro en Bogotá", dans Prieto Páez, Leopoldo (sous la dir.), *Visiones alternativas a la ciudad de hoy*, Editorial UD, 2017, P. 85-91

Kaufman, Vincent, "Motilité, latence de mobilité et modes de vie urbain", dans Bonnet, M., Aubertel, P. (dir.), *La ville aux limites de la mobilité*, Presses Universitaires de France, 2006, p. 223-233

Kaufmann, Vincent, "Les vrais enjeux de la voiture autonome", *EspacesTemps.net*, 18 octobre 2017, [[En ligne](#)]

Lecompte, M. C., Bocarejo Suescun, J. P., "Transport Systems and their Impact on Gender Equity", dans *Transportation Research Procedia 25*, World Conference on Transport Research, 2017

Lleras, Germán Camilo, "El vehículo privado en el Plan Maestro de Movilidad", dans *El futuro de la movilidad en Bogotá, Reflexiones a propósito del Plan Maestro de Movilidad*, Cuadernos del Informe de Desarrollo Humano para Bogotá nº1, 2006, p. 107-114

Malysheva, E.V., "Impact of Automated Vehicles on Urban Form", dans *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 753, 2020

Marchand, Mathilde, "Pour une posture d'humilité de l'aménagiste dans le monde anthropocène", dans Cordobes, S., Desjardins, X., Vanier, M., *Repenser l'aménagement du territoire*, Berger Levrault, 2020, p. 263-275

- Mira Bonnardel, S., Antonialli, F., Attias, D., "Autonomous Vehicles towards a Revolution in Collective Transport", dans Ersoy, S., Waqar, T., dans *Autonomous Vehicle and Smart Traffic*, IntechOpen, 2020
- Montagne, Clémence, « Voices of Expatriate and bus users women in Abu Dhabi (UAE). Constraints and detour strategies », *Proceedings Bridging the Gap*, 5th International Conference, avril 2014
- Navas, C. et al., "Viajando sin conductor en Santiago de Chile", *MoviliBlog*, BID, 8 octobre 2020 [[En ligne](#)]
- Nunes A. et al., "Estimating the energy impact of electric, autonomous taxis: evidence from a select market", dans *Environmental Research Letters*, 16, septembre 2021
- Orfeuill, Jean-Pierre, "Les villes et l'irruption des véhicules autonomes", dans *Les véhicules autonomes*, Riseo, 2018, p. 126
- Ortiz Ramírez, Hernán Alberto, "El espacio de la ciudad caminable. Una aproximación conceptual en el caso de Bogotá", dans Serrano Romero, Renan Orlando (dir.), *Movilidad urbana y espacio público. Reflexiones, métodos y contextos*, Universidad Piloto de Colombia, 2019, p. 23-55
- Perrin, Jérôme, "Peut-on élaborer une politique éthique du véhicule autonome ?", *Revue Défense Nationale* 2018/HS1 (N° Hors-série), pages 193-211
- Rodon, C., Ragot-Court, I., Van Elslande, P., "Les nouvelles mobilités individuelles légères dans le trafic urbain : Enjeux d'une cohabitation complexe", *Territoire en mouvement, revue de géographie et aménagement*, 58, 2023 [[En ligne](#)]
- Spieser et al., "Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems. A Case Study in Singapore", dans Meyer, G., Beiker, S., *Road Vehicle Automation*, Springer, 2014
- Sztejnhorn, Lucie, "Numérique et transition écologique : une alliance progressive et progressivement contestée", *Composites*, 23(1), 2023, p. 12-33
- Zhong, H., et al., "Autonomous Vehicles and the Production of Time: Analyzing Commuters' Potential In-Vehicle Activities Through the Lenses of Equity", février 2020 [pre-print version, [en ligne](#)]

Thèses et travaux académiques

Bayard, Victor, *Participation du réseau d'éclairage public aux processus de mutations urbaines*, Thèse de doctorat en génie urbain, Université Paris-Est, janvier 2021

Bocarejo, Juan Pablo, *Évaluation économique de l'impact des politiques publiques liées à la mobilité: les cas de Paris, Londres, Bogotá et Santiago*, Thèse de doctorat en aménagement du territoire, Université Paris-Est, novembre 2008

Borraz Morón, Raúl, *Desarrollo e implementación de un vehículo autónomo. Cloud incubator car*, Thèse de doctorat en ingénierie, Universidad Politécnica de Cartagena, octobre 2020

Ibrahim, Sami, *Dubaï : La genèse d'un modèle extrême dans le circuit des villes globales*, Thèse de doctorat en géographie, Université de Balamad (Tripoli, Liban), décembre 2020

Lauro, Frank, *Le véhicule routier autonome*, Mémoire de Master en droit des transports, Aix-Marseille Université, 2019

Martínez Guevara, F. M., Moyano Bello, N. J. & Prieto Pérez, A. D., *Evaluación de los impactos sociales proyectados para Transmicable en torno a la estación Juan Pablo II de la Localidad Ciudad Bolívar*, Mémoire de Master en ingénierie, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2018

Najeh, Ikram, *Modélisation et optimisation de la maintenance des infrastructures routières pour le véhicule autonome*, Thèse de doctorat en mathématiques, Université Gustave Eiffel, 2022

Rivoirard, Lucas, *Modèle d'auto-organisation pour les protocoles de routage dans les réseaux ad hoc de véhicules : application à la perception élargie et à la localisation coopératives*, Thèse de doctorat en ingénierie, Université de Lille, septembre 2018

Sadeghian, Shadi, *Développer la mobilité électrique : des projets d'acteurs au projet de territoire*, Thèse de doctorat en aménagement du territoire et transport, Université Paris-Est, décembre 2013

Vrancken, Sarah, *Voitures autonomes : vers une législation plus technologique de la société ?*, Mémoire de Master en droit, Université de Liège, 2022

Articles de presse et communiqués de presse

"5G Open Road, la révolution autonome en route", PFA, Communiqué de presse, 20 avril 2022

Asimov, Isaac, "Visit to the World's Fair of 2014", *The New York Times*, 16 août 1964

Bellan, Rebecca, "Local Motors, the startup behind the Olli autonomous shuttle, has shut down", *TechCrunch*, 13 janvier 2022 [[En ligne](#)]

Benezet, Erwan, "Nous avons testé la voiture autonome en plein Paris", *Le Parisien*, 26 septembre 2018 [[En ligne](#)]

Béziat, Éric, "Les navettes autonomes Navya, lentes et inadaptées, éjectées de la Défense", *Le Monde*, 15 juillet 2019 [[En ligne](#)]

Blanchard, Mathias, "Camions autonomes. La technologie est prête !", dans *L'officiel des transporteurs*, n°2966, 22 mars 2019, p. 39-42

Cadet, Étienne, "À quoi fonctionnera le transport routier dans le futur ?", dans *L'officiel des transporteurs*, n°2966, 22 mars 2019, p. 28-32

Cessieux, Baptiste, "Un internet des objets responsable, c'est possible", dans *Cahier n°2/La ville du futur*, coédité par *La Gazette des Communes*, *Le Moniteur* et *L'Usine Nouvelle*, décembre 2020

Chardenon, Aude, "TomTom crée son propre véhicule autonome pour mieux tester ses services de cartographie", *L'Usine Digitale*, 6 septembre 2019 [[En ligne](#)]

"Citelum et Eiffage remportent en groupement le marché de la Ville de Paris pour l'éclairage public, la signalisation lumineuse et les illuminations pour un montant global de 704 millions d'euros", *EDF, Eiffage*, Communiqué de presse, 8 novembre 2021

Confrère, Emma, "Voitures autonomes : Waymo lève 2,5 milliards de dollars", *Le Figaro*, 17 juin 2021 [[En ligne](#)]

Corot, Léna, "Netflix et Youtube, bientôt disponibles dans les voitures Tesla", *L'Usine Digitale*, 29 juillet 2019 [[En ligne](#)]

Corot, Léna, "Amazon aurait déboursé plus d'un milliard de dollars pour s'emparer des véhicules autonomes de Zoox", *L'Usine Digitale*, 26 juin 2020 [[En ligne](#)]

Corot, Léna, "Ford va investir 7 milliards de dollars dans la recherche sur le véhicule autonome", *L'Usine Digitale*, 5 février 2021 [[En ligne](#)]

Corot, Léna, "Bosch s'empare de Five pour renforcer ses effectifs dans la conduite autonome", *L'Usine Digitale*, 12 avril 2022 [[En ligne](#)]

Corot, Léna, "Une ligne de bus autonomes va être mise en place en Ecosse cet été", *L'Usine Digitale*, 25 avril 2022 [[En ligne](#)]

Corot, Léna, "Nvidia présente la puce Drive Thor pour les véhicules autonomes et connectés", *L'Usine Digitale*, 20 septembre 2022 [[En ligne](#)]

Debernard, Lisa, "Rueil-Malmaison : les navettes autonomes enfin testées dans le quartier d'affaires", *Le Parisien*, 2 février 2021 [[En ligne](#)]

"Dubai World Challenge for Self-Driving Transport 2023 begins field testing", *RTA News Details*, 12 juillet 2023 [[En ligne](#)]

Elias, Jennifer, "Taking a driverless Waymo in Phoenix over the holidays was fun but unsettling", *CNBC*, 8 janvier 2022 [[En ligne](#)]

Farrell, M., Driebusch, C., "Uber Nears Investment Deal for Self-Driving Car Unit", *The Wall Street Journal*, 17 avril 2019 [[En ligne](#)]

Gréco, B., Missika, J-L., "Jean-Louis Missika sur le Grand Paris Express : « Evitons de figer l'ensemble du dispositif dans un grand programme intangible »", *Le Journal du Dimanche*, 10 février 2018 [[En ligne](#)]

"Highway Code : Watching TV in self-driving cars to be allowed", *BBC*, 20 avril 2022 [[En ligne](#)]

Holguin, Carlos, "SAE automated driving levels are irrelevant for cities. A 'civic level' can help cities get only the positive impacts from autonomous vehicles", *LinkedIn*, 27 juillet 2020 [[En ligne](#)]

Ingram, David, "Two companies race to deploy robotaxis in San Francisco. The city wants them to hit the brakes.", *NBC News*, 27 janvier 2023 [[En ligne](#)]

"La navette autonome Arval sur route ouverte reprend du service", *Arval France Communication*, 2 juin 2022 [[En ligne](#)]

"Les Quartiers d'innovation urbaine 'Paris Rive gauche' et 'Chapelle-S'", *www.paris.fr*, 24 juillet 2020 [[En ligne](#)]

Loaiza, Katherine, "Pintan los huecos para que Bogotá no se olvide de ellos", *Publimetro*, 3 septembre 2013 [[En ligne](#)]

"Navette autonome : mission accomplie !", *www.saint-quentin-en-yvelines.fr*, 3 juin 2022 [[En ligne](#)]

"Paris2connect, la première infrastructure numérique urbaine mutualisée expérimentée à Paris dans le Quartier d'Innovation Urbaine Paris-Rive Gauche", *RATP : service de presse*, 11 octobre 2018 [[En ligne](#)]

Poitiers, Mélicia, "Navya est repris par Gaussin et Macnica, qui misent sur la logistique pour redresser l'entreprise", *L'Usine Digitale*, 20 avril 2023 [[En ligne](#)]

"Publication de la stratégie nationale 2020-2022 pour développer les véhicules autonomes", *France Mobilités*, Communiqué de presse, 16 décembre 2020 [[En ligne](#)]

Razemon, Olivier, "Mobilité : le flop des navettes autonomes, desservies par les problèmes techniques", *Le Monde*, 21 novembre 2022 [[En ligne](#)]

Salim, Sahim, "UAE approves first licence for self-driving cars", *Khaleej Times*, 4 juillet 2023

"The Waymo Driver Handbook: How our highly-detailed maps help unlock new locations for autonomous driving", *Waymo*, 21 septembre 2020 [[En ligne](#)]

"Valeo Drive4U®, la première voiture autonome à arpenter les rues de Paris", *Valéo*, 4 octobre 2018 [[En ligne](#)]

Sites internet consultés

itc.gov.ae, consulté pour la dernière fois le 30 juillet 2023

masdar.ae, consulté pour la dernière fois le 17 août 2023

masdarcity.ae, consulté pour la dernière fois le 29 août 2023

sdcongress.com, consulté pour la dernière fois le 28 août 2023

urbanlab.parisandco.paris, consulté pour la dernière fois le 28 août 2023

www.géoportail.gouv.fr

www.larousse.fr

www.metropolegrandparis.fr, consulté pour la dernière fois le 30 août 2023

www.mobilehyperplaces.com, consulté pour la dernière fois le 13 juillet 2023

www.mobilite-intelligente.com, consulté pour la dernière fois le 20 septembre 2023

www.moralmachine.net, consulté pour la dernière fois le 13 juillet 2022

www.paris.fr, consulté pour la dernière fois le 30 août 2023

www.renault.fr, consulté pour la dernière fois le 10 juin 2023

www.saint-quentin-en-yvelines.fr, consulté pour la dernière fois le 2 septembre 2023

www.scoop.developpement-durable.gouv.fr, consulté pour la dernière fois le 2 septembre 2023

Autres sources d'information : Expositions

Les routes du futur du Grand Paris, Exposition organisée par le Forum métropolitain du Grand Paris au Pavillon de l'Arsenal, du 7 juin au 15 septembre 2019, visitée en juillet 2019

Masdar. Pioneering the Future of Sustainability, Exposition permanente située à Masdar City, Abou Dhabi, visitée en février 2020

Autres sources d'information : Vidéos

La triste historia del transporte público en Bogotá, Universidad de Los Andes, vidéo de vulgarisation scientifique, 13 octobre 2015 [[En ligne](#)]

Macron, E., *Présentation du plan de soutien à la filière automobile française*, Élysée, discours d'Emmanuel Macron dans l'usine de Valéo à Étaples, 26 mai 2020 [[En ligne](#)]

ANNEXES

1. Les grilles de questions posées dans les entretiens
 - A. Paris
 - B. Abou Dhabi
 - C. Dubaï
 - D. Masdar
 - E. Bogota

2. Liste des conférences, séminaires et colloques

Paris

1.- Pensez-vous que le véhicule autonome aura une influence sur la ville de demain ?

-Si oui : Quelle influence et pourquoi ?

-Vision plutôt **positive ou négative** du VA ? Opportunité ou menace ?

-Quelle **modèle** s'imposera ? (Individuel, collectif ou publique)

-Si non : Pourquoi un positionnement aussi fort malgré les avis de beaucoup d'experts ?

2.- Politiques publiques

-Si oui à la précédente : **Comment le VA peut venir influencer, voire même bouleverser, les politiques publiques actuelles ?**

-Si non à la précédente : **Pensez-vous que le VA pour constituer un outil efficace pour influencer sur les politiques publiques actuelles ?**

En matière de :

-La place de la voiture en ville et le transport public : les **politiques de mobilité**

-Compatibilité avec la politique anti-voiture en centre-ville

-Concurrence entre VA individuel et transport public

-La ségrégation de **l'espace public**

-Une séparation par modes ? Par vitesses ? Par degré d'autonomie ?

-Question du stationnement

-L'étalement urbain et la redensification : les **politiques d'habitat**

-La ségrégation socioéconomique de la population : les **politiques sociales**

-Le petit commerce vs les grandes surfaces : les **politiques commerciales**

-Énergie et pollution : la **politique écologique**

-Les enjeux **d'accessibilité**

3. - Outils, opportunités et menaces

Comment pensez-vous que les acteurs territoriaux peuvent agir face à cela ?

- De quels **outils** de régulation disposent les villes afin d'orienter les stratégies des acteurs privés ?

Les opportunités :

- Le VA en tant que levier d'action pour faire bouger des sujets liés

P. ex. : usage urbain vs. usage interurbain

- Le VA en tant qu'outil pour développer ou limiter d'autres éléments

Les menaces :

- Comment continuer à maintenir une politique publique forte face aux intérêts économiques des entreprises privées ?
- Dépendance de l'automobile accrue
- Étalement urbain accru

4.- Quel type de gouvernance pensez-vous serait le plus adéquat pour agir sur le véhicule autonome ? Et sur quel périmètre ?

- Quelle échelle décisionnelle ?
- Quel rôle des citoyens ?
- Quels acteurs devraient être impliqués ? Des acteurs privés ?

5.- Lors que vous prenez une décision en matière de mobilité et d'urbanisme, prenez-vous en compte la possibilité d'un futur avec des VA dans nos rues ?

En matière de :

- Réseau et infrastructure
- Contrats publiques
- Règlementation

6.- Pour finir, quelle est votre utopie ? Quelle est votre ville idéale du véhicule autonome ?

Abu Dhabi

- 1.- Now there is Masdar, but do you think Self-Driving mobility will be developed in the whole city of Abu Dhabi? Why?
2. -Do you think autonomous vehicles will have a significant influence in the cities of tomorrow (Abu Dhabi)?
 - Positive or negative influence?
 - Which model? Public Transport, robotaxi, private use, freight...?
 - Autonomous, self-driving, automatic...?
 - Only urban or also inter-urban use? Only Abu Dhabi or also other cities like Al Ain? How could it be implemented between different Emirates? (f. ex. Abu Dhabi -Dubai)
- 3.- How could self-driving mobility influence or change public policies? Maybe AV could become a tool/excuse to change public policies?
 - Mobility policies: roads & transport, metro project
 - Public space segregation: pedestrian, soft mobility, speed...
 - Urban sprawl and habitat policies
 - Energy and pollution
- 4.- In the development of those technologies: which role for public authorities and private companies? Who take decisions? Which role of citizens and population?
- 5.- Is there any block for the development of self-driving mobility? Cultural, social, economical, political...
- 6.- Which footprint and which projection? Consultants cabinet or external experts? International projection?
- 7.- Which is the economical impact? How does it fits in the global developments strategy of the city and the country? What about the education and training? What about the import/export?
- 8.- Which are your inspirations? The examples you look at, the countries and cities? Maybe some theoretical sources?
- 9.- When you have to take a decision about any subject not directly related with mobility, do you take into consideration autonomous mobility and its future development?
- 10.- Which is your vision, your utopia? The ideal city of self-driving mobility?

Dubai

About Dubai Strategy:

1. Actual implementation until now?
2. Will they attend the goal?
3. 2030, the Strategy has been successfully implemented: it will be an effort to maintain the 25%, or the impetus of the strategy will cause a continuous growth?
4. Which footprint and which projection? Consultants cabinet or external experts? International projection?
5. In the development of those technologies: which role for public authorities and private companies? Who take decisions? Which role of citizens and population?

General questions (Dubai, UAE):

1. Why investing on Self-Driving mobility?
2. Which relationship between urban planning and mobility? Mobility as a solution for the design, or design influenced by mobility? How?
3. Do you think autonomous vehicles will have a significant influence in the cities of tomorrow (Abu Dhabi)?
 - Positive or negative influence?
 - Which model? Public Transport, robotaxi, private use, freight...?
 - Autonomous, self-driving, automatic...?
 - Only urban or also inter-urban use? How could it be implemented in the Emirates? (For example between Abu Dhabi and Dubai)
4. How could self-driving mobility influence or change public policies? Maybe AV could become a tool to change public policies?
 - Mobility policies: roads & transport, **metro project**
 - Public space segregation: pedestrian, soft mobility, speed...
 - Urban sprawl and habitat policies
 - Energy and pollution
5. Shuttles are a very French solution, why this technology and not another kind of solution? Importance of shuttles in the Self-Driving Congress, over robotaxis or private-personal solutions.

6. Which is the economical impact? How does it fits in the global developments strategy of the city and the country? What about the education and training? What about the import/export?

7. Is there any block for the development of self-driving mobility? Cultural, social, economical, political...

Personal experience:

1. Which differences between Dubai and Abu Dhabi?

2. When you have to take a decision about any subject not directly related with mobility, do you take into consideration autonomous mobility and its future development?

3. Which are your inspirations? The examples you look at, the countries and cities? Maybe some theoretical sources?

4. Which is your vision, your utopia? Which is, for you, the ideal city of self-driving mobility?

Masdar City

About Masdar:

1. Experience with Self-Driving Mobility until now?
2. Future development of Autonomous Transport?
3. Why investing on Autonomous Transport?
4. Why the Navya shuttles and not another kind of solution? Shuttles are a very French solution, why is so important here?
5. Which relationship between urban planning and mobility? Mobility as a solution for the design, or design influenced by mobility? How?
6. Which footprint and which projection? Consultants cabinet or external experts? International projection?

About Abu Dhabi:

1. Do you think Self-Driving mobility will be developed in the whole city of Abu Dhabi? Why?
2. Do you think autonomous vehicles will have a significant influence in the cities of tomorrow (Abu Dhabi)?
 - Positive or negative influence?
 - Which model? Public Transport, robotaxi, private use, freight...?
 - Autonomous, self-driving, automatic...?
 - Only urban or also inter-urban use? How could it be implemented in the Emirates? (For example between Abu Dhabi and Dubai)
3. How could self-driving mobility influence or change public policies? Maybe AV could become a tool to change public policies?
 - Mobility policies: roads & transport, **metro project**
 - Public space segregation: pedestrian, soft mobility, speed...
 - Urban sprawl and habitat policies
 - Energy and pollution
4. In the development of those technologies: which role for public authorities and private companies? Who take decisions? Which role of citizens and population?
5. Is there any block for the development of self-driving mobility? Cultural, social, economical, political...

6. Which is the economical impact? How does it fits in the global developments strategy of the city and the country? What about the education and training? What about the import/export?

Personal experience:

1. When you have to take a decision about any subject not directly related with mobility, do you take into consideration autonomous mobility and its future development?

2. Which are your inspirations? The examples you look at, the countries and cities? Maybe some theoretical sources?

3. Which is your vision, your utopia? Which is, for you, the ideal city of self-driving mobility?

Bogotá

1.- ¿Piensa que el VA influirá en la ciudad del mañana?

- SI: ¿Qué influencia y porqué?
 - ¿Esto será algo **positivo o negativo** para la ciudad?
 - ¿Qué modelo, qué **tipo de VA** cree que se adaptará mejor? ¿Individual, colectivo, público, mercancías...?
 - ¿Qué **aplicación** de los VA? ¿Sólo urbana o también inter-urbana?
- NO: ¿Por qué un posicionamiento tan firme a pesar de la opinión de muchos expertos?

2.- Políticas públicas

Si ha dicho sí: **¿Qué tipo de influencia tendrán los vehículos autónomos en las políticas públicas? ¿Hasta qué punto pueden suponer un cambio radical?**

Si ha dicho no: **¿Piensa que los vehículos autónomos pueden constituir una herramienta eficaz para influir en las políticas públicas actuales?**

Con respecto a los siguientes temas:

- Vehículo individual y transporte público: las **políticas de movilidad**.
 - Compatibilidad con las políticas pro movilidad sostenible
 - La segregación del **espacio público**
- ¿Separación por modos?, ¿por velocidades?, ¿por nivel de autonomía?
 - Cuestión del aparcamiento
- Expansión / dispersión urbana y redensificación: las **políticas de vivienda**
- La segregación socioeconómica de la población: las **políticas sociales**
- Energía y contaminación: la **política ecológica** y ambiental
- La cuestiones de **accesibilidad**

3.- Herramientas, oportunidades y amenazas

¿Cómo pueden actuar los agentes públicos y las instituciones frente a eso?

- ¿De qué **herramientas** disponen las ciudades para orientar y controlar las estrategias del sector privado?

Oportunidades:

- Los VA como efecto palanca para conseguir actuar sobre temas relacionados

-Los VA como herramienta para desarrollar o limitar otros asuntos

Amenazas:

-¿Cómo mantener una política pública fuerte frente a los intereses económicos privados?

-Aumento de la dependencia al automóvil

-Aumento de la extensión y la dispersión urbanas

4.- Toma de decisiones: gobernanza y roles

-¿Qué tipo de **gobernanza** sería la más adecuada para actuar sobre los VA?

-¿Qué **perímetro** sería el más adecuado para ello? ¿Qué escala?

-¿Qué **rol** relativo entre **instituciones públicas y empresas privadas** en la toma de decisiones?

-¿Cuál sería el rol de la **ciudadanía**?

5.- ¿Existe algún tipo de bloqueo para el desarrollo de los VA?

6.- Al contrario, ¿cuál es el principal motor para el desarrollo de los VA?

- Economía e industria, seguridad vial, accesibilidad, transporte público, máquetin territorial, seguridad cívica

7.- Influencias y proyección

-¿Tienen alguna **asesoría externa**? ¿Pertenece a alguna red de intercambio de **buenas prácticas** sobre el tema?

-¿Cuáles son las principales **influencias**? ¿Qué territorios, países o ciudades?

-¿Cuáles son las principales **referencias** teóricas?

-¿Qué **proyección** internacional?

8.- Cuando tiene usted que tomar una decisión sobre movilidad o urbanismo, ¿tiene en cuenta la posible llegada futura de los VA a nuestras calles?

9.- Para terminar, ¿cuál es su utopía? ¿Cuál es su ciudad ideal del vehículo autónomo?

Conférences, congrès, séminaires	Organisation	Date
Table ronde « <i>Véhicules autonomes et politiques publiques locales</i> »	Université Paris Est Master 2 Transport – Mobilité	01/06/2018
Séminaire « <i>La rue connectée dans la ville dense</i> »	Mairie de Paris	18/06/2018
Journée « Recherche » Atelier prospectif	La vie robomobile	07/09/2018
Journées Marc Wiel 2018	Institut de Géoarchitecture UBO	12-13/11/2018
La mobilité dans les villes européennes : <i>Quelle place pour les services partagés dans l'offre urbaine de mobilité ?</i>	CEREMA	28-30/11/2018
46 Congrès ATEC ITS France « <i>Adapter et exploiter les réseaux</i> »	ATEC ITS France	23-24/01/2019
Réunion de présentation des conclusions de l'étude de scénarisation des effets territoriaux du Grand Paris Express	Société du Grand Paris	12/02/2019
Semaine de l'innovation Transport et Logistique	SiTL	26-28/03/2019
La journée « jeunes chercheurs »	GERPISA	05/04/2019
MobiLAB Mobilite@VEDECOM	VEDECOM	11/04/2019
Séminaire des partenaires d'UDM « <i>Les Mobilités créatives</i> »	UDM	18/04/2019
27th International Colloquium of Gerpisa <i>Paradigmshift? The automotive industry in transition</i>	GERPISA	12-14/06/2019
Atelier prospective	La vie robomobile	27-28/06/2019
Colloque de Cerisy « <i>Repenser l'aménagement du territoire</i> »	Les Colloques de Cerisy	6-13/09/2019
Conférence Jee-Hoon Ki	GERPISA	27/09/2019
Séminaire Vie Robomobile	La vie robomobile	02/10/2019
<i>Dubai World Congress for Self-driving Transport</i>	Government of Dubai RTA	15-16/10/2019
Journée d'étude EneC « <i>Géographies du sensible et de l'émotion</i> »	Laboratoire EneC Lettres Sorbonne Université	19/10/2019
Conférence Marine Da Silva « <i>Aménagement du territoire et dérèglement climatique</i> »	Les Causeries d'Avenir Climatique	26/10/2019
Table Ronde <i>Ecologie contre croissance : faut-il choisir ?</i>	Les Mardis du Grand Continent	05/11/2019

47 Congrès de la mobilité intelligente	ATEC ITS France	22-23/012020
<i>World Urban Forum Abu Dhabi 2020: Cities of Opportunities: connecting Culture and Innovation</i>	UNHABITAT	8-13/02/2020
Middle East Rail & Smart Mobility Dubai	Middle East & Smart Mobility	25-26/02/2020
Semaine de l'innovation Transport et Logistique	SiTL	24-26/06/2020
Webinar « <i>Mobilités intelligentes : quelle place pour l'humain ?</i> »	ATEC ITS France	06/07/2020
WEB Rendez vous: « <i>Pourquoi les territoires devraient-ils s'intéresser à la vie robomobile ?</i> »	La Vie Robomobile	09/07/2020
<i>International research seminar on robomobility</i>	La Vie Robomobile Ministry for Ecological Transition	16/09/2020
Web Conférence : <i>Quels systèmes de Transports intelligents pour les territoires Normands?</i>	Journée Mobilité 3.0	12/11/2020
« <i>Partage des espaces publics : les robomobiles seront-elles toujours les bienvenues partout ?</i> »	La Vie Robomobile	04/12/2020
Webinar: « <i>Innovations de rupture dans le transport public</i> »	TELECOM Paris Talks	26/01/2021
Latam Mobility Summit " <i>Acelerando la movilidad sostenible en Latinoamérica</i> "	Latam Mobility	18/02/2021
<i>Les mobilités post covid: Qu'est-ce qui ne sera plus comme avant ?</i>	ATEC ITS France	11/03/2021
Forum vies Mobiles: <i>Le véhicule autonome : quel rôle dans la transition écologique des mobilités ?</i>	La fabrique écologique	11/03/2021
Webconférence: <i>Planification de la mobilité autonome</i>	IDEAL Connaissances	22/03/2021
<i>L'apport des ITS à la mobilité routière en temps de crise</i>	ATEC ITS France	08/04/2021
Grand Rendez Vous Atelier Vie Robomobile	La Vie Robomobile	19-20/05/2021
<i>Regions in Recovery Global E-Festival: Séance sur les véhicules autonomes</i>	Regional Studies Asociation	17/06/2021
Journée Véhicule Autonome	Laboratoire Ville Mobilité Transport Université Gustave Eiffel	24/06/2021
57 Colloque: <i>Territoire(s) et numérique: innovations, mutations et décision, Avignon</i>	ASRDLF	1-3/09/2021

Atelier Vie Robomobile: « <i>Se préparer à la robomobilité</i> »	La Vie Robomobile	18/10/2021
Conversatorio Carros Autónomos Online	Universidad de Los Andes, Colombia	26/10/2021
Séminaire: <i>Intelligence Artificielle et Véhicules Autonomes</i>	Université Gustave Eiffel	26/11/2021
<i>Transition(s) 2050</i>	ADEME	13/12/2021
Conférence Davide Ponzini: <i>Discussion around the book Transnational Architecture and Urbanism. Rethinking How Cities Plan, Transform and Learn.</i>	Laboratoire Mediations Sorbonne Université	09/01/2023
<i>Quelles méthodes dans la recherche en géographie urbaine, aménagement et urbanisme ?</i>	Laboratoire Mediations Sorbonne Université	16/01/2023
<i>L'art de Gouverner les Transitions Décarbonation automobile : une solution pour quelles transitions ?</i>	La Fabrique de la cité Acadie	08/02/2023
Conférence Ana Falù: Un urbanisme féministe pour une ville inclusive et solidaire	Club Ville Aménagement	28/06/2023

Los vehículos autónomos y las visiones para la planificación de las ciudades.

Una comparación internacional

Resumen

El objetivo de esta tesis es comprender cómo las ciudades se preparan para la llegada de los vehículos autónomos y, recíprocamente, cómo estos vehículos han comenzado ya a transformar las ciudades, antes incluso de su implantación. La hipótesis principal sobre la que se fundamenta esta investigación es que los vehículos autónomos ya han modificado las políticas públicas urbanas actuales. Así, la probable llegada de los vehículos autónomos habrá tenido un efecto transformador sobre las prioridades y las acciones que se están llevando en el campo de la movilidad y, más en general, sobre las políticas urbanas. A partir de ahí, se plantean dos grandes hipótesis:

Por una parte, que los estudios prospectivos, las representaciones y el imaginario que se desarrolla en torno a los vehículos autónomos ejercen una influencia sobre los diferentes agentes del sistema decisorial.

Por otra parte, que los discursos sobre las oportunidades y las amenazas engendradas por los vehículos autónomos reflejan a su vez las estrategias de quienes toman las decisiones. De este modo, cada agente intenta que su discurso sobre estos vehículos se integre lo mejor posible en el conjunto de sus estrategias políticas, institucionales o empresariales, a fin de crear la menor disonancia en su discurso general.

Para llevar a cabo este estudio, se ha realizado una comparación entre París, Emiratos Árabes Unidos (Abu Dabi y Dubái) y Bogotá. Los territorios han sido elegidos con el objetivo de encontrar contextos muy diferentes, pero manteniendo elementos en común: son ciudades influyentes, con fuertes intereses en materia de movilidad e innovación y que ya han comenzado a reflexionar sobre el tema de la movilidad autónoma.

El método principal empleado es la entrevista a agentes metropolitanos procedentes de medios diversos: personas a cargo de las decisiones en las colectividades públicas, tanto de la esfera política como técnica, pero también procedentes de organismos de asesoramiento o expertos con poder de influencia en las decisiones, así como empresas privadas. Se han realizado más de cincuenta entrevistas. Este trabajo se ha acompañado y completado mediante la escucha de conferencias, la lectura de literatura científica, el análisis de documentos oficiales y también de artículos de prensa y de sitios web, a fin de seguir las últimas novedades de un tema sometido a evoluciones constantes y rápidos cambios.

Hemos podido observar discursos muy variados en función del contexto territorial, del perfil de la persona entrevistada o de la estructura representada. No obstante, ciertos elementos se mantienen constantes a través de la mayoría de las fuentes. Además, muchos agentes no ven la tecnología como un fin en sí mismo, sino más bien como una herramienta para conseguir otros objetivos, o incluso como un objeto utópico y lejano. Finalmente, un análisis de las acciones confirma la hipótesis de partida, pero de forma más matizada: la pérdida gradual del entusiasmo por los vehículos autónomos ha aumentado la cautela.

Palabras clave : Urbanismo; Ordenación del territorio; Movilidad; Automóvil; Vehículo autónomo; París; Abu Dabi; Dubái; Bogotá

Les véhicules autonomes et les visions pour l'aménagement des villes.

Une comparaison internationale

Résumé

L'objectif de cette thèse est de comprendre comment les villes se préparent à l'arrivée des véhicules autonomes, et réciproquement comment cette technologie a déjà commencé à transformer les villes avant même son déploiement. L'hypothèse principale sur laquelle repose cette recherche est que ces véhicules ont déjà modifié les politiques publiques urbaines actuelles. Ainsi, l'arrivée probable des véhicules autonomes aurait eu un effet transformateur sur les priorités et les actions que l'on mène dans le champ des mobilités et, plus largement, sur les politiques urbaines. À partir de là, deux grandes hypothèses se dégagent : D'un côté, que les études prospectives, les représentations et l'imaginaire qui se développent autour des véhicules autonomes ont une influence sur les différents acteurs-clés de la décision ; D'autre part, que les discours sur les opportunités et les menaces engendrées par les véhicules autonomes sont liés aux enjeux spécifiques à chacun des acteurs. Ainsi, chaque acteur tente de faire en sorte que son discours sur les véhicules autonomes s'intègre au mieux dans ses stratégies institutionnelles, politiques ou entrepreneuriales.

Pour mener cette étude, une comparaison a été faite entre Paris, les Émirats arabes unis (Abou Dhabi et Dubaï), et Bogota. Les territoires ont été choisis dans l'objectif de retrouver des contextes très différents, mais communs sur trois éléments : ce sont des villes influentes, le véhicule autonome est un objet important pour de nombreuses entreprises locales, enfin, leurs services d'urbanisme ont produit des réflexions sur le sujet de la mobilité autonome.

La méthode principale employée est l'entretien auprès d'acteurs métropolitains issus de milieux divers : des décideurs des collectivités publiques, autant de la sphère politique que des techniciens, des institutions de conseil ou des experts avec un pouvoir d'influence sur les décisions, ainsi que des entreprises privées. Plus de cinquante entretiens ont été réalisés. Ce travail est accompagné et complété par l'écoute de conférences et la lecture de littérature scientifique, ainsi que par l'analyse de documents officiels et, enfin, d'articles de presse ou d'interventions sur des sites Internet, afin de suivre les derniers tournants d'un sujet soumis à des évolutions constantes et des changements rapides.

Nous avons pu observer des discours très variés en fonction du contexte territorial, du profil de la personne enquêtée ou de la structure représentée. Cependant, certains éléments restent constants à travers la majorité des sources. Par ailleurs, beaucoup d'acteurs ne voient pas la technologie comme une fin en soi, mais plutôt comme un outil pour atteindre d'autres objectifs, ou alors comme un objet utopique et lointain. Enfin, une analyse des actions confirme l'hypothèse de départ, mais d'une manière plus nuancée : l'essoufflement progressif de l'engouement envers les véhicules autonomes a renforcé la prudence.

Mots-clés : Urbanisme ; Aménagement du territoire ; Mobilité ; Automobile ; Véhicule autonome ; Paris ; Abou Dhabi ; Dubaï ; Bogota

Autonomous vehicles and visions for city planning. An international comparison

Summary

The aim of this thesis is to understand how cities are preparing for the arrival of autonomous vehicles, and conversely how this technology has already begun to transform cities even before its deployment. The main hypothesis underlying this research is that autonomous vehicles have already changed current urban public policies. Thus, the likely arrival of those vehicles would have had a transformative effect on the priorities and actions being taken in the field of mobility and, largely, on urban policies. From this, two main hypotheses emerge: On the one hand, that prospective studies, representations and the imaginary that is developing around autonomous vehicles have an influence on the various players in the decision-making system. Secondly, that the discourse on the opportunities and threats generated by autonomous vehicles reflects the strategies of decision-makers. In this way, each actor tries to ensure that his discourse on autonomous vehicles fits in as well as possible with its institutional, political or entrepreneurial strategies.

To carry out this study, a comparison was made between Paris, the United Arab Emirates (Abu Dhabi and Dubai), and Bogota. The territories were chosen to reflect very different contexts, but they share some common elements: they are influential cities with a strong interest in mobility and innovation, and which have produced ideas on the subject of autonomous mobility.

The main method used was to interview metropolitan players from a variety of backgrounds: decision-makers from public authorities, both political and technical, but also consultancy institutions or experts with power to influence decisions, as well as private companies. Over fifty interviews were conducted. This work was accompanied and complemented by listening to conferences and reading scientific literature, as well as analysing official documents and, finally, press articles and websites, in order to keep abreast of the latest developments in a matter that is subject to constant evolution and rapid change.

We were able to observe a wide variety of discourse depending on the territorial context, the profile of the person surveyed or the structure represented. However, certain elements remain constant across the majority of sources. In addition, many stakeholders do not see technology as an end in itself, but rather as a tool for achieving other objectives, or as a utopian and distant goal. Finally, an analysis of actions confirms the initial hypothesis, but in a more nuanced way: the gradual fading of enthusiasm for autonomous vehicles has reinforced caution.

Keywords : Urbanism ; Urban planning ; Mobility ; Automobile ; Autonomous vehicle ; Paris ; Abu Dhabi ; Dubai ; Bogota

UNIVERSITÉ SORBONNE UNIVERSITÉ

École Doctorale VII (ED 434) Géographie de Paris

191, rue Saint-Jacques 75005 Paris

DISCIPLINE : Aménagement, Urbanisme, Dynamique des espaces