



Les fabriques de la Connaissance

ALTERNATIVES INNOVANTES ET ECONOMES DE TRANSPORTS FLEXIBLES ET PARTAGES EN REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR



Partenariat Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Etablissements d'Enseignement Supérieur et de Recherche

Ce travail a été réalisé par un collectif d'étudiants de Master à l'UMR ESPACE, en partenariat avec l'Université Montpellier 3, encadrés par un groupe d'enseignants-chercheurs d'Avignon et de Montpellier.

Il participe de la Fabrique des Connaissances de différentes façons :

- *Pédagogiquement*, via le travail produit par plusieurs étudiants de M1 et M2 réalisant un mémoire thématique, encadrés par des enseignants-chercheurs des laboratoires, en partenariat avec la mission prospective de la collectivité régionale,
- *Scientifiquement*, par notamment la soumission d'un article sur les Nouveaux Véhicules Electriques Individuels dans une revue francophone reconnue par l'HCERES,
- *Opérationnellement*, en réalisant un focus sur la région Provence Alpes Côtes d'Azur (et parfois Occitanie) générant des informations, des investigations et des propositions locales, pouvant constituer un vivier d'idées pour la mission Prospective de la région PACA.

Ce rapport est donc co-signé par les encadrants du projet :

- **Didier JOSSELIN** (UMR ESPACE, Directeur de Recherche au CNRS, Avignon, responsable du projet) [didier.josselin@univ-avignon.fr]
- **Adrien LAMMOGLIA** (LAGAM, Maître de Conférence à l'Université de Montpellier 3)
- **Samuel ROBERT** (UMR ESPACE, Directeur de Recherche au CNRS, Aix en Provence)
- **Alexia MARCON** (auto-entreprise en Géomatique)

et par les étudiants de Master ayant participé au projet :

- **Clémence JOUVENEL**, M1, Master Transport Mobilités Réseaux, Montpellier
- **Mamadou LY**, M1, Master Transport Mobilités Réseaux, Montpellier
- **Thibaud PAGES**, M1, Master Transport Mobilités Réseaux, Montpellier
- **Tom ROUSSAT**, M1, Master Géomatique et Conduite de Projets Territoriaux, Avignon Université

Compte tenu de la provenance de plusieurs étudiant.e.s d'une formation de Master d'Occitanie, les services ont parfois été étudiés de façon inter-régionale. Des éléments de cadrage internationaux ont par ailleurs été ajoutés dans certains travaux.

Enfin, la situation sanitaire n'a pas permis de réaliser les études de terrain escomptées, amenant les étudiants-stagiaires et enseignants à privilégier des approches d'enquêtes via internet et des entretiens téléphoniques, selon les volets abordés.

<i>Les fabriques de la Connaissance</i>	1
INTRODUCTION	10
1. Volet « Indicateurs de développement de covoiturage »	11
2. Volet « Véhicule Autonome Connecté »	12
3. Volet « Nouveaux Véhicules Electriques Individuels »	12
4. Volet « Transports par voie maritime »	13
5. Volet « Transport de personnes par voie fluviale »	13
PARTIE 1 - INDICATEURS DE DEVELOPPEMENT DE COVOITURAGE	15
1.1. Contexte problématique.....	15
1.1.1. Introduction	15
1.1.2. Définitions	17
Le covoiturage : une solution de mobilité alternative	17
Diverses définitions du covoiturage	17
1.1.3. Evolution	18
Une pratique ancienne qui connaît un nouveau souffle	18
Les technologies numériques comme vecteur d'intégration	19
1.1.4. Typologies du covoiturage selon les objectifs.....	19
Répondre à des pratiques de déplacements diverses.....	19
Le covoiturage selon diverses dimensions temporelles et spatiales.....	20
1.1.5. Un processus impulsé par de multiples acteurs.....	22
Dispositifs et opérateurs de covoiturage	22
Qui sont les covoitureurs en général ?	22
Collectivités territoriales	23
1.1.6. Partager un trajet de covoiturage	23
Réduire ses frais de mobilité	23
Le covoiturage, vecteur de lien social	24
Se déplacer de manière plus durable pour l'environnement.....	24
1.1.7. Spécificités du covoiturage.....	25
Complémentarité et concurrence modales.....	25
Une multitude d'offres amenant à une certaine confusion	26
Des barrières psychologiques identifiées.....	26
Quelle adaptation aux besoins quotidiens ?	27
La place du covoiturage dans les espaces périurbains et ruraux	27
Le système de covoiturage encore fragile ?	28
1.2. Des territoires de covoiturage en PACA et Occitanie	29
1.2.1. Localisation des sites d'étude	29
1.2.2. Le profil sociologique des communautés de communes	32
Répartition par genre	32
La répartition de la population par tranches d'âge.....	33
1.2.3. Attractivité territoriale liée à l'activité économique	34
La CCCGPS, un territoire de première couronne	34
L'affirmation d'un pôle entre deux départements : la communauté de commune des Cévennes	
Gangeoises et Suménoises	35
La communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon, une communauté en marge ?	35
La communauté d'agglomération Ventoux Comtat Venaissin	36

Conclusion	37
1.3. Analyse de la mobilité	37
1.3.1. Principaux moyens de déplacement des habitants	37
1.3.2. Analyse des flux domicile-étude	39
La communauté de commune du Grand Pic Saint Loup	39
La communauté d'agglomération Ventoux Comtat Venaissin	40
La communauté de communes Cévennes Gangeoises et Suménoises	40
La communauté de commune Lacs et Gorges du Verdon	41
1.3.3. Les flux domicile-travail	42
La communauté de communes du Grand Pic Saint Loup	42
La communauté d'agglomération Ventoux Comtat Venaissin	43
La communauté de communes des Cévennes Gangeoises et Suménoises	44
La communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon	45
1.4. Enquête en ligne auprès de covoitureurs	47
1.4.1. La réalisation du questionnaire	47
Structure du questionnaire	47
Le partage de l'enquête	49
1.4.2. Échantillonnage : répartition par genre, âge et CSP	49
Échantillonnage et redressement	49
Le profil des répondants de l'échantillon	53
1.4.3. Pratiques de mobilité	55
Équipements et déplacements	55
Pratique du covoiturage	57
Qui sont les covoitureurs de l'échantillon ?	58
Pratique de l'auto-stop	59
Partage du transport	61
Organisation souhaitée du covoiturage selon l'échelle de gouvernance	62
1.5. Définition d'indicateurs de développement de covoiturage	63
1.5.1. Retours d'expériences de covoiturage	63
RezoPouce	64
Ecov : le covoiturage de ligne	65
Éclairages par la collectivité	66
Développer le covoiturage sur les territoires intercommunaux : quelques éléments à retenir	68
1.5.2. Indicateurs de fonctionnement de covoiturage	69
Définitions et notions	69
Mesures de performance d'un réseau de transport	70
Indicateurs de mobilité durable	73
Indicateurs d'usage	74
PARTIE 2 - VEHICULE AUTONOME CONNECTE.....	77
2.1. Introduction.....	77
2.2. Sophia Antipolis : un territoire où la mobilité soulève de nombreux enjeux.....	80
2.2.1. Sophia Antipolis : la plus importante technopole européenne	80
2.2.2. La Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis (CASA) : une intercommunalité vieillissante	81
2.2.3. Sophia Antipolis : une Communauté d'Agglomération aux forts enjeux de mobilité	83
Des flux entrants et sortants importants sur le territoire de la CASA	83
L'autosolisme comme cause d'une congestion importante de certains axes routiers majeurs	84
2.3. Pourquoi étudier le véhicule autonome et connecté ?.....	86
2.3.1. Historique, définition des termes et du fonctionnement du véhicule autonome et connecté	86

L'historique du véhicule autonome et connecté.....	86
La définition des termes et des niveaux d'automatisation	87
2.3.2. Pourquoi étudier le véhicule autonome et connecté sur le territoire de Sophia Antipolis ?.....	89
2.3.3. Les objectifs de l'étude.....	90
2.4. État de l'art du véhicule autonome et connecté à l'échelle française et mondiale	91
2.4.1. Le véhicule autonome et connecté : une course au développement	91
La course au développement entre les entreprises du secteur automobile : de nouveaux acteurs qui s'insèrent au marché du VAC	91
La course au développement du véhicule autonome et connecté entre les territoires à l'échelle internationale	93
2.4.2. Le positionnement de l'état français dans le domaine du véhicule autonome et connecté	95
Le positionnement stratégique de l'état français	96
Les orientations politiques et actions prioritaires de l'état français	97
L'adaptation de la législation française pour le développement du véhicule autonome et connecté	101
Le retard de l'Etat français sur certains pays quant à la législation	103
2.4.3. Recensement des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France	104
Méthodologie de recensement des expérimentations de véhicule autonome et connecté	105
Les expérimentations de véhicule autonome et connecté en France : une concentration inégale entre les régions françaises.....	106
La région PACA : quatrième région française ayant le plus d'expérimentations de véhicules autonomes et connectés	108
La typologie des expérimentations de véhicules autonomes et connectés.....	110
Le retard de la France en termes d'expérimentations à l'échelle internationale	111
2.5. Les enjeux liés au déploiement du véhicule autonome et connecté	113
2.5.1. Les enjeux liés au potentiel déploiement de la technologie d'automatisation de la conduite (niveaux 4 et 5)	113
Des enjeux de réglementation et de sécurité déjà évoqués	113
L'acceptabilité des technologies autonomes par les populations.....	114
2.5.2. Les enjeux économiques et technologiques	115
L'insuffisance de l'autonomie des batteries.....	117
La communication entre les différents modèles et systèmes d'intelligence embarquée.....	117
La transition entre les véhicules automatisés et non automatisés	118
Le changement de stratégie des assurances.....	118
La montée en qualification des emplois liés aux transports et à l'automobile.....	119
2.5.3. Les enjeux liés aux différents usages du véhicule autonome et connecté	120
Les enjeux liés à la pratique individuelle du véhicule autonome et connecté	120
L'augmentation de l'étalement urbain.....	121
Le faible gain de décongestion des tronçons routiers les plus fréquentés	121
Les enjeux liés à la pratique partagée du véhicule autonome et connecté	122
L'amélioration des conditions de circulation	122
La possibilité de gain d'espace public.....	123
La mobilité autonome partagée pourra-t-elle permettre à plus de ménages d'en acquérir un ?.....	124
2.5.4. Enjeux des véhicules autonomes en PACA.....	125
Délimitation de la zone d'étude centrée sur Sophia Antipolis	126
Qui peut acheter un véhicule autonome et connecté particulier ?	127
Hypothèses.....	128
Données et méthode de calcul.....	129
L'usage partagé du véhicule autonome et connecté en tant que service privé à Sophia Antipolis	130
Hypothèses.....	131
Données et méthode de calcul.....	131
2.5.5. Conclusion partielle.....	132
2.6. Résultats des analyses	133
2.6.1. Qui peut acquérir un véhicule autonome et connecté particulier à Sophia Antipolis ?	133

Peu de ménages financièrement aptes à acquérir un véhicule autonome et connecté	133
Les communes de la CASA ont le taux d'équipement potentiel par personne le plus élevé	134
Un taux de remplacement faible au sein des communes à l'origine de la majorité des flux entrants sur la technopole	137
2.6.2. Le transport autonome partagé est-il plus rentable qu'une voiture individuelle ?	139
Le coût de la mobilité individuelle actuelle pour les actifs travaillant à Sophia Antipolis.....	139
Le coût de la mobilité autonome partagée en fonction de l'occupation du véhicule.....	141
Les actifs aux revenus les moins élevés doivent être assurés d'un taux d'occupation minimum.....	143
2.6.3. Discussion	145
Sources des données.....	145
La rémunération issue du service partagé de véhicules autonomes et connectés est-elle à l'origine d'une amélioration du potentiel d'achat des ménages ?	145
Modélisation d'un service partagé de véhicules autonomes et connectés à Sophia Antipolis.....	146
Simulations à réaliser	147
2.6.4. Conclusion partielle.....	149
2.7. Conclusion	150
PARTIE 3 - NOUVEAUX VEHICULES ELECTRIQUES INDIVIDUELS (NVEI)	152
Introduction	152
3.1. Contexte et état de l'art : l'essor des nouveaux véhicules électriques individuels	153
3.1.1. Introduction	153
3.1.2. Présentation générale des NVE	153
Le Vélo à Assistance Electrique (VAE)	154
La trottinette électrique, la nouvelle "mode"	155
Les autres modes de déplacement individuels électriques : gyroroue, overboard, gyropode	156
Les véhicules libre-service (VLS) électriques : histoire d'une innovation urbaine	157
3.1.3. Les technologies au cœur du développement de ces nouveaux modes.....	158
Des innovations techniques au service des nouveaux modes individuels électriques	158
Batteries et moteurs électriques, avantages et limites.....	159
La place du numérique	160
Des applications nouvelles (free-floating).....	160
3.1.4. Modifications de pratiques de mobilité en milieu urbain	161
Types d'usages et d'utilisateurs et rapports aux transports	161
Zoom sur le VAE	161
Impact sur le choix modal	164
Quel avenir pour les NVEI en milieu urbain ?.....	166
3.1.5. Impacts des NVEI sur l'aménagement des centres urbains	167
Un aménagement qui concerne essentiellement le cœur urbain.....	167
Le partage de l'espace commun en milieu urbain	167
La place des grandes firmes (free-floating des NVEI) dans l'aménagement des milieux urbains	168
3.1.6. Risques induits par le développement des NVEI	169
Plans vélos	169
Les problèmes de sécurité routière.....	170
Réguler le partage de l'espace commun	170
3.2. Enquête en ligne.....	171
3.2.1. Introduction	171
3.2.2. Thèmes de l'enquête.....	172
3.2.3. Benchmark des outils d'enquêtes	172
3.2.4. Arborescence des blocs de questions de l'enquête	173
3.2.5. Diffusion de l'enquête par trois canaux	174
3.2.6. Le profil des enquêtés suivant le réseau social	178

3.3.	Analyse des résultats de l'enquête	183
3.3.1.	Les enquêtés usagers de NVEI en France	183
3.3.2.	Comparatif des usagers par engin en France	193
3.3.3.	Zoom sur les usagers de NVEI enquêtés à Montpellier	202
3.3.4.	Conclusion de l'enquête	205
3.4.	Analyses SWOT	206
3.4.1.	Contexte	206
	Introduction.....	206
	Définition de l'analyse SWOT	207
	Présentation des 4 acteurs analysés	207
	Données utilisées pour la réalisation des analyses SWOT	207
	L'importance du temps dans les analyses SWOT	207
3.4.2.	Analyse SWOT des usagers des NVEI	208
	Forces	208
	Faiblesses	209
	Opportunités	210
	Menaces	211
3.4.3.	Analyse SWOT des non usagers des NVEI	211
	Forces	211
	Faiblesses	211
	Opportunités	212
	Menaces	213
3.4.4.	Analyse SWOT des collectivités sur la question des NVEI	213
	Forces	213
	Faiblesses	215
	Opportunités	216
	Menaces	216
3.4.5	Analyse SWOT des compagnies de free-floating de NVEI	217
	Forces	218
	Faiblesses	219
	Opportunités	219
	Menaces	220
3.4.6.	Synthèse et conclusion des analyses SWOT	220
3.5.	Conclusion	225
Annexe	226	
PARTIE 4 - TRANSPORTS PAR VOIE MARITIME		228
4.1.	Introduction.....	228
4.2.	La mise en place de service de transport maritime comme réponse aux objectifs de développement durable	230
4.2.1.	Une demande de nouveaux modes de transport plus écologiques par les résidents	230
	Les navettes de Marseille et de Cannes appréciées par les résidents	230
	Une enquête qui va dans le même sens.....	230
4.2.2.	Des avancées avec des navires fonctionnant avec des propulseurs électriques	232
	Quelques exemples bénéfiques à travers l'Europe	232
4.2.3.	Des obstacles à l'utilisation des navettes maritimes en Europe	235
	Obstacles opérationnels, techniques et humains	235
	Le réchauffement climatique : une menace pour le transport maritime de personnes dans le futur	236
4.2.4.	La nécessité d'intégrer le projet de navette maritime dans son territoire	236
	Une intégration dans le réseau de transport déjà existant	236

Une mutualisation des fonctions pour réduire les coûts et augmenter les chances de réussite.....	237
Une intégration pour limiter impacts visuel, sonore et environnemental.....	237
4.2.5. Le cobaturation, l'équivalent du covoiturage pour la mer	237
Genèse.....	237
Fonctionnement du service.....	238
Cadre juridique	239
Les limites du système de cobaturation	239
4.3. Etat actuel des services de navettes maritimes en France métropolitaine et en Corse	240
4.3.1. Méthodologie	240
Présentation du contexte.....	240
Méthodologie de collecte de données.....	240
4.3.2. Une répartition inégale des liaisons maritimes.....	242
Une répartition inégale selon les régions.....	242
Une répartition inégale des types de trajets et de service.....	243
Un trafic inégalement réparti dans la Région PACA et dominé par les liaisons maritimes continent – île et saisonnières.....	244
4.3.3. Comparaison PACA et Bretagne : des ressemblances et des spécificités	246
4.3.4. Des caractéristiques communes pour les liaisons permanentes continent – continent.....	247
4.3.5. Une saisonnalité des fréquences marquées pour toutes les liaisons maritimes permanentes, sauf à Toulon	249
4.4. Liaisons maritimes potentielles en région PACA	250
4.4.1. Projets de liaisons en PACA	250
Le projet de liaison maritime dans l'étang de Berre	250
Etude d'opportunité d'une navette maritime entre les Terminaux de Croisière de Marseille et le vieux port	250
Projet de construction d'un nouvel embarcadere et de deux lignes maritimes	250
Projet de navette maritime entre Cannes, Nice et Monaco	251
4.4.2. Proposition de liaisons maritimes	253
Flux de navetteurs entre les communes littorales de PACA	253
Baie de Cannes	253
Baie de la Ciotat	254
Golfe de Fos sur Mer	254
4.5. Conclusion	256
Annexes : données de liaisons maritimes traitées	257
PARTIE 5 - TRANSPORT DE PERSONNES PAR VOIE FLUVIALE	261
5.1. Introduction.....	261
5.1.1. Objectifs	261
5.1.2. Documentation et données générales	261
5.1.3. Organisation	262
5.2. L'Europe, un territoire inégal	262
5.2.1. Observations générales et statistiques	262
5.2.2. Comparaison entre les leaders européens et la France	264
5.3. Le cas français.....	267
5.3.1. Détail statistique complet du réseau navigable fluvial	267
5.3.2. Cas repérés de navettes fluviales en France	268
5.4. La région SUD, territoire propice au transport fluvial de personnes ?	271

5.4.1.	Analyse spatiale et identification des voies navigables.....	271
	Les flux OD proches des voies navigables, éléments déterminants des projets	271
	Lieux retenus pour développer le transport fluvial en PACA	273
5.4.2.	Les projets potentiels de transport fluvial de personnes.....	273
	Avignon.....	273
	L'Étang de Berre	276
	Camargue	278
5.5.	Conclusion	279
	Annexes	279
	CONCLUSION.....	281
	REFERENCES (ARTICLES, RAPPORTS, JOURNAUX, WEBOGRAPHIE)	283

INTRODUCTION

Dans le cadre de la Convention – cadre 2018 – 2021 relative au partenariat de la connaissance entre le Région SUD – PACA et les Établissements d’enseignement supérieur et de recherche, il a été formulé un appel à projet régional intitulé « Fabrique de la connaissance 2018 ». Ce dernier est décomposé en trois axes de recherche et d’actions prioritaires :

1 – **Mieux connaître les habitants de PACA** : portant sur la connaissance des habitants de la région, leurs trajectoires et leurs modes de vie ;

2 – **Mieux connaître les territoires de PACA** : traitant des problématiques prospectives et interdisciplinaires liées aux compétences de la Région, à ses dynamiques territoriales et ses filières stratégiques ;

3 – **Mieux diffuser la connaissance du territoire** : concernant les actions de diffusion et de communication des connaissances régionales dans le champ des sciences humaines et sociales en mobilisant les différentes ressources disponibles.

Chacun de ces axes est composé de diverses actions. Le second axe de recherche contient une action visant à traiter des « *Transports de voyageurs et de marchandises, pratiques de mobilités en PACA aux horizons 2030 et 2050* ». Cette action s’insère dans la démarche prospective régionale lancée par la Mission Prospective de la Direction des Infrastructures et des Grands Équipements (DIGE) au sujet des transports et des mobilités.

Ainsi, la Mission Prospective de la Région Provence-Alpes-Côte d’Azur a établi une collaboration avec l’Unité Mixte de Recherche (UMR) ESPACE de l’Université d’Avignon. Cette action traite de la thématique des évolutions des transports flexibles et des mobilités partagées à l’échelle régionale, permettant d’alimenter la démarche prospective, notamment sur une anticipation de ce que pourraient être les transports ainsi que les pratiques de mobilités aux horizons 2030 et 2050. Elle est intitulée « *Modélisation et analyse spatiales des pratiques actuelles et futures de mobilité partagée et de transports flexibles dans la région SUD* ».

Il s’agit dans cette étude d’imaginer quel peut être le développement de nouvelles formes de transports flexibles et/ou partagés, venant avantageusement compléter des modes contraints (trains, bus) ou saturés (automobiles personnels sur les routes engorgées). Il convient d’étudier la façon dont ces nouveaux modes s’insèrent dans le « paysage » de l’offre de transport existante.

Ce projet s’insère dans l’axe 2 « Mieux connaître les territoires de PACA » de la Fabrique des Connaissances de la région PACA dans le thème « Étude prospective sur les transports et pratiques de mobilités aux horizons 2030-205 ». Il fait suite aux travaux réalisés en 2019 « Modélisation et analyse spatiale des pratiques actuelles et futures de mobilité partagée et de transport flexible dans la région Provence Alpes Côte d’Azur », en partenariat avec la mission Prospective de la DIGE de la région PACA.

Il le complète de trois façons :

- en étudiant le fonctionnement de systèmes de covoiturage en milieu rural,
- en approfondissant l'étude des véhicules autonomes, du point de vue notamment de leur impact potentiel sur les pratiques de mobilité,
- en abordant de nouvelles formes de mobilités :
 - les modes doux électriques légers (trottinettes...),
 - les déplacements par bateau sur voies maritimes,
 - les déplacements par bateau sur le réseau intérieur de canaux (inter)fluviaux.

L'étude se divise en plusieurs volets.

1. Volet « Indicateurs de développement de covoiturage » (*stagiaire : Clémence Jouvenel, co-encadrement : Adrien Lammoglia & Didier Josselin*)

Dans les zones rurales ou peu denses, la mobilité et l'accessibilité sont généralement dépendantes de l'usage de l'automobile personnelle. Les distances s'accroissent et les coûts de mise en œuvre de transports publics déployant des véhicules avec chauffeurs explosent, réduisant ainsi l'offre potentielle collective, en quantité comme en qualité. Le covoiturage peut être une solution viable, relativement moins coûteuse pour l'utilisateur et la puissance publique et plus respectueuse de l'environnement que la voiture personnelle, car considérée ainsi parfois comme une « eco-mobilité ». À ce titre, la région PACA soutient des projets pionniers dans plusieurs villes et secteurs géographiques : Ventoux, Gorges du Lac de Verdon, Pays de Forcalquier, Provence Verte. Pour ce faire, elle souhaite développer des indicateurs économiques, environnementaux et sociaux et fait appel à l'Université d'Avignon.

Les résultats pour ce volet sont les suivants :

- Un état des lieux sur les solutions de covoiturage en milieu rural, leur mise en œuvre, leur impact, les facteurs qui y sont favorables et les indicateurs existant pour évaluer leur fonctionnement ;
- Une enquête en ligne sur le covoiturage ;
- Une analyse du service RezoPouce (Occitanie et PACA) par entretiens et cartographie ;
- Une réflexion sur des indicateurs économiques, environnementaux et sociaux de ces services.

2. Volet « Véhicule Autonome Connecté » *(stagiaire : Tom Roussat, co-encadrement : Didier Josselin & Adrien Lammoglia)*

L'arrivée progressive de véhicules de plus en plus autonomes risque de bouleverser les habitudes de conduites et les pratiques de mobilités. Dans leur forme la plus absolue, les véhicules autonomes sont capables de transporter des personnes sans aucun chauffeur, généralement sans rail ni guide physique, mais uniquement grâce à leur panoplie de capteurs leur permettant d'appréhender avec finesse leur environnement et d'évoluer sur les routes, théoriquement sans risque. Les expériences sont relativement peu nombreuses, mais elles existent. On peut imaginer leur développement avec des hypothèses plausibles et réfléchir à l'impact de leur déploiement sur les mobilités et les structures urbaines, notamment en région PACA.

Pour le volet traitant des voitures autonomes, les résultats sont les suivants :

- Un recensement et une analyse du fonctionnement de différences expériences existant en France et dans le monde (Europe notamment) de véhicules autonomes collectifs, en incluant l'analyse fonctionnelle de quelques expériences ou les projets en cours en PACA, notamment,
- Une estimation du potentiel de développement : quels territoires concernés ? Quels flux attendus ? Quels impacts sur les pratiques de mobilité et l'extension des territoires urbains régionaux ?
- Une analyse focalisée sur le territoire de Sophia-Antipolis du point de vue du déploiement potentiels de transport autonomes.

3. Volet « Nouveaux Véhicules Electriques Individuels » *(stagiaire : Thibaud Pagès, co-encadrement : Adrien Lammoglia & Didier Josselin)*

Récemment, une grande variété de nouveaux modes de déplacement individuels doux basés sur l'électrique a vu le jour : trottinette électrique, vélo électrique, *segway* (un des précurseurs). En dépit des progrès technologique constants (Tesla, Renault...) sur l'autonomie des batteries et les temps de recharge, les voitures électriques continuent à imposer une contrainte de distance, réduisant les rayons champs d'usage. À l'inverse, ces nouveaux modes électriques permettent d'allonger les distances- temps des déplacements individuels, intra-urbains pour la plupart.

Les questions qui se posent alors sont les suivantes : Quels sont ces modes ? Peut-on estimer leur taux de pénétration modal ? Peut-on calculer les gains de distance et de temps procurés par ces modes ? Peut-on connaître davantage les usages de ces modes ? Quels sont les risques induits par ces nouveaux modes ? En projection, quelle influence ces modes peuvent-ils avoir sur l'organisation des villes et les stratégies des ménages ? Enfin, quelles sont les conditions de la mise en œuvre de ces modes du point de vue des risques ?

Pour ce volet, nous avons pu :

- Replacer les Nouveaux Véhicules Electriques Individuels (NVEI) dans le contexte de mobilité en évolution,
- Réaliser un recensement des différents véhicules électriques individuels,
- Produire et analyser une enquête en ligne sur ces nouveaux modes doux de déplacement,
- Appréhender la relation entre transport public et NVEI (reports modaux potentiels).

4. **Volet « Transports par voie maritime »** (*stagiaire : mamadou Ly, encadrement : Samuel Robert*)

On a coutume de penser implicitement le transport de personnes par les voies terrestres, par l'automobile ou le train, par exemple. Mais le transport par bateau constitue une piste intéressante. Les côtes de PACA sont longues et possèdent de nombreux ports. La mer reste un espace relativement tranquille et peu encombré. Les énergies renouvelables peuvent être utilisées (solaires). Le transport maritime longeant la côte méditerranéenne peut-il se développer davantage et sous quelle forme ? Faut-il l'envisager préférentiellement dans les grandes agglomérations littorales de PACA ? La vitesse de déplacement de ce mode et les contraintes de son usage (approche au port, météo, etc.) limitent-elles son développement ?

Les résultats de ce volet de l'étude sont les suivants :

- Recensement d'expériences de transport maritime fonctionnelles,
- Cartographie des ports et des zones d'embarquement possibles le long du littoral de la région PACA,
- Identification des projets en cours sur les littoraux de la région,
- Production de tracés possibles, en fonction des densités et des flux de population vivant sur le littoral,
- Calcul de temps de trajets et évaluation des avantages et inconvénients de ce type de transport.

5. **Volet « Transport de personnes par voie fluviale »** (*Réalisation : A. Marcon, consultant indépendant en géomatique*)

Une seconde voie à fort potentiel de déplacements sur le territoire est la voie fluviale et lacustre (exemple de l'Etang de Berre), hors déplacements de marchandises et de touristes. Elle souffre

potentiellement des mêmes contraintes, à savoir la lenteur et l'accessibilité, auxquelles s'ajoutent l'encombrement potentiel des canaux. Toutefois, aujourd'hui le transport doit faire feu de tout bois et multiplier les alternatives pour améliorer la connectivité des tracés modaux possibles en fonction de l'existant. S'agit-il d'un marché limité de niche ou une réelle opportunité ?

Pour ce volet, nous avons obtenu :

- Un état de l'art de ce type de mobilité, ciblé notamment en Europe, avec des analyses sur plusieurs sites,
- Une compilation des rares sources d'informations sur le sujet des liaisons fluviales et lacustres,
- Une cartographie de la navigabilité sur le Rhône liée à la topographie,
- Des propositions d'aménagement potentiel de transports sur plusieurs sites (Avignon, étang de Berre, Camargue)

S'ajoute à ce rapport d'étude une archive contenant les principales données et fichiers sources ayant été constitués et mobilisés dans le cadre de ce projet.

PARTIE 1 - INDICATEURS DE DEVELOPPEMENT DE COVOITURAGE

Le texte de cette partie est extrait du mémoire de Master 1 de Clémence Jouvenel.

1.1. Contexte problématique

1.1.1. Introduction

Dans sa démarche de répondre aux enjeux environnementaux actuels, la région PACA s'est engagée à mettre en place des solutions sur son territoire. Si elle a déjà réduit ses émissions de gaz à effet de serre de 22% entre 2000 et 2017, la région PACA cherche à développer d'autres stratégies pour limiter son impact. Dans ce processus, le covoiturage apparaît comme une solution viable, relativement peu coûteuse, pouvant amener une réponse aux enjeux de mobilités des espaces ruraux. En effet, le covoiturage présente de nombreux avantages, comme la baisse des émissions de gaz à effets de serre, la diminution de l'auto-solisme ou encore la création de lien social.

Face aux problèmes environnementaux à l'étalement urbain, de nouveaux enjeux de mobilité sont mis en avant. Les espaces ruraux et peu denses sont soumis à ces derniers. Toutefois, si le covoiturage permet de répondre aux nouveaux enjeux de mobilité, il ne contribue pas particulièrement à la réduction de l'étalement urbain. Ainsi, la mise en place d'un système covoiturage présente des externalités tant positives que négatives.

En 2015, selon l'INSEE¹, 70% des français se déplacent en voiture pour se rendre sur leur lieu de travail. Dans cette logique, nous pouvons considérer que, pour la majorité de ces trajets, le véhicule est occupé par une seule personne, soit le conducteur. Le covoiturage apparaît alors comme une réponse à ces véhicules vides, permettant également de partager les frais de déplacement, de créer du lien social (Ben Cheikh, 2016). À ce titre, la mise en place de covoiturage sur des trajets pendulaires domicile-travail pourrait avoir un impact sur l'auto-solisme. À cela s'ajoute, la volonté de réduire l'impact environnemental créé par les véhicules, et qui apparaît comme une des motivations déclarées des covoitureurs.

Autour de cette problématique, plusieurs questions se posent :

1. Comment le covoiturage peut-il être une solution de mobilité, en lien avec le développement des technologies numériques et à la multiplicité des acteurs pouvant le développer à différentes échelles ?
2. Le covoiturage peut-il s'imposer comme une nouvelle forme de mobilité quotidienne répondant aux besoins de mobilité pendulaire, comme dans les Plan de Mobilités (PDM) et les Plans Déplacements des Entreprises (PDE) ?
3. Dans quelle mesure le covoiturage est une solution efficace pour éviter/réduire l'auto-solisme?

¹Bolusset A., Rafrat C., Février 2019; *"Sept salariés sur 10 vont travailler en voiture"*

4. Dans quelle mesure le covoiturage peut-il se développer dans les espaces ruraux ?

Les collectivités territoriales sont chargées de mettre en œuvre un service de transport collectif afin d'assurer un accès équitable à la mobilité. Il est toutefois possible de constater que certains espaces, notamment les espaces peu denses, ne bénéficient pas toujours d'un service cohérent et adapté aux besoins des populations. À ce titre, il est possible de se questionner sur la qualité du covoiturage dans sa capacité à pallier et compléter les services de transport collectif de ces espaces. Le rôle et la place du covoiturage dans les espaces ruraux seront donc à développer, ainsi que la manière dont ce processus s'est inscrit sur ces territoires.

Les objectifs de ce travail sont les suivants :

- Un diagnostic territorial de quelques sites d'expérimentation en région PACA et en Occitanie selon leurs spécificités territoriales et en termes d'offre de covoiturage ;
- Un travail d'enquête via un questionnaire sur la pratique du covoiturage, ainsi que la réalisation d'entretiens semi-directifs avec différents acteurs du secteur du covoiturage ;
- L'évaluation du covoiturage comme une réelle mobilité alternative, en présentant ses atouts et sa capacité à s'intégrer dans les mobilités tant quotidiennes que occasionnelles ;
- La définition d'indicateurs spécifiques pour le développement du covoiturage qui pourront être appliqués dans les différents sites, en partenariat avec la mission Prospective de la région PACA.

Pour répondre à ces questions, nous avons mis en place une méthodologie spécifique :

- ❖ Un état de l'art :
 - sur le développement du covoiturage sous différents aspects,
 - sur les indicateurs utilisés dans des services de même philosophie : covoiturage, transports collectifs, transport à la demande ;
- ❖ Des diagnostics territoriaux et des représentations cartographiques et statistiques en utilisant les données de l'INSEE ;
- ❖ Des entretiens téléphoniques semi-directifs auprès de deux opérateurs de covoiturage, RezoPouce et Ecov, afin de mieux appréhender leur mode de fonctionnement et d'implantation sur les territoires ruraux et peu denses, et auprès d'un chargé de mission d'une collectivité territoriale de la région PACA qui expérimente un dispositif de covoiturage sur son territoire depuis septembre 2019 ;
- ❖ La définition d'indicateurs basés sur les données présentées ci-avant.

1.1.2. Définitions

Le covoiturage : une solution de mobilité alternative

Dans le contexte actuel où les problèmes environnementaux sont un point essentiel à toutes les échelles, les questions de mobilités apparaissent également comme un enjeu majeur. Ces questions environnementales émergent depuis la fin du XV^{ème} siècle, notamment à travers de grandes conférences et des rapports internationaux, tels que le rapport Brundtland de 1987, qui définit et met en avant la question du développement durable. Or, la mobilité motorisée représente aujourd'hui en France, près de 27% des émissions de gaz à effets de serre (Bourg et al., 2016).

Parmi les nouvelles mobilités alternatives, le covoiturage se présente comme une solution économique, et répondant aux enjeux environnementaux. Si la pratique du covoiturage était à l'origine destinée à favoriser la mobilité des personnes n'ayant pas de véhicule personnel, cette nouvelle forme de mobilité s'est imposée comme une réelle solution pour répondre aux enjeux de congestion et d'environnement (Vincent, 2008). Cependant, cette pratique reste toutefois complexe à évaluer, car elle est peu visible dans les études sur la mobilité. En effet, le covoiturage n'apparaît pas comme une solution de mobilité dans les enquêtes déplacements ménages par exemple (Castex, 2015).

Le covoiturage s'inscrit dans des politiques de développement durable, se présentant comme un atout pour résoudre des problèmes de stationnement, réduire la circulation et la congestion automobile (Ben Cheikh, 2016), grâce au partage du trajet ou à l'engagement citoyen (Vincent, 2008). De plus, à l'échelle nationale, le covoiturage est une réelle opportunité pour renforcer l'accessibilité dans les grandes villes (Cailly, 2014).

Diverses définitions du covoiturage

D'un point de vue législatif, la loi d'orientation sur les mobilités apporte une première définition du covoiturage. En effet, l'article 40 de cette loi présente la pratique comme *"l'utilisation en commun d'un véhicule terrestre à moteur par un conducteur et un ou plusieurs passagers, effectuée à titre non-onéreux, excepté le partage des frais, dans le cadre d'un déplacement que le conducteur effectue pour son propre compte. Leur mise en relation, à cette fin, peut être effectuée à titre onéreux."* (Code des Transports, LOI 2019-1428, article L3132-1). Cet article apporte une définition des conditions qu'un trajet doit respecter pour rester dans le cadre du covoiturage.

Plus fonctionnellement, le covoiturage est *"l'utilisation d'une même voiture particulière par plusieurs personnes effectuant le même trajet, afin d'alléger le trafic routier et de partager les frais de transport"* (Larousse, Mani, 2007). Cette idée est reprise en 2015 par Elodie Castex qui met en avant la définition du covoiturage établie par le CERTU en 2007. Le covoiturage est alors *"l'utilisation commune d'un véhicule par un conducteur non-professionnel et un (ou plusieurs) passager(s) dans le but d'effectuer tout ou une partie d'un trajet commun. Il repose donc sur une mutualisation d'un véhicule motorisé afin de réaliser un déplacement"*. Ces définitions peuvent être enrichies par la définition plus engagée de

Sones Ben Cheikh : *“solution de transport flexible qui vient de soigner l’image environnementale, économique et sociétal du véhicule personnel”* (Ben Cheikh, 2016).

Si le covoiturage est un partage, alors il doit mettre en relation plusieurs personnes : on considérera qu’un équipage de covoiturage est créé dès que 2 personnes partagent un trajet (Vincent, 2008). Cet équipage est donc composé de deux parties, covoitureurs et covoiturés. Rappelons que les conducteurs ne sont pas des professionnels dans le cadre d’un trajet covoituré (ADEME-ATEMA, 2010).

1.1.3. Evolution

Une pratique ancienne qui connaît un nouveau souffle

L’émergence des pratiques de covoiturage sur le territoire français s’inscrit sur plusieurs périodes temporelles. Jusque dans les années 1970, le covoiturage est un acte de bénévolat qui se fait sans réglementation. Il s’agit d’une pratique informelle permettant principalement la mobilité des personnes non véhiculées (Delaunay, 2017). Cette époque marque également l’essor du covoiturage aux États-Unis, qui doit faire face à la crise pétrolière et voit le prix du carburant augmenter considérablement. Ce covoiturage est alors marqué par sa spécificité domicile-travail et domicile-université. En France, il est possible de constater des traces de covoiturations informels dès les années 1960-1970 (Ben Cheikh, 2016). Dès 1958, l’association AlloStop a été précurseur de cette forme de mobilité, notamment entre étudiants (Vincent, 2008).

Les années 1980 apparaissent comme la période où le covoiturage se développe en Europe, motivé par des considérations économiques et écologiques (Ben Cheikh, 2016). Le covoiturage se présente peu à peu comme un levier pour réduire les kilomètres parcourus et les émissions de polluants atmosphériques (Delaunay, 2017). Cette période est également marquée par l’apparition du terme “covoiturage”, inscrit le 18 Juillet 1989 dans un arrêté du code des transports (CERTU, 2006).

Les années 2000 marquent l’apogée du développement du covoiturage, rythmée par la mise en place de plateformes en ligne dès le début du siècle, avec une impulsion importante depuis et la création de Blablacar (Jacquot, 2008).

Ce développement s’explique par plusieurs facteurs :

- une hausse de la demande de déplacement couplée à une réponse des transports collectifs trop faible (Ben Cheikh, 2016) ;
- le fait que, même si la voiture reste le moyen le plus propice dans les zones rurales et peu denses, elle est également un facteur de stress, de fatigue, de coûts divers (essence, assurance, entretien, etc.) (Ben Cheikh, 2016) ;
- le développement de l’économie collaborative et positive, dans lesquelles le covoiturage se retrouve (Josset, 2016), et qui donne aujourd’hui lieu à la création de plateformes collaboratives spécifique au covoiturage (Jacquot, 2008).

Ces facteurs vont conduire au développement de plateformes collaboratives (RoulezMalin, La Roue Verte, Covoiturage-Libre entre autres) qui permettent aux covoitureurs d'entrer en contact aisément (Josset, 2016).

Enfin, sur le plan législatif, le covoiturage a également beaucoup évolué, grâce aux Lois sur l'air dès 1996 et au développement des Plans de Déplacements des Entreprises (PDE). Les PDE vont permettre de développer de nombreuses plateformes de covoiturations qui seront ensuite vendues ou associées à une entreprise ou à une collectivité (Delaunay, 2017). Associé à cela, les Grenelles de 2009 et 2010, vont continuer à booster le covoiturage comme une solution alternative aux mobilités traditionnelles. Dans cette dynamique, le covoiturage va également apparaître comme une solution pour l'environnement, mise en avant par le comité interministériel de la qualité de l'air, créé en 2012 instaurant notamment les PPA (Plans de Protection de l'Atmosphère). Ensuite, la loi MAPAM (Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles) de 2014, va modifier les compétences des Autorités Organisatrices de la Mobilité (AOM) et celles-ci vont associer le covoiturage à leur politique de mobilité (Castex, 2015). Enfin, la LOM (Loi d'Orientation des Mobilités) de 2019 tend à rendre la pratique du covoiturage plus visible, notamment par la création de forfaits de mobilité reversés pour les covoitureurs effectuant des trajets domicile-travail.

Les technologies numériques comme vecteur d'intégration

Le covoiturage s'est généralisé depuis les années 2010, en phase avec le développement de nouvelles technologies numériques :

5. les technologies d'informations et de communication vont faciliter la rencontre entre l'offre et la demande (Delaunay et al, 2017), profitant de connexion en temps réel (Jacquot, 2008), et ce via des applications téléphoniques notamment ;
6. les outils technologiques constituent de nouveaux moyens de faire du marketing, selon Matthieu Jacquot (2008) ;
7. se développe une nouvelle sorte d'économie du partage, collaborative (Bostman et Rogers, 2011 par Mani, 2017), reposant sur un principe de plateforme d'intermédiation (Delaunay et al, 2017).

1.1.4. Typologies du covoiturage selon les objectifs

Répondre à des pratiques de déplacements diverses

Matthieu Jacquot (2008) établit une typologie selon les déplacements effectués : professionnels, domicile-travail, autres déplacements quotidiens, déplacements sur de grandes distances. Cette même typologie est complétée et détaillée l'ADEME (2017), en fonction de la capacité du covoiturage à répondre aux besoins.

Il apparaît que la part des déplacements domicile-travail covoiturés reste très faible (3%). Effectués généralement par des membres d'une même famille, ces trajets sont supérieurs à 20 kilomètres environ et se structurent surtout dans des zones périurbaines ou rurales.

Le covoiturage permet de répondre à des déplacements professionnels, pour se rendre par exemple sur un chantier. Cette pratique se développe et correspond à 20% des cas. Ce sont les professionnels du BTP, des salariés d'une même entreprise ou encore des personnes en formation qui se retrouvent parmi les équipiers.

Ensuite, les déplacements quotidiens peuvent être répartis selon 2 types :

- ❖ le covoiturage pour des trajets de proximité : cette catégorie regroupe les déplacements avec son entourage proche, faits de manière informelle ; les usagers sont des personnes :
 - n'ayant pas accès à la mobilité (pas le permis, pas de véhicule, pas de moyens financiers d'en posséder un, ne pouvant pas utiliser les TC, personnes isolées, etc.) ;
 - choisissant le covoiturage comme une sorte de solidarité, d'économie ou de convivialité (accompagnement d'un proche pour un rendez-vous, sorties de loisirs divers, proches ou éloignées).
- ❖ le covoiturage évènementiel : il s'agit d'une variante du covoiturage de loisir qui s'applique surtout pour des distances relativement longues, de nature exceptionnelle. Les équipages peuvent être variés, les trajets sont alors partagés avec des inconnus comme avec des personnes qui se connaissent.

Enfin, le covoiturage occasionnel de longue distance a connu un essor avec le développement d'internet. Ces trajets sont notamment sollicités par des personnes jeunes, étudiants et actifs mais également par des personnes non motorisées. Ces trajets se structurent autour de départ/retour en vacances ou en week-end.

Le covoiturage selon diverses dimensions temporelles et spatiales

Le covoiturage se présente sous plusieurs formes (cf. figure 1.1), agrégés en trois types.

Une première forme spontanée de covoiturage est historiquement issue de l'autostop, aujourd'hui davantage sécurisée, reconnue et bien définie. Dans ce type de covoiturage, on voyage la plupart du temps avec des inconnus. Cela nécessite une grande confiance en cette pratique (Josset, 2016), se basant sur l'entraide et sur la gratuité du service (Castex, 2015) ; il est aujourd'hui facilité par la mise en place de lignes de covoiturage, semblables à des lignes de transports en commun avec des arrêts matérialisés, positionnés généralement au plus près des flux de véhicules. Ce dispositif est simple, car il ne nécessite pas l'utilisation d'une application ou le besoin de faire un détour. Il suffit pour le conducteur de passer près des arrêts de covoiturage pour voir si des passagers cherchent à covoiturer. Le système se rapproche des taxis ou des Transports à la Demande (TAD) et trouve un emplacement stratégique à proximité des lieux d'intermodalité (Delaunay, 2017).

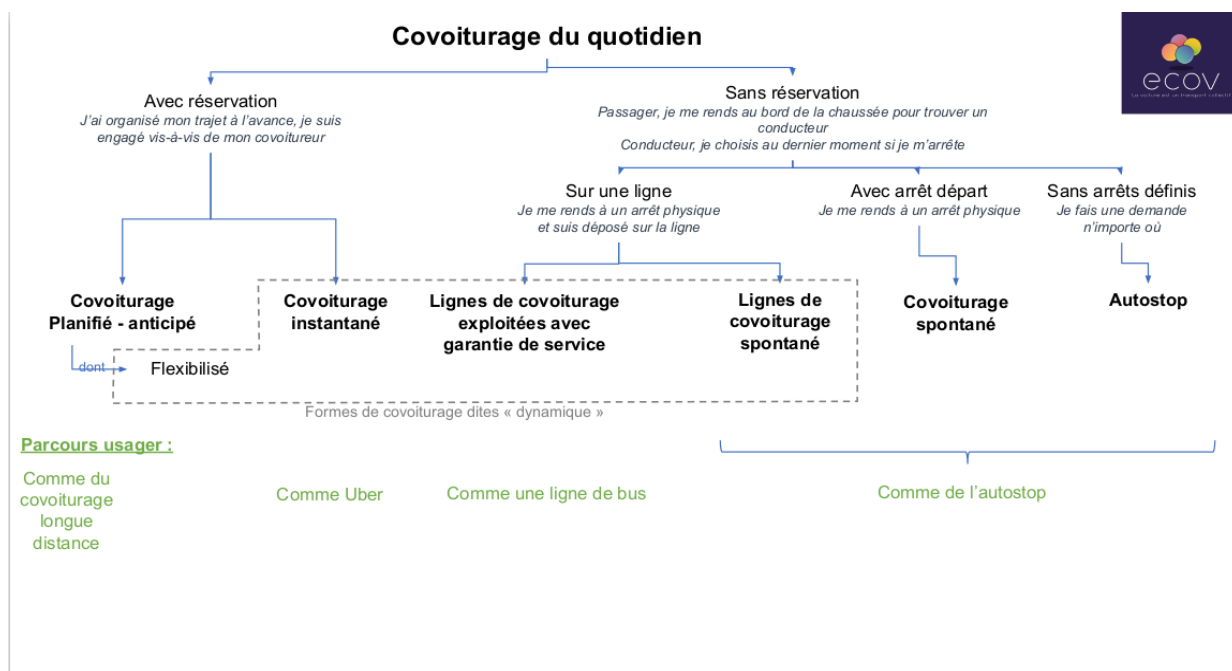


Figure 1.1 - Le covoiturage au quotidien (source : EcoV)

Le covoiturage organisé apparaît comme une forme de covoiturage informelle non médiatisé, basé sur les liens sociaux entre covoitureurs (partage des trajets entre personnes se connaissant, membres d’une même famille, voisins, personnes d’une même entreprise (Castex, 2015), notamment dans le lointain périurbain (Meissonier, 2011). Cependant, cette pratique peine à se développer, car elle donne lieu à une dépendance inter-individuelle (Delaunay, 2017). Selon Stéphanie Vincent (2010), cette forme de covoiturage serait “la plus durable”, car organisée “*directement par des individus qui se connaissent*”. Ce type de service peut également passer par un intermédiaire tel qu’une centrale de mobilité, une association, une collectivité territoriale, une entreprise (CERTU, 2007).

Le covoiturage dynamique est une forme de covoiturage organisé recourant aux technologies numériques. Elle s’appuie sur une grande flexibilité et une rapidité accrue des informations (CERTU, 2007). Grâce aux technologies numériques, le covoiturage dynamique va optimiser les échanges et les trajets réalisés en temps réel (Meissonier, 2011). L’usage de smartphones et de GPS est nécessaire (CEREMA, 2010). Cette instantanéité crée une réelle opportunité de covoiturer “au pied-levé”, tout en apportant de la flexibilité et de la souplesse (Ben Cheikh, 2016). C’est dans cette “catégorie” de covoiturage que l’on retrouvera le covoiturage de longue distance, dominé par l’application BlaBlaCar, dont l’offre est proche “*des offres dites commerciales*” qui rassurent les voyageurs (Josset, 2016). Cependant, le covoiturage dynamique laisse paraître des limites qui peuvent être dépassées par une meilleure association avec le monde des transports et davantage d’argent public injectés dans le système (Delaunay, 2017).

1.1.5. Un processus impulsé par de multiples acteurs

La pratique du covoiturage se présente comme l'une des alternatives majeures à l'utilisation de la voiture. Dans cette recherche de report modal, plusieurs acteurs interviennent.

Le covoiturage est tout d'abord proposé directement par les grandes entreprises de distribution (Carrefour, Leclerc et Auchan) sur le parking des grandes surfaces. Pour ces groupes, cela constitue un gain économique : étant à proximité des commerces, les usagers du covoiturages seront davantage tentés de consommer (Vrac, 2016). Dès 1996, la loi LAURE (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie) met en place les PDU et les PDE (Plan de Déplacements des Entreprises) pour encourager la pratique du covoiturage dans les en "B to B". Les PDE vont jouer un rôle majeur pour le covoiturage, déclenchant la création d'entreprises en concurrence (Delaunay et Baron, 2019). De plus, la loi PACTE a instauré la RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) qui engage l'entreprise à se positionner sur les enjeux environnementaux (utilisation d'énergies moins polluantes, promotion de l'emploi local et de la diversité, mesure de l'impact environnemental).

Dispositifs et opérateurs de covoiturage

Stéphanie Vincent (2008) présente les dispositifs et opérateurs de covoiturage :

- structures virtuelles, associatives et privées, se rémunérant avec un tiers-payant (agent publicitaire, entreprise ou collectivité) via un abonnement annuel ;
- opérateurs privés pour des entreprises, des administrations ou des établissements publics dont elles sont indépendantes (établissements publics ou privés possédant un PDE, collectivités territoriales qui cherchent à répondre aux objectifs des Agendas 21). Ces prestataires mettent à disposition leurs compétences en bases de données, cartographie et développement d'interfaces logicielles pour les covoitureurs ;
- associations développant une démarche locale visant à réduire la congestion et le nombre de véhicules, en favorisant le covoiturage de petites distances et quotidien. Elles profitent de subventions liées aux enjeux environnementaux et sociaux de mobilité, auxquelles peuvent s'ajouter des cotisations annuelles ou forfaitaires des adhérents. Cependant, la dépendance aux subventions les rend assez fragiles.

Ces opérateurs établissent les relations entre les protagonistes, ayant un rôle de régulateur, de modérateur et de gestion des transactions financières et des conflits et litiges. Dans les deux premiers types, les entités garantissent la rémunération du conducteur (Mani, 2017).

Qui sont les covoitureurs en général ?

Le profil type majoritaire du covoitureur est un homme d'environ 38 ans. La majorité des trajets covoiturés sont des déplacements domicile-travail/étude (81% des trajets), dont beaucoup sont effectués dans le cadre de déplacements professionnels occasionnels (réunion, colloque). Les covoitureurs sont à 56% des hommes mais des variations peuvent être constatées entre les

départements. Les catégories socio-professionnelles qui sont le plus représentées sont les cadres et les professions supérieures (39%), les employés (27%) et les ouvriers (17%) (ADEME, 2015 ; ADEME, 2017).

Collectivités territoriales

Autre acteur important dans l'impulsion que connaît le covoiturage : les collectivités territoriales.

Le département apparaît comme l'échelle de gouvernance idéale dans sa capacité à obtenir des subventions possibles via les Agendas 21, même si tous les échelons de gouvernance peuvent y être présents (Vincent, 2008), grâce à l'accompagnement par l'État via le Ministère des Transport et sa "Plateforme France Mobilité" (Mani, 2007). Par exemple, le département du Finistère s'est engagé dans la construction d'aires de covoiturage pour sécuriser la pratique du covoiturage informel et spontané, le département de l'Hérault dans la mise en place de son outil "Pack Hérault Mobilité Inclusive" en partenariat avec RezoPouce (figure 1.2).

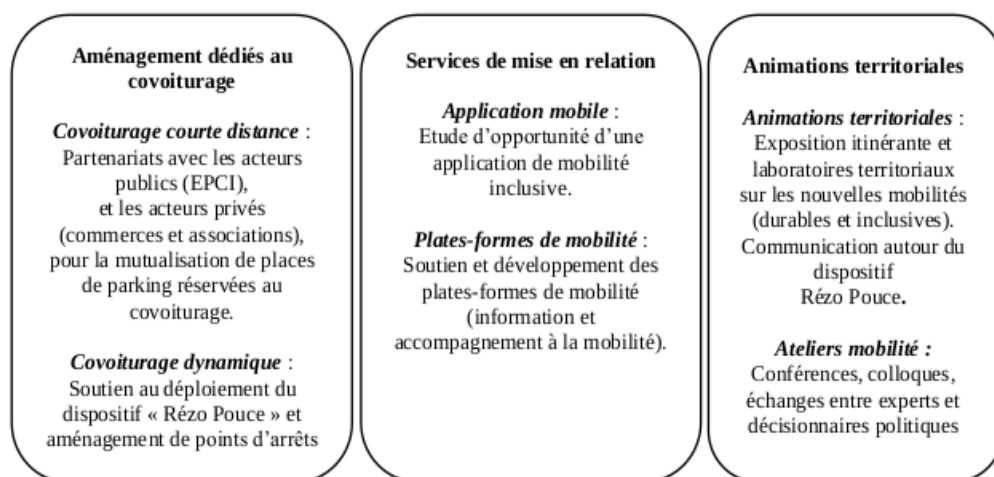


Figure 1.2 - Organisation du « Pack Hérault mobilité inclusive » (S. Loubié, CD34, 2018)

1.1.6. Partager un trajet de covoiturage

Réduire ses frais de mobilité

Pour des trajets quotidiens comme de longues distances, la répartition de ces coûts peut se faire selon une certaine typologie (Josset, 2016):

- une répartition égale entre le covoitureur et le covoituré ;
- une répartition au prorata des distances ;
- une forme de marché comparé aux enchères entre les parties : si plusieurs offres proposent le même trajet, c'est le prix du trajet de l'un ou l'autre qui va être déterminant.

Enfin, la pratique du covoiturage a entraîné des effets de mutualisation mercatique opportuniste. C'est par exemple le cas des péages gratuits sur l'autoroute A1, si le véhicule est plein les covoitureurs peuvent bénéficier d'une carte d'abonnement spéciale (Ben Cheikh, 2016).

Le covoiturage, vecteur de lien social

Zied Mani (2007) évoque 3 temps dans la création de ce lien social :

- le premier contact ;
- le trajet, qui se déroule selon des facteurs d'ambiances et des facteurs sociaux ;
- l'arrivée à destination, qui marque la volonté d'instaurer ce lien social ou de le rompre.

Ce point peut amener à la création d'équipages réguliers.

A priori, il suffit d'une seule personne en plus dans un véhicule (soit un équipage de 2 individus) pour instaurer un lien social (Cailly, 2014), si souvent absent dans les transports en commun (Ben Cheikh, 2016). Dans un cadre plus familial, le covoiturage va être un moyen d'entretenir des réseaux de solidarités (Meissonier, 2011). Dans certains cas, le fait d'appartenir au même réseau professionnel ou de voisinage va impliquer que l'équipage partage, au minimum, soit le départ, soit l'arrivée d'un trajet (Vincent, 2008). Toutefois, les individus qui covoiturent vont majoritairement partager leur trajet avec une personne qu'ils ne connaissent pas (Castex, 2015). De ce fait, dans la mesure où la pratique du covoiturage est un choix venant de l'individu, celle-ci implique l'idée d'un lien social que les équipiers sont amenés à spontanément créer (Cailly, 2014).

Se déplacer de manière plus durable pour l'environnement

Puisque le conducteur est aussi, d'une certaine façon, un passager en déplacement, la pratique du covoiturage permet une réduction du nombre de véhicules utilisés, et dans ce sens, elle réduit les émissions de gaz à effet de serre.

L'impact du covoiturage sur l'environnement est réel. En 2010, l'ADEME présente un rapport intitulé *Caractérisation de services et usages de covoiturations en France : quels impacts sur l'environnement, quelles perspectives d'amélioration ?*, mettant en avant les impacts environnementaux qui sont associés à la pratique du covoiturage tout en proposant des "pistes d'actions" pour favoriser la pratique. Les figures 1.3 (covoiturage « tout public local ») et 1.4 (« entreprise ») en sont extraites. Une collectivité qui met en place un service de covoiturage tout public, sans communication, arrive déjà à convertir 8 personnes au covoiturage (2%), soit une économie de 7 tonnes de CO₂ sur une année. A titre de comparaison, 7 tonnes de CO₂ représentent 7 allers-retours en avion Paris-New York².

Cependant, la motivation écologique, même si elle est présente, reste encore secondaire pour les covoitureurs (Mani, 2017).

²Données consoglobe.com

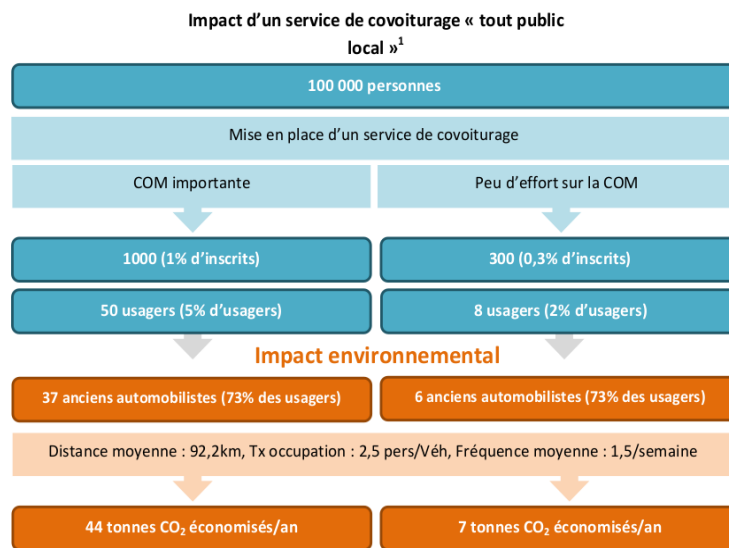


Figure 1.3 - Impact d'un service de covoiturage "tout public local" (ADEME, 2010)

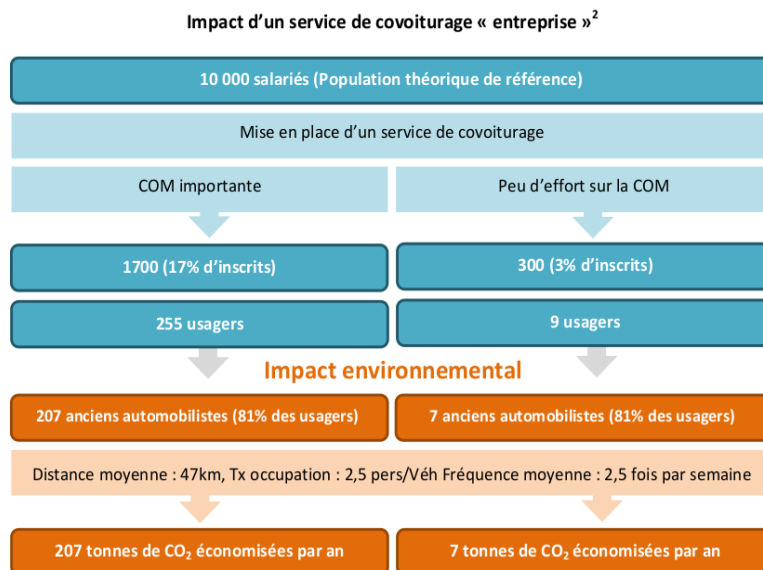


Figure 1.4 - Impact d'un service de covoiturage "entreprise" (ADEME, 2010)

1.1.7. Spécificités du covoiturage

Complémentarité et concurrence modales

A l'échelle locale, le covoiturage est complémentaire des services de transports collectifs, dans la mesure où les usagers des deux modes sont différents. De ce fait, le covoiturage pourra permettre de répondre aux manques des transports en commun dans les zones interstitielles et pour des origines-

destinations distinctes, voire, dans certains cas, apporter davantage de correspondance et de rabattement vers les gares routières et ferroviaires (Ben Cheikh, 2016). Le covoiturage peut ainsi se présenter comme un maillon des chaînes d'intermodalité.

Toutefois, à grande échelle, le covoiturage peut être un réel concurrent du train (Jacquot, 2008). En effet, la majorité des trajets de longues distances effectués en covoiturage sont des trajets réalisables en train. Selon Élodie Castex (2015), cette concurrence directe s'explique dans deux situations : lorsque les prix des trajets en train sont trop chers ou les places ne sont plus disponibles. De plus, le covoiturage ne nécessite pas de correspondance, dessinant un trajet plus direct et plus efficace.

Enfin, le covoiturage peut s'avérer être pratique pour s'adapter à des événements ponctuels, inattendus ou de durée limitée : grèves des transports collectifs (Ben Cheikh, 2016), crises, événements économiques (Castex, 2015), panne de véhicule ou de transport ou emploi en intérim (Delaunay et al, 2017).

Une multitude d'offres amenant à une certaine confusion

La multitude des dispositifs de covoiturage est expliquée par Stéphanie Vincent (2008). L'essor récent de ces dispositifs laisse supposer que le covoiturage se serait positionné sur un marché d'innovation, se déroulant en 3 étapes : arrivée de pionniers lançant le service, apparition d' "imitateurs" qui proposent des services similaires ou presque (pour finalement ne capter que peu d'utilisateurs), et finalement surcharge d'opérateurs concurrents.

Même s'il existe un nombre important de territoires encore non couverts par le covoiturage, paradoxalement, il peut exister une multitude d'offres sur un même lieu. Face à la variété des sites numériques et des offres proposées, il peut s'avérer complexe de trouver l'offre répondant aux critères de recherche (Ben Cheikh, 2016). Le risque est que l'utilisateur soit découragé face à toutes ces annonces et abandonne l'idée de covoiturer. De ce fait, cette dispersion de l'offre va nuire à l'efficacité du service, qui va de même de son sens et son développement (Vincent, 2008).

Pour résoudre cette confusion, il serait nécessaire de mutualiser les bases de données des différents dispositifs (Ben Cheikh, 2016). Mais cette mutualisation est freinée par le manque de moyens et par l'idée qu'une massification des offres pourrait entraîner une baisse de la visibilité de certains opérateurs (Vincent, 2008) et dans cette logique, leur faillite (Vincent 2008 (a)).

Des barrières psychologiques identifiées

La voiture est considérée comme un espace privé et intime (Ben Cheikh, 2016) et qui peut permettre pour certains d'assouvir le besoin de condition primaire qu'est le fait d'être seul (Josset, 2016). On peut considérer qu'il s'agit alors d'un espace restreint avec une proximité physique (Mani, 2017). En partageant un trajet, l'aspect personnel et intime du véhicule s'efface (Ben Cheikh, 2016) et ce partage peut être source d'externalités négatives et d'angoisse. Pour le passager, c'est le manque d'espace, de sécurité ou encore de confort qui peut décourager à la pratique du covoiturage, tandis qu'un conducteur pourrait craindre des dégradations de son véhicule (Mani, 2017).

De même, la pratique du covoiturage demande d'avoir confiance en une autre personne, parfois inconnue. Cette confiance peut apparaître comme un frein dans la pratique du covoiturage. En effet, les passagers doivent se sentir en sécurité et en confiance avec les autres covoitureurs (Josset, 2016). Élodie Castex (2017) souligne que le covoiturage entre inconnus nécessite une *“acceptation de nombreuses incertitudes : celle de partager un temps de déplacement avec des personnes inconnues, celle d'ouvrir son véhicule personnel à des personnes inconnues ou encore d'être bien transporté le jour J (une personne peut annuler son trajet au dernier moment)”*. Globalement, les personnes ne sont pas réfractaires à moins utiliser leur voiture. Cette idée reste encore limitée et nécessite que des changements dans les pratiques individuelles opèrent pour favoriser ces nouvelles formes de mobilités (Aguilera et al, 2017).

Quelle adaptation aux besoins quotidiens ?

La pratique du covoiturage réorganise les modes de déplacements des covoitureurs, entraînant une flexibilité et une autonomie moindre (Josset, 2016), pouvant affecter des activités qui demandent un détour (achat, loisirs, Ben Cheikh, 2016). Les contraintes sont variées : conformité des horaires, type de public touché, volonté de proposer ce type de mobilité, volonté et capacité de financer un trajet covoituré (Vincent, 2007). À cela, s'ajoute également la coïncidence spatiale et temporelle permettant à l'offre et à la demande de se rencontrer au bon moment (Ben Cheikh, 2016).

Si le covoiturage se présente comme une solution alternative pour les déplacements, cette pratique doit s'inscrire dans la complexité qui unit les territoires et les mobilités (Cailly, 2014), et notamment les mobilités quotidiennes. En effet, le facteur temps est un vecteur essentiel pour que la pratique puisse perdurer : le covoiturage fonctionne selon une régularité, mais également selon une fréquence des déplacements. Cette temporalité est nécessaire pour que le covoiturage s'inscrive réellement dans les pratiques des personnes, et ce, au quotidien. De plus, pour prétendre à répondre aux besoins quotidiens, le covoiturage nécessite un croisement entre la structure du réseau routier concerné et les motifs des déplacements (Cailly, 2014).

La place du covoiturage dans les espaces périurbains et ruraux

Si le covoiturage à grandes distances est répandu sur l'ensemble du territoire, le covoiturage quotidien a principalement pour cible les espaces ruraux, périurbains et peu denses. Ces espaces font face à l'étalement urbain, toujours plus important en lien avec la croissance de la population (Josset, 2016). Il est nécessaire de mettre en place des dispositifs et des infrastructures pour répondre aux besoins de déplacements (Josset, 2016), dans des espaces où la voiture est indispensable (Aguilera, 2016). Dans cette logique, si le covoiturage apparaît comme une solution de mobilité efficace, et qui permet de réduire le coût de mobilité des usagers, cette pratique peut favoriser l'étalement urbain. Pour optimiser leur budget, les ménages ont tendance à s'installer de plus en plus dans des zones d'emplois et des centres-villes, là où le prix de l'immobilier est moins élevé (Delaunay et Baron, 2019).

En observant la population des espaces périurbains, on constate qu'il existe plusieurs profils de population ayant des besoins de mobilité différents (Berger, Aragau, Rougé, 2014) :

- les *nouveaux arrivants* : plusieurs profils construisent cette catégorie, des ménages actifs, des jeunes retraités en recherche d'un meilleur cadre de vie ;
- les *ancrés* : catégorie de population caractérisée par des retraités et/ou des ménages "bien installés", ayant une vision réfléchie et mature sur l'évolution de ces espaces ;
- les *natifs* : cette part de la population, présentée comme "néo-périurbaine", habite le périurbain depuis plusieurs générations.

Parmi ces populations, les plus jeunes et les plus fragiles vont avoir des difficultés pour se déplacer, pour des raisons économiques ou matérielles (possession du permis de conduire par exemple). Dans son rapport de 2019 intitulé *"L'accès aux services publics dans les territoires ruraux"*, la Cour des comptes (chambres régionales et territoriales des comptes) note que ces déplacements ont augmenté de "6% en durée et de 12% en distance à vol d'oiseau" entre 1994 et 2008.

Le système de covoiturage encore fragile ?

Tout d'abord, c'est la rentabilité de ces dispositifs qui est questionnée. Même avec un abonnement payé par une entreprise ou une collectivité, les plateformes ne sont pas en capacité de faire un profit important sur les trajets. En effet, pour un trajet de 10 kilomètres environ, un conducteur gagne 1 euro et 20% de la commission ira à la plateforme. La rentabilité de la plateforme ne peut se faire que si beaucoup de trajets sont effectués via celle-ci, et cela explique pourquoi les plateformes de micro-paiements échouent parfois (Ray et Baffalio, 2016 dans Delaunay, 2017). De plus, l'indemnisation des conducteurs s'avère être assez faible, et n'encourage pas ceux-ci à continuer leur effort à proposer des trajets (Delaunay et al, 2017).

Une autre limite de ces dispositifs est la gestion de l'offre et de la demande, ainsi que des flux (Ben Cheikh, 2016), dont la masse doit être conséquente pour se développer (Delaunay et al, 2017). S'il existe des systèmes avec un financement comme les systèmes de Blablacar, le covoiturage connaît également des systèmes d'auto-stop amélioré, qui restent gratuit pour les utilisateurs (Jacquot, 2008). Le modèle économique du covoiturage présente des limites : il est également peu rémunérateur pour ses créateurs et demande un temps long avant d'être rentable. Les projets de dispositifs découlent souvent d'idées militantes, privilégiant la préservation de l'environnement et la réduction des émissions de CO₂, avant de prôner la rentabilité du dispositif (Vincent, 2008).

On estime que la mise en place des dispositifs de PDE a encouragé la création de 60 sociétés de covoitages environ, entre 2000 et 2015 (Delaunay et Baron, 2019). Ce "trop-plein" de sociétés pourrait conduire à une sur-représentation dans certains territoires, quand d'autres espaces susceptibles d'accueillir ces dispositifs sont quelque peu délaissés.

1.2. Des territoires de covoiturage en PACA et Occitanie

1.2.1. Localisation des sites d'étude

Un travail de diagnostic territorial, ainsi qu'un travail d'enquête, ont été réalisés sur plusieurs sites et expériences de covoiturage en PACA.

Différentes sources de données ont été sollicitées :

- Des données de l'INSEE du recensement de la population de 2016
- Des données présentées par l'Observatoire des territoires, outil recensant plusieurs bases de données et qui permet une comparaison sur plusieurs échelles territoriales (bassin de vie, aire urbaine, communes, IRIS).
- Les sites des communautés de communes, notamment pour la présentation des territoires.

Quatre territoires sont concernés par l'étude :

- la communauté de communes du Grand Pic Saint Loup (département de l'Hérault),
- la communauté de communes des Cévennes Gangeoises et Suménoises (département de l'Hérault),
- la communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon (département du Var),
- la communauté d'agglomération Ventoux-Comtat Venaissin (département du Vaucluse).

Mise à part la communauté d'agglomération Ventoux-Comtat Venaissin, ces EPCI disposent de solutions de covoiturage sur leur périmètre. Les deux territoires d'Occitanie bénéficient de la mise en place du dispositif RezoPouce. La communauté Lacs et Gorges du Verdon a mis en place le dispositif Covoit'ici de la société Ecov. Le choix a porté sur ces communautés de communes car elles présentent des similitudes, en termes de nombre de communes qui composent les communautés de communes et de nombre d'habitants.

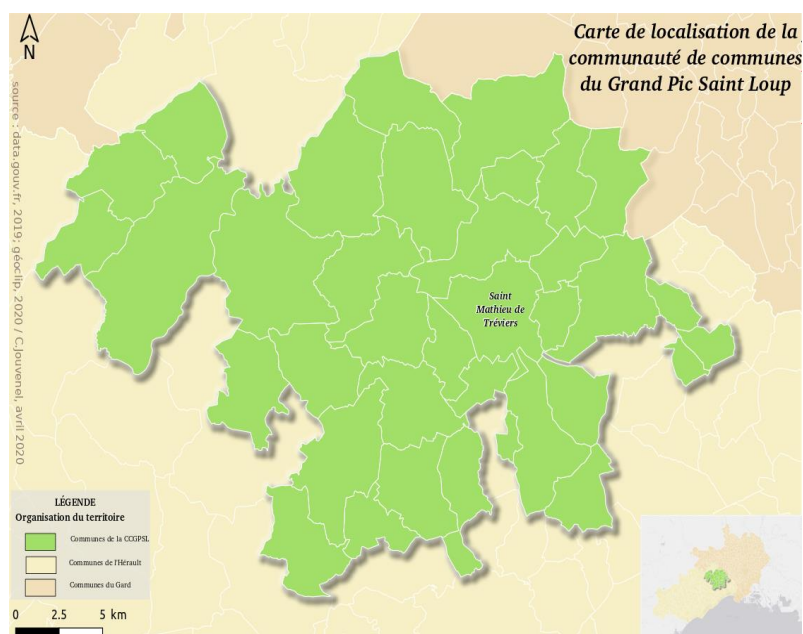


Figure 1.5 - Carte de localisation de la CCGPSL

Le premier territoire étudié est la communauté de commune du Grand Pic Saint Loup (Fig. 1.5) : il s'agit d'une communauté de communes du nord-est du département de l'Hérault qui s'inscrit sur 57 000 hectares. Elle regroupe 36 communes et comptait 47 600 habitants en 2016. Son chef-lieu est la commune de Saint-Mathieu-de-Tréviers, située au centre de la communauté de communes.

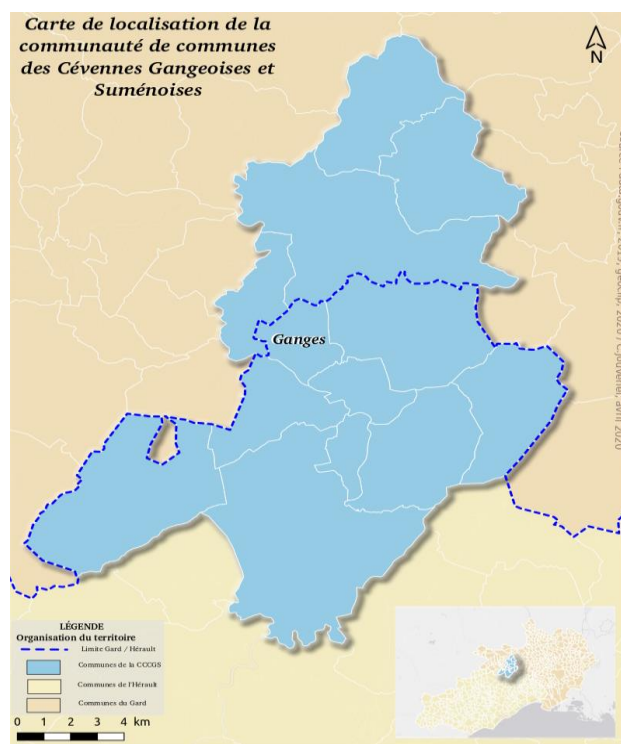


Figure 1.6 - Carte de localisation de la CCCGS

Le second territoire présenté est la communauté de commune des Cévennes Gangeoises et Suménoises (Figure 1.6). Cette communauté de commune se trouve au nord du département de l'Hérault. Elle est composée de 13 communes et la particularité de cette communauté est qu'une

partie de celle-ci se trouve dans le département du Gard. Avec une superficie de 241,1 km², la communauté de commune accueillait 13 170 habitants en 2016. Son chef-lieu est la commune de Ganges.

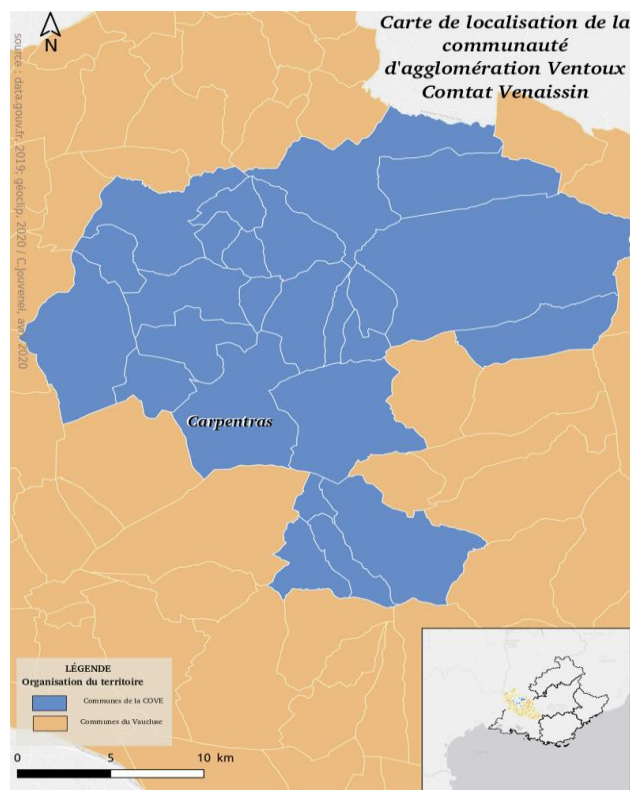


Figure 1.7 - Carte de localisation de la COVE

La communauté d’agglomération Ventoux Comtat Venaissin (Fig. 1.7) regroupe 25 communes situées en plein cœur du Vaucluse. En 2016, la communauté d’agglomération Ventoux-Comtat Venaissin comptait 69 413 habitants, soit une densité de population de 135,7 habitants/km². Ce chiffre est inférieur à celui du département du Vaucluse qui s’élevait à 154 habitants /km² la même année. Son chef-lieu est la commune de Carpentras, située dans la partie centre de la COVE.

Dernier territoire de cette comparaison, la communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon (Fig. 1.8) est un regroupement de 16 communes situé au nord du département du Var. En 2016, la communauté de commune comptait 9067 habitants soit une densité de population de 17 habitants/km². Ce chiffre est bien en dessous de la moyenne départementale du Var, qui était de 176,8 habitants/km² en 2016. Réputée pour ses espaces naturels qui sont de réels atouts touristiques pour le département, la communauté de communes s’étend sur près de 540 km². Son chef-lieu est la commune de Aups.

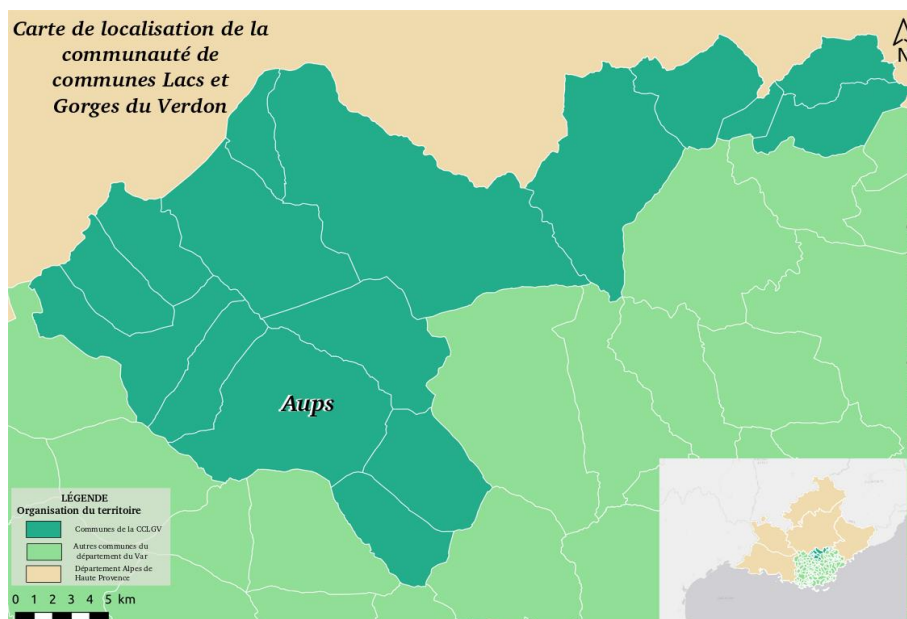


Figure 1.8 - Carte de localisation de la COVE

1.2.2. Le profil sociologique des communautés de communes

Répartition par genre

Le tableau 1.1 présente la répartition de la population par genre pour chaque territoire étudié en 2016. Ces données sont associées à cette même répartition en France mais également en PACA et en Occitanie.

	CCGPSL	CCCGS	COVE	CCLGV		France	PACA	Occitanie
Part de femmes (%)	51,30	52,17	52,07	50,72		51,60	51,67	52,16
Part d'hommes (%)	48,69	47,82	47,92	49,27		48,39	48,33	47,86

Tableau 1.1 - La part des hommes et des femmes des territoires d'études (source: INSEE)

De manière générale, la répartition par genre dans les territoires est relativement semblable aux données nationales. La CCLGV présente une petite différence : les femmes sont un peu moins nombreuses. Quant à la COVE, une plus grande proportion de femme (0,47 points de plus) y est notable. La CCCGS présente la même situation, cette répartition correspondant aux moyennes de la région Occitanie.

Comme présenté précédemment, 56 % des covoitureurs sont des hommes³. À ce titre, la part des hommes dans le territoire peut également être un indicateur à prendre en compte pour l'attractivité potentielle du covoiturage.

La répartition de la population par tranches d'âge

Le tableau 1.2 présente la répartition de la population par tranche d'âge en 2016 pour les 4 communautés de communes.

Tranche d'âge	Population en % de la CCGPSL en 2016	Population en % de la CCCGS en 2016	Population en % de la COVE en 2016	Population en % de la CCLGV en 2016	Population en % en France en 2016
0-14 ans	17,9	17,4	17,7	15,2	18,1
15-29 ans	14,6	12,9	15	10,7	17,7
30 - 44 ans	17,8	16,8	17,3	16,3	19
45 - 59 ans	22,9	20,3	20,9	21,5	19,9
60 - 74 ans	18,7	19,3	18,4	24,3	16
75 ans et +	8,1	13	10,8	12,1	9,4
TOTAL	100	100	100	100	100
<i>Source : Dossier Complet INSEE 2011-2016</i>					

Tableau 1.2 - Répartition de la population selon les tranches d'âge (source INSEE)

On constate que pour les 3 premiers territoires, la part des 45-59 ans est la plus représentée. Dans la communauté de commune Lacs et Gorges du Verdon, cette classe est supérieure à la moyenne nationale (16%).

En observant les parts des plus jeunes, la CCLGV présente une population moins jeune avec 15,2% pour les 0-14 ans en 2016, alors que les autres communautés comptent plus de 17% de cette tranche d'âge. Ce même décalage est présent entre la CCLGV et les 3 autres espaces pour la tranche 15-29 ans.

Enfin, la communauté de commune du Grand Pic Saint Loup ne possède que 8,1% de personnes de plus de 75 ans, sensiblement plus élevée dans les autres territoires par rapport à la moyenne française.

³ADEME, 2017

Ainsi, ces territoires montrent des pyramides de âges légèrement différentes. En fonction des profils d'âge, le covoiturage peut répondre à des besoins différents : déplacements locaux pour les personnes âgées de la CCLGV, trajets domicile-travail/étude ou longs trajets pour les autres communautés de communes.

1.2.3. Attractivité territoriale liée à l'activité économique

La CCCGPS, un territoire de première couronne

En 2016, la communauté de commune comptait 29 815 actifs, soit un taux d'activité de 74,5%. En comparaison, le taux d'activité dans le département de l'Hérault était de 70,5% la même année. Parmi ceux-ci, 66,9% ont un emploi. Le taux de chômage s'élève donc à 7,6%.

En observant la répartition des catégories socio-professionnelles au sein de la communauté de communes (figure 1.9), il est possible de constater que les employés et les professions intermédiaires sont les plus représentés. En effet, en 2016, ces catégories représentaient réciproquement 28,9% et 26,7% des actifs, soit plus de la moitié des actifs. Ces données peuvent être expliquées par la proximité entre la CCGPSL avec la métropole de Montpellier, bassin d'emploi important. À l'inverse, ce sont les agriculteurs exploitants qui sont les moins représentés avec seulement 2% des actifs dans cette catégorie. Le graphique ci-dessous présente la répartition des catégories socio-professionnelles dans le département de l'Hérault : en comparaison aux chiffres héraultais, on constate que les agriculteurs exploitants et les artisans, commerçants, chefs d'entreprises ont des parts plus importantes que dans l'Hérault. En effet, pour cette dernière catégorie, la part en Hérault s'élève à 9%, alors elle est de 11,9% pour la CCGPSL.

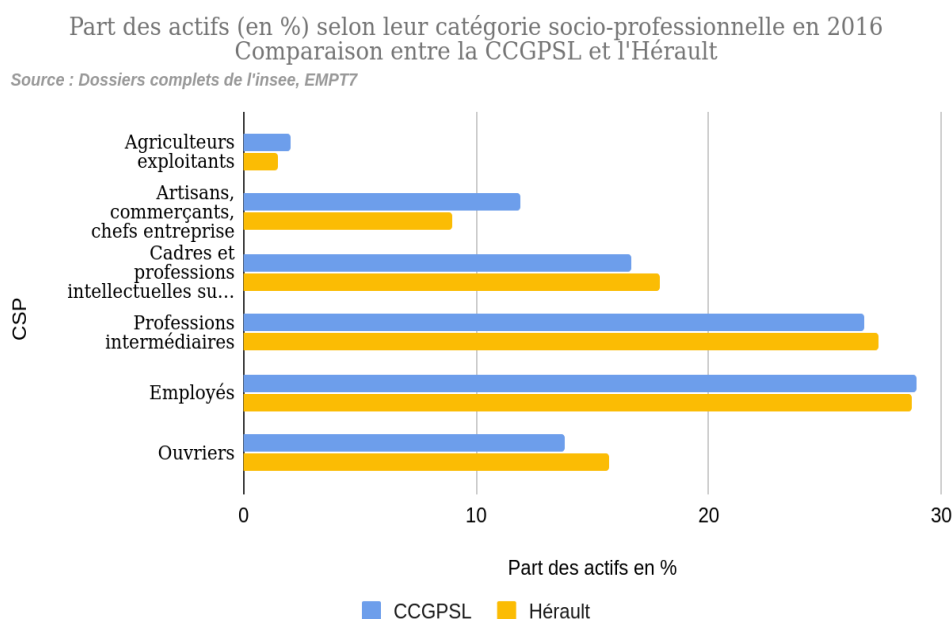


Figure 1.9 - La part des actifs de la CCGPSL en 2016 (source INSEE)

L'affirmation d'un pôle entre deux départements : la communauté de commune des Cévennes Gangeoises et Suménoises

En 2016, 72,4% de la population de la CCCGS est comptabilisée comme active. Parmi ces actifs, 59% avaient un emploi cette même année. Le graphique ci-dessous présente la répartition des actifs selon leurs catégories socioprofessionnelles (figure 1.10). Ces données de 2016 présentent les actifs de la CCCGS et du département de l'Hérault. Les catégories socioprofessionnelles les plus représentées au sein de la communauté de commune sont les employés (34,7%) et les professions intermédiaires (23,7%). À l'inverse, ce sont les cadres et professions intellectuelles supérieures (9,2%) ainsi que les agriculteurs (3,3%) qui sont les moins représentés parmi les actifs. Comparée aux moyennes départementales, la part des cadres et professions intellectuelles supérieures ainsi que celle des ouvriers y est plus faible, en particulier pour les cadres (respectivement 9,2% pour la CCCGS pour une moyenne de 17,9% dans l'Hérault).

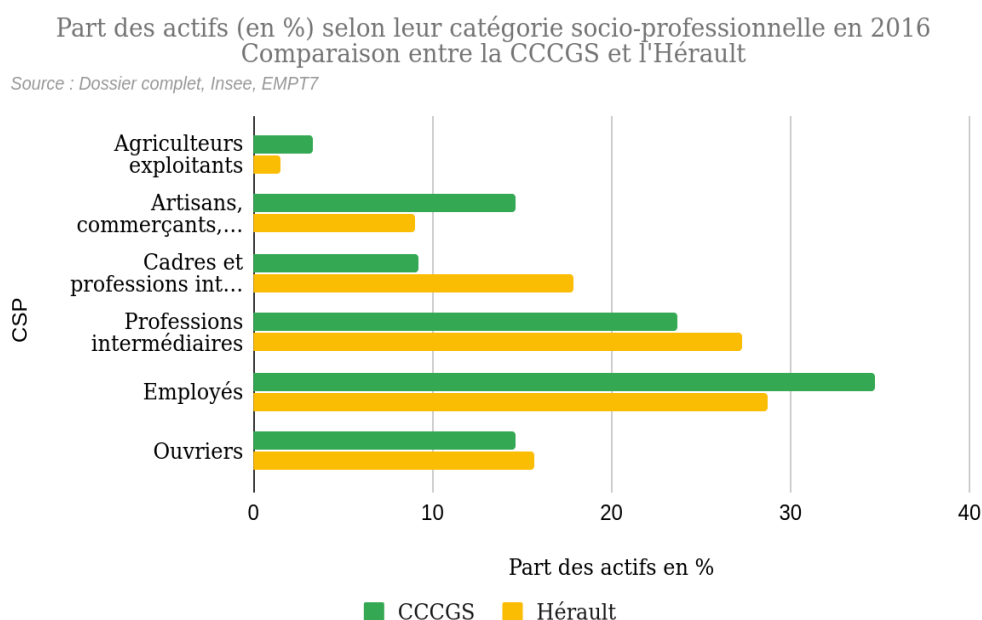


Figure 1.10 - La répartition des actifs de la CCCGS selon leur CSP (source INSEE)

La communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon, une communauté en marge ?

La figure 1.11 présente la part des actifs selon leur catégorie socio-professionnelle en 2016 dans la CCLGV et dans le département du Var. En 2016, la communauté de commune Lacs et Gorges du Verdon comptait 67,7% d'actifs dont 55,5% ayant un emploi. Le département du Var comptait 72,1% pour 61,1% ayant un emploi.

Parmi ces actifs, les artisans, commerçants, chefs d'entreprises ainsi que les employés sont les catégories les plus représentées avec respectivement, 23,8% et 31,9% des actifs. Les agriculteurs sont

les actifs les moins représentés sur la CCLGV. Cependant, par rapport aux moyennes du département, la part de cette catégorie est davantage présente. En effet, seulement 0,9% des actifs ayant un emploi dans le Var sont agriculteurs, alors que cette part s'élève à 8,1% pour la CCLGV. Même situation pour les artisans-commerçants-chefs d'entreprises (11,1% des actifs ayant un emploi dans le Var et plus de 20% des actifs de la CCLGV). L'ensemble des autres CSP (ouvriers, employés, professions intermédiaires et cadres et professions supérieures) sont moins bien représentées que dans le département du Var. Exemple : les professions intermédiaires représentent 10% des actifs de la CCLGV quand elles regroupent 20% de ceux du Var.

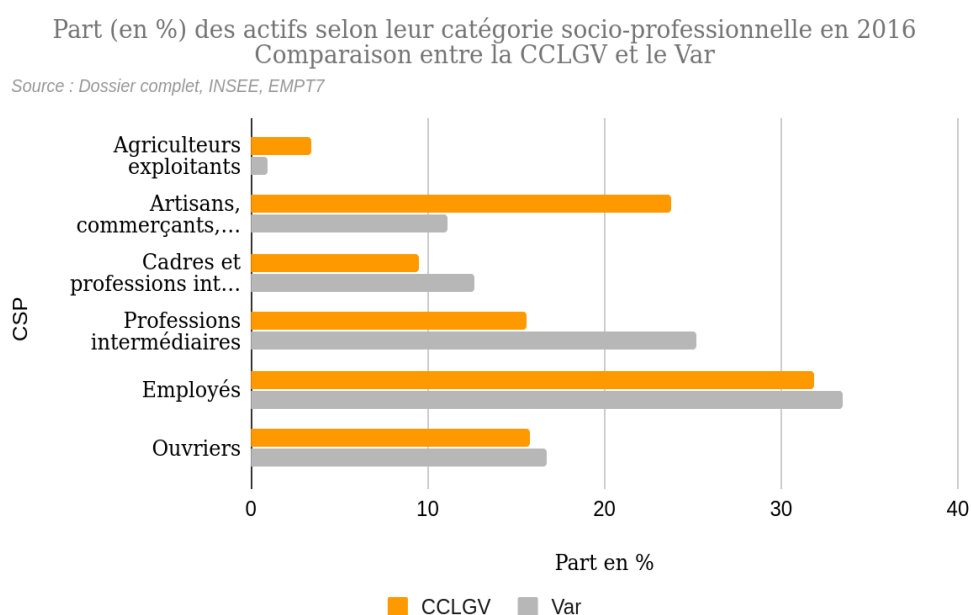


Figure 1.11 - La répartition des actifs selon leur CSP dans la CCLGV

La communauté d'agglomération Ventoux Comtat Venaissin

En 2016, le territoire de la COVE comptait 70,7% d'actifs dont 60,4% avec un emploi, pour 71% dans le Vaucluse dont 60,1% d'actifs ayant un emploi (figure 1.12).

Dans la COVE, les catégories les plus représentées sont les employés (28,9%) et les professions intermédiaires (23,6%). A l'inverse, ce sont les agriculteurs qui sont le moins représentés avec 4,2% des actifs.

Si la part des agriculteurs est la moins représentée sur la COVE, elle est toutefois plus marquée que dans le département du Vaucluse (2,3% des actifs). Dans cette logique, la part des artisans-commerçants-chef d'entreprises est plus importante dans la COVE (12,3%) que dans le Vaucluse (9,8%). Enfin, la part des employés de la COVE coïncide avec celle du département du Vaucluse (environ 29%).

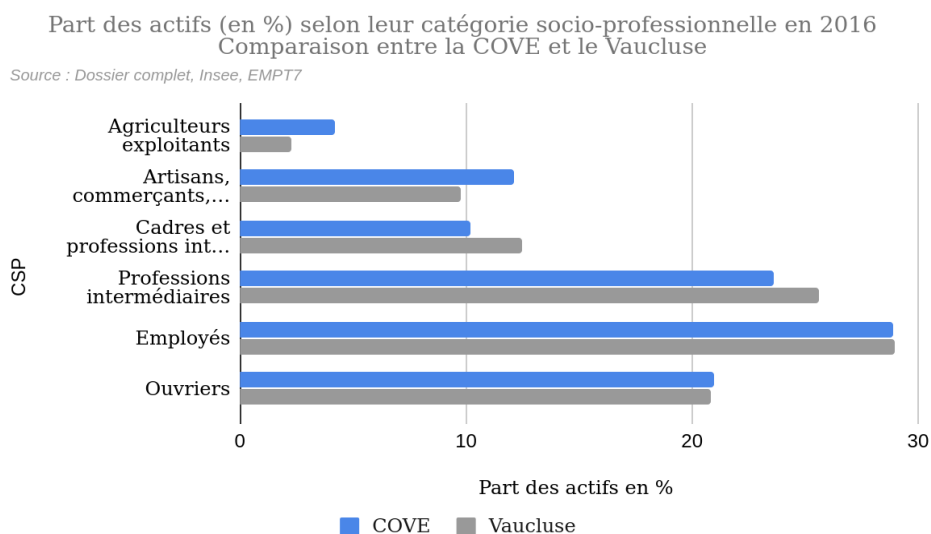


Figure 1.12 - Répartition des actifs de la COVE selon leur CSP (source INSEE)

Conclusion

Dans son rapport de 2017 intitulé “Développement du covoiturage régulier de courte et de moyenne distance - Guide méthodologique”, l’ADEME note que les CSP plus utilisatrices de covoiturage sont les cadres et professions intellectuelles supérieures, les employés et les ouvriers. Nonobstant des variations selon les territoires, ces CSP restent les plus liées à la pratique du covoiturage. Dans les 4 EPCI étudiés, la CSP des employés qui est la plus représentée, puis, pour la CCGPSL, la CCCGS et la COVE, ce sont les professions intermédiaires qui sont davantage présentes. Les cadres et professions intellectuelles supérieures et les ouvriers sont moins présents dans ces territoires que les autres catégories.

La CSP « professions intermédiaires » regroupe des personnes travaillant dans le secteur de l’enseignement, de la santé, mais également par exemple des commerciaux et des techniciens. Ces professions présentent des horaires souvent atypiques et ont des besoins ponctuels de mobilité. De plus, ce sont des emplois nécessitant parfois des véhicules adaptés avec du matériel spécifique. En sachant quelles sont les CSP les plus enclines à covoiturer, cette répartition par CSP permet de donner une image du public pouvant être potentiellement utilisateur du covoiturage selon les territoires.

1.3. Analyse de la mobilité

1.3.1. Principaux moyens de déplacement des habitants

La mobilité d’un territoire peut être évaluée selon plusieurs angles : le moyen de déplacement des actifs, les destinations des flux de navetteurs ou bien encore la desserte des transports en commun.

Le tableau 3 met en avant les moyens de déplacements principaux des actifs des 4 communautés de communes d'études, ainsi qu'en France.

	Part d'utilisateur de la CCGPSL (en %)	Part d'utilisateur de la CCCGS (en %)	Part d'utilisateur de la COVE (en %)	Part d'utilisateur de la CCLGV (en %)	Part d'utilisateur en France (en %)
La voiture	87,09	82,6	84	76,8	70,4
Transport en commun	2,8	2,6	2	1,8	15
Le 2 roues	3	1,9	2,5	2,2	3,9
La marche	2,8	8,1	6,4	10,2	6,3
Pas de transport	4,4	4,7	5,1	9	4,3
<i>Source: Insee 2016</i>					

Tableau 1.3 - Le moyen de déplacement principal des habitants par communauté de communes

La part d'utilisation de la voiture dans les 4 territoires étudiés est supérieure à la moyenne nationale : 70,4% des actifs français, le maximum dans les EPCI étudiées étant 87,09% pour la CCGPSL et le minimum 76,8% pour la CCLGV, probablement au facteur "ruralité" de ces territoires.

La part d'utilisation des transports en commun sur ces territoires est bien en deçà des moyennes françaises. Les communautés étudiées étant des territoires ruraux, elles ne bénéficient pas forcément de lignes de transports en commun sur l'ensemble de leur territoire et leur est souvent assez faible et insuffisante pour répondre aux besoins variés de mobilité des habitants.

Enfin, la pratique de la marche comme moyen de déplacement principal est contrastée : la CCGPSL et la COVE, qui sont deux communautés de communes de grandes tailles, à proximité de pôle urbain important (respectivement, Montpellier et Avignon/Carpentras), présentent moins de marche à pied que les deux autres territoires. Si la COVE se place au niveau des moyennes françaises (6,4% contre 6,3% en France), la part en CCGPSL n'atteint pas les 3%. À l'inverse, la CCCGS et la CCGVL, territoires plus petits et plus éloignés de centres urbains, présentent une pratique de la marche plus ancrée. Ce chiffre atteint même les 10% pour la CCLGV.

Ainsi, dans les 4 territoires, la part de la voiture personnelle et de l'auto-solisme dans les déplacements est majoritaire, ce qui n'est pas étonnant.

Des premiers constats sur la pratique du covoiturage spontané ont été présentés par l'ADEME, notamment sur le report modal des usagers. Dans 50% des cas⁴, ce type de covoiturage est une alternative aux deux-roues. Si cette part se révèle faible dans les territoires étudiés, elle présente toutefois une capacité de report modal potentiellement exploitable vers des trajets covoiturés.

1.3.2. Analyse des flux domicile-étude

Il est considéré deux grands types de flux : les flux domicile-travail et les flux domicile-étude

Même si ces flux des plus jeunes peuvent être très difficilement captés par le covoiturage (usage préférentiel de bus scolaires, de voiture personnelle et de marche à pied), ils constituent un certain potentiel de covoiturage pour la part liée à l'autosolisme, en ciblant notamment les étudiants.

La communauté de commune du Grand Pic Saint Loup

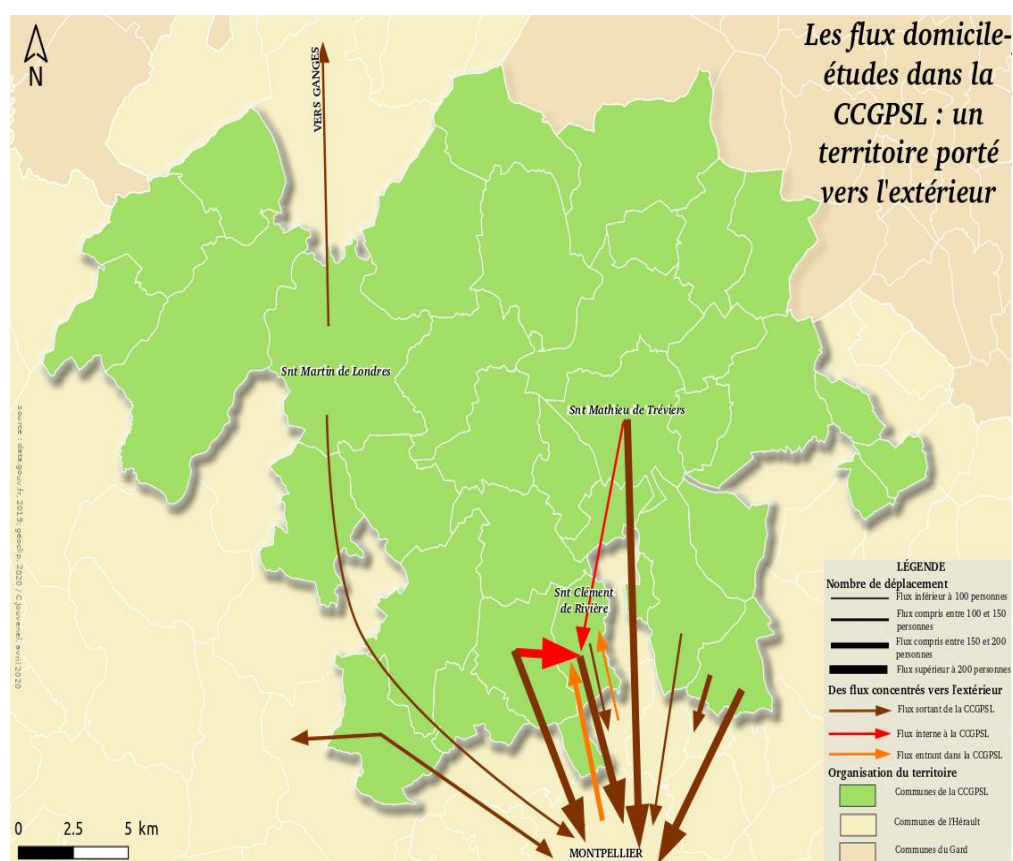


Figure 1.13 - Les flux domicile-étude dans la CCGPSL

La carte 1.13 présente ces flux sortant, entrant et restant sur le territoire. On constate que la majorité des flux se dirige vers Montpellier, du fait notamment que l'on y retrouve de nombreux établissements d'études supérieures. La communauté de commune compte de son côté seulement un lycée et un

⁴ADEME, 2017 *Développement du covoiturage régulier en courte et moyenne distance - Guide Méthologique*

La communauté d'agglomération Ventoux Comtat Venaissin

Un polarité dans la COVE, affirmée par les flux domiciles-études

LÉGENDE

Nombre de déplacement

- Flux inférieur à 150 personnes
- Flux compris entre 150 et 250 personnes
- Flux compris entre 250 et 500 personnes
- Flux supérieur à 500 personnes

Une organisation organisée autour d'un pôle central

- Flux sortant de la COVE
- Flux intrinsèque à la COVE
- Flux entrant dans la COVE

Organisation du territoire

- Communes de la COVE
- Communes du Vaucluse

0 2.5 5 km

La communauté de communes Cévennes Gangeoises et Suménoises

Page 40

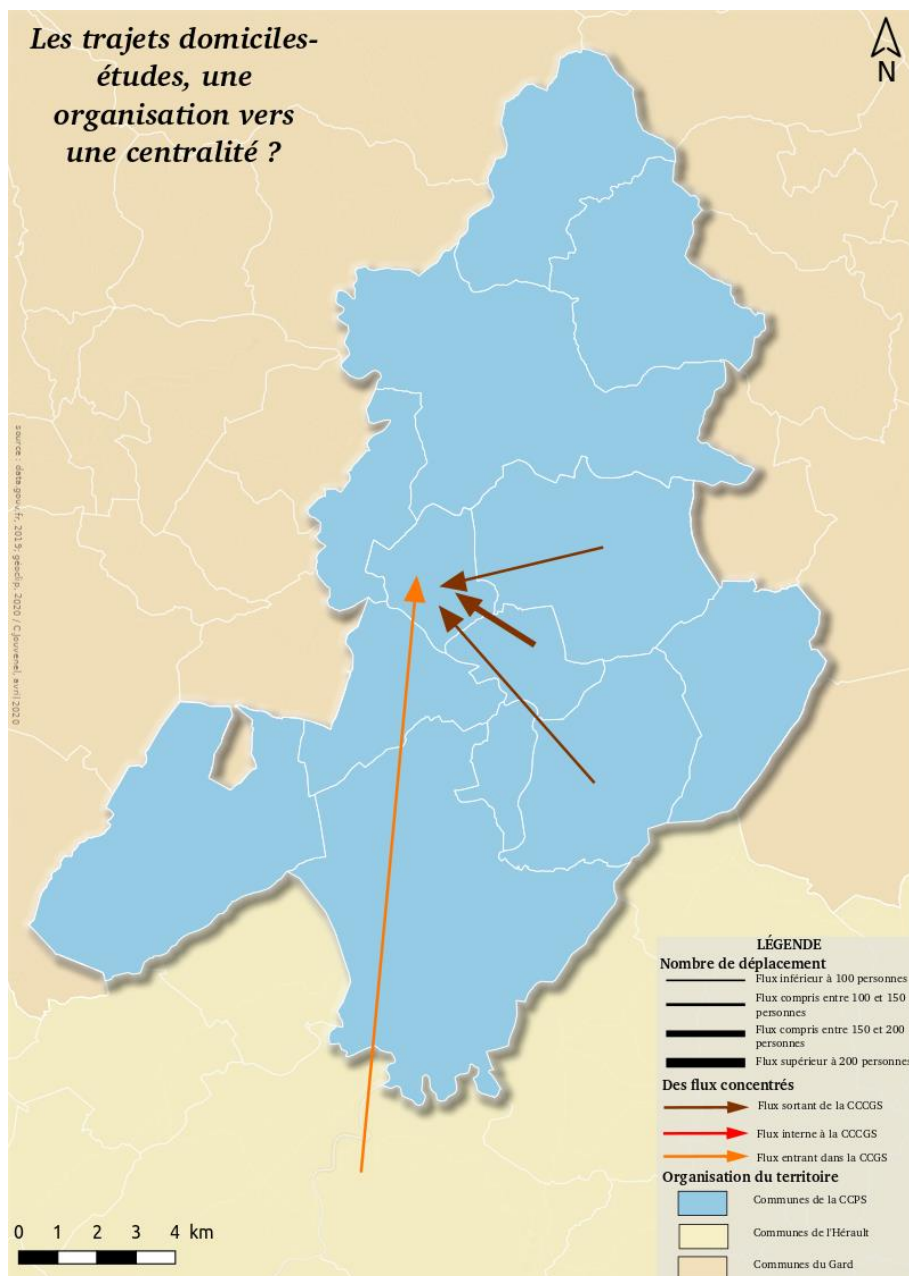


Figure 1.15 - Les flux domiciles-études de la CCCGS : une organisation vers une centralité

La communauté de commune Lacs et Gorges du Verdon

Les flux domicile-étude dans la CCLGV sont présentés dans la carte de la figure 1.16. Les flux sont polarisés autour de la commune de Aups, chef-lieu de la CCLGV, en lien avec la présence d'un collège dans cette commune, très rurale, avec une population âgée.

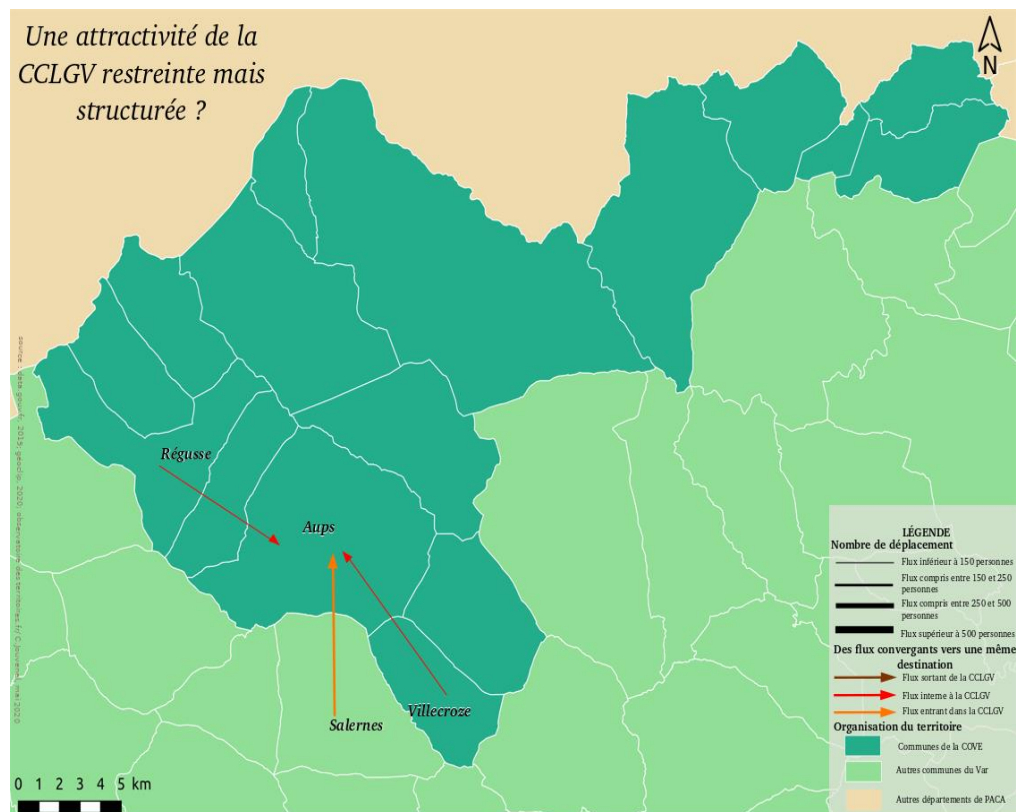


Figure 1.16 - Une attractivité de la CCLGV restreinte mais structurée ?

En synthèse de l'analyse des flux domicile-étude, la CCGPSL et la COVE apparaissent comme deux espaces attractifs du point de vue des flux domicile-études de grandes tailles. La CCCGS connaît cette attractivité à une échelle plus réduite. Enfin, la CCLGV semble en marge de ces flux.

1.3.3. Les flux domicile-travail

La mobilité d'un territoire peut également se mesurer par les flux domicile-travail qui sont présents.

La communauté de communes du Grand Pic Saint Loup

Associés aux flux domicile-étude, les flux de navetteurs permettent également d'illustrer les différentes dynamiques liées à la mobilité (carte 1.17). En observant la direction des flux sortants, on note que la proximité avec le pôle montpelliérain crée un réel couloir de déplacements. Peu de flux restent au sein du territoire de la CCGPSL : seule une liaison entre la commune de Saint-Gély-du-Fesc et de Saint-Clément-de-Rivière existe.

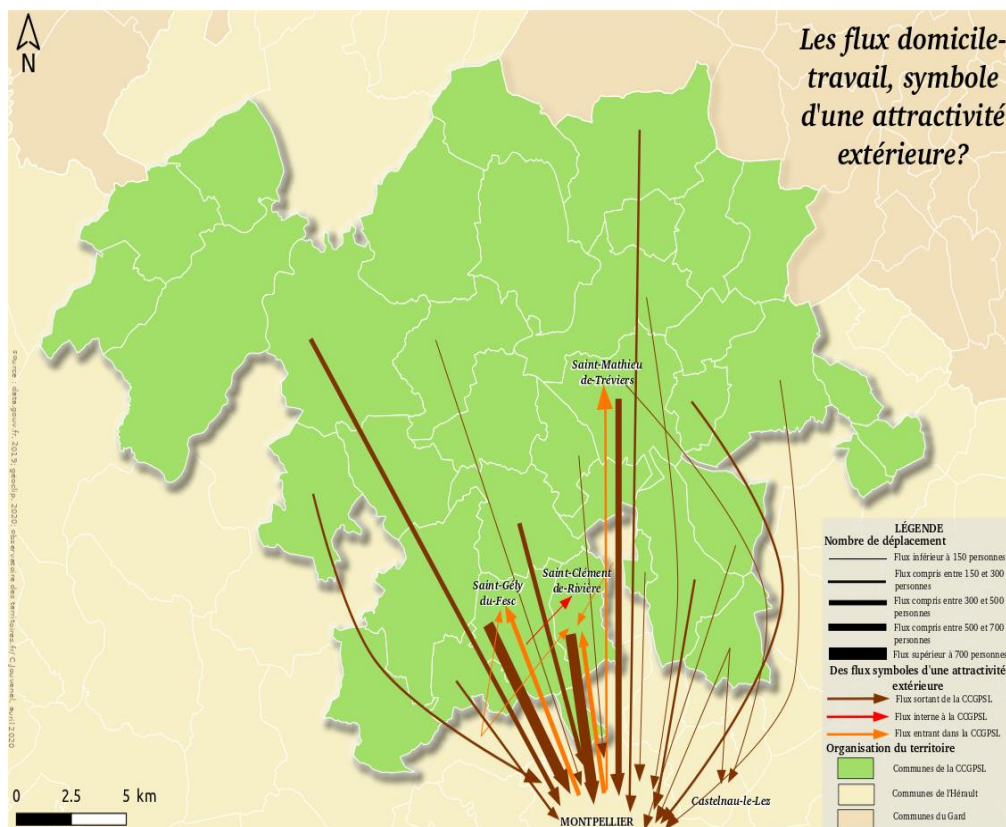


Figure 1.17 - Les flux domiciles-travail de la communauté de communes du Grand Pic Saint Loup

La communauté d'agglomération Ventoux Comtat Venaissin

La carte de la figure 1.18 présente l'ensemble des flux domicile travail présents sur la COVE en 2014. Le territoire de la COVE apparaît comme attractif. Les dynamiques présentes sur le territoire existent sous trois formes : des flux internes à la COVE, des flux entrants mais aussi des flux sortants du territoire. Ainsi, même si la COVE voit une partie des actifs effectuer des trajets domicile-travail en direction d'autres territoires (notamment vers Orange et Avignon), les flux internes montrent l'influence de la COVE. La commune de Carpentras notamment, se présente comme un lieu vers lequel les flux convergent, qu'ils soient entrants ou internes au territoire.

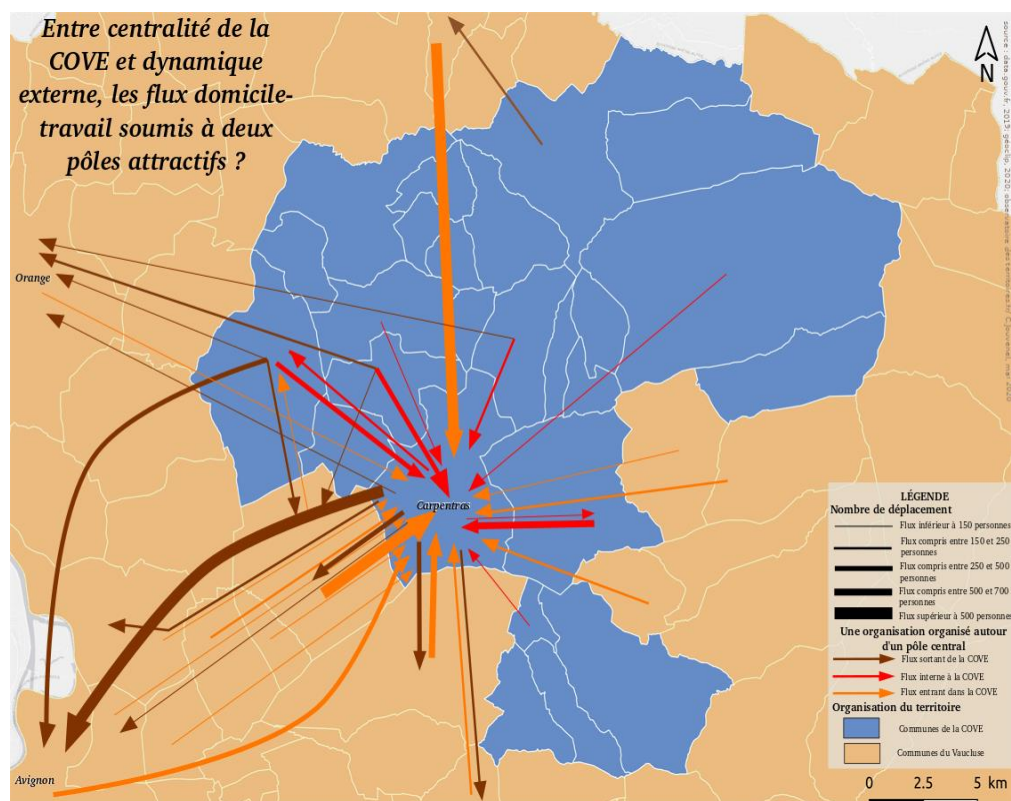


Figure 1.18 - Flux domicile-travail de la COVE

La communauté de communes des Cévennes Gangeoises et Suménoises

La communauté de communes des Cévennes Gangeoises et Suménoises présente également des flux tournés vers un pôle attracteur : la commune de Ganges (figure 1.19). De plus, des flux se dirigent au-delà des frontières de la CCCGS, notamment vers les communes du Vigan et de Montpellier.

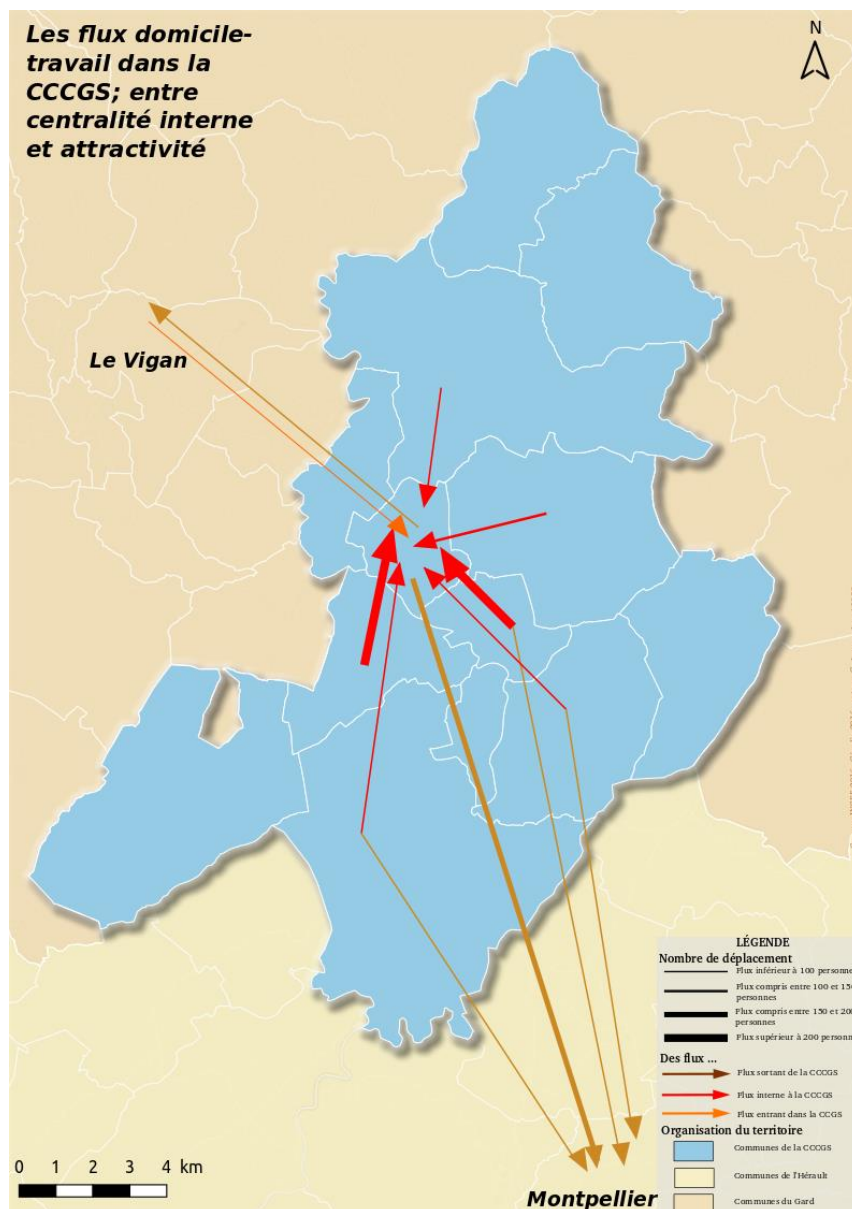


Figure 1.19 - Les flux domicile-travail de la CCCGS

La communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon

Enfin, les flux domicile-travail de la CCLGV sont présentés sur la carte 1.20. Le même phénomène présenté avec les flux domicile-étude est constaté : très peu de déplacements sont inscrits dans le territoire. De plus, aucun flux restant sur le territoire de la CCLGV n'est recensé. En effet, si la commune d'Aups apparaît comme un pôle de départ et d'arrivée de quelques flux, c'est la commune de Salernes, située sur une autre intercommunalité qui semble attirer les flux et ses actifs.

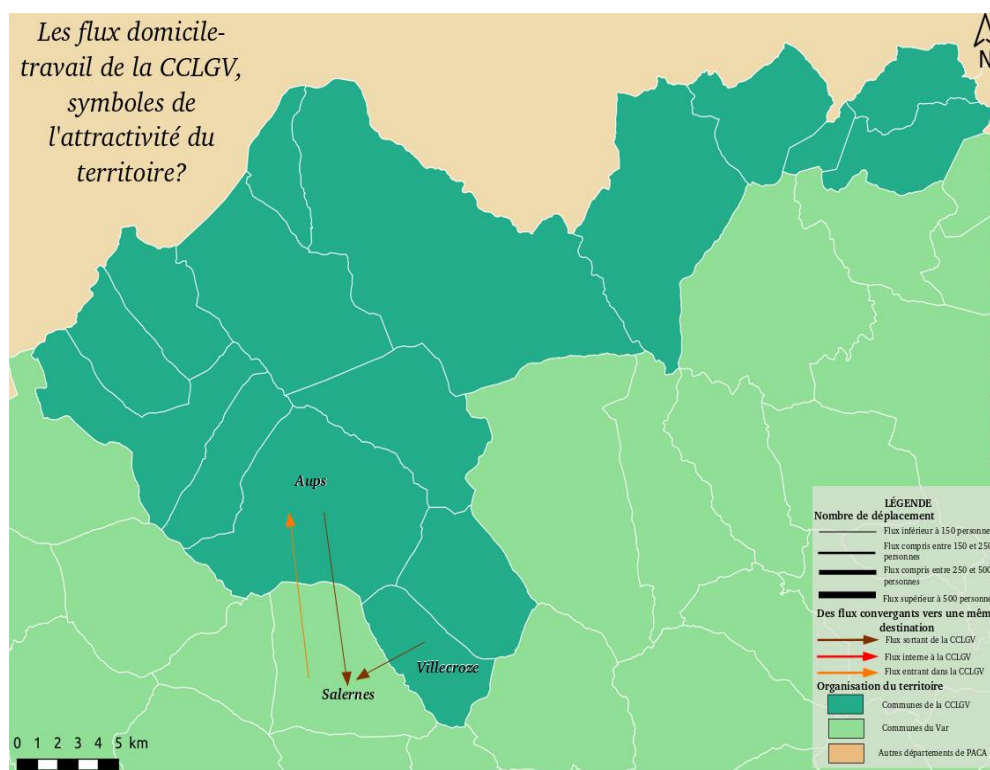


Figure 1.20 - Les flux domicile-travail de la CCLGV

Les dynamiques présentées dans la première partie du profil se retrouvent dans cette thématique. Les similitudes entre les territoires d'études laissent paraître deux profils. Dans un premier temps, on retrouve celui de la CCGPSL et de la COVE, avec un territoire attractif soumis à de nombreux flux entrants et sortants du territoire et présentant une mobilité majoritairement faite en voiture ; et dans un second temps, des territoires comme ceux de la CCCGS et de la CCLGV, où les flux sont moins présents mais organisés et où les modes de déplacement sont davantage diversifiés.

Les flux présents sur les territoires permettent de mettre en avant les logiques de déplacement notamment par la création de lien origine-destination entre 2 espaces ou communes mais également en permettant de quantifier ces flux. Comme avec les données sur les moyens de déplacements, ces flux, notamment grâce à leur nombre, peuvent laisser supposer qu'à partir d'un certain seuil, le covoiturage peut se présenter comme une solution de mobilité, notamment pour des trajets quotidiens.

Nous pouvons donc supposer que le rôle des flux dans le développement du covoiturage est essentiel à appréhender. Que soit par leur destination ou par leur taille, les flux permettent d'introduire l'idée du partage d'un trajet est possible sur des territoires.

1.4. Enquête en ligne auprès de covoitureurs

Afin de compléter le travail de diagnostic et d'entretien, une enquête en ligne a été réalisée pour mieux appréhender la pratique du covoiturage. Le but de l'enquête était de toucher un maximum de personnes pratiquant le covoiturage; de ce fait, le questionnaire a été diffusé tant dans des espaces urbains que ruraux. L'enquête a été réalisée du 29 Avril 2020 au 13 Mai 2020.

Après avoir expliqué la méthodologie de réalisation de cette enquête, nous présenterons ses résultats dont les profils des personnes ayant répondu au questionnaire ainsi que leur rapport à la pratique du covoiturage.

1.4.1. La réalisation du questionnaire

Structure du questionnaire

Le questionnaire, réalisé sous GoogleForm, est divisé en 4 grandes parties (figure 1.21) :

- Une partie introductive qui aborde la question de l'auto-stop, puis se concentre sur la catégorie socioprofessionnelle de l'enquêté. Elle aborde également la question de la mobilité, notamment par l'équipement des ménages, les distances domicile-travail, ainsi que le moyen de déplacement principal de l'enquête. Cette partie permet de définir le profil de l'enquête selon son rapport au covoiturage.
- La seconde partie du questionnaire différencie les enquêtés qui covoiturent, ceux qui ont eu des pratiques de covoiturations, ceux qui ne covoiturent pas, mais songent à se tourner vers cette pratique et enfin, les enquêtés qui ne covoiturent pas.
- La troisième partie du questionnaire se présente comme une ouverture sur le covoiturage : elle interroge sur la présence de dispositif de covoiturage local et sur l'avis de l'enquêté sur la gestion et la mise en place de dispositif local de covoiturage.
- Enfin, la dernière partie est consacrée à la fiche signalétique de l'enquêté.

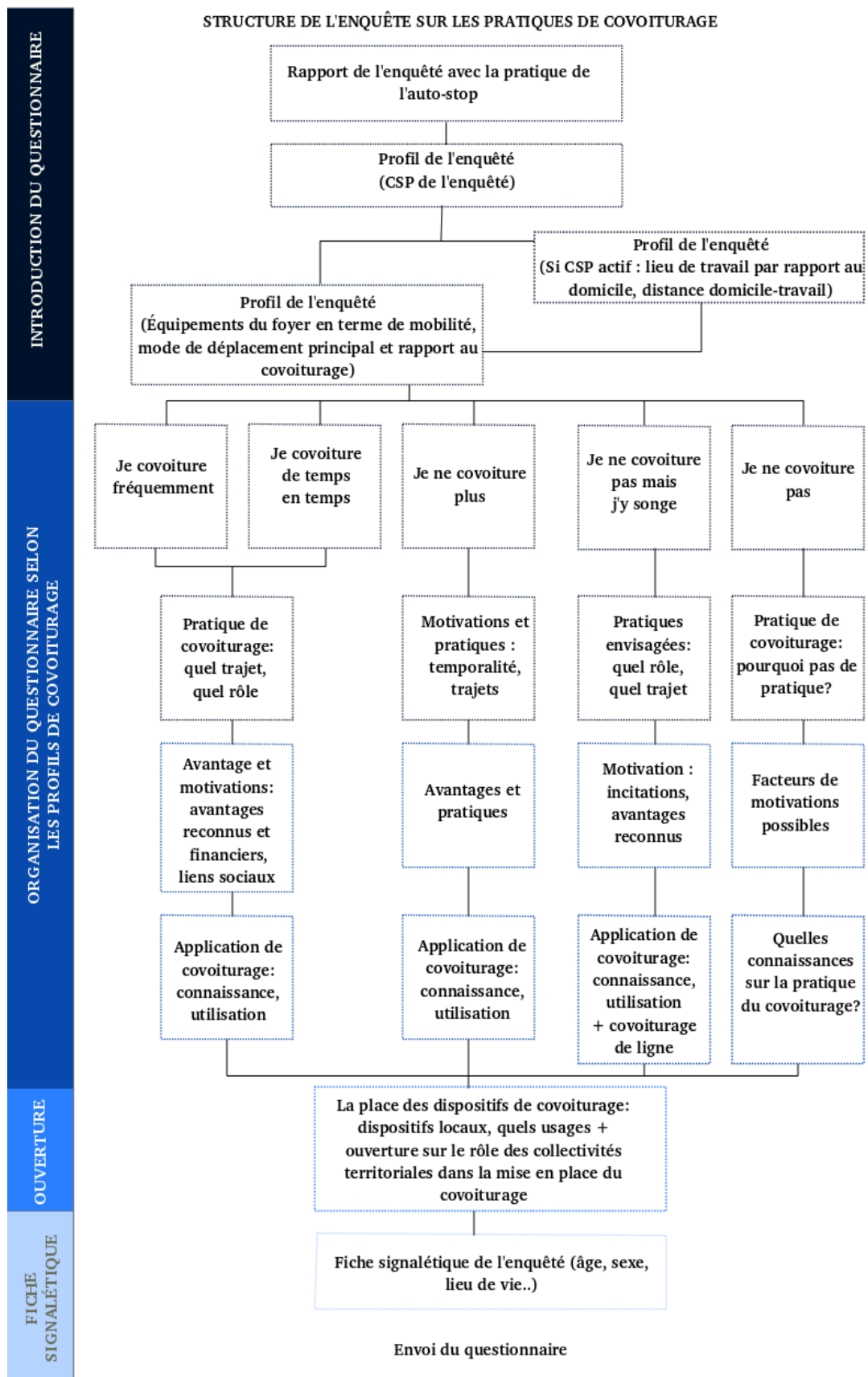


Figure 1.21 - La structure du questionnaire

Le partage de l'enquête

En raison de la situation sanitaire du début de l'année, l'enquête a été diffusée en ligne. Elle a été partagée grâce à deux intermédiaires : les réseaux sociaux et les réseaux personnels. Le but de l'enquête étant de toucher un maximum d'utilisateurs du covoiturage.

La diffusion par les réseaux sociaux s'est faite dans un premier temps via Facebook. L'enquête a été diffusée dans des groupes de covoitureurs, proposant des trajets à d'autres personnes. Elle a également été diffusée sur les pages Facebook associées aux territoires d'études et à la région Occitanie et PACA. Le réseau social Twitter a également été utilisé pour la diffusion.

Ensuite, l'enquête a été diffusée par l'intermédiaire de réseaux personnels (amis, familles). Ce canal de diffusion a été très important dans la mesure où l'enquête a pu être diffusée de réseaux en réseaux.

1.4.2. Echantillonnage : répartition par genre, âge et CSP

Echantillonnage et redressement

Au 13 Mai 2020, date à laquelle les résultats de l'enquête ont été récupérés, 300 personnes avaient répondu au questionnaire. L'échantillon étant assez important, un décalage a pu être constaté dans la répartition des enquêtés selon leur genre : plus de 60% des répondants étaient des femmes, et un écart se creusait dans l'ensemble des variables que nous cherchions à mettre en avant. De ce fait, un redressement de l'échantillon a été réalisé, afin de réduire cet écart et d'obtenir une meilleure représentativité.

Plusieurs méthodes de redressement ont été envisagées (tableau 1.5) : l'option spatiale, l'option homogénéisation et l'option aléatoire. L'option d'homogénéisation a été retenue notamment car les réponses sont concentrées sur quelques départements. Ainsi, $\frac{1}{3}$ des femmes des 7 départements (les Alpes-de-Haute-Provence, l'Aude, les Bouches du Rhône, le Gard, l'Hérault, le Vaucluse, le Var) où leur part était la plus forte, ont été enlevées afin d'équilibrer l'échantillon.

La carte en figure 1.22 présente la répartition des enquêtés par genre, selon leur département de résidence. L'échantillon initial était majoritairement situé en PACA et en Occitanie notamment dans les départements du Gard, de l'Hérault et du Vaucluse. C'est par ailleurs dans ces départements que les décalages dans les parts homme/femme sont les plus marqués.

Répartition des enquêtés par genre selon leur département de résidence Échantillon avant redressement

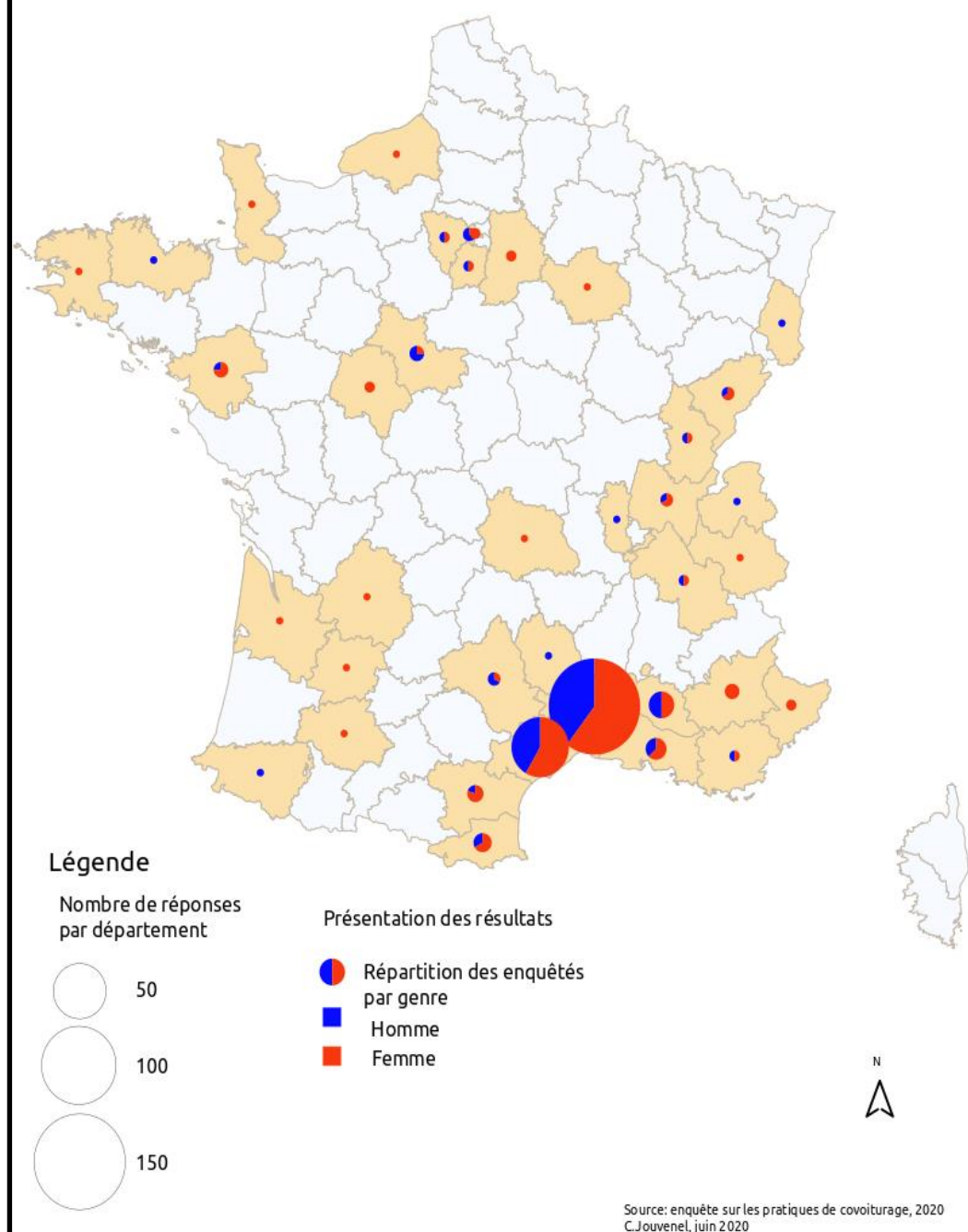


Figure 1.22 - Carte de la répartition des enquêtes par genre selon leur département de résidence avant le redressement de l'échantillon

	Idée	Avantage	Limites	Résultat
Option homogénéisation	Réduire la part de femmes dans certaines départements	Moins d'impact sur la répartition spatiale	Pas de contrôle sur la répartition par CSP	253 réponses : 135 femmes (53,3%) + 118 hommes (46,7%)
Option spatiale	Garder uniquement les réponses des départements d'Occitanie et de PACA	Enquête focalisée sur les territoires d'études	Reproduction du schéma 60% de femme/ 40% d'homme sur l'échantillon de ces territoires Réduction de l'échantillon	255 personnes restantes : 154 femmes (60,39%) et 101 hommes (38,11%)
Option aléatoire	Tirer au sort de manière aléatoire pour atteindre l'équilibre par genre		Pas de contrôle sur la répartition par CSP Impact sur la répartition spatiale	

Tableau 1.5 - Méthodologie de redressement de l'échantillon

La méthode d'homogénéisation a été choisie notamment afin de garder un maximum d'enquêtés dans l'échantillon (figure 1.23). Si l'option spatiale aurait permis de conserver plus de réponses que l'option homogénéisation, cette dernière permettait d'équilibrer l'échantillon selon les parts d'hommes et de femme contrairement à l'option spatiale.

Répartition des enquêtés par genre selon leur département de résidence Échantillon après redressement

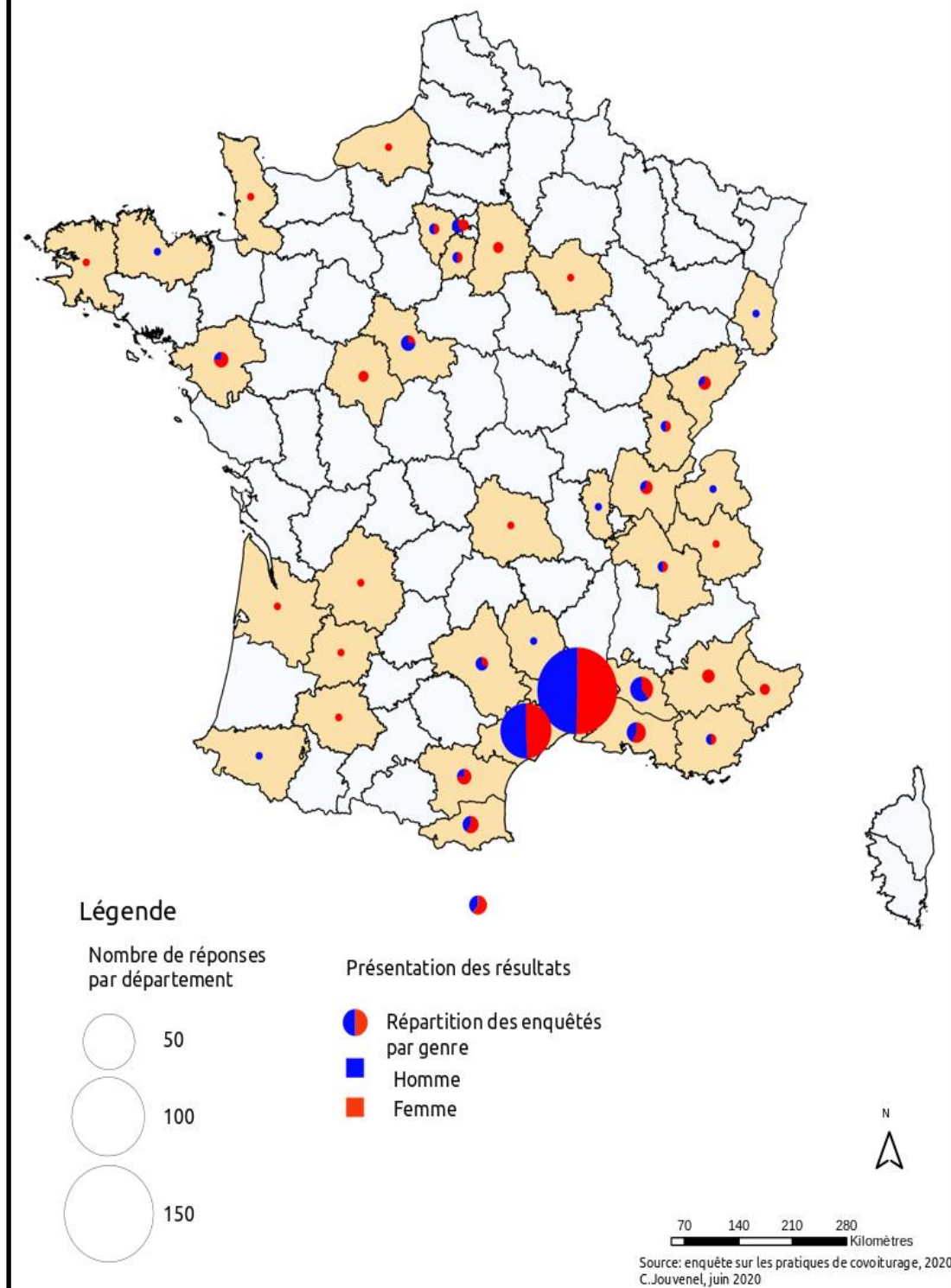


Figure 1.23 - Carte de la répartition des enquêtes par genre selon leur département de résidence après le redressement de l'échantillon

Le profil des répondants de l'échantillon

Après avoir redressé l'échantillon de l'enquête, il est possible de dresser un profil des répondants. Plusieurs éléments peuvent permettre de créer un profil sociologique : la répartition par genre et par âge, la catégorie socioprofessionnelle à laquelle l'enquêté appartient, par exemple.

L'échantillon est composé de 53,4% de femmes pour 46,6% d'hommes. Le redressement a permis de se rapprocher de la répartition nationale qui, en 2016, était de 51,6% femmes pour 48,9% hommes.

Répartition des enquêtés par genre selon leur âge (en %)			
	Homme	Femme	Total
- de 18 ans	0,40	0,40	0,79
entre 19 et 29 ans	10,67	15,81	26,48
entre 29 et 45 ans	14,62	12,25	26,88
entre 46 et 59 ans	17,00	20,55	37,55
+ de 60 ans	3,95	4,35	8,30
Total	46,64	53,36	100,00

Tableau 1.6 - Quelle est la répartition des enquêtés selon leur âge et leur genre?

Le tableau 1.6 présente la répartition des enquêtés selon leur genre et leur tranche d'âge. Ainsi, nous pouvons constater que les femmes sont en supériorité pour la tranche d'âge 19-29 ans et pour les 46-59 ans. Toutefois, la part des 29-45 ans montre davantage d'hommes. Cette répartition s'explique par les canaux de diffusion qui ont été utilisés : l'enquête a surtout été relayée vers des femmes qui ont elles-mêmes relayé vers un public féminin. Toutefois, nous pouvons supposer que les femmes paraissent davantage intéressées ou plus familières avec cette pratique. Si l'on ne retrouve pas des statistiques observées dans les chapitres précédents, notre enquête permet finalement de réaliser une enquête plutôt ciblée sur les femmes, public à conquérir par le covoiturage.

	Répartition des enquêtés par tranches d'âges (%)	Population française par tranches d'âges en 2016 (% - INSEE)	Population en PACA par tranches d'âges en 2016 (% - INSEE)	Population du LR par tranches d'âges en 2016 (% - INSEE)	Population de l'Occitanie par tranches d'âges en 2016 (% - INSEE)
- de 29 ans	27,27	36	33,4	32,34	33,8
29 à 44 ans	26,88	19	18,1	18,22	18,1
45 à 59 ans	37,55	19,9	20,1	20,18	20,0
plus de 60 ans	8,3	25,2	28,4	28,12	28,1

Tableau 1.7 - La répartition des enquêtés par tranche d'âge

Par ailleurs, on note un certain décalage entre les tranches d'âges, également par rapport à la répartition nationale (tableau 1.7) . Ainsi, la part des plus de 60 ans est la tranche d'âge la moins représentée dans l'échantillon avec 8,3% des enquêtés. A l'inverse, ce sont les 45-59 ans qui ont le plus répondu à l'enquête. En comparant aux moyennes nationales, on peut constater que cette part des plus de 60 ans, représente en France plus de 25% de la population, alors qu'elle n'atteint pas les 10% dans l'échantillon; même constat pour la classe de moins de 29 ans qui représentent 27,27% de l'échantillon, quand ils constituent 36% de la population française. La classe des 46-59 ans apparaît comme la classe d'âge qui a le plus répondu avec 37,55% de réponses.

Ces décalages s'expliquent par plusieurs facteurs. Premièrement, la diffusion en ligne a joué un rôle dans cette distribution : on peut supposer que les plus de 60 ans n'ont pas été touchés par la diffusion privilégiée via les réseaux sociaux. On peut aussi faire l'hypothèse que les personnes entre 29 et 59 ans sont plus intéressées par la question du covoiturage, qu'elles le pratiquent ou non.

On observe de la même façon un décalage dans la répartition des enquêtés selon leurs CSP en référence aux répartitions nationales (tableau 1.8) : la part des ouvriers et des retraités n'est que de 5,53% de l'échantillon quand en France, ils représentent plus d'un quart de la population ; on voit une surreprésentation des cadres et professions intellectuelles supérieures ainsi que des employés. Cette

dernière catégorie représente plus de 40% des enquêtés, alors que 16,3% de la population française appartient à cette CSP.

	Répartition par CSP (%)	Répartition par CSP en France (%)
Agriculteur exploitant	0,40	0,8
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	3,95	3,5
Ouvrier	1,19	12,4
Employé	40,32	16,3
Professions intermédiaires	5,14	14,1
Cadres et professions sup.	24,51	9,2
Retraité	5,53	26,9
Autres personnes sans activités professionnelles	18,98	16,7
(Effectif 253)	100,02	100

Tableau 1.8 - La répartition des enquêtés selon leur CSP

Outre l'impact des réseaux de diffusion, on peut supposer que ces CSP étaient plus familières avec la pratique du covoiturage, certaines CSP⁵ étant plus enclins avec la pratique du covoiturage et notamment les employés. Ce facteur peut donc partiellement expliquer leur surreprésentation dans l'enquête.

1.4.3. Pratiques de mobilité

Équipements et déplacements

Une partie du questionnaire s'intéressait à la question des mobilités et des transports, à travers les déplacements et l'équipement des enquêtés.

⁵ADEME, 2017 *Développement du covoiturage régulier en courte et moyenne distance - Guide Méthodologique*

46,98% des répondants travaillent ou étudient dans leur commune de résidence, tandis que 53,02% des enquêtés se déplacent dans une autre commune. De plus, les déplacements domicile-travail ont également été abordés lors de l'enquête, comme le présente le graphique de la figure 1.24.

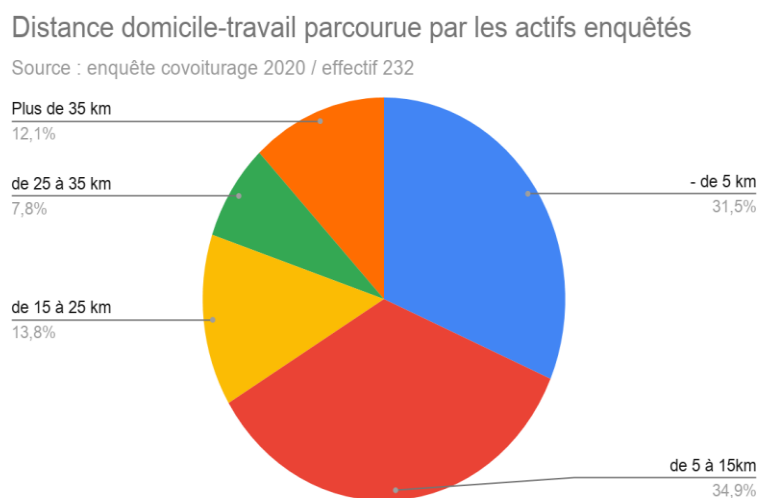


Figure 1.24 - Quelle distance sépare votre lieu de travail de votre domicile ?

Plus de 65% des enquêtés font un trajet domicile-travail inférieur ou égal à 15 kilomètres (figure 1.24).

Si demain, votre moyen de déplacement principal vient à être immobilisé ou supprimé, quelle alternative choisiriez-vous pour vos trajets quotidiens ?

Source : Enquête covoiturage 2020, effectif : 259

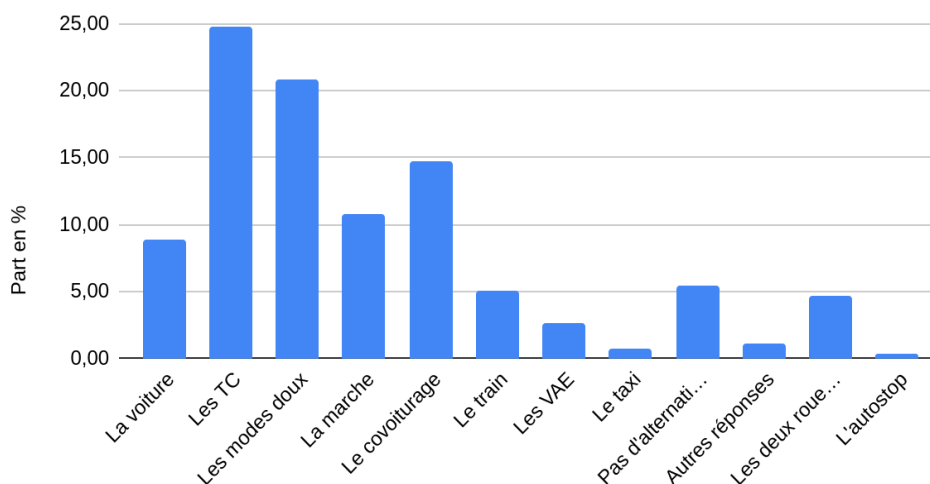


Figure 1.25 - un report modal lors de contraintes ponctuelles ?

Lorsque l'on interroge les enquêtés sur le moyen de déplacement qu'ils utiliseraient si leur moyen de déplacement principal n'était pas utilisable (figure 1.25), on constate qu'environ 15% des enquêtés

choisissent le covoiturage comme solution de repli. Par ailleurs, cette part est supérieure à la proportion de personnes qui se tourneraient vers une autre voiture.

Votre foyer est équipé de :	Effectif	% de réponses	% observés
Une voiture	86	18,49	33,99
Plusieurs voitures	155	33,33	61,26
Un vélo	46	9,89	18,18
Plusieurs vélos	101	21,72	39,92
Un 2 roues motorisé	35	7,53	13,83
Autres modes doux	32	6,88	12,65
NVEI	1	0,22	0,4
Aucun équipement	1	0,22	0,4
Plusieurs 2 roues motorisés	5	1,08	1,98
Autres réponses	3	0,65	1,19
Total	465	100	183,79

Tableau 1.9 - Équipement de mobilité dans les ménages des enquêtés

Enfin, lorsque nous nous interrogeons sur l'équipement des ménages en termes de mobilité, nous pouvons constater que les ménages sont en majorité assez bien équipés (tableau 1.9) . En effet, plus d'un tiers des ménages de l'échantillon possèdent plusieurs voitures et plus de 20% des personnes ont plusieurs vélos. Cette part est plus importante que la part des ménages n'ayant qu'une voiture.

Pratique du covoiturage

L'enquête permet de dégager 4 profils selon la pratique du covoiturage (figure 1.26) : 39,5% des enquêtés ont des pratiques de covoiturage, et 13% ont eu des pratiques par le passé. Les enquêtés qui ne covoiturent pas sont présents à 47,4% dont 6,7% qui songent à covoiturer.

Pratiquez-vous le covoiturage?

Source: enquête sur les pratiques de covoiturage 2020 / effectif : 253 enquêtés

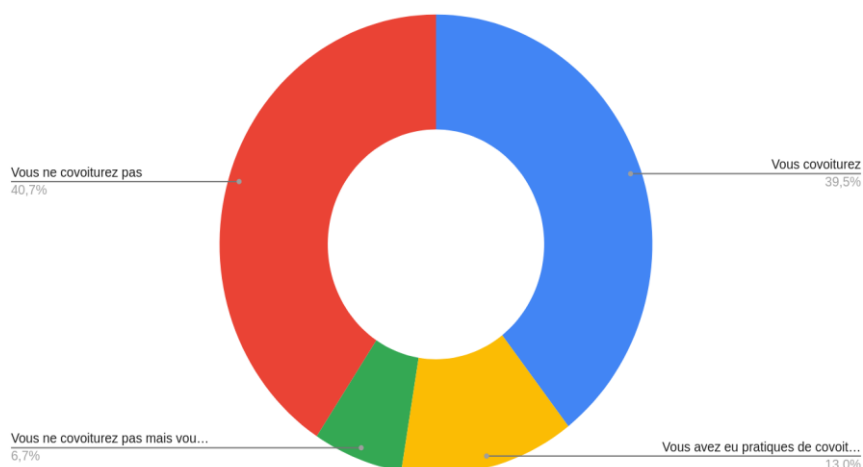


Figure 1.26 - Répartition des enquêtés selon leur pratique du covoiturage

Qui sont les covoitureurs de l'échantillon ?

La part des enquêtés ayant des pratiques de covoiturage s'élève à 39,5%, soit un effectif de 100 personnes. Ce groupe est composé de 42% d'hommes et de 58% de femmes.

Selon le trajet, quel rôle avez vous?

Profil des covoitureurs Source : enquête voiturage 2020, effectif 100

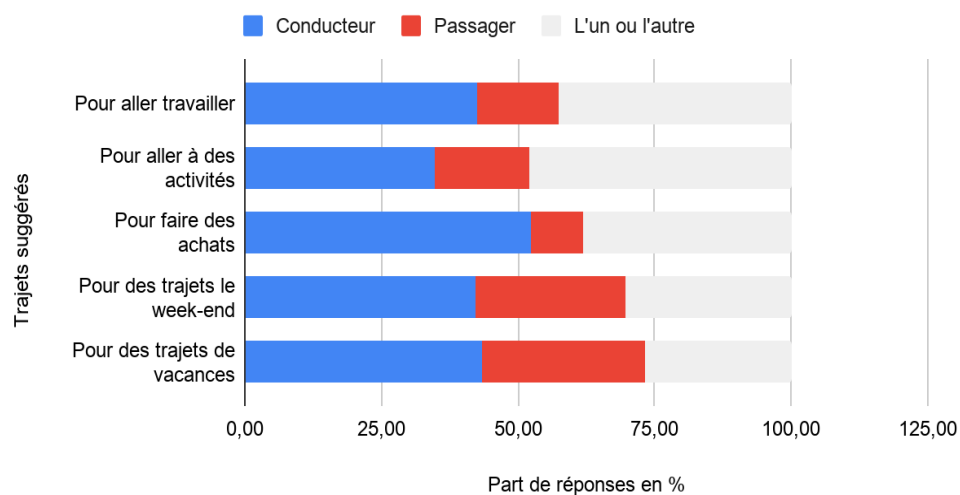


Figure 1.27 - Quel trajet effectuez-vous selon le trajet covoituré?

Le graphique 1.27 présente le rôle des covoitureurs lors d'un trajet partagé. Lors des trajets le week-end ou de vacance, on retrouvera davantage de covoitureurs en tant que passagers. Pour des trajets

au motif des achats, ce rôle est moins présent. Enfin, si l'on se focalise sur les trajets liés au travail, on peut noter que la part des conducteurs est la plus représentée : être covoitureur pour se rendre sur son lieu de travail est probablement plus aisé qu'être covoituré.

Pratique de l'auto-stop

Comme évoqué précédemment, le covoiturage peut se présenter sous une forme d'auto-stop amélioré, permettant plus de sécurité et de visibilité. L'enquête cherchait ici à connaître la pratique de l'auto-stop par les enquêtés (tableaux 1.10 et 1.11), mais également leur perception vis-à-vis de cette pratique (figure 1.28).

Effectif : 253	Faites-vous de l'autostop? (en %)
Très souvent	0,00
Régulièrement	0,40
De temps en temps	6,32
Jamais	93,28
Tableau 1.10 - Faites-vous de l'autostop?	

Effectif : 253	Prenez-vous des autostoppeurs? (en %)
Très souvent	0,40
Régulièrement	1,98
De temps en temps	38,39
Jamais	58,50
Non réponse	0,40
Tableau 1.11 - Prenez-vous des auto-stoppeurs ?	

En observant les pratiques d'auto-stop des enquêtés, nous pouvons observer que très peu pratiquent l'auto-stop (tableau 1.10). En effet, l'auto-stop reste une pratique majoritairement utilisée par des personnes n'ayant pas de véhicules ou le permis de conduire; ce profil correspond notamment à des mineurs, ou des jeunes adultes. Or, dans notre échantillon, nous avons peu de très jeunes et très âgées, la plupart des personnes étant ainsi en possession d'un permis de conduire et motorisées.

Quant à la prise de passagers en auto-stop (tableau 1.11), davantage de personnes semblent familières avec cette pratique. Alors que seulement 6,32% des enquêtés font de l'auto-stop de temps en temps, ils sont plus de 38% à prendre des auto-stoppeurs de temps en temps.

En s'intéressant à la pratique de l'auto-stop selon les pratiques individuelles de covoiturage, il apparaît que les covoitureurs ont plus de "facilité" à faire de l'auto-stop (12% des covoitureurs pratiquent l'auto-stop de temps en temps). Les autres profils semblent moins familiers. Les personnes qui ne

covoiturent pas mais qui songent à cette pratique, font davantage d'auto-stop que les personnes qui ont eu des pratiques de covoiturage par le passé (Figure 1.28).

De plus, les personnes ayant covoituré et celles souhaitant se tourner vers cette pratique prennent plus souvent des auto-stoppeurs avec respectivement 45,45% et 52,94% (de temps en temps, figure 1.29). Les covoitureurs sont 40% à prendre des covoitureurs de temps en temps. Par ailleurs, les personnes enquêtées qui ne covoiturent pas mais songent à se tourner vers cette forme de mobilité, covoiturent via l'autostop, ce qui dénote un vivier potentiel d'utilisateurs.

Faites-vous de l'auto-stop ? (en %)

Source : enquête covoiturage 2020

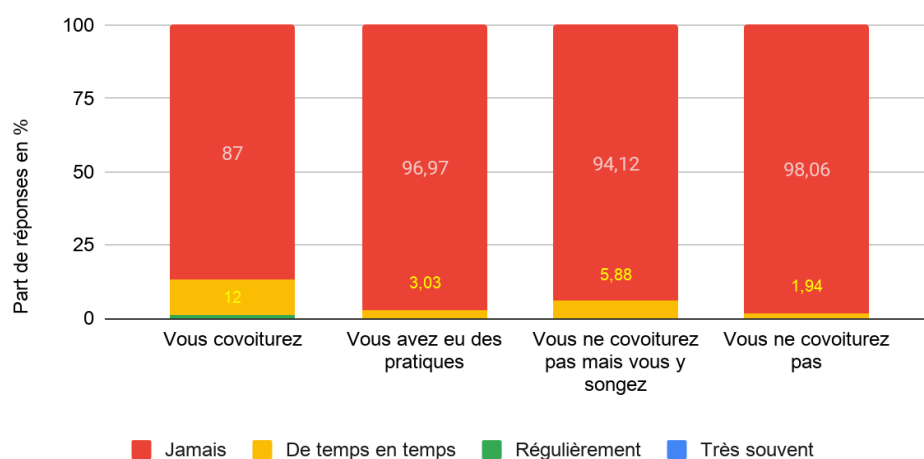


Figure 1.28 - Lien entre les pratiques d'autostop et du covoiturage

Prenez-vous des auto-stoppeurs (en %)?

Source : enquête covoiturage 2020

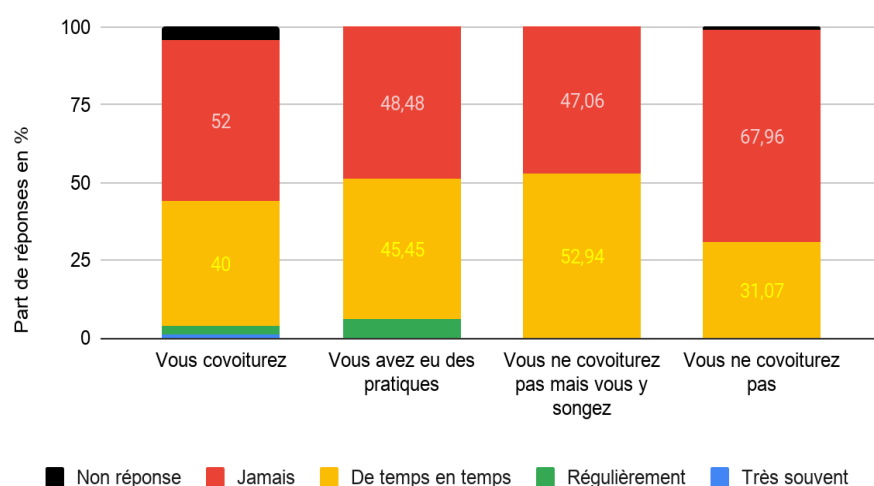


Figure 1.29 - La prise d'auto-stoppeur selon le profil de covoiturage

Partage du transport

Il s'agit de développer des services de covoiturage spontanés ou planifiés, permettant le partage d'un trajet avec un inconnu (tableau 1.12).

Deux questions peuvent être exploitées dans l'enquête "Pour vous, est-il important de connaître les personnes avec qui vous covoiturez" et "Selon le trajet que vous réalisez, avec qui le partagez-vous".

L'enquête questionnait tout d'abord sur l'importance de connaître les personnes avec qui on covoiture, et ce quel que soit le trajet réalisé. Pour presque un tiers des enquêtés, connaître la personne covoiturée reste moyennement importante, tandis que pour près de la moitié d'entre eux, cette variable importe moins (27% d'enquêtés ont répondu que cela n'était pas important et 21% que cela n'avait peu d'importance).

	Est-il important de connaître les personnes avec qui vous covoiturez? (en %)
Pas important	27
Peu important	21
Moyennement important	31
Important	12
Très important	9
	100

Tableau 1.12 - Est-il important de connaître la personne avec qui vous covoiturez ?

Sous un autre angle, il semble que la connaissance des équipiers soit un facteur relativement important : 52 % des enquêtés pensent que connaître la personne avec qui l'on covoiture est moyennement, important ou très important. D'où l'importance de la qualité de la mise en relation, via une application si le dispositif en dispose ou par des rencontres avec les personnes intéressées par le covoiturage.

Selon le trajet que vous réalisez, avec qui le partagez-vous?

Source: enquête covoiturage 2020

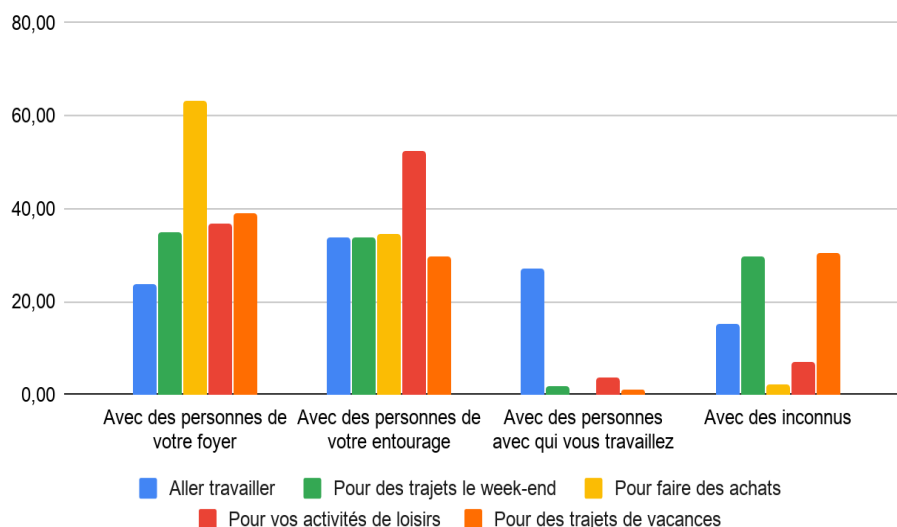


Figure 1.30 - Selon le trajet que vous réalisez, avec qui le partagez-vous?

Le graphique de la figure 1.30 présente les pratiques des covoitureurs interrogés. Il met en avant la personne avec qui le trajet est partagé, selon la nature de celui-ci. L'effectif des covoitureurs était de 100 personnes. On remarque que le covoiturage avec des personnes inconnues est plus ou moins accepté selon trajet réalisé.

On constate que le covoiturage reste une pratique faite avec un entourage proche et familial (foyer du covoituré, amis, familles), et ce, quel que soit le trajet réalisé. Par ailleurs, la part des trajets de covoiturage avec des personnes moins proches, tels que des collègues de travail, est importante pour les trajets domicile-travail. En parallèle, les activités de loisir peuvent faire appel au covoiturage autour du cercle familial.

Enfin, covoiturer avec des inconnus se présente est plutôt associé aux trajets ponctuels, le week-end ou pendant les vacances, voire lors de déplacements domicile-travail, comprenant des motifs professionnels, comme des réunions, des chantiers, etc.

Organisation souhaitée du covoiturage selon l'échelle de gouvernance

La mise en place de dispositif de covoiturage peut être instaurée et gérée par différents acteurs (figure 1.31). Dans notre enquête, nous avons demandé qui doit organiser le covoiturage dans les territoires. Il est quelque peu étonnant de constater que la majorité des covoitureurs considèrent que le système doit en quelque sorte être auto-organisé. Viennent ensuite les communes, puis à un niveau d'environ 15%, les départements, régions et entreprises. Ces résultats sont relativement similaires sur les deux régions Occitanie et PACA (tableau 1.13).

Selon vous, par qui l'organisation du covoiturage dans les territoires doit être faite?

Source: enquête covoiturage 2020, effectif 253 personnes; 399 réponses

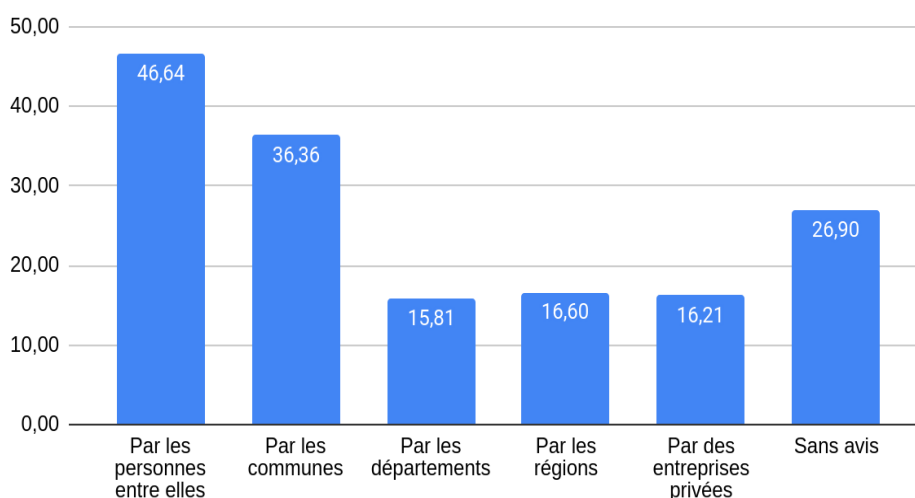


Figure 1.31 - Selon vous, par qui doit l'organisation du covoiturage dans les territoires doit être faite (ensemble de l'effectif de l'échantillon) ?

% observés / spatialement	Par les personnes entre elles	Par les communes	Par les départements	Par les régions	Par des entreprises privées	Sans avis	Total
PACA	45,83	4,17	8,33	12,50	4,17	25,00	100
OCCITANIE	45,81	17,88	2,79	5,03	2,23	26,26	100
RESTE	12,76	30,10	16,84	15,31	18,37	6,63	100

Tableau 1.13 : Selon vous, par qui doit l'organisation du covoiturage dans les territoires doit être faite (effectif selon les régions étudiées) ?

1.5. Définition d'indicateurs de développement de covoiturage

Afin de définir des indicateurs et en complément des résultats de l'enquête en ligne, des entretiens ont été réalisés avec plusieurs acteurs, apportant ainsi une vision plus qualitative du covoiturage.

1.5.1. Retours d'expériences de covoiturage

La mise en place d'une solution de covoiturage peut être gérée et initiée par divers acteurs tels que les associations, des entreprises privées en passant par les collectivités territoriales. Nous avons réalisé des entretiens avec différents acteurs d'un projet de covoiturage : entreprises privées et collectivités territoriales.

Un premier entretien a été réalisé avec Alain Jean, fondateur de RezoPouce. L'entreprise propose un dispositif de covoiturage spontané, sans réservation et sans partage des frais. Aujourd'hui, le dispositif est installé dans plus de 1600 communes en France et ce service permet de rendre la pratique de l'auto-stop plus efficace, sécurisée et contrôlée. Le dispositif s'inscrit dans des bassins de vie, des parcs naturels régionaux ou bien encore dans des EPCI.

D'un point de vue historique, le dispositif RezoPouce est la continuité d'un travail fait par l'association "Covoiturons sur le Pouce". Cette association a été créée à Moissac dans le Tarn-et-Garonne, en 2010. À l'origine, l'association proposait de mettre en relation conducteurs et passagers afin de partager un trajet sur la commune de Moissac. Petit à petit, de nombreuses communes ont souhaité installer des dispositifs similaires, amenant l'association à devenir, en 2015, une société de coopération d'intérêt collectif.

La mise en place sur les territoires passe par l'installation d'arrêts "Sur le Pouce" semblables à des arrêts de bus. Il est nécessaire de s'inscrire au préalable via l'application, le site internet ou dans la collectivité partenaire. Les inscrits vont alors recevoir des kits conducteurs ou passagers composés de fiche de destinations et de macarons, afin que les inscrits puissent "se reconnaître". Les fiches destination sont très efficaces dans cette démarche, car elles permettent d'informer les conducteurs de la destination du passager. En moyenne, RezoPouce assure aux passagers de trouver un trajet au bout de 6 minutes en moyenne ; 90% des usagers partent en 10 minutes.

La collectivité qui met en place RezoPouce paie un abonnement et s'engage pour une durée de 3 ans. Chaque inscrit coûte à la collectivité 1,90 euros hors taxes. En dehors de cela, c'est l'adhésion au dispositif et la mise en place des panneaux qui vont générer des coûts pour la collectivité. RezoPouce va appuyer les collectivités dans l'animation et la communication sur les pratiques de covoiturage. Cette aide est apportée par des "animateurs de transition" de l'entreprise. Ceux-ci vont aider la collectivité à susciter chez les citoyens de nouveaux comportements et à changer leurs habitudes pour pratiquer le covoiturage.

En plus des arrêts Sur Le Pouce, la société propose deux services :

- *RezoSenior* : il s'agit d'un dispositif pour les personnes âgées ; il est nécessaire d'avoir plus de 60 ans pour s'inscrire. Ce dispositif met en contact des personnes ayant besoin de se déplacer et des chauffeurs volontaires (préalablement inscrits en collectivité et ayant donné leurs disponibilités). Une demande de trajet doit être faite quelques jours avant le rendez-vous via internet ou via le référent présent en collectivité. Les chauffeurs sont indemnisés selon le tarif établi par l'État pour les trajets en covoiturage.
- *RezoPro* : ce dispositif permet de créer une récurrence pour un équipage. Pour qu'une entreprise puisse instaurer Rezo Pro, elle doit se trouver sur un territoire inscrit dans le dispositif RezoPouce. Ce dispositif fonctionne avec un abonnement payé chaque année par

l'entreprise et rend possible la réservation de trajet à l'avance.

Pour Alain Jean, le fondateur de RezoPouce, c'est la volonté de la collectivité, notamment à travers ses animations et sa communication, qui va permettre au dispositif de fonctionner. De plus, la solidarité des habitants est un point essentiel. Enfin, l'entreprise compte mettre en place un dispositif domicile-travail qui va permettre de créer de la récurrence.

Ecov : le covoiturage de ligne

Le second entretien a été réalisé avec Hind Kherida, chargée de projet pour la société Ecov. Ecov est une start-up d'économie sociale et solidaire créée en 2014. L'entreprise propose 3 services de covoiturage : Covoit'ici, Covoit'go et Lane. Il s'agit de mettre en place des lignes de covoiturage spontané et dynamique, présentées comme fiables et accessibles à tous. Pour cela, Ecov propose de travailler avec les transporteurs, les entreprises, les collectivités et les autorités organisatrices des mobilités, mais également avec les associations et les citoyens.

Pour mettre en place les lignes de covoiturage, Ecov réalise des diagnostics de « covoiturabilité » potentielle du territoire. On étudie les flux, les besoins en mobilité, et on réalise un état des lieux de l'offre de transport et de mobilité.

La démarche d'Ecov se base sur l'idée d'agir pour désenclaver les territoires, de réduire les impacts environnementaux, tout en essayant de limiter le coût d'installation au minimum.

Parmi toutes les formes de covoiturage, Ecov se positionne sur du covoiturage de ligne avec une garantie de service. Pour cela, l'idée est de se positionner au plus près des flux de déplacement. Le but n'est pas de faire du porte à porte mais de favoriser l'accès aux déplacements partagés. L'intérêt est que les conducteurs qui passent sur ces axes ont davantage de probabilité de se rapprocher de la destination des passagers. La garantie de service permet aux passagers de partir après un certain temps d'attente. Cette garantie dépend des maîtres d'ouvrage et des collectivités qui travaillent avec Ecov. De plus, elle est gérée par le service d'assistance d'Ecov, ouvert de 7h à 20h tous les jours de la semaine, et qui va suivre en temps réel le temps d'attente pour adapter le service (VTC ou de taxis pour réduire les temps d'attente).

La mise en place d'une ligne se déroule en plusieurs étapes. La première étape pour Ecov est de travailler sur les attentes de la collectivité :

- un objectif environnemental : la collectivité cherche à faire réduire le nombre de voitures et la congestion ; elle va donc inciter au report modal ;
- un objectif d'accessibilité : ici, c'est la volonté de permettre aux personnes qui n'ont pas de voiture de se déplacer. La population touchée est souvent minoritaire. Il peut s'agir de cas de personnes ayant leur véhicule en panne, de personnes n'étant pas véhiculées ou n'ayant pas le permis de conduire. Cet objectif est toutefois assez peu pris en compte car le flux venant de ces personnes est assez faible. Cependant, cet objectif permet de répondre à d'autres

enjeux comme l'accès à l'emploi pour ces personnes non véhiculées, de manière temporaire ou non.

Pour atteindre ces deux premiers objectifs, il est nécessaire que les réseaux mis en place soient bien identifiés et reconnus par les populations, afin que le covoiturage s'affiche comme une réelle alternative.

- un objectif d'action de mobilité et/ou d'intermodalité sur le territoire de la part d'une collectivité : la collectivité vise à montrer l'impact des politiques publiques et des territoires qu'elle met en place. Dans ce cas, elle cherchera à faire du covoiturage une norme sociale, à limiter les freins à la participation, rendre visible son offre de mobilité.
- un objectif de fédération autour d'un projet de territoire : la mise en place d'un service de covoiturage dans les espaces ruraux peut être une solution pour les collectivités de petites tailles de se mobiliser dans la montée en compétences en mobilité. Le covoiturage se présente alors comme une solution moins coûteuse qu'un réseau de transports collectifs (comme une ligne de bus par exemple).

Ces éléments sont complétés par l'organisation du réseau et l'adaptation du service en fonction des caractéristiques du territoire. Ces éléments sont alors de nouveau discutés avec la collectivité avant la mise en place sur le territoire.

Ecov propose deux services de covoiturage :

- *Covoit'ici* : il s'agit d'un service mis en place grâce à des lignes et des arrêts, permettant de faire comme si "on prenait le bus". Les arrêts sont équipés de panneaux lumineux affichant la destination des passagers. Ce service ne fonctionne pas avec des réservations, mais les frais sont partagés au sein de l'équipage. Les conducteurs qui utilisent Covoit'ici peuvent donner le nombre de sièges disponibles dans leur véhicule via l'application du service.

Le service Covoit'ici est modulable selon les collectivités : elles pourront ajuster les tarifs des trajets selon certains critères (prix égal au billet de transport collectif, prix selon le nombre de kilomètre) ;

- *Covoit'go* : ce système est installé dans les zones les plus rurales et fonctionne bien en milieu montagnard. Il est principalement installé dans ces espaces où la solidarité et la coopération entre les habitants est forte. Covoit'go permet d'encadrer la pratique de l'autostop en aidant à la visibilité et à la sécurité pour les usagers. Dans cette dynamique, il n'y ni réservation ni partage des frais.

Eclairages par la collectivité

Un entretien téléphonique a été réalisé avec Adrien Caboche, l'une des personnes en charge de la mise en place du covoiturage au sein de la CCLGV, notamment sur l'aspect communication du dispositif.

En novembre 2019, le territoire de la communauté de commune Lacs et Gorges du Verdon a mis en place une expérimentation de covoiturage spontané sur son territoire. Cette mise en place a été faite avec l'entreprise Ecov, qui a déployé son dispositif *Covoit'ici* sur la communauté de commune. La CCLGV est présentée par Adrien Caboche comme étant un territoire loin des pôles urbains, peu desservis par les lignes de bus. De plus, la communauté de communes ne dispose que de peu de services, et manque notamment de service de santé.

L'expérimentation a vu le jour grâce à deux acteurs importants : France Mobilité a tout d'abord répondu à cet appel à projet, en proposant un apport financier à hauteur de 28 000 euros, puis l'expérimentation a été retenue par la région dans le cadre de son projet "Solutions Alternatives de mobilités en zone peu dense", et qui a également contribué à hauteur de 28 000 euros.

La volonté de la CCLGV est de réduire la part d'autosolisme dans ce territoire périurbain à forte dominante rurale et développer l'offre de transport.

Après un diagnostic de « covoiturabilité » effectué par Ecov, 3 arrêts ont alors été positionnés sur le territoire (2 sur la commune de Aups et 1 sur la commune de Régusse). Le service est gratuit pour les usagers, afin de pouvoir toucher un maximum de personnes, et pour ne pas accentuer les inégalités sociales marquées par une certaine précarité dans le territoire. Les habitants des différentes communes de la CCLGV ont été sensibilisés à la mise en place du dispositif, grâce à des réunions d'informations publiques. Cependant, malgré la communication et la volonté de la CCLGV, le service de covoiturage spontané ne semble pas encore bien fonctionner sur ce territoire. Pourtant, la collectivité territoriale a cherché à inciter sa population à se tourner vers le covoiturage par différents moyens. Même si le dispositif est gratuit pour les passagers, pour chaque trajet covoituré, le conducteur gagne 1 euro. Une garantie de retour a également été instaurée si le trajet aller été réalisé via le dispositif Covoit'ici.

Adrien Caboche a conclu en expliquant que certains territoires, comme la CC Lac et Gorges du Verdon, présentent des caractéristiques territoriales où la mise en place de dispositifs de covoiturage reste délicate. Pour le chargé de mission, la population est trop âgée (40% de celle-ci est à la retraite) et une certaine précarité est présente dans la communauté de commune.

Cette expérimentation a toutefois permis à la CCLGV de tirer plusieurs conclusions : l'ensemble des animations qui ont été portées pour ce projet (réunions publiques, démarchages dans les supermarchés) ont montré que les maires des communes de la CCLGV étaient intéressés par la démarche de solution alternative de transport. L'expérimentation a également montré que dans certains territoires le covoiturage planifié peut apparaître comme solution plus efficace que le covoiturage spontané.

L'attractivité d'un territoire, en termes économiques, joue sur la capacité de développement du covoiturage. La CCLGV est un territoire qui comprend peu d'entreprises, et une grande part de celles-ci ont peu d'employés. Cela impacte directement la part des flux domicile-travail qui pourraient générer des trajets covoiturés. Près de 40% de la population de cette EPCI a plus de 60 ans et ne

constitue pas un vivier d'utilisateurs. De plus, une certaine difficulté à se rendre aux arrêts de covoiturage a été constatée.

L'entretien avec Hind Khedira de la société Ecov, a révélé d'autres aspects territoriaux importants :

- ❖ La localisation des flux des dispositifs de covoiturage à proximité d'axes structurants ;
- ❖ La connaissance de la volonté de la collectivité territoriale à travers cette mise en place.

Un autre entretien avec Alain Jean, directeur de l'entreprise RezoPouce, a apporté d'autres éléments de compréhension :

- La gestion et l'implication de la collectivité territoriale sont des éléments primordiaux. Un dispositif de covoiturage dépend de l'animation qui est faite autour de ce projet, de la publicité associée. Ces éléments peuvent être réalisés grâce à des réunions publiques, des journées et des semaines "test" dédiées à la pratique, des animations dans les établissements scolaires ;
- La difficulté de faire fonctionner ce dispositif si celui-ci n'appartient pas à un bassin de vie ou si le territoire considéré est trop petit ;
- L'importance de définir quel est l'objectif pour la communauté territoriale entre report modal, accessibilité de son territoire, réduction de l'impact environnemental. Pour Alain Jean, le report modal apparaît surtout pour les zones périurbaines, alors que zones rurales ont tendance à chercher un nouveau mode de déplacement pour les populations.

Développer le covoiturage sur les territoires intercommunaux : quelques éléments à retenir

Tout d'abord, un premier élément à apprécier est le taux de captivité vis-à-vis des transports, et son dual, le taux de motorisation.

S'y ajoute la localisation et la fréquence des couples origine-destination issus des différents flux pouvant être recensés, constituant de réelles opportunités. Il est ainsi possible de présenter les services de mobilité partagée sur ces trajets, notamment les solutions alternatives à la voiture.

Également, la coopération entre les différents EPCI semble essentielle dans la mise en place d'un service de covoiturage. Les collectivités territoriales se doivent de travailler ensemble autour des questions de covoiturage, comme cela peut être fait pour les lignes de bus par exemple.

La continuité territoriale est un autre élément à considérer. Comme l'expliquait le chargé de mission de la CCLGV, l'un des facteurs qui a freiné le développement du covoiturage sur ce territoire est que les arrêts de covoiturages n'étaient situés que dans le périmètre de la CCLGV. L'idéal pourrait être de développer ce type de services sur des continuums spatiaux, c'est-à-dire des communautés de communes contiguës.

Par ailleurs, les zones des bassins de vie et d'emploi confirment l'idée qu'une dynamique territoriale peut sceller plusieurs espaces en fonction des services et des équipements qui y sont présents et de facteurs sociologiques et économiques. Le bassin de vie est défini par l'INSEE comme étant le "plus petit territoire sur lequel les habitants ont accès aux équipements et services les plus courants"⁶. Quant aux zones d'emploi, l'INSEE les présente comme "un espace géographique à l'intérieur duquel la plupart des actifs résident et travaillent, et dans lequel les établissements peuvent trouver l'essentiel de la main d'œuvre nécessaire pour occuper les emplois offerts"⁷. Ces zonages peuvent guider la mise en place des services de covoiturage, car mettant en évidence les polarités et attractivités spatiales, et donc les flux potentiels.

Enfin, pour contextualiser avec la question du covoiturage, il est nécessaire de garder à l'esprit que les expérimentations et services de covoiturage sont encore relativement récents, et que l'on manque de retours d'expérimentations ou d'information libre sur les données d'usage et de fréquentations.

1.5.2. Indicateurs de fonctionnement de covoiturage

La définition d'indicateurs de covoiturage peut se baser sur des critères économiques, sociaux ou environnementaux. Appliqués dans de nombreux domaines, les indicateurs sont des outils pouvant à la prise de décision.

Définitions et notions

Utilisés dans divers domaines et secteurs les indicateurs sont, "une donnée objective qui décrit une situation du strict point de vue quantitatif" (Cerutti et Gattino, 2000) ou un "appareil, [d'un] instrument servant à fournir des indications, des renseignements sur la valeur d'une grandeur" (Larousse). Le site Géoconfluence indique que ces indicateurs ont deux fonctions : la synthèse des nombreux paramètres normalement nécessaires pour rendre compte d'une situation, mais également la simplification de la compréhension et de l'interprétation des résultats pour l'utilisateur. Si les indicateurs présentent une donnée précise, "la construction [de ces derniers] nécessite également des données externes, concernant la localisation de l'habitat et des emplois, ainsi que des services, commerces et lieux d'enseignement" (Faivre d'Arcier, 2012).

Ainsi, un indicateur permettra de représenter une réalité, en proposant une évaluation, tout en présentant les résultats de la manière la plus efficace possible. Il permettra également de mesurer les résultats obtenus pour tendre vers un objectif choisi (Crédoc, 2012).

Les enjeux environnementaux actuels ont orienté les indicateurs afin qu'ils se positionnent dans une logique de durabilité (figure 1.32). Selon Géoconfluence, les indicateurs de développement durable peuvent être appliqués à toutes échelles territoriales, de la collectivité à l'échelle du pays. La Commission du développement durable de l'ONU a travaillé sur la question en divisant ces indicateurs

⁶Définition de l'INSEE, 2016; Géoconfluence, 2019

⁷Définition de l'INSEE, 2020

en 3 catégories : les indicateurs de pressions, d'état et de réponse. Ils ont été structurés par l'Union Européenne selon 4 grands piliers du développement durable : l'économie, le social, l'environnement et les institutions. Ce sont également des outils de communication importants, qui se doivent d'être clairs et cohérents (Klooz, Schneider, 2000 dans Verry, Nicolas, 2005).



Figure 1.32 - Le rôle des indicateurs de développement durable, adapté de Klooz et Schneider 2000, D.Verry et J-P. Nicolas, 2005

Ainsi, pour mesurer et appréhender le covoiturage comme une solution de mobilité alternative, durable et efficace, il est possible d'avoir recours aux indicateurs déjà utilisés pour évaluer les réseaux de transports. Trois types d'indicateurs vont être présentés : des indicateurs de performance, des indicateurs de mobilités durables, des indicateurs plus sociologiques. Ces outils répondent à des approches différentes (économiques, environnementales, territoriales, mercatiques, sociologiques). La liste des indicateurs proposée n'est pas exhaustive.

Mesures de performance d'un réseau de transport

Le monde des transports utilise différents types d'indicateurs pour évaluer et faire évoluer les réseaux de transports. Parmi l'ensemble des indicateurs existant, l'indicateur de performance qui est l'un des

outils les plus utilisés dans la sphère des transports. Cet indicateur peut se présenter en 3 catégories (Faivre d’Arcier, 2012) :

- indicateur d’efficacité socio-économique sur le fonctionnement ;
- indicateur de qualité de service qui donnera le point de vue de l’usager ;
- indicateur d’efficience qui fournira le point de vue du contribuable.

Les transports publics se doivent de répondre à plusieurs fonctions telles que :

- faciliter l’accessibilité de tous aux transports publics (équité) ;
- faciliter l’accès des territoires aux citoyens ;
- réduire les impacts du transport individuel par l’attractivité des transports publics ;
- participer à la qualité environnementale par un fonctionnement propre ;
- garantir un fonctionnement économique acceptable pour l’utilisateur et pour la collectivité.

Le tableau 1.14 présente des indicateurs de performance selon plusieurs types. Déjà utilisés pour évaluer des réseaux de transport, ces indicateurs peuvent permettre d’évaluer un territoire en vue d’une mise en place d’un dispositif de covoiturage.

Afin d’évaluer l’impact qu’aurait un dispositif de covoiturage sur un territoire, il serait par exemple possible d’utiliser les indicateurs suivants :

1. nombre de kilomètre de trajets en voitures en heures de pointes évités par utilisation des TC, qui mettrait en avant le part des trajets covoiturés par rapport à la part des trajets effectués avant le dispositif mise en place ;
2. mesure du potentiel de clients “résidents”, permettant d’indiquer la part des habitants d’un territoire potentiellement sujets à la pratique du covoiturage, en fonction de la population (tranches d’âge, CSP).

Indicateurs de performance			
Type d'indicateur	Auteur / Source	Moyen de transport	Définition
Environnemental	Laboratoire d'Economie des Transports; Projet APEROL sous la dir. B Faivre d'Arcier, 2012	Réseaux de transports urbains	A-1) Nombre de kilomètres de trajets en voitures en heures de pointes évités par utilisation des TC
Économique	Laboratoire d'Economie des Transports; Projet APEROL sous la dir. B Faivre d'Arcier, 2012	Réseaux de transports urbains	A-2) Distance cumulée que l'on peut parcourir sur un réseau urbain en un budget temps donné
	OMNIL - Observatoire de la mobilité en Île-de-France	Réseaux de transports urbains	A-3) Régularité sur le réseau • L'offre aux heures de pointe - Le temps d'attente entre deux métros
	Préfecture de la région Pays de la Loire, 2016	Réseaux de transports urbains	A-4) Fréquentation des transports en commun : évaluation sur temps long

Sociologique	Mesure de la performance des lignes de TCU - Laboratoire d'Economie des Transports Projet APEROL sous la dir. B Faivre d'Arcier	Réseaux de transport urbains	A-5) Indicateur de mesure potentiel de clients "résidents" : nombre de voyage/habitant Cet indicateur prend en compte tous les voyages et tous les voyageurs dans une périmètre de 300m autour de chaque arrêt Etude présentées selon les tranches d'âges et les actifs
Temporel	Adrien Lammoglia, 2013	TAD	A-6) Temps d'attente moyen par clients avant l'embarquement

Tableau 1.14 - Présentation d'indicateurs de performance utilisés pour les réseaux de transports urbains

Indicateurs de mobilité durable

Les indicateurs de mobilité durable visent à témoigner de la contribution positive ou négative de la mobilité en rapport avec les enjeux du développement durable. Les études portent sur l'utilisation de ressources naturelles, sur la part d'émission de gaz et de polluants engendrée par le transport, mesurables selon les choix de report modal (Louiselle et Morency, 2012).

A) Indicateurs de mobilité durable			
Type d'indicateur	Auteur	Moyen de transport	Définition
Environnemental	Mesure de la performance des lignes de TCU - Laboratoire d'Economie des Transports Projet APEROL sous la dir. B Faivre d'Arcier	Réseaux urbains et interurbains	B-1) indicateur CO2 : total des émissions de CO2 résultat de l'exploitation de la ligne rapporté au total des émissions de CO2 par les déplacements évités s'ils étaient réalisés en voiture

Économique	Laboratoire d'Economie des Transports (LET) selon Nicolas J-P., Pochet P., Piomboeuf H., Ovtracht N., 2001	Mobilité globale	B-2) Coût global moyen d'un voyageur-kilomètre B-3) Coût annuel de la mobilité d'une personne
Sociologique	Laboratoire d'Economie des Transports (LET) selon Nicolas J-P., Pochet P., Piomboeuf H., Ovtracht N., 2001	Mobilité globale	B-4) Taux de motorisation
	Adrien Lammoglia, 2013	TAD	B-6) Taux d'occupation des véhicules rapport entre nombre de clients et capacité totale x 100
	Caroline Gallez. INRETS-DEST, 2000	Réseaux de transports collectifs et mobilité globale	B-7) Accès aux modes (détention du permis, nombre de voitures par ménages, distance/TC) B-8) Accès aux emplois, services, commerces

Tableau 1.15 - Présentation d'indicateurs de mobilité durable utilisés pour les réseaux de transport urbain

Le tableau 1.15 présente une liste d'indicateurs de mobilité durable pouvant évaluer l'impact environnemental des réseaux urbains de transports. Si plusieurs de ces indicateurs ont été abordés précédemment (accès aux modes, taux de motorisation), l'impact d'un trajet covoituré en termes d'émission de CO₂ est également un indicateur robuste dans sa capacité à présenter le covoiturage comme une solution alternative.

Indicateurs d'usage

Enfin, des indicateurs plus sociologiques, révèlent la pratique des usagers d'un service de transport (tableau 1.16).

B) Indicateurs sociaux			
Type d'indicateur	Auteur / Source	Moyen de transport	Définition
Temporel	Observatoire des territoires selon cartographie 2017, à partir des outils Open Source Routing Machine et Metric	Mobilité globale	C-1) Temps médian des déplacements domicile-travail
	Commissariat Général au Développement Durable, 2011	Mobilité globale	C-2) Temps moyen d'accès aux services d'usages courants au plus proche du domicile par bassin de vie, selon les heures pleins, selon les heures creuses
Économique	Insee -Recensement de la population	Mobilité générale	C-4) Part des actifs ayant un emploi travaillant hors de leur commune de résidence

Tableau 1.16 - Présentation d'indicateurs sociologiques utilisés pour les réseaux de transports urbains

Les indicateurs découlent de plusieurs approches qui ont été suggérés grâce aux éléments vus précédemment. Cette structure (figure 1.32) se base également sur l'analyse tricéphale mise en avant par Adrien Lammoglia dans son travail de thèse (2013) : l'approche territoriale, l'approche opérateur et l'approche clients.

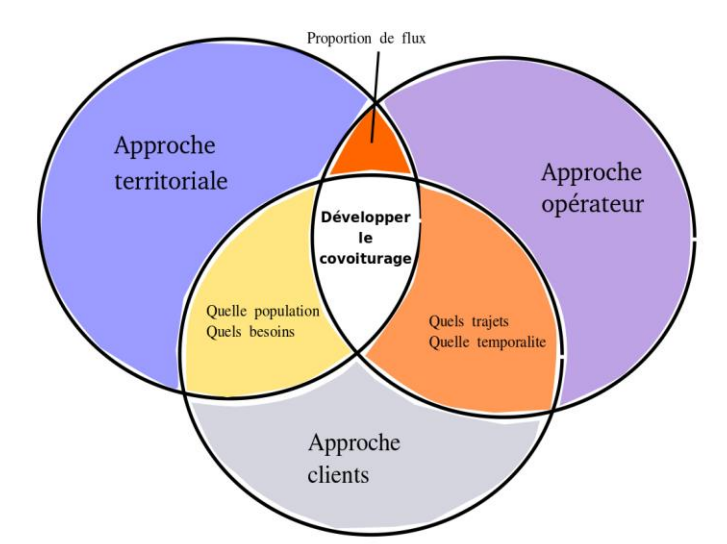


Figure 1.32 - Approches territoire, opérateur et clients

La figure 1.33 propose une liste d'indicateurs de covoiturage, selon les différentes approches présentées.



Figure 1.33 - Schéma de synthèse des indicateurs pouvant mesurer la capacité de développement de covoiturage

PARTIE 2 - VEHICULE AUTONOME CONNECTE

Le texte de cette partie est extrait du mémoire de Master 1 de Tom Roussat.

2.1. Introduction

Le nombre total de voitures dans le monde a dépassé le milliard aux alentours de 2010 et est aujourd'hui estimé à environ 1,2 milliard⁸. En France, ce nombre s'élève à 32 millions en 2018. Les estimations de l'ONU entrevoient une évolution à 2,5 milliards de véhicules dans le monde en 2050. Les transports représentent près d'un quart des émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO₂), dont les trois quarts sont dus aux transports routiers : les camions et les voitures particulières⁹. À l'échelle nationale, les transports représentaient 38% des émissions de CO₂ en 2017¹⁰. Tandis que les autres secteurs d'activités français (industrie manufacturière, transformation d'énergie, résidentiel, etc.) tentent tous de réduire leurs émissions de CO₂, les progrès techniques dans le secteur automobile ne parviennent pas à réduire ces rejets. En cause : la hausse notable du nombre de véhicules en circulation (+40 % entre 1990 et 2017) et donc du trafic routier.

Les pratiques liées au transport, du fait de leurs impacts, soulèvent de nombreux enjeux et questions, notamment aux vues des prévisions d'évolution de la population urbaine qui devrait être de l'ordre de 75 % de la population mondiale en 2050. Ainsi, le concept de « mobilité durable » est apparu dans les années 1990, dont l'usage « *suggère un modèle de déplacement des individus habitant un territoire qui passe par l'optimisation de l'usage de tous les modes de transport* » (Champagne et Negron-Poblete, 2012). La mobilité s'inscrit dans le développement durable, car elle a un certain coût pour les pouvoirs publics et les ménages, mais aussi parce qu'elle est une condition indispensable à l'accès à l'emploi, à l'éducation et aux soins, et qu'elle est responsable d'une importante part des émissions de gaz à effet de serre (GES).

De nouvelles pratiques de la mobilité se sont développées afin de limiter les impacts néfastes des transports. C'est le cas du covoiturage ou de l'autopartage, dont l'usage se renforce progressivement, en particulier grâce au développement des outils numériques (Brimont et al., 2016). C'est notamment dans ce contexte de renforcement des nouvelles pratiques liées à la mobilité que la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur souhaite améliorer et pousser la connaissance de son territoire. L'objectif est d'envisager les évolutions futures de manière précise en les anticipant.

Lorsqu'on parle de transports flexibles, on traite d'un service de transport, public ou privé, dont les itinéraires et les horaires peuvent fluctuer. Ce service « *doit pouvoir s'adapter à une demande de mobilité plus ou moins organisée, à une configuration spatiale, et en fonction de moyens technologiques et financiers des clients et du gestionnaire* » (Lammoglia, 2011). L'objectif principal de

⁸ Number of vehicles in use worldwide 2006 – 2015, Wagner, I., 2018, Statista

⁹ International Energy Agency, 2017, Key world energy statistics, IEA, 97 pages.

¹⁰ Citepa, 2019, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France, Rapport n° 1632sec, 70 pages.

ce système de transport est d'améliorer le taux de remplissage des véhicules, d'où le terme « partagés ». D'autres objectifs apparaissent, en lien avec le premier, comme la réduction des coûts de mobilité, ou encore le fait d'offrir un service complémentaire dans les territoires les moins bien desservis (Huyghe et al, 2013).

De ce fait, cette action prioritaire régionale, traitant des transports flexibles et partagés, considère comme tel le covoiturage, les transports à la demande (TAD), les véhicules de tourisme avec chauffeurs (VTC), ainsi que l'autopartage. Un cinquième mode de transport est pris en compte lors de cette étude : le véhicule autonome. En effet, il ne s'agit pour l'instant que d'une perspective d'évolution qui est expérimentée, mais qui, dans ce cas précis, peut faire l'objet d'une réflexion sur la potentielle intégration de cette technologie comme un mode de transport flexible et partagé.

Pour ce qui concerne le véhicule autonome, l'idée était de réfléchir à son fonctionnement, dans le cas où il serait utilisé comme un mode de transport flexible et partagé (cf. Figure 2.1). L'objectif de la modélisation du fonctionnement d'un service de transport flexible et partagé est d'illustrer de manière simplifiée les différentes étapes permettant à deux usagers de partager, ou non, un véhicule autonome grâce à une plateforme. Ce schéma décrit un exemple dans lequel deux personnes souhaitent utiliser un véhicule autonome pour se rendre chacun à une destination différente, en détaillant les possibilités ou non de partage du véhicule¹¹.

Ici, un premier client passe par une plateforme en ligne, plateforme qui organise le service de transport partagé de véhicules autonomes et connectés. Ce client est géolocalisé, renseigne la destination où il souhaite être transporté et s'il souhaite partager son trajet ou non. Un véhicule libre est identifié et vient récupérer ce premier client. En fonction des informations renseignées initialement, l'itinéraire peut être modifié. En effet, si le client n° 1 refuse de partager sa course, le véhicule l'emmènera à sa destination et la tarification de la course sera au tarif le plus élevé : celui correspondant à un taux d'occupation de 1. En revanche, si ce même client accepte de partager son trajet, l'itinéraire pourra être légèrement modifié afin de récupérer un second client. Dans cet exemple, un second client passe par la plateforme. Si les informations qu'il renseigne (localisation, destination, partage ?) rendent le partage impossible, et qu'un autre véhicule se situe à proximité, ce dernier prendra en charge la course du second client. Mais dans le cas où les conditions de partage concorderaient, alors les deux clients pourront être transportés au sein d'un seul et même véhicule autonome et connecté.

Ce diagramme n'est en aucun cas un schéma généralisable à une échelle plus large. En effet, il représente les grandes étapes par lesquelles une plateforme de service de partage de véhicule autonome et connecté devrait passer afin que deux usagers puissent être transportés simultanément, même si leur localisation initiale et leur destination sont différentes. Le diagramme de fonctionnement d'un service de transport flexible et partagé appliqué au véhicule autonome et connecté, déployé sur

¹¹ Dans son document d'orientations stratégiques pour l'action publique pour le développement du véhicule autonome publié en mai 2018, le gouvernement français traitait déjà du potentiel d'association entre le véhicule autonome et connecté et les formes d'autopartage ou de transport à la demande.

l'ensemble d'un territoire, serait bien plus complexe à réaliser, avec de nombreux facteurs supplémentaires à prendre compte. Toutefois, le diagramme présenté lors de la première phase du projet répond aux attentes formulées par la Mission Prospective de la Région PACA lors de celle-ci.

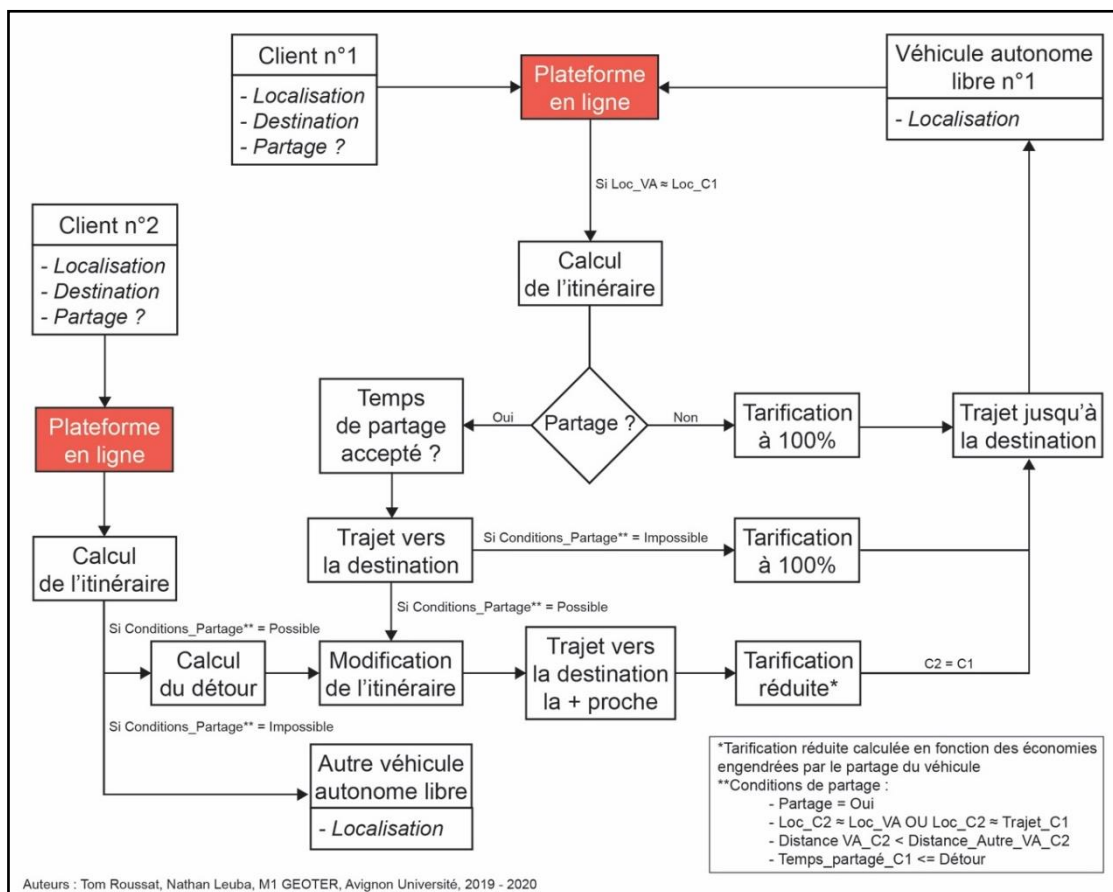


Figure 2.1 - Exemple de fonctionnement d'un service de transport flexible et partagé appliqué au véhicule autonome

Suite à la première phase de travail et à la satisfaction du commanditaire à propos de ces travaux, le partenariat entre la Mission Prospective de la Région PACA et l'UMR ESPACE a été reconduit sur l'année 2020. La première phase du projet a ouvert certaines perspectives intéressantes, notamment à propos de l'identification des freins et leviers permettant de développer dans le futur ces différents types de transports flexibles et partagés en Région PACA. La seconde phase du projet tend à assurer la continuité des travaux effectués lors de la première, en les utilisant comme bases permettant d'approfondir les travaux à réaliser sur les différents modes de transports flexibles et partagés.

2.2. Sophia Antipolis : un territoire où la mobilité soulève de nombreux enjeux

2.2.1. Sophia Antipolis : la plus importante technopole européenne

Fondée en 1969 par le Sénateur Pierre Laffitte, la technopole Sophia Antipolis occupe aujourd'hui une place majeure à l'échelle internationale en matière d'innovation. À la fin des années 1960, la tendance était à la construction de grands ensembles déconnectés des centres-villes anciens (G. F. Dumont, 2010). Dans ce contexte, l'idée de Pierre Laffitte a vu le jour, celle de la « fertilisation croisée » entre chercheurs, enseignants et industriels, soit la création d'une zone où les échanges professionnels doivent créer une dynamique collective en faveur de l'innovation. Initialement, ce sont près de 120 hectares de terrains qui sont aménagés à 25 kilomètres de la commune de Nice.

L'importance de conserver un environnement naturel était l'une des composantes principales de l'idée de Pierre Laffitte, puisque pour celui-ci, les échanges professionnels devaient être complétés par des échanges culturels dans un environnement naturel. Cet aspect est toujours très présent, notamment grâce à la mise place d'une Charte en 1976, instaurant un ratio de deux tiers d'espaces verts pour un tiers d'espaces constructibles. La volonté de ce principe est d'intégrer le bâti à un environnement qui permet une productivité et une créativité accrue des spécialistes des domaines étudiés.

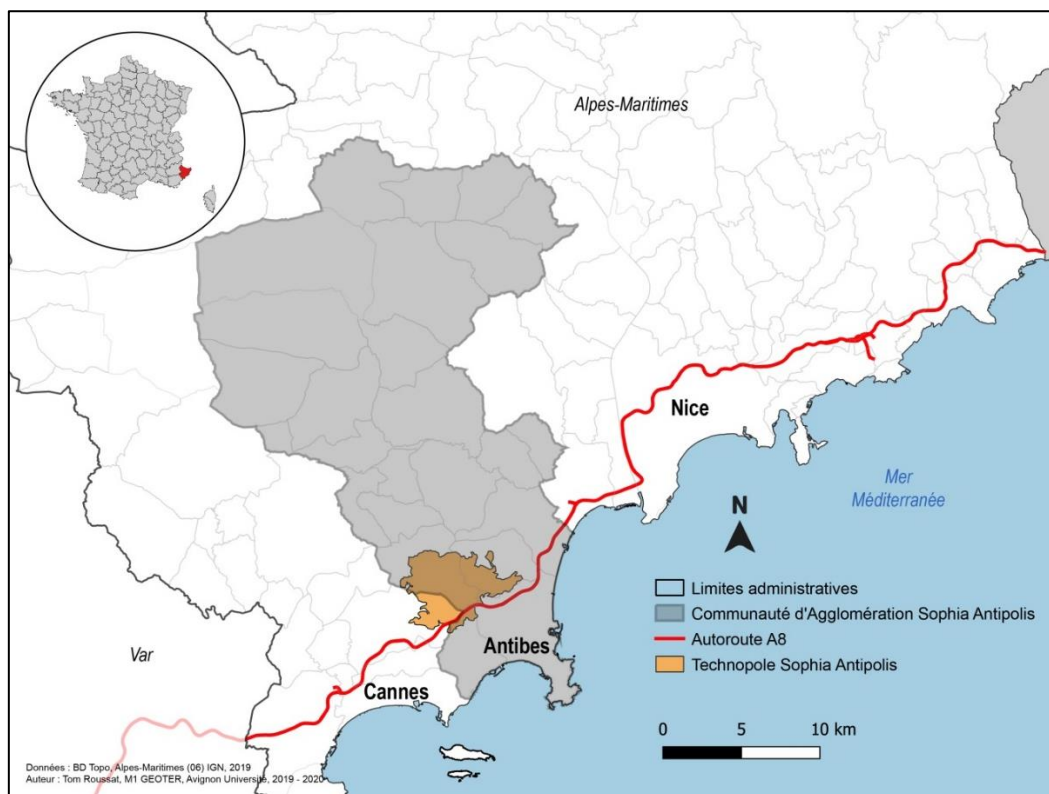


Figure 1.2 - Localisation de la technopole et de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis

50 ans plus tard, la technopole Sophia Antipolis s'étend sur 5 communes (Antibes, Biot, Mougins, Vallauris et Valbonne), sur une surface de 2 400 hectares (cf. Figure 2). Cette dernière représente actuellement plus de 36 000 actifs au sein de 2 230 entreprises dans divers domaines scientifiques tels

que les Technologies de l'Information et Communication (TIC)¹², les sciences de la santé, ou encore l'environnement et sciences de la terre. Les chercheurs de ces différents domaines côtoient 4 000 chercheurs dans le secteur public ainsi que 5 000 étudiants.

Sur la base de la technopole, s'est ensuite mise en place une communauté d'agglomération éponyme permettant principalement d'accueillir les actifs qui travaillent sur la technopole. Le 1^{er} janvier 2002, Sophia Antipolis est passée du statut d'entité technologique à entité administrative en devenant un Établissement Public de Coopération intercommunale (EPCI).

2.2.2. La Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis (CASA) : une intercommunalité vieillissante

En 2002, l'emprise de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis (CASA) comprend le territoire de la technopole éponyme (mise à part la commune de Mougins qui appartient à la CA Cannes Pays de Lérins), ainsi que 12 autres communes (cf. Figure 2.3). Ce n'est qu'à partir de 2013 que l'intercommunalité gagne en poids, en intégrant 8 nouvelles communes, portant le nombre de communes à 24. En 2016, l'EPCI comptait 175 868 habitants, répartis de manière hétérogène sur le territoire puisque 73% de ces derniers sont concentrés au sein de quatre communes : Villeneuve-Loubet, Vallauris, Valbonne et Antibes¹³. Les douze communes situées dans la partie nord de l'EPCI représentent 63,5% de la superficie totale de la communauté d'agglomération, pour seulement 4,2% de la population intercommunale. Sur l'emprise actuelle de l'EPCI, la population a fortement évolué depuis 1962, passant de 63 400 habitants à 177 200 en 2006 (+179,5%)¹⁴. Depuis, ce nombre est en légère diminution (-0,68% entre 2006 et 2016).

En 2015, l'INSEE a publié un rapport de quatre pages intitulé « *Communauté d'agglomération Sophia Antipolis – Une croissance démographique au ralenti* », traitant des divers aspects du territoire identifiés suite aux résultats du recensement de la population de 2011¹⁵. Au sein de cette synthèse, l'intercommunalité est comparée à un référentiel de cinq communautés d'agglomération aux caractéristiques similaires à la CASA¹⁶. Puisque la population à Sophia Antipolis n'a presque pas évolué entre 2011 et 2016 (données du recensement de la population les plus récentes actuellement), les enjeux identifiés et traités dans ce rapport semblent toujours d'actualité.

Ainsi, la population de l'intercommunalité est relativement âgée par rapport au référentiel. En effet, plus d'une personne sur cinq a 65 ans ou plus au sein de la CASA, contre un sur six pour le référentiel.

¹² Ce secteur représente 20% des entreprises et 42% des emplois de la technopole.

¹³ La commune d'Antibes concentre à elle seule 42% de la population de l'intercommunalité, soit 73 000 habitants.

¹⁴ INSEE, Séries historiques du Recensement de la Population (RP), exploitations principales

¹⁵ Junel, B., Pougard, J., 2015, Communauté d'agglomération Sophia Antipolis : Une croissance démographique au ralenti, INSEE Analyses n°24, 4 pages

¹⁶ Les communautés d'agglomération du Pays d'Aix, du Plateau de Saclay (aujourd'hui respectivement fusionnées sous les appellations « Métropole d'Aix-Marseille-Provence » et « CA Paris-Saclay »), d'Orléans Val de Loire, du Niortais et d'Annecy. Ces communautés d'agglomération ont toutes entre 110 000 et 390 000 habitants en 2011, ainsi qu'une part de cadres des fonctions métropolitaines supérieure à 10,5%.

Cette catégorie de la population est aussi présente en nombre que les moins de 20 ans, tandis que pour le référentiel, il y a trois jeunes de moins de 20 ans pour deux personnes de 65 ans ou plus.

Plus généralement, il est observé un vieillissement de la population de la CASA, où les départs des jeunes¹⁷ sont compensés par l'arrivée d'une catégorie de population plus âgée (entre 55 et 74 ans). Entre 2011 et 2016 sur le territoire de l'intercommunalité, le nombre d'actifs est resté stable (81 302 en 2011 ; 81 130 en 2016). Par ailleurs, des changements significatifs ont été observés parmi ces actifs. Le nombre d'actifs de 15 - 24 ans a diminué de -16,5% tandis que le nombre d'actifs de 55 - 64 actifs a augmenté de +19,5%. Cette dernière catégorie arrive sur le territoire de Sophia Antipolis, soit pour des postes à responsabilité, soit pour le cadre de vie offert par la région.

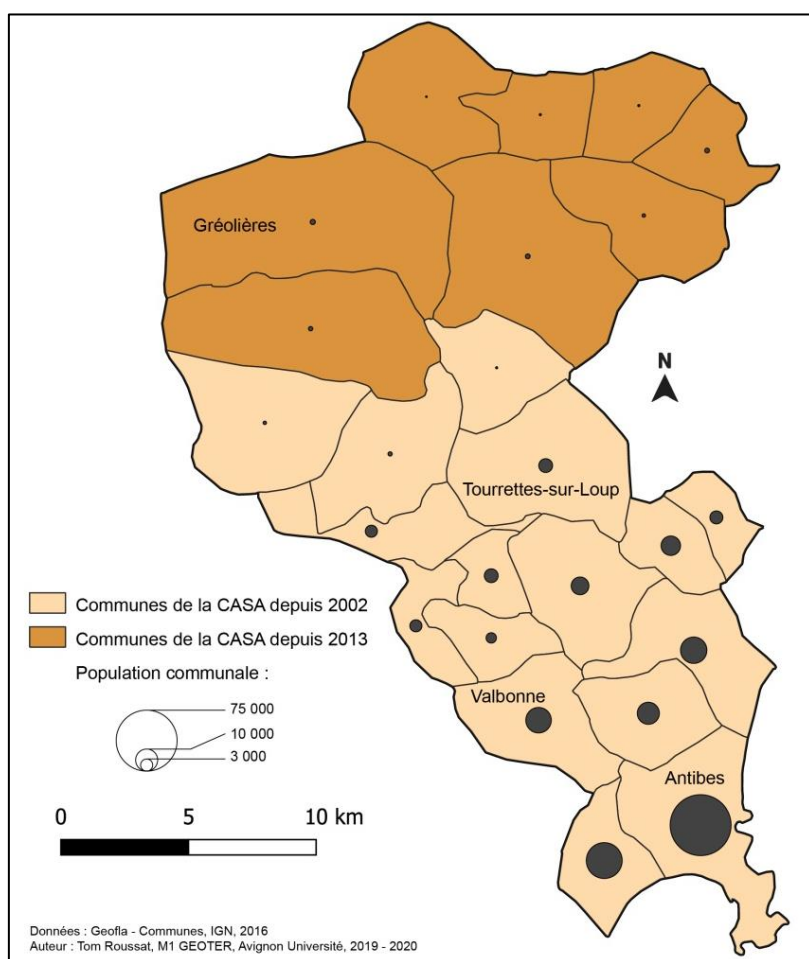


Figure 2.3 - Population communale et année d'entrée au sein de la CASA

Au total, sur les 175 868 habitants de l'intercommunalité, on compte 81 130 actifs ayant entre 15 et 64 ans, dont 72 155 ayant un emploi en 2016. La même année, la communauté d'agglomération Sophia Antipolis recense sur son territoire 76 510 emplois, majoritairement situés à Antibes et sur le territoire de la technopole de Sophia Antipolis.

¹⁷ On parle ici de la catégorie de population ayant entre 15 et 29 ans, qu'ils soient étudiants ou actifs.

Cependant, les habitants de Sophia Antipolis ne travaillent pas forcément sur leur territoire de résidence. À l'échelle intercommunale, 58,1% des habitants ayant un emploi ne travaillent pas dans leur commune de résidence, soit 41 926 personnes. Cependant, ces actifs restent-ils sur le territoire de la CASA ou se rendent-ils dans des EPCI voisines (proches ou plus lointaines) ?

2.2.3. Sophia Antipolis : une Communauté d'Agglomération aux forts enjeux de mobilité

Des flux entrants et sortants importants sur le territoire de la CASA

La communauté d'agglomération Sophia Antipolis est un territoire où les mobilités dites « contraintes » (Diaz, 2014) représentent une part importante des déplacements (48% en 2018). L'attractivité économique importante du territoire entraîne un nombre élevé de déplacements d'actifs depuis et vers les EPCI voisines : entre 1999 et 2011, ce nombre a augmenté de 26%, soit 11 000 navettes supplémentaires. En 2011, la CASA générait un flux entrant de 29 720 navettes et un flux sortant de 24 550 navettes (cf. Figure 2.4).

Plus de la moitié des flux sortants (54%) se font vers la Métropole Nice Côte d'Azur (NCA). Cette tendance est causée par les actifs qui viennent s'installer sur le territoire de Sophia Antipolis, tout en continuant leur activité sur la métropole niçoise. Dans l'autre sens, 42,1% des flux entrants sur la CASA sont en provenance de NCA. De manière générale, les flux entrants et sortants ont augmenté, peu importe le territoire d'interaction.

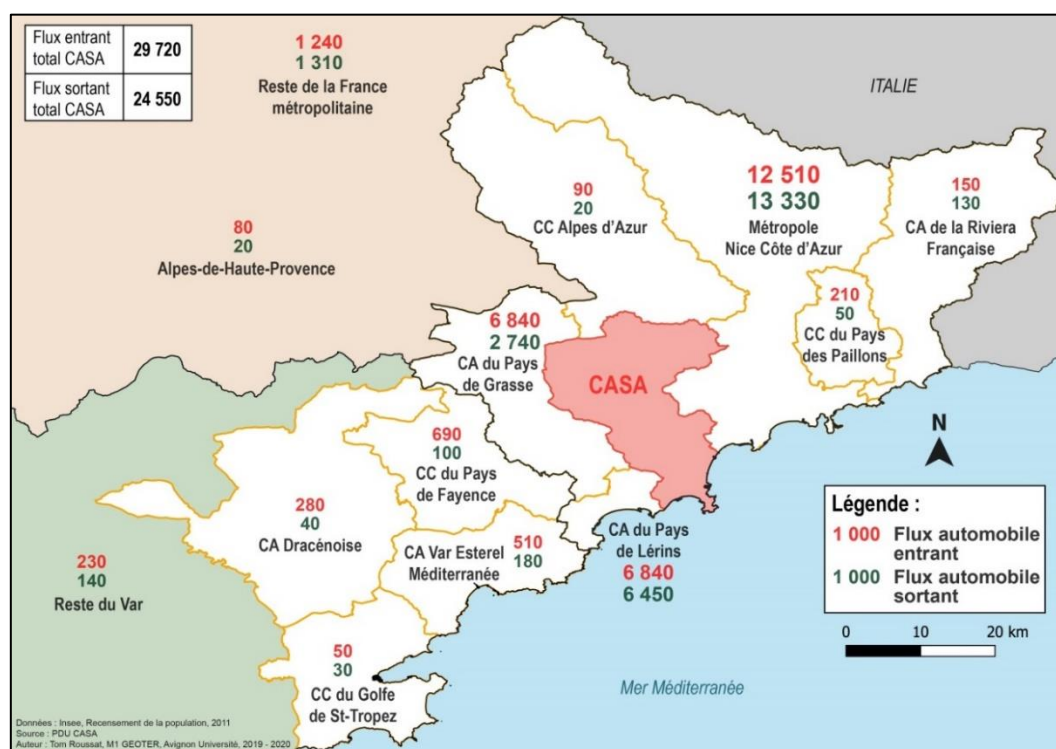


Figure 2.4 - Mobilités « domicile – travail » automobiles liées à la communauté d'agglomération

Sophia Antipolis

Dans le diagnostic effectué en 2018 lors du renouvellement du PDU, l'accent est porté sur la croissance modérée de l'usage des transports en commun et des modes actifs (marche et vélo). Les transports en commun ne représentent que 6% des déplacements de l'agglomération, malgré la hausse de leur utilisation (+5% en moyenne par an entre 2010 et 2017) permettant d'arriver à 7,3 millions de passagers en 2017¹⁸. Par ailleurs, la communauté d'agglomération est équipée de cinq gares desservies par le TER, représentant plus de 3,5 millions de voyageurs en 2018¹⁹.

Concernant les modes actifs, la marche représente 22% des déplacements à l'échelle de l'agglomération, principalement lors de mobilités « non-contraintes » et en centre-ville. Le vélo représente quant à lui seulement 1% des déplacements au sein de la CASA, malgré les 100 kilomètres d'aménagements spécifiques aux vélos sur le territoire intercommunal. On peut expliquer ces faibles pourcentages par le fait que ce territoire est vallonné, avec la moitié nord de l'intercommunalité qui se situe au-dessus des 1 000 mètres d'altitude, tandis que l'autre moitié reste proche du niveau de la mer.

Ces modes de transport semblent trop peu développés et utilisés sur le territoire selon les acteurs politiques locaux. En effet, ces acteurs souhaitent lutter contre l'usage bien trop important de la voiture sur l'intercommunalité puisque 66% des déplacements s'opèrent par le biais de la voiture²⁰.

L'autosolisme comme cause d'une congestion importante de certains axes routiers majeurs

Lors de son approbation par le Conseil Communautaire en mai 2008, le Plan de Déplacements Urbains (PDU) de la communauté d'agglomération Sophia Antipolis pointait déjà sur la « *part hégémonique de la voiture* »²¹. À cette période, 91% des mobilités motorisées s'effectuaient en voiture particulière à l'échelle de l'intercommunalité, soit le taux le plus élevé des EPCI du département des Alpes-Maritimes (06). Concernant les mobilités quotidiennes, 69% de ces dernières s'effectuaient en véhicule personnel. En 2008, le taux de remplissage d'une voiture était de 1,2 personne par véhicule pour tous les types de déplacement, et de 1,4 personne par véhicule lors des mobilités pendulaires.

En janvier 2016, dans sa newsletter, le Sophia Club Entreprises (SCE) publie les résultats d'une enquête effectuée en 2014 par la SKEMA et le SCE²². Cette enquête vise à analyser les habitudes de mobilité des actifs travaillant sur le territoire de l'intercommunalité, notamment sur la technopole. Ainsi, 3 126 travailleurs ont répondu à l'enquête. L'objectif était notamment de dégager le pourcentage d'autosolisme. L'usage individuel de la voiture correspond à près de 57% des réponses quant au moyen de transport principalement utilisé par les enquêtés.

¹⁸ Plan de Déplacement Urbain, 2018, Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, 180 pages

¹⁹ Données de fréquentation des gares entre 2015 et 2018, SNCF, pour les cinq gares : Antibes centre, Biot-Antibes-Est, Golfe-Juan, Juan-les-Pins et Villeneuve-Loubet.

²⁰ Enquête Ménages Déplacements, 2009

²¹ Plan de Déplacement Urbain, 2018, Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, 180 pages

²² Sophia Club Entreprises, 2016, PDIE Sophia Antipolis – Les entreprises se mobilisent, Newsletter n°1, 6 pages

Il s'agit précisément de l'enjeu majeur que souhaite traiter la communauté d'agglomération Sophia Antipolis : réduire l'usage individuel trop important du véhicule, particulièrement lors des mobilités pendulaires. En effet, cette pratique est à l'origine de nombreux troubles. Le plus important d'entre eux est la création de plusieurs points de congestion sur les axes routiers qui permettent d'accéder à la technopole. Ils sont au nombre de six²³, et sont globalement tous saturés aux heures de pointe. Au total, plus de 25 000 véhicules circulent chaque jour aux heures de pointe pour transporter les actifs sur leur lieu de travail à Sophia Antipolis. L'autre point important qui fait l'objet d'embouteillages quotidiens est la sortie de l'autoroute A8 au niveau du péage d'Antibes.

Le péage d'Antibes est le point d'accès vers Sophia Antipolis le plus congestionné, puisque chaque jour, plus de 100 000 véhicules passent par ce nœud²⁴. Ces importants points de congestion du trafic routier génèrent « *un taux moyen d'augmentation des temps de parcours de 50%* »²⁵. Par exemple, pour un trajet allant d'un quartier résidentiel d'Antibes à un giratoire au centre de la technopole Sophia Antipolis, il faut 13 minutes pour effectuer les 9 kilomètres de route en situation de trafic fluide, contre 35 minutes en moyenne un lundi matin à 8h30.

Cette situation de circulation est notamment à l'origine d'une hausse du nombre de personnes exposées à un surplus de polluants sur leur lieu de résidence. Selon Air PACA, près de 300 000 personnes sont soumises à un dépassement de seuil de particules néfastes à l'échelle des Alpes-Maritimes en 2018.

Par ailleurs, certains projets à l'étude ou déjà en cours de réalisation sur le territoire de la technopole peuvent entraîner une aggravation de la situation de circulation sur le territoire. En effet, c'est le cas du projet *OpenSky*, qui vise à faire sortir de terre 100 000 m² de surfaces commerciales, bureaux et hôtels, et dont la construction devrait débiter au cours de l'année 2020. Ce projet est particulièrement critiqué par la population locale puisqu'il annonce six millions de visiteurs par an, et donc implicitement une augmentation encore plus nette du nombre de véhicules sur le réseau routier chaque jour, engendrant des embouteillages toujours plus importants.

Tandis que des solutions uniques adaptées à chacun des axes saturés sont proposées par les acteurs du territoire comme la création de nouvelles routes pour désengorger certains axes, des initiatives émergent depuis plusieurs années dans l'objectif d'améliorer la situation actuelle sur le territoire. C'est le cas notamment du projet de Plan de Déplacements Inter-entreprises (PDIE) porté par le Sophia Club Entreprises (SCE) depuis 2008. Il s'agit d'une démarche d'optimisation des transports associant divers acteurs, ayant pour objectif d'aider les usagers à faire évoluer leurs habitudes quotidiennes de déplacement en leur proposant des solutions qui s'intègrent à la notion de développement durable. Parmi les axes de travail évoqué, dans la démarche du PDIE, mais également au sein du PDU, il ressort

²³ Les six axes routiers concernés sont : la D604, la D504, la D535, la D35, la D98 et la D103.

²⁴ Données ESCOTA de fréquentation des péages, 2018

²⁵ Plan de Déplacement Urbain, 2018, Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, 180 pages.

de manière systématique la volonté de favoriser l'usage des transports en commun, des modes doux, ainsi que l'incitation au partage dans les pratiques de mobilités des populations du territoire.

Puisque la CASA est actuellement dans une phase de réflexion quant à de possibles solutions concernant le trafic routier et les pratiques liées à la mobilité, il est intéressant d'anticiper la situation, et d'étudier comment pourrait être la situation sur ce territoire lorsque le véhicule autonome et connecté aura remplacé les véhicules peu ou pas automatisés.

2.3. Pourquoi étudier le véhicule autonome et connecté ?

2.3.1. Historique, définition des termes et du fonctionnement du véhicule autonome et connecté

L'historique du véhicule autonome et connecté

Les prémices du véhicule autonome se situent au début des années 1920 aux États-Unis, où est présentée la première voiture sans chauffeur. Toutefois, on ne peut associer à cette présentation le terme « autonome » puisqu'il s'agit d'un camion qui suit la voiture en la contrôlant par le biais d'une radio. Mais la popularisation et le développement de dispositifs tels que la transmission automatique (1939), le régulateur de vitesse et l'antiblocage des roues (ABS) permettent de laisser une autonomie progressive aux véhicules.

En 1964, à la foire de New York sont présentés les premiers « People Movers » (wagons sur rails, lents et automatisés). Les transports publics bénéficient à partir de 1967 du pilote automatique qui module la vitesse et l'accélération des métros parisiens et londoniens. Le tout premier métro complètement autonome, c'est-à-dire sans chauffeur, est inauguré à Kobe au Japon en 1981. Les premiers métros français à présenter cette fonction sont introduits à Lille (1983) et à Paris (1991). En 2016, près de 55 lignes de métros dans le monde sont automatiques, dont la ligne parisienne n°14 (dite Meteor) depuis 1998.

Pendant ce temps, la voiture autonome a aussi connu des évolutions. En effet, en 1977, une équipe de chercheurs japonais fait rouler la première voiture capable de conserver la trajectoire d'une voie de signalisation par le biais de capteurs optiques (Stanley, 2013). En 1986, Ernst Dickmanns et son équipe développent le camion VaMoRs, véhicule apte à se déplacer quasiment sans aucune intervention humaine. Mais depuis les années 2000, le développement des véhicules autonomes et connectés a pris une dimension supérieure du fait notamment de l'accessibilité facilitée au système de GPS.

Aujourd'hui, la définition du véhicule autonome et connecté n'a pas changé de manière significative. Toutefois, les technologies qui ont émergé en lien avec le véhicule autonome et connecté ont permis d'améliorer encore plus les fonctionnalités et les possibilités d'usage de ce qui pourrait remplacer les voitures actuelles dans quelques années.

La définition des termes et des niveaux d'automatisation

Le véhicule dit « autonome » est un véhicule où certaines commandes actives (accélérateur, frein et volant) sont confiées à une intelligence embarquée. Le système de pilotage automatique lui permet de circuler sans aucune intervention humaine, et ce, dans de réelles conditions de circulation. Il est équipé de divers capteurs, radars et caméras au service notamment de la modélisation de l'environnement en trois dimensions.

Le véhicule « connecté » (ou coopératif) permet, quant à lui, d'échanger des informations, d'une part, avec les infrastructures routières et les autres véhicules qui circulent, d'autre part, avec des services de mobilités. Par exemple, il permettrait de recevoir des informations sur les places de parking disponibles, les horaires de train des gares à proximité, ou encore les demandes de covoiturage.

La combinaison de ces deux notions donne le Véhicule Autonome et Connecté (VAC), soit la représentation d'un véhicule qui circule de manière autonome grâce à l'intelligence embarquée, qui réagit aux informations qu'il reçoit ou émet.

Afin de leur permettre de circuler de manière autonome, les véhicules sont composés de divers capteurs et caméras, qui donnent la possibilité à l'intelligence embarquée de se localiser, ainsi que de modéliser son environnement en trois dimensions. Ces capteurs sont de deux types :

1. Proprioceptifs : accéléromètre, GPS...
2. Extéroceptifs : caméra, radar, lidar...

Afin de pouvoir comparer les modèles de voiture, les projets et les expérimentations, et disposer d'un référentiel commun lors de divers échanges à propos du véhicule autonome et connecté, le *Society of Automotive Engineers (SAE International)* aujourd'hui, a mis en place une classification des niveaux d'automatisation des véhicules autonomes (cf. Figure 2.5). Chacun des 6 niveaux est défini par quatre variables :

1. Les commandes du véhicule : par le conducteur ou le système du véhicule ?
2. La surveillance de la route : par le conducteur ou le système du véhicule ?
3. Le contrôle en cas de problème : par le conducteur ou le système du véhicule ?
4. Les conditions de circulation : sur certaines routes ou toutes les routes ?

Le « Niveau 0 » (*pas d'autonomie, aucune assistance*) ne représente qu'une base, puisqu'il expose les caractéristiques d'un véhicule classique dans lequel l'être humain a le contrôle sur tout. L'ensemble de la conduite est réalisé par le conducteur, sans qu'il ne bénéficie d'assistance.

Le « Niveau 1 » (*assistance à la conduite*) désigne l'ensemble des aides à la conduite pouvant se déclencher en situation d'urgence (ESP, ABS), signaler un danger (détection d'angle mort), ou encore les options ajoutant du confort à la conduite (régulateur de vitesse). Toutefois, ce niveau nécessite la

présence à 100% du conducteur qui conserve l'entière responsabilité du contrôle sur le véhicule, mais bénéficie d'outils d'assistance.

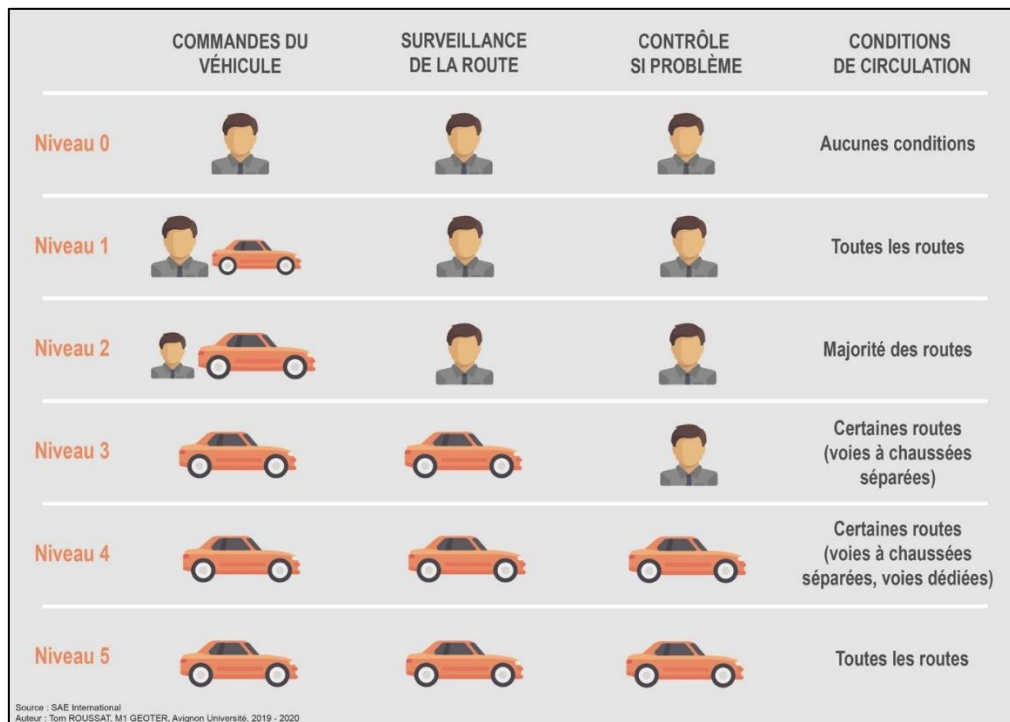


Figure 2.5 - Les 6 niveaux d'automatisation selon SAE International

Le « Niveau 2 » (*automatisation partielle*) est celui où le conducteur peut partiellement déléguer la conduite, notamment les commandes qui sont gérées par le système. Ce dernier peut combiner le contrôle longitudinal et latéral du véhicule, tels que le régulateur de vitesse adaptatif et le maintien sur voie. Cependant, le conducteur se doit de surveiller l'environnement du véhicule pour pouvoir reprendre le contrôle à tout moment si nécessaire.

Le « Niveau 3 » (*autonomie conditionnelle*) est le niveau d'automatisation qui représente une transition, puisque c'est à partir de celui-ci que l'intelligence artificielle du véhicule est suffisamment puissante pour être responsable de la surveillance de la route, ainsi que des potentiels obstacles, et d'agir en conséquence. Il s'agit d'une transition vers une automatisation quasi totale (niveaux 4 et 5) puisqu'ici, le conducteur doit pouvoir reprendre le contrôle de son véhicule à n'importe quel moment. Le véhicule est uniquement autonome dans certains cas de circulation, comme sur autoroute par exemple.

Le « Niveau 4 » (*autonomie élevée*) est le niveau à partir duquel le véhicule ne nécessite plus aucune assistance de l'Homme. En effet, le système couvre l'ensemble des caractéristiques présentées dans l'infographie ci-dessus, permettant au conducteur de n'avoir plus à se soucier de la circulation, devenant ainsi le simple passager d'un véhicule automatisé. Néanmoins, cette autonomie n'est encore pas maximale : la circulation du véhicule à ce niveau n'est assurée que dans certaines conditions

prédéfinies, telles qu'un seul type d'infrastructure routière, ou encore lors de conditions climatiques particulières (absence de brouillard, pas de neige, etc.).

Le « Niveau 5 » (*autonomie élevée complète*) est le niveau maximal et représente l'objectif le plus haut à atteindre en termes d'automatisation des véhicules. En effet, ici, l'intervention humaine n'est absolument plus requise, et ce, pour n'importe quelle situation. Le système est capable de s'adapter à toutes les conditions et est totalement autonome. Ainsi dans ce cas-là, la conduite assurée par l'humain devient un plaisir, qui survient uniquement quand celui-ci en présente l'envie.

Actuellement, le réel enjeu quant au véhicule autonome est de réussir à mettre en place un système pouvant se passer de toute intervention de l'Homme. Cette évolution majeure se situe au passage entre les niveaux d'automatisation 3 et 4, où le véhicule sera réellement « autonome », jusqu'à atteindre le niveau 5 permettant de circuler sur n'importe quel type d'infrastructure routière.

2.3.2. Pourquoi étudier le véhicule autonome et connecté sur le territoire de Sophia Antipolis ?

Le véhicule autonome et connecté représente aujourd'hui l'un des principaux objectifs à atteindre notamment dans les domaines de l'automobile et de la mobilité. Son développement et son déploiement pourraient permettre de réduire considérablement certains impacts liés aux déplacements quotidiens des populations. Le déploiement de cette technologie vise à réduire de manière importante les impacts environnementaux et les impacts sur la santé humaine causés par l'usage massif de la voiture individuelle (Greenblatt et Shaheen, 2015). Il est particulièrement question d'amélioration de la qualité de l'

air par la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), le gain d'espace par la diminution des superficies des parkings, ou encore la réduction des accidents mortels de la route.

Si les acteurs politiques, les grandes organisations et les industriels s'intéressent et investissent autant de moyens dans le développement et le déploiement de cette technologie, c'est que les impacts du véhicule autonome et connecté devraient être importants, et sont censés favoriser la transition énergétique. Cependant, le déploiement du véhicule autonome et connecté peut favoriser les comportements excessifs liés à la mobilité. Le niveau d'automatisation maximal (niveau 5) peut être à l'origine d'usage abusif, comme c'est le cas pour l'autosolisme, très présent sur le territoire de Sophia Antipolis. En effet, le confort qu'apporte la conduite automatisée peut largement engendrer une pratique abusive de l'autosolisme, particulièrement pour les populations qui ont les moyens financiers d'acquérir un véhicule autonome et connecté, et d'en payer seules les frais liés. De ce fait, on peut d'ores et déjà se demander si le véhicule autonome et connecté favorisera réellement la transition énergétique.

La pratique de l'autosolisme concentre l'attention d'un grand nombre d'acteurs des transports et des mobilités, puisqu'elle tente d'être réduite depuis un certain temps déjà par le biais d'alternatives telles que le covoiturage ou les transports à la demande (Lammoglia, 2011 ; Lammoglia et Josselin, 2013 ;

Lammoglia et al., 2014 ; Raballand et Laharotte, 2019 ; Baptiste et al., 2014 ; Huyghe, 2017). Ainsi, le véhicule autonome et connecté pourrait être déployé comme un mode de transport flexible et partagé, permettant notamment de pallier l'usage individuel massif de la voiture.

En ce sens, Sophia Antipolis est un territoire d'étude très intéressant. En effet, la situation actuelle quant à la pratique des mobilités sur le territoire est fortement tournée vers l'autosolisme, par des populations qui ne travaillent pas au sein de leur commune de résidence, et qui appartiennent majoritairement à des catégories socioprofessionnelles dites « supérieures ».

Ainsi, sur le territoire de Sophia Antipolis, l'enjeu est d'étudier les possibles changements que pourrait entraîner le déploiement du véhicule autonome et connecté à haut niveau d'automatisation. Il est question d'observer si l'usage de cette technologie ne serait pas néfaste à un environnement lié à la mobilité déjà complexe, dans lequel les riverains présentent des signes d'agacement depuis plusieurs années²⁶ à l'égard de la saturation de certains axes majeurs du réseau routier.

2.3.3. Les objectifs de l'étude

Un des objectifs est de recenser les expérimentations de véhicule autonome et connecté sur le territoire régional et sur le territoire national, ainsi que comparer la situation française par rapport aux autres pays positionnés dans le domaine.

Suite à cette étape de l'étude, l'idée est de se focaliser sur les enjeux liés au déploiement du véhicule autonome et connecté. Peu importe que ces enjeux soient positifs ou négatifs, l'objectif est d'offrir une vision globale de ce que pourraient être les effets liés à l'usage de cette technologie, afin notamment d'anticiper le futur de la mobilité.

Enfin, il est question d'élaborer une méthode qui permet d'identifier, de quantifier et de cartographier certains de ces enjeux liés à l'usage futur du véhicule autonome et connecté par les populations sur le territoire de Sophia Antipolis. Il s'agit de mettre en place plusieurs points d'étude traitant de l'usage individuel ou partagé du véhicule autonome et connecté, ainsi que de leurs potentiels impacts, positifs ou négatifs.

Les enjeux étudiés sont ceux qui correspondent déjà aux enjeux liés à la mobilité sur le territoire d'étude du projet : Sophia Antipolis. Le thème principal de l'étude concerne l'usage partagé du véhicule autonome et connecté. C'est pourquoi cette pratique doit être étudiée comme possible solution à l'usage individuel d'un véhicule, qu'il soit automatisé ou non.

À terme, l'enjeu pour les acteurs publics locaux est d'intégrer pleinement ce changement important des pratiques liées à la mobilité aux actions de politiques publiques. Si ces derniers ne s'imprègnent pas rapidement des enjeux apportés par cette révolution, afin d'accompagner de manière contrôlée

²⁶ Le groupe de réflexion nommé « My Sophia Antipolis » composé d'actifs de la technopole a rédigé un article paru le 1^{er} février 2019 sur « Le coût des bouchons à Sophia ». Plusieurs commentaires de lecteurs de l'article ont fait part de leur agacement quant à la politique locale des transports et sur les embouteillages constants à Sophia Antipolis.

son développement, le territoire national peut potentiellement subir négativement l'impact du véhicule autonome et connecté.

Ainsi, nous allons nous poser les questions suivantes : quelles modifications liées au déploiement du véhicule autonome et connecté à haut niveau d'automatisation pourrait subir le territoire de Sophia Antipolis ? En tant que transport flexible et partagé, le véhicule automatisé peut-il être une solution adaptée aux besoins de mobilité à Sophia Antipolis ?

Dans une première partie, nous comparons la France avec les autres pays positionnés dans le domaine de la technologie autonome, notamment quant aux expérimentations. Dans une seconde partie, nous traitons des enjeux et possibles impacts liés au potentiel déploiement du véhicule autonome et connecté à haut niveau d'automatisation, qui justifieront la mise en place de points d'études prospectifs. Dans la dernière partie, nous exposerons et commenterons les résultats obtenus concernant les aspects étudiés.

Cette articulation permettra de répondre à la question initialement posée, à savoir si le déploiement du véhicule autonome et connecté peut représenter une des solutions aux enjeux de mobilité du territoire étudié.

2.4. État de l'art du véhicule autonome et connecté à l'échelle française et mondiale

Les véhicules électriques ont déjà entraîné un renouvellement des stratégies des différents constructeurs automobiles historiques, puisqu'ils ont été au centre d'une création de nouveaux débouchés industriels. Ils apparaissent comme « *un moyen pour les constructeurs de se préserver contre de potentiels nouveaux entrants* »²⁷. Toutefois, le développement du véhicule autonome et connecté est à l'origine d'une multiplication du nombre d'acteurs dans l'industrie automobile spécifique à cette technologie. L'ensemble des constructeurs positionnés dans le domaine, qu'ils soient historiques ou non, se livrent aujourd'hui une course au développement du véhicule autonome et connecté.

2.4.1. Le véhicule autonome et connecté : une course au développement

La course au développement entre les entreprises du secteur automobile : de nouveaux acteurs qui s'insèrent au marché du VAC

Les constructeurs automobiles historiques ont depuis longtemps commencé à se positionner dans le domaine du véhicule autonome et connecté. Ces derniers ont investi des sommes astronomiques dans le développement des technologies de conduite automatisée, et continueront d'investir des milliards de dollars dans cette voie. Par exemple, le constructeur allemand *Audi* prévoit de dépenser près de 16 milliards de dollars dans le développement des technologies d'automatisation des véhicules entre

²⁷ GERPISA, 2012, La voiture électrique comme artéfact d'une transition vers une économie écologique ?, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, 34 pages

2018 et 2023²⁸. Ces constructeurs historiques du secteur automobile polarisent la majorité des articles de presse et des Tweets traitant du développement des technologies d'automatisation de la conduite (Thébert et Lesteven, 2018).

Deux choix se présentent aux constructeurs de voitures autonomes et connectés. D'une part, ils peuvent équiper leurs véhicules de manière progressive, afin de gravir les niveaux d'automatisation, tout en validant la sécurité du niveau précédent. C'est le cas de nombreux constructeurs automobiles historiques. D'autre part, il est possible pour les constructeurs, notamment les nouveaux entrants dans le marché, de tenter de développer directement des véhicules autonomes et connectés de niveaux d'automatisation élevés (4 et 5).

Au-delà de certaines entreprises connues et directement affiliées au développement de véhicules autonomes et connectés comme Tesla, une multitude d'entreprises du secteur automobile investissent dans la Recherche et le Développement (R&D) des technologies autonomes. C'est le cas du fabricant de pneumatiques Continental qui a investi 100 millions d'euros dans la création d'une usine de capteurs radars située au Texas.

Uber est également positionné dans la course au déploiement du véhicule autonome et connecté à haut niveau d'automatisation puisque l'entreprise américaine de VTC. En effet, *Uber* possède une branche nommée « Advanced Technologies Group (ATG) » qui travaille sur le développement de technologies autonome, et qui en avril 2019 était évaluée à 7,3 milliards de dollars²⁹.

Le développement du véhicule autonome et connecté représente une telle évolution dans la conception de l'automobile qu'il est une réelle opportunité pour certaines entreprises de se positionner et de s'insérer dans ce marché florissant. Les enjeux actuels quant au véhicule autonome et connecté individuel se situent au passage entre les niveaux d'automatisation 3 et 4 (cf. Figure 5). Les navettes, quant à elles, sont plus avancées et ont déjà atteint le niveau d'automatisation 4, mais circulent en majorité en sites propres et sont donc moins exposées à des situations qui provoqueraient des accidents.

Ce qui semble difficile à atteindre, c'est un système embarqué au sein duquel le contrôle en cas de problème est complètement accordé à l'intelligence artificielle. Ces enjeux ne concernent de ce fait plus uniquement les constructeurs automobiles, mais les entreprises qui développent les différentes composantes électroniques permettant au véhicule autonome et connecté de circuler en toute sécurité. Ce sont notamment ces enjeux qui ont permis à certaines entreprises leur insertion dans le marché du véhicule autonome et connecté, tandis qu'initialement, ces dernières n'étaient pas intégrées au marché de l'automobile. C'est le cas par exemple de Google qui a développé une filiale dédiée au développement du véhicule autonome et connecté, nommée *Waymo* (aujourd'hui nommée « *Alphabet* »), devenue indépendante en 2016.

²⁸ Audi investit 16 milliards de dollars dans les voitures électriques et la conduite autonome, McCourt, D., 2018, AndroidPit

²⁹ 40+ Corporations Working On Autonomous Vehicles, CBINSIGHTS, 2020, CBINSIGHTS.

Afin de développer les systèmes complexes d'intelligence embarquée qui font appel à diverses disciplines scientifiques et technologies émergentes, les constructeurs automobiles historiques établissent des collaborations avec des entreprises spécialisées, ou les rachètent. Dans ce domaine, le nombre de startups s'est multiplié depuis plusieurs années. Il est considéré que dans un futur proche, l'intelligence embarquée « *représentera plus de la moitié des coûts de développement du véhicule et [...] comptera sans doute pour la majeure partie de sa valeur ajoutée* »³⁰.

Les grands groupes spécialisés dans les technologies utilisées pour la conduite automatisée dépensent d'importants moyens pour acheter de plus petites entreprises spécialisées dans certains domaines propres à la technologie autonome. Les domaines spécifiques les plus ciblés sont la cartographie 3D, les capteurs Lidar, les intelligences artificielles, ou encore les caméras dites « intelligentes ». Par exemple, le fournisseur de processeurs et de puces *Intel* a racheté la société *Mobileye*, experte dans le domaine des caméras intelligentes pour véhicules autonomes et connectés pour un montant de 14,7 milliards de dollars.

L'objectif pour les grands groupes est de rester un acteur majeur dans la course au développement des véhicules autonomes et connectés, course qui implique nécessairement le rachat financier de concurrents dont les technologies peuvent améliorer le système actuel. Lorsque l'option de rachat n'est pas envisageable, les différents acteurs du marché établissent des partenariats, entre constructeurs, opérateurs de transports et organismes de recherches. Le nombre de collaborations et partenariats est incalculable dans le domaine. Parmi les plus importants, on recense le partenariat entre *Renault* et *Transdev*, *Waymo* et *Honda/Fiat-Chrysler*, ou encore *Microsoft* avec *Renault Nissan*, *Volvo* et *Toyota*.

Cependant, les différentes entreprises participant à la course au développement du véhicule autonome et connecté ne sont pas les seules à être en compétition dans le domaine. En effet, les autorités publiques des différents pays ont un intérêt important à se préoccuper du déploiement du véhicule autonome et connecté. Ces derniers sont également dans une course au développement de la technologie de conduite autonome, notamment afin d'être reconnus comme pôles majeurs d'expérimentation.

La course au développement du véhicule autonome et connecté entre les territoires à l'échelle internationale

À l'échelle internationale, les pays se livrent également une compétition pour l'obtention de la place de « pôle majeur » dans le domaine du véhicule autonome et connecté. Cette course mondiale se justifie par les intérêts, notamment économiques, que peuvent trouver les autorités publiques au développement des technologies d'automatisation de la conduite.

³⁰ INRIA, 2019, Véhicules autonomes et connectés : Les défis actuels et les voies de recherche, Livre blanc n°2, 49 pages.

Premièrement, le véhicule autonome et connecté est à l'origine de la création de nombreuses startups dans les technologies qui composent le système embarqué. Les acteurs publics ont plutôt intérêt à faire figurer leurs territoires parmi les experts des domaines concernés afin de favoriser la création d'entreprises innovantes. Dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), la technopole Sophia Antipolis est réputée : elle regroupe plus d'un quart des établissements du Pôle, plus de la moitié du chiffre d'affaires et des effectifs des bassins économiques de la Côte-d'Azur du département des Alpes-Maritimes (cf. Figure 6). Par ailleurs, elle concentre à elle seule 24% d'implantation de nouvelles entreprises dans le domaine, sur un total de 300 en 2016 dans la zone³¹.

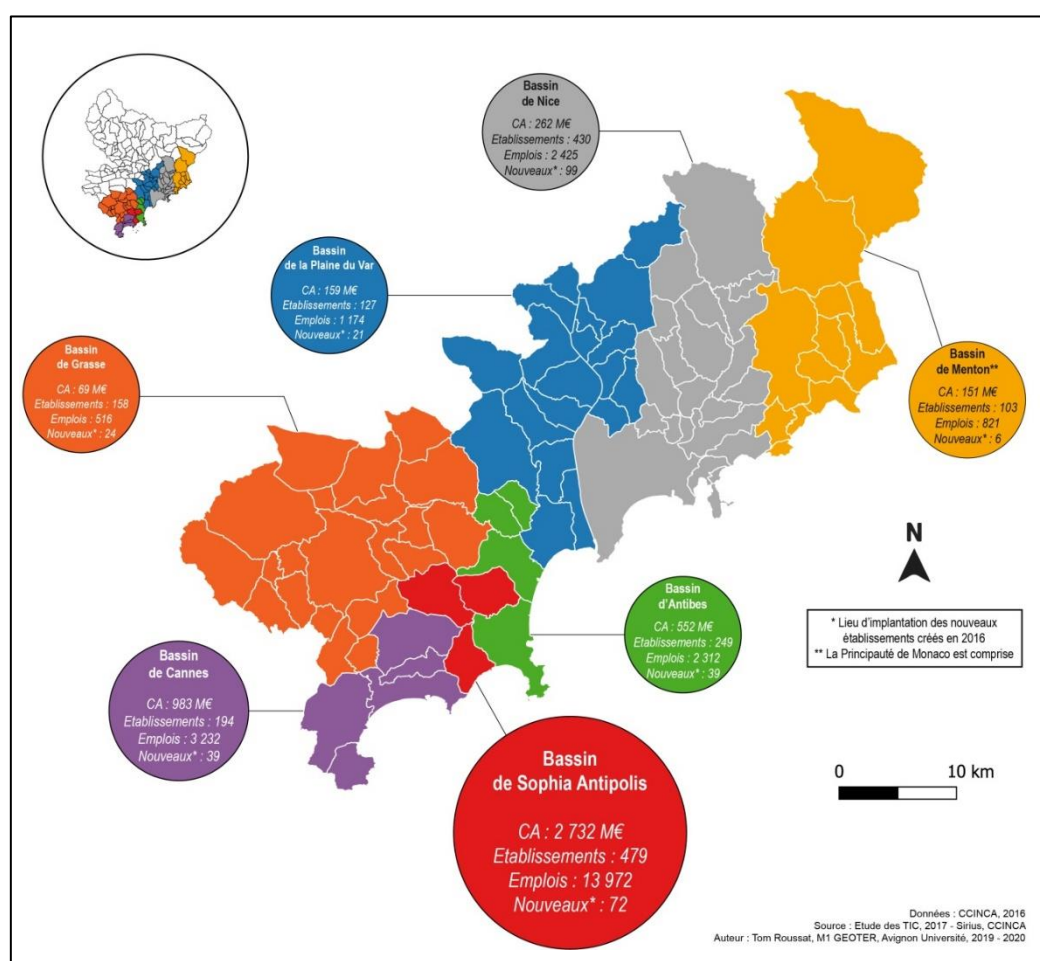


Figure 2.2 - Répartition des bassins économiques du Pôle TIC sur la Côte-d'Azur (06)

L'enjeu pour les autorités publiques est donc d'encourager l'installation de nouvelles entreprises ou de filiales de grands groupes sur leur territoire national, afin par la suite d'être considérées comme pôles majeurs du secteur. Lorsque cette position est atteinte, le rayonnement de ces entreprises passe d'une échelle régionale à nationale, puis à internationale. Sur la Côte-d'Azur dans les Alpes-Maritimes

³¹ CCI Nice Côte d'Azur, Le pôle Technologies de l'Information et de la Communication, 2016, Rapport n°19, 6 pages

(06), 90% des entreprises du Pôle TIC sont des établissements indépendants, pour seulement 10% appartenant à un grand groupe. Le rayonnement de l'ensemble de celles-ci est majoritairement national (39%) et international (36%) : les exportations représentent 2,5 milliards d'euros par an, soit la moitié du chiffre d'affaires du Pôle TIC.

Le premier intérêt des autorités publiques qui est à l'origine d'une course entre les pays est donc économique et de rayonnement pour ses entreprises. Cet intérêt est à l'origine de la création de richesse sur le territoire national et concerne également une création notable d'emplois qualifiés dans le domaine de l'ingénierie. Cela est d'ailleurs l'un des enjeux stratégiques majeurs identifiés par l'état français concernant le développement du véhicule autonome et connecté.

Les villes se développent en intégrant les technologies des TIC vers le modèle de « ville connectée » (Denis et Pontille, 2010). Ainsi, le second intérêt des acteurs publics dans la course au développement et au déploiement du véhicule autonome et connecté repose sur la transition vers la prochaine génération de téléphonie mobile : le réseau « 5G ». La mise en place de cette cinquième génération de réseau téléphonique est l'une des conditions *sine qua non* au déploiement du véhicule autonome et connecté, surtout dans son aspect d'interaction avec les autres véhicules et les infrastructures (Roche et al., 2018). Dans la course au développement du système de conduite automatisé, les états souhaitent « *annoncer des lancements 5G plus tôt que d'autres* » (Bienaimé, 2019). Sur ce point, les États-Unis et la Corée du Sud semblent en avance d'un ou deux ans par rapport à la Chine, au Japon et aux pays européens, dont la France. Celle-ci s'est fixé l'objectif de déployer des offres 5G dans neuf villes dès 2020³², et de la développer rapidement pour qu'en 2025 environ deux tiers de la population française puisse accéder au réseau 5G. En lien direct avec le véhicule autonome et connecté, la majorité des axes routiers devront être équipés de la 5G à l'horizon 2025. La France vise une couverture totale de son territoire en 5G en 2030³³.

Enfin, dans le cadre de la transition énergétique, le véhicule autonome et connecté pourrait être l'une des solutions envisagées quant à la thématique des mobilités durables. Toutefois, les autorités publiques devront organiser et orienter le déploiement de cette technologie afin d'éviter de potentielles dérives. C'est dans ce contexte que l'état français s'est positionné sur le développement du véhicule autonome et connecté, en mettant en avant sa volonté de devenir l'un des pôles majeurs du domaine à l'échelle internationale.

2.4.2. Le positionnement de l'état français dans le domaine du véhicule autonome et connecté

La France a, pour la première fois, montré son intérêt pour le véhicule autonome et connecté en 2013 au sein d'un rapport intitulé « La Nouvelle France Industrielle ». Au sein de ce dernier, l'un des 34 plans exposés traite directement de technologie d'automatisation de la conduite : un secteur en pleine

³² La Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis ne figure pas parmi les sites sélectionnés qui sont : Bordeaux, Douai, Grenoble, Le Havre, Lille, Lyon, Montpellier, Nantes et Saint-Etienne.

³³ Deux tiers de la population aura accès à la 5G en 2050, Soriano, S., 2019, Arcep

expansion qui tend à révolutionner les mobilités quotidiennes. Grâce à la mise en place de ce plan, la France compte devenir « *une terre d'expérimentations [...], un centre d'excellence de l'intelligence embarquée, et un leader en sécurité des systèmes complexes* »³⁴.

Le Président de la République française, Monsieur Emmanuel Macron, a exposé le 29 mars 2018 la volonté de l'état français d'accentuer ses efforts vers l'accompagnement de l'innovation, dont le développement du véhicule autonome et connecté. Ainsi, l'objectif principal fixé est que « *d'ici 2022, un cadre de régulation permettant la circulation des véhicules autonomes sera mis en place* »³⁵. L'avancement de la stratégie nationale sur les véhicules à délégation de conduite passe par la coopération entre les acteurs publics et privés, ainsi que par l'augmentation des expérimentations sur les territoires volontaires. Malgré la concurrence, le chef de l'état propose de déployer la stratégie nationale au cours des prochaines années, et de rapidement accorder celle-ci avec celle de notre voisin allemand, pour enfin tendre vers une stratégie globale à l'échelle européenne.

Le positionnement stratégique de l'état français

La stratégie de l'état français quant au développement du véhicule autonome et connecté a été présentée en mai 2018 et représente un enjeu global considérable pour l'industrie comme évoqué, mais aussi pour les politiques des transports, notamment en matière de sécurité routière. Ce point est l'un des premiers arguments du positionnement du gouvernement français sur cette innovation, puisqu'elle pourrait répondre à la volonté de réduire de manière significative le nombre d'accidents mortels de la route. Sur le territoire national métropolitain en 2018, près de 3 250 personnes sont décédées suite à un accident de la route³⁶. Plus de 50% de ces décès concernent des automobilistes. Malgré la diminution de ce nombre d'accidents mortels en 2017 et 2018 par rapport aux années précédentes, le déploiement du véhicule à délégation de conduite permettrait de retirer l'humain de la boucle et ainsi, annihiler les risques d'accidents mortels liés aux erreurs humains (Hautière et al., 2017). En matière de sécurité, le véhicule autonome et connecté requiert une attention particulière de la stratégie nationale sur la cybersécurité et la protection des données personnelles.

Ensuite, l'un des arguments du véhicule autonome et connecté est qu'il est généralement associé à un véhicule électrique. En effet, le développement de la technologie d'automatisation de la conduite peut permettre d'accélérer les ventes de véhicules électriques, actuellement en difficultés en France. En 2019, environ 70 000 véhicules électriques ont été immatriculés en France tandis que l'objectif fixé était de 100 000 immatriculations sur cette même année³⁷. La pénétration de ces véhicules à grande échelle est loin d'être assurée (Sartor et al., 2017), mais pourrait être facilitée par le déploiement du véhicule autonome et connecté. L'idée pour les autorités publiques est de répondre à certains enjeux

³⁴ République française, 2014, La nouvelle France industrielle : Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle, Gouvernement de la République, 78 pages

³⁵ République française, 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Gouvernement de la République, 96 pages

³⁶ Bilan définitif de l'accidentalité routière 2018, Délégation à la sécurité routière, 2019, Sécurité routière

de mobilité, notamment la transition entre les véhicules thermiques et électriques, en faisant adopter le véhicule autonome, connecté, et donc électrique, aux consommateurs.

Toutefois, l'acceptabilité du véhicule à délégation de conduite se doit de tenir une place importante au sein de la stratégie nationale, notamment si les enjeux à propos des véhicules électriques veulent être traités. L'acceptabilité est une condition *sine qua non* du développement et du déploiement du véhicule autonome et connecté. Afin de viser une implémentation réussie d'une technologie comme l'est l'automatisation de la conduite, son acceptabilité par la société et les futurs utilisateurs est indispensable (Bel, 2019). Ainsi, l'état français se fixe comme enjeu prioritaire de favoriser la confiance placée par les potentiels consommateurs dans les systèmes d'intelligence embarquée, plus particulièrement au niveau de la sécurité.

Enfin, parmi les autres enjeux stratégiques identifiés par l'état, il est question d'assurer une certaine adéquation entre les services permis par l'automatisation de la conduite et les réels besoins des populations sur chaque territoire. Le déploiement du véhicule autonome et connecté pourrait être un vecteur de développement des nouvelles formes de mobilité comme l'autopartage en *free-floating*³⁸ (Jaboeuf et Fulda, 2016), ou encore le transport à la demande. La technologie autonome et les nouvelles pratiques de mobilités qu'elle pourrait entraîner, pourraient être à l'origine d'une modification des limites entre les transports collectifs et individuels. C'est pourquoi il semble important pour l'état français de « *favoriser l'émergence de nouveaux modèles économiques tout en assurant la cohérence de ces services avec les politiques de mobilité locales et les capacités à déployer des infrastructures adaptées* »³⁹.

Les différents enjeux prioritaires identifiés par l'état français cités précédemment ont fortement conditionné les orientations politiques et actions prioritaires de l'état français dans la course au développement du véhicule autonome et connecté.

Les orientations politiques et actions prioritaires de l'état français

À partir des différents enjeux prioritaires identifiés par l'état français à propos de la stratégie de développement responsable et maîtrisé du véhicule autonome et connecté, dix actions prioritaires ont été déterminées et illustrent le positionnement de l'état français.

I – L'intégration à la réglementation technique des enjeux liés à la cybersécurité, afin de développer l'analyse des potentielles menaces, notamment dans le cadre d'un groupe de travail conjoint entre l'état français et les acteurs industriels. Le risque d'attaque et de détournement tels que les attaques à distance, les altérations persistantes, le vol ou encore la surveillance (ciblée, de masse ou de

³⁸ L'autopartage en free floating est l'une des sous-catégories de l'autopartage qui consiste à offrir la possibilité aux utilisateurs de louer un véhicule et de le déposer à n'importe quel endroit dans un périmètre défini.

³⁹ République française, 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Gouvernement de la République, 96 pages

données)⁴⁰ nécessitent d'être traitée afin d'assurer la sécurité des données personnelles du propriétaire. L'ensemble des données pouvant être associé à une personne (ici identifié grâce à la plaque d'immatriculation ou au numéro de série du véhicule) relève de données à caractère personnel qui sont protégées par la loi Informatique et Libertés ainsi que le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) de 2018. Cette dernière devra être respectée et prise en compte au sein du cadre d'échanges des données du véhicule autonome et connecté.

II – La définition des différentes règles de mise en commun des données, outils et méthodes d'évaluation et de validation des systèmes, permettant de favoriser les synergies entre acteurs et les économies d'échelle. Le tout dans un objectif d'accumulation et d'amélioration de la connaissance globale.

III – La construction d'un cadre propice aux échanges de données issues des véhicules, servant à la fois la sécurité routière, la gestion du trafic, l'entretien des diverses infrastructures, et le déploiement de services de mobilités. Ces informations produites par l'intelligence embarquée du véhicule seront issues d'acteurs publics et privés, mais leurs modalités techniques d'échanges « *devraient viser à être transposables ou interopérables d'un pays à l'autre, afin notamment d'assurer la fluidité transfrontière* »⁴¹ à l'échelle européenne.

IV – La préparation d'un ou de plusieurs plans de mise en place de la connectivité des infrastructures de transport, en particulier par une analyse de la pertinence des technologies et innovations selon les différents cas d'usage et réseaux routiers impliqués. Au sein de cette action prioritaire, il est notamment fait allusion au déploiement de la 5G sur le territoire français, offrant la possibilité aux véhicules d'interagir entre eux (Vehicle-to-vehicle ou V2V) ou avec les infrastructures (Vehicle-to-infrastructure ou V2I, cf. Figure 2.7) (Zanellato et Gombault, 2019).

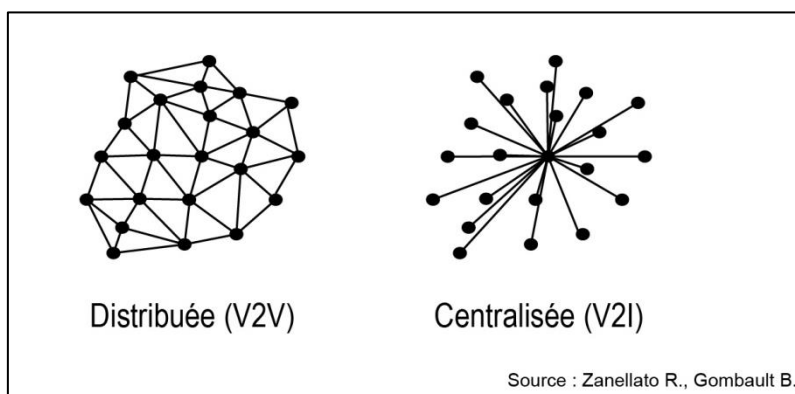


Figure 2.7 - Connectivité des véhicules autonomes et connectés : centralisée vs distribuée

⁴⁰ European Union Agency for Network and Information Security, 2016, Cyber Security and Resilience of smart cars: Good practices and recommendations, ENISA, 84 pages

⁴¹ République française, 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Gouvernement de la République, 96 pages

V – L’accompagnement du développement des technologies liées à la cartographie numérique de précision, indispensable au développement du véhicule autonome et connecté. Les capteurs présents au sein du véhicule (radars, caméras et lidars) permettant de cartographier l’environnement de circulation possèdent actuellement une portée maximale de 100 à 200 mètres. Cette distance est insuffisante dans certains cas précis où des informations essentielles pour assurer la sécurité du (ou des) passager(s) doivent être recueillies bien plus tôt (accidents de la route, zones de travaux, conditions météorologiques, etc.). Il est donc essentiel pour déployer le véhicule à délégation de conduite que les technologies de cartographie numérique embarquée de haute définition soient plus performantes, en lien avec la connectivité, sous peine de ne pouvoir assurer la sécurité routière au niveau souhaité.

Les expérimentations de véhicules autonomes et connectés pourraient contribuer à identifier et à affiner les besoins majeurs liés à la cartographie de précision, spécifiquement au niveau du positionnement satellite de l’automobile en milieu urbain dense.

VI – La structuration d’un programme d’expérimentation qui teste tous les cas d’usage, qu’ils soient liés aux transports publics, aux véhicules particuliers, à la logistique ou au fret. Les expérimentations ont un intérêt important pour les constructeurs, car elles permettent d’obtenir des résultats sur la fiabilité des algorithmes et sur les potentielles modifications à opérer afin de rendre la technologie encore plus poussée et sécurisée. Elles offrent également la possibilité d’avoir les avis et les retours des personnes ayant testé les possibles véhicules du futur.

Ainsi, dans le cadre du Programme d’Investissement d’Avenir (PIA), le programme national d’expérimentation de véhicules autonomes et connectés a été lancé en mai 2018 par l’état français, nommé « Expérimentation du Véhicule Routier Autonome » (EVRA). Il a notamment pour objectif de démultiplier le nombre de tests réalisés en France en soutenant des projets d’expérimentations, afin de rendre la technologie commercialisable en 2022. L’idée était de ne sélectionner qu’un nombre assez limité de projets, c’est-à-dire ceux disposant d’une excellente gouvernance entre les partenaires, afin de maximiser les synergies entre les cas d’usages et de partager les compétences nécessaires à l’expérimentation.

La phase d’organisation et de montage des projets a duré près d’un an. Finalement, après plusieurs regroupements de consortiums, deux larges groupements ont présenté leur candidature à cet appel à projets. Ces derniers ont tous deux été retenus, composant un total de 16 expérimentations de technologies de conduite à délégation de conduite⁴². Le premier consortium lauréat a présenté le projet « SAM » (Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome), qui comprend 13 tests de véhicule autonome et connecté aux caractéristiques variées (navette, voiture particulière, site propre, tout type de voies, etc.). Il est piloté par la Plate-Forme Automobile (PFA).

⁴² Borne, E., 2019, Développement des véhicules autonomes : l’État s’engage dans 16 nouvelles expérimentations, Dossier de presse, Gouvernement de la République, 9 pages

Le second projet retenu ne concerne que des expérimentations de navettes autonomes et se nomme « ENA » (Expérimentations de Navettes Autonomes), piloté par l'IFSTTAR. Celui-ci ne concerne que trois tests de navettes autonomes qui complètent une offre de transport en commun en milieu urbain (Nantes et Sophia Antipolis) ou la desserte d'une zone rurale peu dense (CC Cœur de Brenne).

Les dépenses liées à ces seize expérimentations représentent un montant de 200 millions d'euros. Les deux consortiums possèdent au total un budget de 120 millions d'euros dédié à leur projet. L'état a de ce fait financé 35% de ce budget, soit 42 millions d'euros. Les 80 millions restants ont été financés par les collectivités locales impliquées dans les expérimentations (cf. Figure 2.8).

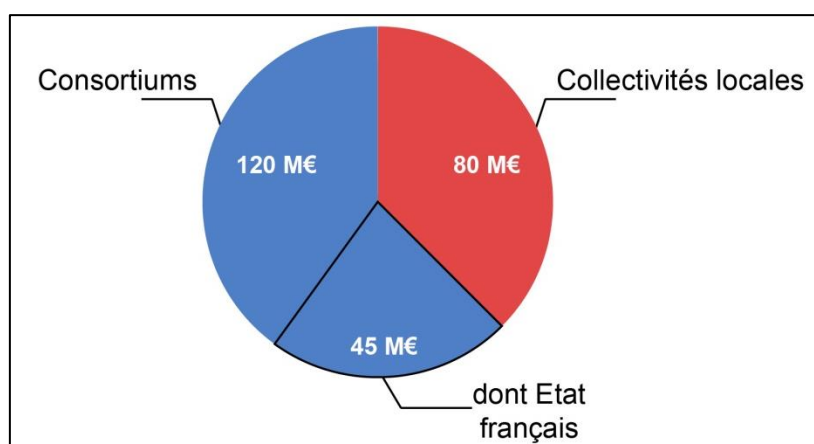


Figure 2.8 - Sources de financement des 16 expérimentations de l'appel à projets EVRA

Grâce à ce programme et aux 16 expérimentations de véhicule autonome et connecté retenues, la France a la possibilité de changer d'échelle. En effet, avant ce dernier, près de 200 000 kilomètres d'essais de technologies autonomes avaient été réalisés sur le territoire national. Avec ces nouveaux tests, le pays devrait passer le cap du million de kilomètres parcourus par des véhicules à délégation de conduite à l'horizon 2022.

VII – La mise en place d'un suivi des perceptions et de l'acceptabilité des technologies de délégation de la conduite, afin d'identifier les points sur lesquels les populations ne sont pas encore aptes à accepter le déploiement du véhicule autonome et connecté.

VIII – La réalisation en détail d'une analyse des impacts du développement des véhicules à délégation de conduite en termes de besoins en emplois et en compétences. Par exemple, le nombre d'emplois dans les domaines des technologies de conduite automatisée et d'intelligence embarquée devrait croître, tandis que les entreprises d'entretien et de réparation des véhicules pourraient voir leur chiffre d'affaires diminuer⁴³.

⁴³ Chong, J., 2016, Véhicules autonomes et connectés : état d'avancement de la technologie et principaux enjeux stratégiques pour les pouvoirs publics au Canada, Publication n° 2016-98-F, 24 pages

IX – La définition d’un cadre national de validation des systèmes de transports publics automatisés, ainsi qu’une réglementation technique et un cadre d’homologation spécifiques aux véhicules autonomes et connectés, à l’échelle européenne et internationale.

X – La construction d’un cadre réglementaire offrant la possibilité à l’état français de tenir ses objectifs de mise en circulation de véhicules autonomes et connectés (voitures particulières, navettes et transports de marchandises) à l’horizon 2022. Si cela s’avère nécessaire, des modifications du Code de la route, de la formation à la conduite et des règles de responsabilité seront effectuées.

En mai 2018, la législation et la réglementation n’étaient pas encore adaptées à un accueil facilité d’expérimentations et à une mise en circulation de ces nouveaux types de véhicules. C’est pourquoi la stratégie française de développement du véhicule autonome et connecté a nécessité une certaine modification de la législation.

L’adaptation de la législation française pour le développement du véhicule autonome et connecté

Conformément à la stratégie nationale déployée afin de développer le véhicule autonome et connecté et de permettre son déploiement à l’horizon 2022, le gouvernement français a l’obligation de construire un cadre législatif adapté à la circulation des véhicules les plus automatisés. En 2015, la France a adopté la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, habilitant le gouvernement à prendre « *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 [...] à des fins expérimentales, dans des conditions assurant la sécurité de tous les usagers* »⁴⁴. L’ordonnance du 3 août 2016 prise en application de cette loi précise que les expérimentations de véhicules à délégation de conduite sur voies ouvertes doivent être soumises à la délivrance d’une autorisation de l’état assurant la sécurité du test : le certificat « W garage »⁴⁵. Les conditions de délivrance ont été fixées de manière définitive par décret le 28 mars 2018.

Ce cadre législatif et réglementaire des essais de véhicules autonomes et connectés est complété par la loi Plan d’Action pour la Croissance et Transformation des Entreprises (PACTE) en avril 2019. L’objectif de cette mesure est de préciser le régime de responsabilité pénale en cas d’accident lors des expérimentations⁴⁶. La mise en circulation des véhicules autonomes et connectés, notamment à hauts niveaux d’automatisation, a remis en question la notion de conducteur jusqu’à remettre pleinement en cause l’évidence du responsable en cas d’accident (Andreu, 2018). La loi PACTE traite de ce point. Elle décharge le conducteur de ce type de véhicule de sa responsabilité pénale lorsque le système de délégation de conduite est activé en conformité avec ses conditions d’utilisation, qu’il est en fonctionnement et qu’il informe en temps réel le conducteur ses capacités à observer les conditions la

⁴⁴ LOI n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, Journal officiel de la République Française, 2015, Légifrance

⁴⁵ Ordonnance n°2016-1057 du 3 août 2016 relative à l’expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, Journal de la République Française, 2016, Légifrance

⁴⁶ Loi PACTE : les 6 mesures qui vont dynamiser l’innovation en France, Gouvernement de la République, 2018, Economie.Gouv

circulation et d'effectuer les manœuvres à sa place⁴⁷. Ainsi, la responsabilité du conducteur est transférée au responsable de l'expérimentation, soit le titulaire de l'autorisation délivrée par l'état. Si le véhicule provoque un accident entraînant des dommages corporels, ce même titulaire de l'autorisation est pénalement responsable des délits.

L'Assemblée Nationale a adopté en fin d'année 2019 le projet de Loi d'Orientation des Mobilités (LOM). Parmi les 189 articles, le véhicule autonome et connecté occupe une certaine part de ceux-ci. Cette loi vient compléter la législation pour les véhicules à délégation de conduite, précisément au niveau de la réglementation applicable aux accidents de la route où au moins un véhicule autonome et connecté est impliqué. Cette dernière autorise le gouvernement français « à prendre par ordonnance [...] toute mesure relevant du domaine de la loi afin d'adapter la législation, notamment le Code de la route, au cas de la circulation sur la voie publique de véhicules terrestres à moteur dont les fonctions de conduite sont [...] déléguées [...], en définissant le régime de responsabilité applicable »⁴⁸.

Le gouvernement français a aujourd'hui l'ensemble des portes ouvertes afin d'adapter la législation permettant d'accélérer le processus de développement du véhicule autonome et connecté sur le territoire national dans l'objectif de devenir un pôle majeur à l'échelle internationale dans le domaine. Toutefois, il reste désormais à modifier le code la route, et surtout à mettre en place un régime de responsabilité civile en cas d'accident pour les véhicules autonomes et connectés en circulation réelle.

Enfin, il subsiste un dernier obstacle qui empêche la France, ainsi qu'une majorité des pays dans le monde, de franchir un cap dans le développement des technologies autonomes et connectées : la Convention de Vienne. Adoptée en 1968, elle impose à tout conducteur d'être maître de son véhicule en toutes circonstances (Gola, 2017). Ces règles sont compatibles au déploiement du véhicule autonome et connecté de niveau d'automatisation 0 à 3, mais n'autorisent pas les niveaux supérieurs. De ce fait, pour que les pays européens aient des bases communes de développement de la technologie, la convention de Vienne a été modifiée en 2016 afin d'y introduire un potentiel de déploiement des niveaux 4 et 5 d'automatisation. L'article 5bis stipule que « les systèmes embarqués ayant une incidence sur la conduite d'un véhicule [...] sont réputés conformes [...] pour autant qu'ils puissent être neutralisés ou désactivés par le conducteur »⁴⁹. Toutefois, la Convention de Vienne empêche la majorité des pays (à l'exception des États-Unis, de la Chine et de Singapour qui ne l'ont pas signée) de commercialiser des véhicules autonomes et connectés de niveaux d'automatisation 4 et 5. En effet, le fait qu'elle stipule que le conducteur doit être capable de reprendre le contrôle à n'importe quel moment limite le développement de la technologie autonome. La France est désormais

⁴⁷ LOI n°2019-486 du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises, Journal officiel de la République Française, 2019, Légifrance

⁴⁸ LOI n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, Journal officiel de la République Française, 2019, Légifrance

⁴⁹ L'UNECE ouvre la voie à la conduite automatisée en modifiant la Convention de Vienne sur la circulation routière, United Nations Economic Commission for Europe, 2016, UNECE

en attente d'une réforme internationale de cette convention qui dépend de l'ONU et qui restreint les actions de développement du secteur.

Le retard de l'Etat français sur certains pays quant à la législation

Malgré sa stratégie ambitieuse lui permettant de devenir l'un des pôles majeurs du véhicule autonome et connecté à l'échelle mondiale, la France possède une réglementation encore inadaptée à l'accélération du développement de la technologie de conduite autonome.

La Convention de Vienne est un facteur limitatif à cette stratégie française de développement du véhicule autonome et connecté. Cependant, certains pays comme les Pays-Bas et l'Allemagne ont commencé depuis peu à interpréter de manière plus souple cette dernière, notamment dans l'objectif d'accélérer le développement des véhicules à délégation de conduite.

L'Allemagne est l'un des pays les plus avancés en Europe et dans le monde quant à la réglementation des véhicules autonomes et connectés. En effet, le gouvernement du pays encadre de manière stricte les expérimentations faites sur son territoire par les constructeurs automobiles. Il s'agit d'une loi adoptée en 2017, qui pose les conditions des essais. Il est exigé qu'un conducteur dit « de supervision » soit présent derrière le volant. Ce dernier peut également réduire son attention et avoir recours à des activités annexes comme la consultation de son téléphone. Cependant, cette loi vise principalement à régler la question de la responsabilité en cas de défaillance ou d'accident. Ainsi, lorsque la conduite est standard, la responsabilité reste celle du conducteur. En revanche, lorsque la conduite devient autonome, le constructeur automobile devient le responsable en cas de problème. Afin de régler tout litige potentiel, la décision du gouvernement allemand est d'obliger les véhicules à être équipés d'une « boîte noire » qui enregistrera tous les paramètres de conduite et les conservera en mémoire pendant 6 mois (Gola, 2017). Cette loi devra également être révisée tous les deux ans, afin de sans cesse améliorer et préciser la réglementation du véhicule autonome et connecté.

Les États-Unis sont le pays le plus avancé dans la course au développement du véhicule autonome et connecté. Depuis 2011, les états fédéraux américains autorisent progressivement les tests de véhicules à délégation de conduite : le premier fut le Nevada, puis la Floride (2012), la Californie (2012) le Michigan (2013), etc. Depuis, 29 états ont promulgué une législation relative à la mobilité autonome, et 11 états ont émis des décrets sur le sujet. C'est cette précocité qui a permis aux Américains d'attirer la majorité des entreprises les plus influentes dans le secteur de la conduite automatisée, notamment sur le territoire californien de la Silicon Valley.

Dans ce pays, la loi stipule que le constructeur de véhicules automatisés est dédouané de toute responsabilité en cas de défaillance du système ou d'accident, à moins que l'intelligence embarquée n'ait été installée directement par celui-ci. Dans ce cas, la responsabilité reviendrait au fabricant du système embarqué. Malgré cette règle appliquée à l'échelle nationale, la réglementation diffère selon les états fédéraux, qui ont la compétence de mettre en place une législation qui leur est propre et applicable sur leur territoire propre, rendant l'analyse de la réglementation américaine globale très complexe. Toutefois, il existe une division « entre les états qui ont seulement légiféré sur les phases

d'expérimentation ceux qui ont légiféré plus largement sur la circulation des véhicules autonomes » (Gola, 2017). Par exemple, la Californie autorise les véhicules autonomes et connectés à circuler sur des routes ouvertes lors de tests, mais sous la responsabilité d'un conducteur possédant un permis adapté. Il était de même pour la Floride qui a, en 2016, autorisé les véhicules à délégation de conduite à circuler dans n'importe quelle circonstance, et ce, sans qu'un conducteur ne soit présent à bord. L'État a toutefois remplacé la notion de « conducteur » par celle d'« opérateur » qui est informé à distance de l'occurrence d'une défaillance et qui doit être en capacité de reprendre le contrôle du véhicule à tout moment.

Des pays comme le Japon et l'Allemagne suivent de près les avancées du précurseur américain dans le domaine réglementaire lié au véhicule autonome et connecté. Les retards français en termes d'adaptation de la législation permettant aux véhicules autonomes et connectés de circuler ne vont pas vraiment dans le sens d'une attractivité des investissements. Les entreprises préfèrent mener les phases de R&D dans des pays qui leur offrent la possibilité d'expérimenter facilement et rapidement les technologies.

Malgré les progrès qu'il reste à faire en termes d'adaptation de la législation pour que la France puisse dûment déployer les véhicules autonomes et connectés à haut niveau d'automatisation, les premiers efforts ont permis d'accueillir plusieurs dizaines d'expérimentations dans un cadre réglementaire adapté.

2.4.3. Recensement des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France

Parmi les objectifs et besoins fixés dans ce travail figure la nécessité de réaliser un travail de benchmark à propos des initiatives innovantes déployées, notamment à l'échelle nationale. Le véhicule autonome et connecté étant bien évidemment considéré comme une innovation, et faisant pleinement partie des modes de transports étudiés dans ce projet, il apparaît nécessaire de ce fait d'établir un recensement des expérimentations de cette technologie en France.

Ce type de travail a déjà partiellement été réalisé par différents organismes et sociétés, comme le pôle de compétitivité en R&D Mobilités et Automobile *Mov'eo*⁵⁰ ou le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (*Cerema*)⁵¹. Toutefois, à notre connaissance, la production d'un recensement complet des expérimentations de véhicules autonomes et connectés en France n'a jamais été réalisée, ou du moins n'est pas disponible en libre consultation.

L'objectif est d'avoir une bonne connaissance des initiatives dans le domaine afin d'identifier les disparités entre les types d'expérimentations et les territoires.

⁵⁰ Charlet, M., Chaufrein, M., 2017, Benchmark des expérimentations véhicules autonomes et connectés, *Mov'eo*, BMCP, 164 pages

⁵¹ Aliaga, A., 2019, Les expérimentations de véhicules autonomes : Parangonnage et perspectives servicielles, *Cerema*, Rapport d'étude, 37 pages

Le recensement des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France est facilité, comme évoqué, par les benchmarks déjà réalisés par divers organismes. Ces derniers ne sont pas exhaustifs, mais ont permis de recenser rapidement une part non négligeable des tests en France. En complément de ces documents, il a été nécessaire d'effectuer des recherches, afin tout d'abord de recenser les expérimentations qui n'étaient pas présentes dans les rapports consultés, mais également afin de compléter les informations sur chaque essai en France.

L'objectif de cette étape de travail est de recueillir un maximum d'informations à propos des expérimentations déjà réalisées, ou prévues d'être réalisées sur le territoire national français. Ainsi, les renseignements récoltés concernent principalement :

1. La date et le lieu de l'expérimentation, qui peut être à échelle plus ou moins large ;
2. Les caractéristiques de l'essai :
 1. Le type de véhicule ;
 2. Le modèle du véhicule ;
 3. Le niveau d'automatisation du véhicule ;
 4. Le(s) type(s) de voie(s) sur le(s) quelle(s) circule (nt) le(s) véhicule(s) ;
 5. Le nombre de kilomètres parcourus (par la boucle ou au total selon les expérimentations) ;
3. Le coût de chaque projet lié à l'expérimentation. Les acteurs impliqués dans le test, qu'ils le pilotent ou soient seulement des partenaires.

Ce recensement prend en compte l'ensemble des expérimentations de véhicule autonome et connecté, qu'ils soient collectifs (navette, bus) ou individuels (voiture, VTC, robot-taxi). Toutefois, les essais effectués dans le domaine du transport de fret n'ont pas été retenus dans la liste, puisqu'ils ne relèvent pas du transport quotidien de personnes. Les enjeux liés à l'automatisation de la conduite de ce type de transport sont tout de même nombreux, comme par exemple la libération de la contrainte liée au temps de repos des chauffeurs, particulièrement sur les convois longues-distances. Cet aspect de la conduite autonome n'est donc pas retenu lors de l'étape de recensement des expérimentations en France.

Le tableau contenant le recensement des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France est composé de 18 colonnes qui correspondent aux différentes informations citées ci-dessus. Cependant, il a été difficile de pouvoir compléter l'ensemble des informations pour chacune des expérimentations identifiées. En effet, certains tests sont, d'une part, mal documentés et certaines de leurs informations ne sont pas trouvables, comme cela a été plusieurs fois le cas pour le nombre précis

de kilomètres parcourus par les expérimentations de voiture particulière. D'autre part, certaines données semblent protégées et sensibles, et donc impossibles à intégrer au tableau sans avoir d'accès à des documents qui résument chacune des expérimentations, comme cela a souvent été le cas pour le coût de mise en place et de fonctionnement des essais.

Les expérimentations de véhicule autonome et connecté en France : une concentration inégale entre les régions françaises

L'inventaire des expérimentations de véhicule autonome et connecté recense 70 tests effectués sur le territoire national métropolitain. L'ensemble des essais identifiés n'est pas exhaustif, car il est difficile d'établir une liste complète de toutes les expériences réalisées. De manière logique, seules les entités gouvernementales semblent avoir une liste exhaustive des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France, notamment grâce au fait que l'état français doit valider les projets d'essais avant leur déploiement.

Selon les Ministères de la Transition Écologique et Solidaire et des Transports, depuis 2015 en France, « plus de 90 autorisations d'expérimentation de véhicules autonomes ont été délivrées »⁵². Si l'on en croit ce nombre, il manque au moins 24 tests afin que notre recensement soit complet. Or, au sein d'un document des mêmes entités intitulé « Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique », il est question de « 54 décisions d'autorisation de délivrance exceptionnelle de certificats d'immatriculation "W garage" dans le cadre d'expérimentation de véhicule à délégation de conduite »⁵³ qui ont été délivrées entre fin 2014 et avril 2018. Si l'on ajoute à celles-ci les 16 expérimentations retenues en avril 2019 dans le cadre du projet EVRA, le nombre serait de 70, ce qui correspond à notre nombre de tests recensés. Il apparaît donc que le nombre exact d'essais de véhicule autonome et connecté en France est difficile à déterminer, même pour ceux révélés par les autorisations.

Comme évoqué, nous avons identifié 70 expérimentations de ces véhicules effectuées sur le territoire français (cf. Figure 2.9). Celles-ci concernent en grande majorité les navettes autonomes, puisque 48 des 70 essais recensés sont de ce type (soit près de 70%), dont presque uniquement des navettes des marques françaises *Navya* et *EasyMile*.

Ensuite, on retrouve les expérimentations uniquement de voitures individuelles, qui constituent 13 tests des 70 identifiés, soit plus de 18% d'entre elles. Par ailleurs, les navettes et voitures forment de manière combinée une tierce part des expérimentations en France. En effet, 7 tests sont composés conjointement de navettes et de voitures particulières autonomes et connectées. Parmi ces dernières, 3 projets concernent les essais de voitures individuelles en tant que Véhicule de Tourisme avec

⁵² République française, 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Gouvernement de la République, 96 pages

⁵³ Idrac, A. M., 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Document de synthèse, Gouvernement de la République, 8 pages

Chauffeur (VTC) : deux combinés à des navettes autonomes et un faisant l'objet d'une démonstration à Nice.

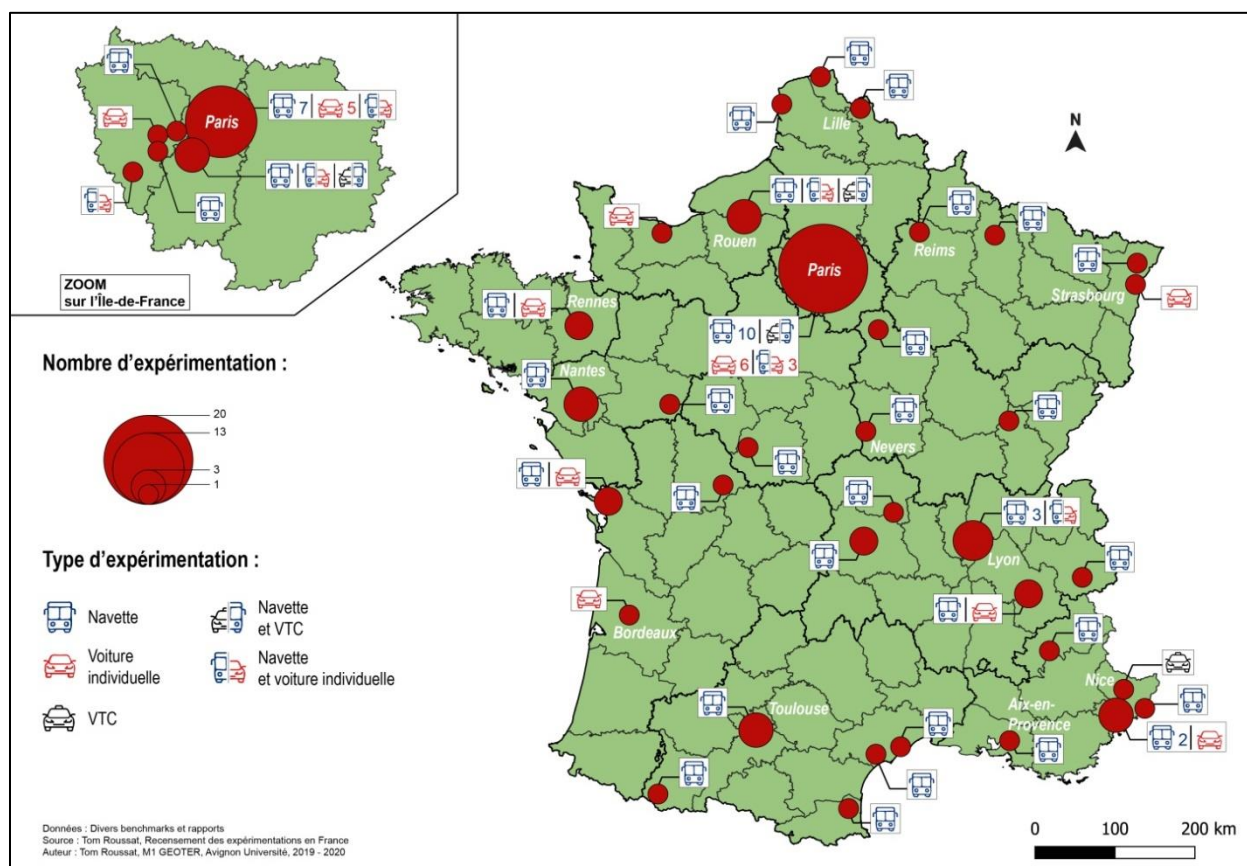


Figure 2.9 - Localisation des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France ainsi que leur type

Sur les 66 expérimentations recensées, deux d'entre elles ne figurent pas sur le document car leur territoire d'expérimentation est trop étendu, pour qu'elles puissent être affiliées à une zone en particulier. C'est le cas d'un projet piloté par le constructeur automobile français *Renault*, au sein duquel des véhicules individuels types *Renault Espace* ont été testés un peu partout sur le territoire européen. Ce prototype de véhicule autonome et connecté est de niveau d'automatisation 3 et a été expérimenté dans des conditions classiques de circulation.

Cependant, le projet SCOOP est comptabilisé comme une seule expérimentation sur le total de 66 et réparti sur 5 localisations différentes au sein du document. En effet, ce projet de « *déploiement pilote de systèmes de transports intelligents coopératifs* »⁵⁴ tend à déployer 3 000 véhicules sur un total de 2 000 kilomètres répartis sur les routes de 5 sites : l'Île-de-France, l'Isère, la Bretagne, la rocade de Bordeaux et l'autoroute A4 (Reims, Metz, Strasbourg).

⁵⁴ Présentation du projet SCOOP, Projet SCOOP : véhicules et routes connectés, 2016, Développement-Durable.gouv

Les expérimentations recensées sont concentrées en majorité en Île-de-France, où 20 essais ont été identifiés, soit plus de 29% du total (cf. Figure 10). Parmi ces tests, la moitié concerne uniquement les navettes, plus d'un quart uniquement les véhicules particuliers, et le reste correspond à la combinaison entre les navettes et les véhicules particuliers, à une exception près, qui expérimente les navettes et VTC.

Globalement, les expérimentations de véhicule autonome et connecté sont mises en place au sein des grandes métropoles françaises telles que Lyon, Nantes, Rennes, Toulouse et Rouen. Certaines métropoles françaises n'ont qu'un seul test de véhicule autonome et connecté à notre connaissance, comme Lille, Bordeaux, Strasbourg ou encore Aix-Marseille en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

La région PACA : quatrième région française ayant le plus d'expérimentations de véhicules autonomes et connectés

À l'échelle de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, six expérimentations ont été recensées, plaçant celle-ci à la quatrième position des régions françaises ayant le plus d'essais de véhicule autonome et connecté (cf. Figure 2.10). Les trois régions ayant le plus de tests sont : l'Île-de-France (20), l'Auvergne-Rhône-Alpes (10) et l'Occitanie (8).

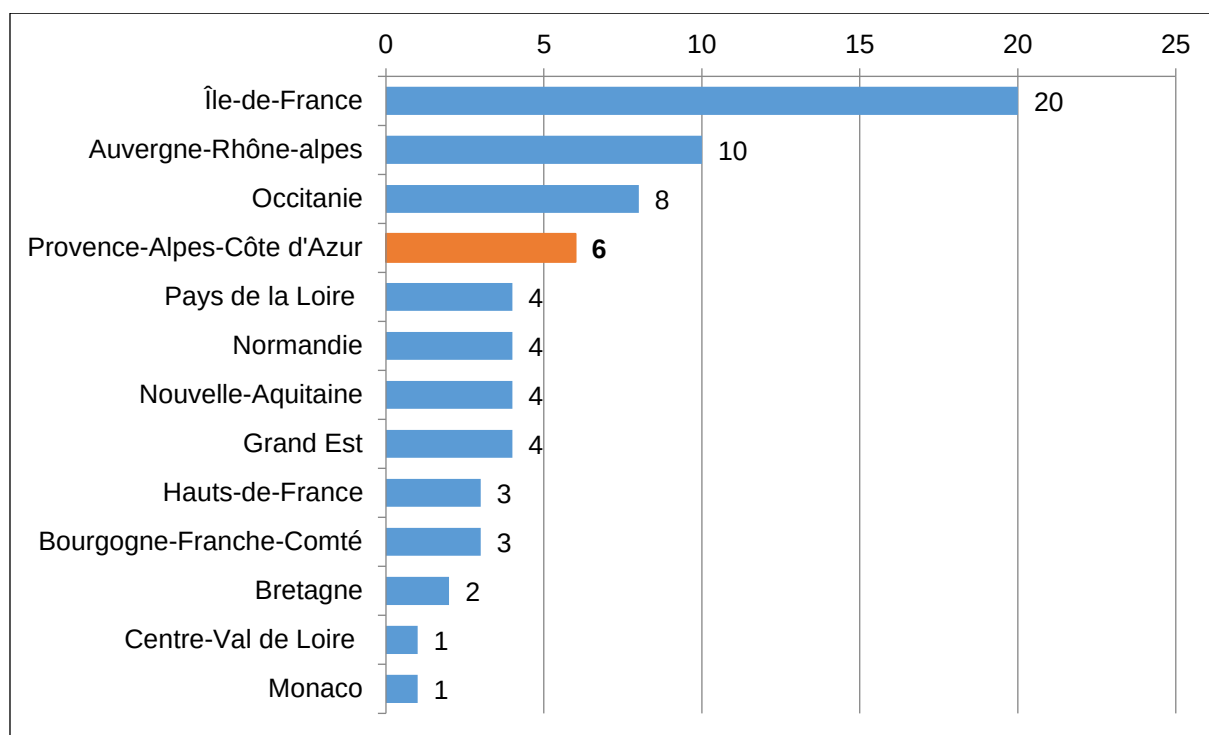


Figure 2.10 - Nombre d'expérimentation(s) de véhicule autonome et connecté par région française (et Monaco)

Les métropoles d'Aix-Marseille et de Nice n'ont recensé qu'une seule expérimentation chacune. À Nice, il est question d'une démonstration d'un nouveau service d'autopartage appliqué au véhicule à délégation de conduite développé par les sociétés *AKKA* et *Vulog*⁵⁵. C'est en décembre 2018 que les routes du littoral niçois ont permis à des passagers de tester ce service grâce à une application smartphone dédiée.

La métropole d'Aix-Marseille n'a également accueilli qu'une seule expérimentation de véhicule autonome et connecté sur son territoire. Celle-ci compose les 16 tests retenus lors de l'appel à projets national EVRA. Il s'agit d'une expérimentation de navette autonome en fonctionnement depuis janvier 2020 pour une durée de 3 ans⁵⁶. Cette dernière offre une solution de transport en commun reliant la Gare TGV d'Aix-en-Provence et la zone d'activité de La Duranne. Au total, le trajet de 10 kilomètres est majoritairement composé de chemins non bitumés au milieu de la garrigue.

La navette autonome utilisée lors de cette expérimentation provient d'une nouvelle marque française nommée « *Milla* ». L'objectif de ce nouvel acteur dans le marché de la navette autonome et connectée est de concurrencer les deux leaders français : *Navya* et *EasyMile* (cf. Figure 2.11).



Figure 2.11 - Navettes autonomes françaises Navya et EasyMile

L'expérimentation de véhicule autonome et connecté à Aix-en-Provence n'est pas la seule à avoir été retenue lors de l'appel à projets EVRA et à être localisée en région PACA. En effet, les projets menés à Gap (04) et à Sophia Antipolis (06) ont également été choisis pour faire partie du programme national. Ils représentent tous deux des expérimentations de navettes autonomes, dont les boucles font respectivement 2,2 et 2 km. À Gap, la navette utilisée est une navette *Navya*, tandis qu'à Sophia Antipolis, les deux navettes utilisées sont de la marque *EasyMile*. Elles sont toutes d'un niveau d'automatisation 4.

Sophia Antipolis est le territoire qui a accueilli le plus d'expérimentations de véhicules autonomes et connectés au sein de la région PACA. La Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis possède déjà

⁵⁵ À Nice, on teste le service de taxi du futur, sans chauffeur, Binacchi, F., 2018, 20 minutes

⁵⁶ Demoiselle, Trainar, N., Blaise, J., 2018, TheCamp

trois essais différents dans le domaine. Le premier d'entre eux s'est déroulé en juin 2004, à Antibes. Cet essai concernait l'expérimentation des véhicules *Cycab* développés par l'INRIA, dont le premier modèle est apparu en 1996 (Murat, 2017).

Entre janvier et mars 2016, dans le cadre du programme de recherche CotyMobil2, 4 navettes autonomes *EasyMile* de niveau d'automatisation 4 ont été testées à Sophia Antipolis. Elles ont circulé sur une boucle de 1,3 kilomètre en site propre composée de 5 arrêts. Les objectifs de cette expérimentation étaient de définir les différentes modifications à mettre en place au sein du centre-ville pour l'adapter à ce type de transport et d'identifier l'acceptabilité sociale des navettes autonomes.

La répartition des types d'expérimentations sur territoire régional suit globalement la répartition à l'échelle nationale puisqu'au sein de la région PACA, 66% des essais concernent des navettes autonomes (4 sur 6), 33% les véhicules individuels (2 sur 6) dont un testant un service d'autopartage de voiture autonome.

La typologie des expérimentations de véhicules autonomes et connectés

Au niveau des expérimentations de véhicule autonome et connecté à l'échelle nationale, les Ministères de la Transition Écologique et Solidaire et des Transports ont établi une typologie au sein de leur document de synthèse à propos des orientations stratégiques pour l'action publique⁵⁷. Aucune indication n'est donnée sur la méthode employée dans la réalisation de cette typologie des tests effectués sur le territoire. La seule information dont nous disposons concerne le nombre d'essais qui composent la classification : 52 expérimentations, dont les autorisations finales ont toutes été délivrées entre 2014 et le premier trimestre 2018.

Les résultats de la typologie regroupent l'ensemble des 52 tests au sein de 3 classes. La première d'entre elles ne concerne que les essais de véhicules particuliers réalisés sur les autoroutes et voies à chaussées séparées. Ces tests examinent différentes fonctionnalités des niveaux d'automatisation 2, 3 et 4, sur un total de 10 000 kilomètres de réseau apte à accueillir celles-ci.

La seconde classe a été intitulée « *Milieu urbain faible vitesse ou périurbain vitesse modérée* ». Ici, les expérimentations sont également effectuées sur des véhicules individuels, mais dont l'usage peut être privé ou public. Les niveaux d'automatisation testés sont identiques à la classe précédente, mais sont questionnés sur des parcours plus complexes. En effet, les interactions avec les autres usagers présents sur le réseau sont plus nombreuses, rendant le test de l'intelligence embarquée plus avancé. Par ailleurs, l'exigence de ces types d'essais relève de la difficulté des systèmes de positionnement par satellite au sein des centres urbains denses.

⁵⁷ République française, 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Gouvernement de la République, 96 pages

La troisième et dernière classe identifiée regroupe les expérimentations de transports collectifs à faible vitesse en milieu urbain. De ce fait, l'ensemble des tests de navettes autonomes et connectées est réuni en une seule classe. Lors de leurs essais, ces navettes sont déployées sur des tracés inexploités par les offres de transports publics classiques. Leur niveau d'automatisation est plus important que pour les voitures particulières puisqu'elles concernent les niveaux 4 et 5. Dans la majorité des cas, ces expériences sont réalisées sur des boucles prédéfinies, de faible distance et en site propre, ou du moins sur des axes où les interactions avec d'autres usagers sont très faibles.

Le retard de la France en termes d'expérimentations à l'échelle internationale

La France est en retard par rapport à d'autres comme États-Unis, le Japon ou encore l'Allemagne, mais est tout de même en avance par rapport à d'autres. Ce constat s'applique également aux expérimentations de véhicule à délégation de conduite, puisque la France est assez loin des États-Unis en termes de kilomètres parcourus lors d'essais, malgré la nette augmentation d'essais depuis 2015 (cf. Figure 2.12).

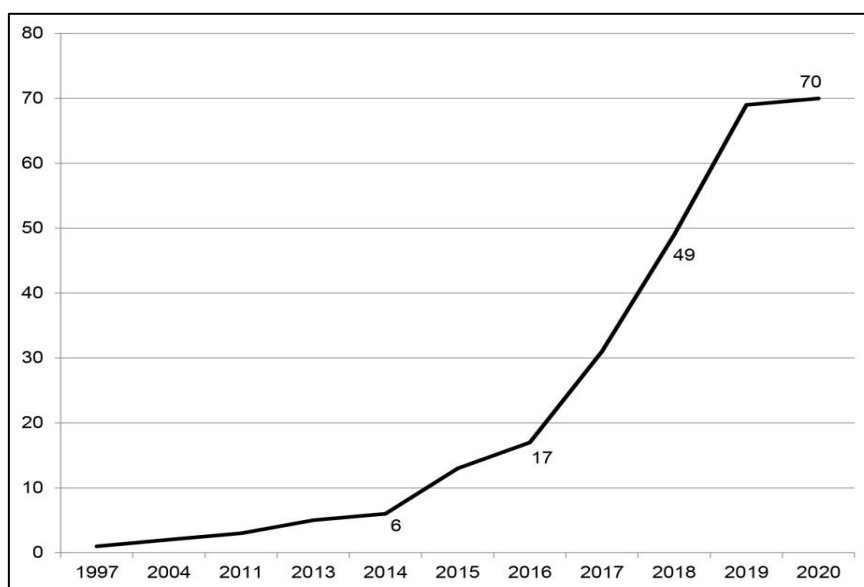


Figure 2.12 - Évolution des expérimentations de véhicule autonome et connecté en France

Les deux piliers américains de l'automatisation de la conduite que sont *Waymo* et *Cruise GM* ont d'ores et déjà procédé à des centaines de milliers de kilomètres de tests de leur technologie autonome. Les flottes de robot-taxis qu'ils développent et expérimentent permettent de gonfler de manière significative les distances parcourues lors d'essais. Par exemple, en 2018, *Waymo* annonçait avoir franchi le cap des 10 millions de miles parcourus sur les routes des 25 villes américaines qui accueillent les essais de leur robot-taxis, soit 16 millions de kilomètres⁵⁸. Entre décembre 2017 et décembre 2018, les voitures de *Waymo* ont parcouru près de 2 millions de kilomètres sur les routes californiennes, avec

⁵⁸ 16 millions de kilomètres parcoururent pour les voitures autonomes *Waymo* (Google), Raseta, A., 2018, Caradisiac.com

une intervention humaine recensée en moyenne tous les 17 kilomètres⁵⁹. Uniquement en Californie, territoire où se situe le laboratoire mondial des technologies autonomes, 62 entreprises étaient habilitées à effectuer des expérimentations en 2018⁶⁰.

La France est effectivement en retard sur ce point, puisque le gouvernement annonçait avoir parcouru 200 000 kilomètres d'expérimentations de véhicules autonomes et connectés en 2019. Toutefois, l'hexagone est plus avancé en termes d'essais de navettes autonomes que d'expérimentations de véhicules particuliers. Aux vues du nombre de tests de navettes recensés en France (70% de notre recensement), on peut considérer que l'hexagone a bien plus expérimenté les navettes et que sur ce point, elle est plus avancée. Les navettes autonomes françaises *Navya* et *EasyMile* se portent très bien en France, mais aussi à l'international puisqu'elles sont testées, que ce soit à Las Vegas pour *Navya* et Singapour pour *EasyMile*.

Le retard français se situe surtout au niveau des voitures autonomes et connectées, où le nombre d'expérimentations grossit progressivement. L'un des projets phares de véhicule particulier à délégation de conduite est le projet « *Rouen Normandy Autonomous Lab* ». Ce projet piloté par *Transdev* et *Renault* est présenté comme « *le premier service de mobilité à la demande avec véhicules autonomes électriques sur route ouverte au public en Europe* »⁶¹. Sur un parcours d'environ 10 kilomètres circulent quatre *Renault Zoé* qui desservent 17 arrêts de la technopole du Madrillet depuis 2018. Mise à part le fait qu'il expérimente des véhicules particuliers autonomes, la spécificité de ce projet est qu'il est associé à une application smartphone au fonctionnement semblable à celui de la plateforme *Uber*.

La France développe progressivement des expérimentations de véhicules particuliers automatisés. Les 16 expérimentations retenues dans le programme EVRA illustrent ce constat puisque 10 d'entre elles concernent uniquement des essais de navettes autonomes, soit 62,5% de ces nouveaux tests. Trois de plus concernent simultanément des navettes autonomes et des véhicules particuliers. Ainsi, 13 expérimentations sur 16 testent des navettes automatisées.

Malgré sa volonté de figurer parmi les nations motrices en matière de développement du véhicule autonome et connecté, la France fait preuve d'un retard assez important par rapport à certains pays, notamment au niveau de l'adaptation de la législation et des expérimentations. Les 70 expérimentations recensées sur le territoire national ne suffisent pas à se positionner comme un pôle majeur du véhicule autonome et connecté. Comparée aux États-Unis et leurs dizaines de millions de kilomètres d'expérimentations, la France reste en retard (200 000 kilomètres d'expérimentations). Au sein du rapport sur les orientations stratégiques pour l'action publique : le gouvernement français

⁵⁹ *Waymo* a largement amélioré ses résultats puisque l'année précédente, une intervention humaine était recensée tous les 8 kilomètres.

⁶⁰ Voiture autonome : *Waymo* fait la course en tête, Apple et Uber à la traîne, Mediavilla, L., 2019, Les Echos

⁶¹ Un service à la demande de véhicules autonomes électriques à Rouen, Rouen Normandy Autonomous Lab, 2018, Rouen Normandy Autonomous Lab

évoque l'« importance des expérimentations pour évaluer les impacts et les risques » liés au véhicule autonome et connecté⁶².

L'hexagone est tout de même avancé en ce qui concerne les expérimentations de navettes autonomes, grâce aux navettes *Navya* et *EasyMile* qui s'exportent dans le monde entier. Ces navettes représentent plus de 70% des essais effectués sur le territoire national. Toutefois, 23% des expérimentations concernent les voitures autonomes et connectées. Les impacts et risques liés à cette branche du véhicule automatisé sont donc peu connus des autorités publiques malgré l'apparition de diverses études. Ces dernières traitent de potentiels enjeux liés au déploiement de cette technologie, enjeux que nous allons développer dans la partie suivante.

2.5. Les enjeux liés au déploiement du véhicule autonome et connecté

Le développement et le potentiel futur déploiement du véhicule autonome et connecté nécessitent une action publique importante et ambitieuse, notamment lorsque le pays souhaite être reconnu comme un pôle majeur de la technologie autonome. Toutefois, la commercialisation des véhicules hautement automatisés soulève un grand nombre d'enjeux et de questionnements du fait des changements significatifs que cela pourrait entraîner, et ce dans plusieurs domaines. Nous allons ainsi tenter de faire un tour d'horizon de l'ensemble des enjeux liés au déploiement du véhicule à délégation de conduite au niveau d'automatisation le plus élevé.

2.5.1. Les enjeux liés au potentiel déploiement de la technologie d'automatisation de la conduite (niveaux 4 et 5)

Des enjeux de réglementation et de sécurité déjà évoqués

Les enjeux évoqués dans la partie précédente traitent principalement de la course au développement que représente le véhicule autonome et connecté. Nous avons évoqué précédemment les enjeux réglementaires soulevés par l'arrivée prochaine des technologies autonomes sur les routes. Cependant, d'autres questions de ce type subsistent, comme celui du permis de conduire. Sera-t-il nécessaire de passer un permis de conduire, comme il est actuellement défini afin d'être en capacité de reprendre le contrôle du véhicule en cas de défaillance technique ? Ou cet examen se verra-t-il supprimé du fait de la fiabilité totale du système d'intelligence embarquée ? Dans le même thème, la question de l'âge légal à partir duquel un passager pourra être transporté seul au sein du véhicule se pose. Ces interrogations devraient trouver une réponse dans la définition d'un régime de responsabilité civile par l'état français à propos du véhicule autonome et connecté, à ce jour toujours en projet.

⁶² Idrac, A. M., 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Document de synthèse, Gouvernement de la République, 8 pages

Les enjeux liés à la sécurité ont également déjà été évoqués (cf. Partie 2), plus particulièrement ceux concernant la protection des données personnelles issues d'un véhicule autonome et connecté. Avec une production estimée à un gigaoctet (Go) de données par seconde⁶³, le stockage et la gestion des données issues des systèmes embarqués se doivent d'être optimaux, et surtout protégés de quelconque risque de piratage. Cet enjeu se doit d'être traité par le gouvernement national, mais aussi et surtout par les constructeurs du secteur, s'ils souhaitent commercialiser les véhicules à délégation de conduite.

Le second enjeu lié à la sécurité des usagers de véhicules autonomes et connectés relève de l'entretien constant des infrastructures routières. Il s'agit ici d'une condition nécessaire à la circulation des véhicules automatisés, notamment à la sécurité des passagers pouvant être mis en danger si les différents capteurs ne repèrent pas l'ensemble des éléments composant l'environnement du véhicule. Ainsi, les infrastructures routières françaises devront être modernisées et entretenues perpétuellement. Sur ce point, la France semble avoir une tâche d'une certaine ampleur, puisque selon une enquête du Syndicat des Équipements de la Route (SER), 68% des maires et conseils départementaux déclarent que les routes ne sont actuellement pas en état d'accueillir des véhicules autonomes et connectés⁶⁴. De ce fait, la modernisation et l'entretien des 1,1 million de kilomètres de routes françaises devraient représenter dans le futur un coût encore plus important pour les collectivités territoriales.

La sécurité est le facteur principal qui influe sur l'acceptabilité des populations à potentiellement devenir usager du véhicule autonome et connecté dans le futur.

L'acceptabilité des technologies autonomes par les populations

L'acceptabilité sociale de la technologie de délégation de conduite est un enjeu massivement cité dans les différents rapports et articles scientifiques qui traitent du véhicule autonome et connecté. Le gouvernement français en a même fait l'une de ses dix actions prioritaires dans le développement de cette innovation. L'acceptation de confier sa vie à une intelligence artificielle, qui n'est actuellement pas encore fiable à 100% a été, et est toujours au centre de plusieurs enquêtes d'opinion et travaux scientifiques.

Dans ce contexte, l'Institut VEDECOM a regroupé au sein d'un seul et même document l'ensemble des travaux effectués concernant l'acceptabilité des populations à propos du véhicule autonome et connecté. L'objectif de ce travail est de comprendre l'acceptation française actuelle du véhicule autonome à un niveau d'automatisation maximal, notamment en ce qui concerne la perception des populations. Ainsi, ce rapport intitulé « Monographie : Acceptabilité du véhicule autonome » et livré en mars 2019 à la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM)

⁶³ INRIA, 2019, Véhicules autonomes et connectés : Les défis actuels et les voies de recherche, Livre blanc n°2, 49 pages

⁶⁴ La gestion du patrimoine des équipements de la route d'invite au Sénat, Syndicat des équipements de la route, 2019, SER

regroupe les résultats de 9 enquêtes et de 4 travaux de recherche. La méthodologie et les résultats de chacun exposés seraient trop longs à détailler ici. Toutefois, trois grandes ressortent.

Premièrement, les populations sont globalement plus enclines à faire confiance à une navette autonome plutôt qu'à un véhicule particulier. Lorsqu'une personne se trouve dans les transports en commun, elle a forcément le rôle de passager, tandis que la voiture autonome et connectée fait passer le conducteur habituel au rang de simple passager. Ce changement de position est la raison principale du retard d'acceptabilité quant au véhicule particulier par rapport à la navette autonome.

Deuxièmement, la population française a une bonne acceptabilité du véhicule autonome et connecté lorsque ses niveaux d'automatisation sont pris en compte, particulièrement les niveaux 3 à 5. En effet, les enquêtes d'opinion ne considèrent le véhicule à délégation de conduite qu'à un niveau d'automatisation 5, alors que les travaux scientifiques différencient les niveaux.

Troisièmement, les expérimentations qui se multiplient sur le territoire français depuis quelques années contribuent à l'amélioration de l'acceptation de la délégation de la conduite. L'acceptabilité *a priori* du véhicule autonome et connecté est ainsi devenue inférieure à l'acceptation de la technologie autonome. Les tests effectués sur le territoire, notamment ceux qui concernent les navettes, pourraient commencer à pénétrer certaines habitudes de mobilité. Toutefois, certaines disparités d'acceptabilité apparaissent, notamment entre les différents usages potentiels : personnel, collectif et partagé. La tendance montre également qu'en fonction du lieu de résidence, l'acceptation varie. En effet, les habitants des métropoles, et plus généralement des milieux urbains, ont une acceptabilité nettement supérieure aux habitants de zones moins denses.

Enfin, l'acceptabilité sociale liée au véhicule autonome et connecté peut également concerner leur propension à payer un certain prix pour acquérir ce type de nouveaux véhicules. Selon un sondage auprès d'experts dans le domaine de la mobilité à propos du coût additionnel que les populations seraient prêtes à payer afin d'acheter un véhicule à délégation de conduite⁶⁵, 75% d'entre eux avancent que « le surcoût serait compris entre 1% et 25% par rapport au coût d'un véhicule standard », soit 6 500€ maximum⁶⁶.

2.5.2. Les enjeux économiques et technologiques

Le prix d'achat très élevé d'un véhicule autonome et connecté

Afin d'être complètement autonome et connecté, un véhicule à délégation de conduite est équipé de plusieurs capteurs, caméras et radars. Par exemple, la voiture automatisée produite par *Waymo* est composée de 5 capteurs LIDARs, de 9 caméras et de 4 radars. De plus, le système est équipé d'une puce GPS ainsi que de deux ordinateurs (ou *software*) embarqués (Zanellato et Gombault, 2019). Le

⁶⁵ Le sondage a été réalisé par Green Business Development auprès de 330 personnes issues de 19 pays européens.

⁶⁶ Saujot, M., et al., 2018, Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable, IDDRI Study, n°2, 48 pages

coût de l'ensemble des composantes de la technologie autonome représente un surcoût estimé entre 65 000€ et 80 000€ (cf. Figure 13). La composante la plus coûteuse de ces systèmes est le capteur LIDAR, qui coûte au moins plus de 50% des équipements du système d'automatisation de la conduite.

Pour des véhicules automatisés à des niveaux inférieurs, notamment les *Tesla* de niveau d'automatisation 3 n'utilisant pas de LIDAR, le surcoût de la délégation de conduite est estimé à environ 8 000€⁶⁷.

	2020	2030	2050
Coût technologie autonome de niveau 5	Entre 65 000€ et 80 000€	Entre 8 000€ et 12 000€	Entre 3 000€ et 5 000€
Prix moyen voiture électrique neuve (S1 2019) ⁶⁸	34 000€		
Prix estimé d'un véhicule autonome électrique de niveau 5	Entre 99 000€ et 114 000€	Entre 42 000€ et 46 000€	Entre 37 000€ et 39 000€

Tableau 2.1 - Estimation du prix d'un véhicule autonome et connecté de niveau d'automatisation 5⁶⁹

S'il était actuellement commercialisé, le prix d'un véhicule autonome et connecté serait actuellement estimé à environ 100 000€ (cf. tableau 2.1). La volonté de l'ensemble des acteurs, institutionnels et gouvernementaux notamment, de commercialiser ces derniers d'ici 2022 pourrait être envisageable, mais le coût actuel de la technologie autonome risque de réduire considérablement le nombre de potentiels acheteurs. Seuls les ménages très aisés auront la possibilité d'acquérir un véhicule à délégation de conduite.

Cependant, le prix d'un véhicule électrique, autonome et connecté devrait progressivement diminuer, particulièrement en ce qui concerne le coût des composantes de l'intelligence embarquée. Les capteurs LIDARs, actuellement extrêmement chers, devraient devenir bien plus abordables, et ainsi rendre plus facile l'accès à ce type de véhicule. Si les estimations avancées ici sont avérées, une certaine part de la population française et mondiale, ne pourra acheter un véhicule autonome et connecté du fait du prix tout de même plus élevé que le prix actuel d'achat moyen d'un véhicule neuf, estimé à environ 26 000€ en 2018⁷⁰.

⁶⁷ Brimont, L. et al., 2016, Les nouveaux acteurs de la mobilité collaborative : des promesses aux enjeux pour les pouvoirs publics, IDDRI Study n°2, 40 pages

⁶⁸ Le prix moyen d'une voiture électrique en Europe est d'environ 34 000€ au premier semestre 2019 en Europe selon JATO, le spécialiste des analyses des tendances du marché automobile.

Electric cars cost double the price of other cars on the market today, Munoz, F., 2019, Jato

⁶⁹ Saujot, M., et al., 2018, Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable, IDDRI Study, n°2, 48 pages

⁷⁰ La voiture moyenne neuve en France 2018 en chiffres, La Rédaction, 2019, Pro L'argus

L'insuffisance de l'autonomie des batteries

Le véhicule autonome et connecté sera très vraisemblablement électrique lors de sa commercialisation. Actuellement, les véhicules électriques ne représentent que 305 000 unités sur le total des 52 millions de voitures immatriculées en France, soit 0,6% du parc automobile français⁷¹. L'un des facteurs du faible taux de vente de voitures électriques en France et dans le monde, est le manque d'autonomie des batteries (Zanellato et Gombault, 2019). Ici, l'*autonomie* correspond au nombre de kilomètres que le conducteur peut parcourir sans devoir recharger la batterie de son véhicule. Actuellement, les batteries de ce type de véhicule ont une autonomie réelle d'environ 400 kilomètres. Celle-ci est largement suffisante pour de courts trajets quotidiens, mais devient problématique lorsqu'il est question de longs déplacements. Par ailleurs, le coût de cette dernière représente en 2019 un tiers du coût total d'un véhicule électrique.

Outre les enjeux liés au recyclage des composantes des batteries, les constructeurs automobiles vont devoir fournir des efforts quant à l'autonomie des batteries des véhicules autonomes et connectés, notamment parce que la batterie devra être encore plus performante, puisqu'elle aura également comme fonction d'alimenter en électricité les différentes composantes du système de conduite autonome (capteurs, radars, caméras, ordinateur, etc.). Ainsi, si les acteurs de la mobilité électrique souhaitent respecter les engagements de décarbonation rapide des mobilités, l'autonomie des batteries des véhicules électriques devra être significativement améliorée.

La communication entre les différents modèles et systèmes d'intelligence embarquée

Du fait de la multiplicité des constructeurs automobiles positionnés dans la production de véhicules autonomes et connectés, la question de la communication entre les modèles et les différents systèmes embarqués se pose. Dans une logique de concurrence, les constructeurs automobiles souhaitent développer et commercialiser en premier la technologie autonome. Pour arriver à cela, nous l'avons évoqué précédemment, ces derniers investissent des sommes importantes afin de racheter des startups qui développent les systèmes intelligents. Il semble que presque aucun véhicule autonome et connecté circulant dans le futur n'aura exactement la même intelligence embarquée. Ainsi, un enjeu important reste à traiter : comment la cohabitation et la communication entre des véhicules de marques, de composantes et de systèmes embarqués différents se feront-elles, avec le paradoxe entre la concurrence acharnée et l'uniformisation des technologies selon leur fiabilité ?

Cette question se pose évidemment dans un contexte où le déploiement des véhicules à délégation de conduite a eu lieu et où ils composent une certaine part du parc automobile. Or, avant que le véhicule autonome et connecté n'ait totalement remplacé les véhicules standards actuels, une phase de transition devra s'opérer, voyant les deux types de véhicules coexister sur le réseau routier.

⁷¹ Baromètre mensuel : la France passe le cap des 300 000 véhicules électrifiés en circulation, AVERE France, 2020, AVERE

La transition entre les véhicules automatisés et non automatisés

Le déploiement du véhicule autonome et connecté au niveau d'automatisation maximal devrait avoir lieu d'ici quelques années. Cependant, entre le moment où les premiers entreront en circulation, et le moment où ils auront complètement remplacé les véhicules actuels peu automatisés, un certain temps s'écoulera, estimé à minima à une vingtaine d'années⁷². Au cours de cette transition entre véhicules plus ou moins automatisés, comment cette phase d'évolution de la conduite opérera-t-elle ?

Les différents types de véhicules devront se partager les infrastructures routières. L'enjeu d'adaptation du réseau routier est soulevé, puisque la cohabitation entre les voitures pourrait s'avérer complexe. Les routes aptes à accueillir des véhicules à délégation de conduite seront progressivement équipées, ce qui implique que certaines portions ne seront pas équipées avant très longtemps, ce qui rend ainsi l'accès au niveau d'automatisation 5 difficile. Il sera fréquent pour un conducteur de véhicule autonome et connecté qu'il ait l'obligation de reprendre les commandes du fait de l'impossibilité pour la machine de circuler sur certains tronçons.

Les questions sur les occupations au sein du véhicule deviennent ainsi centrales, puisque la personne présente à bord devra être sans cesse prête à reprendre le contrôle. Le confort et la possibilité de faire autre chose dans l'habitacle qu'offre l'automatisation maximale de la conduite pourraient desservir la sécurité proposée par la technologie.

De ce fait, la question de la responsabilité en cas d'accident se repose. Celle-ci devrait être assez complexe à définir dans une situation où un véhicule automatisé et un véhicule non automatisé sont impliqués dans l'accident. Afin d'assurer une sécurité maximale aux usagers de véhicules autonomes et connectés, les scientifiques et les acteurs du territoire réfléchissent à repenser l'aménagement du réseau routier. En effet, une solution à la cohabitation des différents types de véhicules a été identifiée : la création d'une voie dédiée à la circulation des véhicules autonomes et connectés à haut niveau d'automatisation⁷³. Cela permettrait à ces derniers d'avoir leurs propres voies de circulation, sans avoir à se soucier constamment des véhicules pilotés par un conducteur humain.

Le changement de stratégie des assurances

Le secteur des assurances devrait être fortement impacté par l'automatisation de la conduite. Les difficultés que devrait rencontrer ce secteur sont principalement liées à la nette diminution du nombre d'accidents que promet le déploiement de la technologie autonome. Le chiffre d'affaires des compagnies d'assurances devrait être impacté de manière significative du fait de l'amélioration de la sécurité routière. Le fait que les notions de conducteur et de responsabilité en cas d'accident soient modifiées pourrait encore plus enfoncer le secteur de l'assurance automobile. Ce marché représente

⁷² Paul-Dubois-Taine, O., et al., 2016, Véhicule autonome : accompagner la transition, IESF-VEDECOM, Cahier IESF, n°23, 24 pages

⁷³ IFSTTAR, 2017, Regards croisés sur le véhicule autonome, Dossier thématique, n°8, 17 pages

plus de 22 milliards d’euros en France en 2018⁷⁴, mais pourrait à terme perdre 60% de sa valeur du fait de la diminution de la part liée au risque d’accident corporel au sein des primes.

Toutefois, le secteur de l’assurance pourrait changer de stratégie et compenser cette baisse de chiffre d’affaires grâce à l’augmentation de nouveaux risques. Le risque d’accident sera tout de même toujours présent, malgré sa réduction, mais aussi les risques de vol, d’incivilité, d’incendie ou encore de piratage. La part majoritaire d’électronique au sein des composantes du véhicule autonome et connecté représentera probablement le futur marché de l’assurance automobile. Le secteur de l’assurance risque donc d’être impacté par le déploiement du véhicule autonome et connecté, mais ne devrait pas être le seul à subir de manière négative l’automatisation de la conduite.

La montée en qualification des emplois liés aux transports et à l’automobile

« L’Intelligence Artificielle (IA) n’est pas une technologie autonome, capable de penser par elle-même et de faire preuve d’imagination et de créativité » (Benhamou, 2018). Or, lorsqu’elle est programmée par l’humain, elle sert à le remplacer dans de nombreuses tâches. La difficulté rencontrée quant à l’intelligence artificielle des véhicules autonomes et connectés repose sur le fait que les constructeurs tentent de développer des systèmes qui sont les plus complets possible et qui pourront apprendre de leurs erreurs : on parle de « *machine learning* », et plus récemment de « *deep learning* »⁷⁵.

Lorsque l’intelligence artificielle aura remplacé la présence humaine d’un conducteur au sein d’un véhicule, un nombre important d’emplois pourraient être supprimés. Ce sera premièrement le cas pour l’ensemble des métiers qui nécessitent la présence d’un conducteur : les chauffeurs routiers, les chauffeurs de taxis, de VTC, de transports en commun, etc.

D’autres emplois sont également menacés du fait de l’automatisation de la conduite. Par exemple, les agents de circulation n’auront théoriquement plus à s’occuper du trafic puisque les systèmes embarqués s’en chargeront seuls. Par ailleurs, les emplois au sein des auto-écoles sont plus que menacés. Comme évoqué précédemment, si la formation et le diplôme du permis de conduire viennent, à terme, à être supprimés, les moniteurs d’auto-écoles n’auraient plus aucune activité à exercer. C’est pourquoi l’état français a d’ores et déjà commencé à réfléchir aux questions d’emplois liées au déploiement des véhicules autonomes et connectés.

L’automatisation des véhicules sera progressive, laissant un certain temps aux actifs concernés d’anticiper ce changement afin d’être en mesure d’obtenir un autre emploi. La suppression de ces métiers constituera une montée en qualification des emplois⁷⁶. En effet, les emplois supprimés seront créés ou transférés dans les secteurs technologiques, notamment ceux indispensables au bon fonctionnement des infrastructures et des véhicules en eux-mêmes. Parmi les secteurs susceptibles de

⁷⁴ Assurance automobile : tous les chiffres de 2018, Crocco, F., 2019, Décision Atelier

⁷⁵ Agence Aquitaine du Numérique, 2017, Le véhicule autonome en milieu urbain : Définition, enjeux et perspectives, Dossier de Veille, décembre 2017, 20 pages

⁷⁶ Institut d’Aménagement et d’Urbanisme d’Île-de-France, 2019, Expérimentation et déploiement du véhicule autonome et Île-de-France : Le rôle facilitateur des pouvoirs publics, 100 pages

pallier la suppression de certains emplois, on retrouve l'IA, la 5G, le Big Data, l'entretien des capteurs, des caméras, des radars, etc. La transition sera lente et les impacts sur l'emploi apparaîtront lentement, mais elle doit être pensée et anticipée dès aujourd'hui par les autorités publiques qui vont devoir réfléchir notamment à propos de la formation dans les domaines ciblés.

2.5.3. Les enjeux liés aux différents usages du véhicule autonome et connecté

Les enjeux développés précédemment semblent être des points sur lesquels les sociétés devront impérativement travailler, afin de ne pas subir de manière négative le déploiement global des technologies de délégation de conduite à haut niveau d'automatisation, mais plutôt l'anticiper. Cependant, certains enjeux seront plus ou moins importants à traiter en fonction de la manière dont les populations font usage du véhicule autonome et connecté. On parle en particulier ici d'un usage plutôt individuel ou partagé.

Les enjeux liés à la pratique individuelle du véhicule autonome et connecté

Le principal avantage du véhicule autonome et connecté à haut niveau d'automatisation est qu'il permet au passager d'être assis dans l'habitacle, sans avoir à se soucier de quelque information liée à la circulation. Le passager pourrait de ce fait concentrer son attention sur d'autres tâches ou activités. Par exemple, une personne se rendant à son bureau peut dédier son temps au traitement de ses emails, afin d'optimiser le temps de transport. La très nette amélioration du confort qu'offre le véhicule à délégation de conduite est le facteur majeur à l'origine de divers enjeux liés à un usage individuel du véhicule autonome et connecté.

Le risque de renforcement de l'autosolisme

L'usage individuel des véhicules est un enjeu qui préoccupe la majorité des acteurs des transports et des mobilités. Cette pratique est ancrée dans les habitudes de mobilité des populations françaises, particulièrement en Région PACA. Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) a fait de la réduction de l'autosolisme un enjeu primordial à traiter. Ce document prescriptif impose qu'à l'horizon 2030, un report des modes de transport par véhicules individuels motorisés soit fait en faveur des modes collectifs et durables à hauteur de 15%⁷⁷.

Le déploiement des véhicules autonomes et connectés pourrait contribuer à cet objectif grâce à l'usage de batteries électriques, les rendant plus durables. En contrepartie, la technologie autonome risque de renforcer l'usage individuel des voitures autonomes et connectées. En effet, le confort maximal offert par ce type de véhicule, combiné au fait qu'il permette à une personne d'aller n'importe où (selon l'autonomie de la batterie), n'importe quand, sans aucun effort à faire, permet d'envisager un risque d'usage individuel massif du véhicule à délégation de conduite, sous réserve que les individus puissent s'en procurer un. La mobilité autonome individuelle présente un risque du fait des gains de

⁷⁷ Préfet de la Région PACA, 2017, Dire de l'État sur le SRADDET, Région PACA, 46 pages

temps, ou du moins de la mise à profit du temps passé dans véhicule qui pourrait renforcer son usage au détriment des transports collectifs (Khan et al., 2018).

L'augmentation de l'étalement urbain

Le phénomène d'étalement urbain a été largement accru du fait de la démocratisation de l'automobile (Guézéré, 2013). Les mobilités des Français sont de plus en plus dépendantes de l'automobile, avec trois constats : le taux de motorisation des ménages augmente, la part modale de la voiture augmente également, le taux de remplissage des véhicules diminue (Aguilera et Rallet, 2016). L'usage individuel de la voiture a permis à une grande part des ménages de s'installer dans les couronnes périphériques des centres urbains, qui polarisent notamment les emplois et les services. Ces zones périphériques offrent un cadre et des conditions de vie auxquels les populations aspirent, ainsi qu'une possibilité accrue de construire des maisons individuelles ayant un jardin.

Dans ce contexte, l'un des principaux risques au développement du véhicule autonome et connecté est qu'il favorise encore plus le phénomène d'étalement urbain (Khan et al., 2018 ; Zanellato et Gombault, 2019). En effet, le confort apporté par les véhicules autonomes et connectés lors d'un trajet devrait entraîner une diminution de la valeur du temps par les populations qui seraient moins sensibles au temps passé au sein de la voiture. De ce fait, ces personnes seraient plus facilement tentées de passer plus de temps à commuter par exemple, et ainsi favoriser le fait qu'ils se domicilient de plus en plus loin des lieux qu'ils fréquentent quotidiennement, en particulier leur lieu de travail. On aurait dans ce cas un fort risque de renforcement de l'étalement urbain, puisque les temps et les distances parcourues seraient bien moins considérées lors des déplacements quotidiens.

Le faible gain de décongestion des tronçons routiers les plus fréquentés

Le déploiement des véhicules à délégation de conduite a comme objectif de fluidifier le trafic routier, puisqu'ils communiquent entre eux et peuvent théoriquement calculer les itinéraires les plus rapides et les moins congestionnés en fonction des informations qu'ils reçoivent. Toutefois, si le nombre de véhicules autonomes et connectés en circulation reste élevé du fait de son usage majoritairement individuel et que les distances de trajet augmentent, il y a un certain risque que la congestion du réseau routier reste élevée. Malgré la faible fluidification du trafic que la technologie autonome devrait apporter, si les deux enjeux cités précédemment suivent cette tendance (renforcement de l'autosolisme et de l'étalement urbain), les véhicules autonomes et connectés seraient plutôt perçus comme ayant des effets négatifs. Ainsi, le trafic aux heures de pointe resterait difficile sur les portions les plus fréquentées du réseau routier.

Par ailleurs, le risque d'augmentation de la congestion du réseau routier pourrait provenir du fait que les véhicules autonomes et connectés circulent sans personne à l'intérieur. Une étude, réalisée à l'Université de Californie, a consisté en la modélisation du trafic des véhicules autonomes (Millard-Ball, 2019). Les coûts de stationnement et de circulation ont été comparés et ont permis d'identifier un risque de congestion lié aux économies qu'entraîne la circulation « à vide » de ce type de véhicule,

plutôt que son stationnement. L'étude démontre qu'il reviendrait moins cher à un propriétaire de véhicule automatisé de le faire circuler sans personne à l'intérieur, par rapport au coût de stationnement dans un parking. Dans ce cas, la totalité des véhicules serait en circulation constante, qu'ils soient occupés ou non, ce qui devrait logiquement saturer une certaine part du réseau routier, particulièrement en milieu urbain.

Afin de ne pas favoriser le renforcement des trois enjeux liés à un usage individuel du véhicule autonome et connecté, les autorités publiques et plus globalement les acteurs des transports et des mobilités envisagent le véhicule à délégation de conduite comme un transport partagé, qui pourrait justement lutter contre les impacts négatifs liés à ces trois enjeux.

Les enjeux liés à la pratique partagée du véhicule autonome et connecté

Le partage de la mobilité autonome est considéré comme une solution aux problèmes actuels liés à la mobilité : l'autosolisme, l'augmentation de la distance et du temps de transport, ou encore les embouteillages répétés sur certaines portions du réseau routier. Le véhicule particulier, autonome, connecté et partagé apparaît comme le point de convergence entre les différents services de mobilités partagées qui s'intensifient progressivement (le covoiturage, l'autopartage, les VTC), et le déploiement de la technologie d'automatisation de la conduite.

Si chaque voiture actuellement en circulation est remplacée par un véhicule à délégation de conduite, et que les pratiques de mobilité restent en l'état, la collectivité ne verra aucun avantage à la « massification du véhicule autonome »⁷⁸. C'est pourquoi les autorités publiques ont un rôle important à jouer concernant le déploiement et la régulation de cette technologie. L'objectif est de favoriser à tout prix la mobilité autonome partagée.

Depuis la fin de l'année 2018, *Waymo*, la filiale de Google, expérimente un service de robots-taxis, soit un service de véhicules autonomes partagés, sur le territoire périphérique de la ville américaine de Phoenix en Arizona. Le partage des véhicules autonomes et connectés aurait plusieurs avantages notables, dont principalement l'amélioration des conditions de circulation.

L'amélioration des conditions de circulation

Le fait que les populations d'un territoire se partagent les véhicules autonomes et connectés entraînerait de manière logique une réduction du nombre de véhicules en circulation. En effet, plusieurs études montrent qu'un véhicule autonome et connecté qui circule toute une journée en opérant en tant que service partagé pourrait nettement réduire le nombre de véhicules en circulation simultanée. Le calcul conséquent d'une éventuelle réduction des émissions de polluants atmosphérique reste cependant délicat à appréhender, car cela dépend de l'impact énergétique et du taux d'occupation du véhicule.

⁷⁸ Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France, 2019, Expérimentation et déploiement du véhicule autonome et Île-de-France : Le rôle facilitateur des pouvoirs publics, 100 pages

Une étude de 2015 et effectuée à l'Université du Texas montre que, sur un échantillon de 100 000 déplacements quotidiens choisis au hasard sur les 4,5 millions de trajets de la région de la ville d'Austin, il faudrait en moyenne 1 977 véhicules autonomes et connectés pour permettre à tous ces déplacements d'être effectués (Fagnant et al., 2015). Cette étude montre qu'en 24 heures, chacun des 1 977 véhicules remplacerait plus de 9 voitures particulières standards⁷⁹, pour une desserte d'environ 28 trajets par jour, le tout, avec un temps d'attente inférieur à 2 minutes par personne.

Une autre étude américaine, cette fois en 2014 et provenant du Massachusetts Institute of Technology (MIT) montre qu'un service de véhicules autonomes partagés pourrait fortement contribuer à la réduction du nombre de voitures qui circulent (Spieser et al., 2014). Celle-ci est cependant moins optimiste que la précédente, notamment du fait qu'elle prend en compte la différence entre les heures de pointe où plus de véhicules circulent et le reste de la journée, théoriquement plus calme en termes de circulation. Il est démontré au sein de cette étude qu'une flotte de 300 000 véhicules autonomes et connectés pourrait remplacer les 800 000 voitures qui composent le parc automobile de Singapour. Le taux de remplacement serait alors de 2,7, avec une disponibilité de 95% des véhicules en moyenne, et d'environ 72% aux heures de pointe, avec un temps d'attente maximal de 15 minutes lors de ces plages horaires.

Cette réduction du nombre de véhicules en circulation pourrait permettre d'améliorer de manière significative les conditions de circulation. Les véhicules à délégation de conduite pourraient normalement fluidifier le trafic, peu importe son usage, mais lorsque celui-ci est partagé, les enjeux de congestion du réseau routier devraient être résolus, même aux heures où la majorité de la population commute.

La possibilité de gain d'espace public

La pratique partagée de la mobilité autonome dans le cadre d'un service nécessitera que les véhicules soient en perpétuelle circulation, du moins la journée, permettant de recharger leur batterie la nuit. Le fait qu'ils ne cessent d'être sur la route devrait engendrer la forte diminution des besoins en places de stationnement. En effet, les espaces dédiés au stationnement deviendraient soit que très peu utilisés par les personnes qui souhaitent utiliser de manière individuelle leur véhicule, soit complètement inutiles. De ce fait, la majorité des parkings installés en milieu urbain n'auraient plus vraiment d'utilité, ce qui permettrait aux collectivités de transformer ces espaces à leur guise. Ils pourraient devenir des espaces verts ou des espaces qui facilitent les modes actifs (piste cyclable, voie piétonne).

⁷⁹ Il est considéré que, sur ce territoire, chaque personne effectue en moyenne 3,02 trajets.

La suppression d'une grande part des infrastructures de stationnement permettrait un gain d'espace, mais serait néfaste pour les sociétés qui les exploitent. En 2010, ce secteur représentait plus de 14 000 emplois directs, et 3 500 emplois semi-directs (industriels, prestataires et sous-traitants)⁸⁰. Avec plus de 3 millions de places de stationnement en milieu urbain, le secteur représente un chiffre d'affaires estimé à 1,3 milliard d'euros en 2010. Cette diminution des besoins en places de stationnement pourrait donc avoir un effet négatif sur l'économie et les emplois du secteur, mais permettrait un gain d'espace notable.

La mobilité autonome partagée pourra-t-elle permettre à plus de ménages d'en acquérir un ?

L'usage partagé du véhicule autonome et connecté, comme évoqué précédemment, devrait avoir un impact positif important, et pourrait figurer parmi les solutions envisagées aux différents enjeux de mobilité. La pratique partagée de la mobilité autonome pourrait s'articuler de différentes manières, dont deux d'ores et déjà identifiées. D'une part, il serait envisageable de proposer un service public de mobilité autonome partagée. Dans ce cas, les autorités publiques locales mettraient à disposition des véhicules à délégation de conduite pour les populations, afin de proposer un service de transport à ceux qui n'auraient pas les moyens financiers d'en acheter un de manière individuelle.

D'autre part, les véhicules autonomes et connectés pourraient être mis à disposition par les propriétaires ayant les moyens financiers d'en acquérir un, en tant que service de transport privé. En effet, il semble difficile d'envisager un système de transport dans le futur qui, s'il reste centré sur l'usage des véhicules motorisés, nécessite un important investissement des collectivités en termes d'achat de véhicules autonomes et connectés. De ce fait, il peut être envisagé que les propriétaires privés de véhicules automatisés les mettent à disposition lorsqu'ils n'en ont pas l'utilité pour transporter les populations. En contrepartie, les personnes transportées paieraient la course, l'argent de celle-ci revenant au propriétaire du véhicule. Le coût de la course serait défini par le taux d'occupation du véhicule (cf. Figure 2.13). Cette possibilité d'usage partagé pourrait potentiellement avoir recours à une plateforme, qui assurerait ses revenus en récupérant un pourcentage de chaque course.

Cette seconde possibilité envisagée quant à l'usage partagé du véhicule autonome et connecté serait bénéfique à court terme, mais présenterait un risque majeur à long terme. La rémunération liée au transport des personnes risquerait d'inciter indirectement les populations à acheter un véhicule à délégation de conduite. En effet, l'argent récolté par un propriétaire de véhicule pourrait être un argument important à l'achat de cette technologie. Les populations, ayant ou non les moyens d'acquérir un véhicule autonome et connecté, seraient incitées à en acheter un, en réduisant la barrière financière que représente l'achat de ce type de bien par l'argent récolté grâce aux courses effectuées.

⁸⁰ Le stationnement en quelques chiffres, Fédération Nationale des Métiers du Stationnement, 2019, FNMS

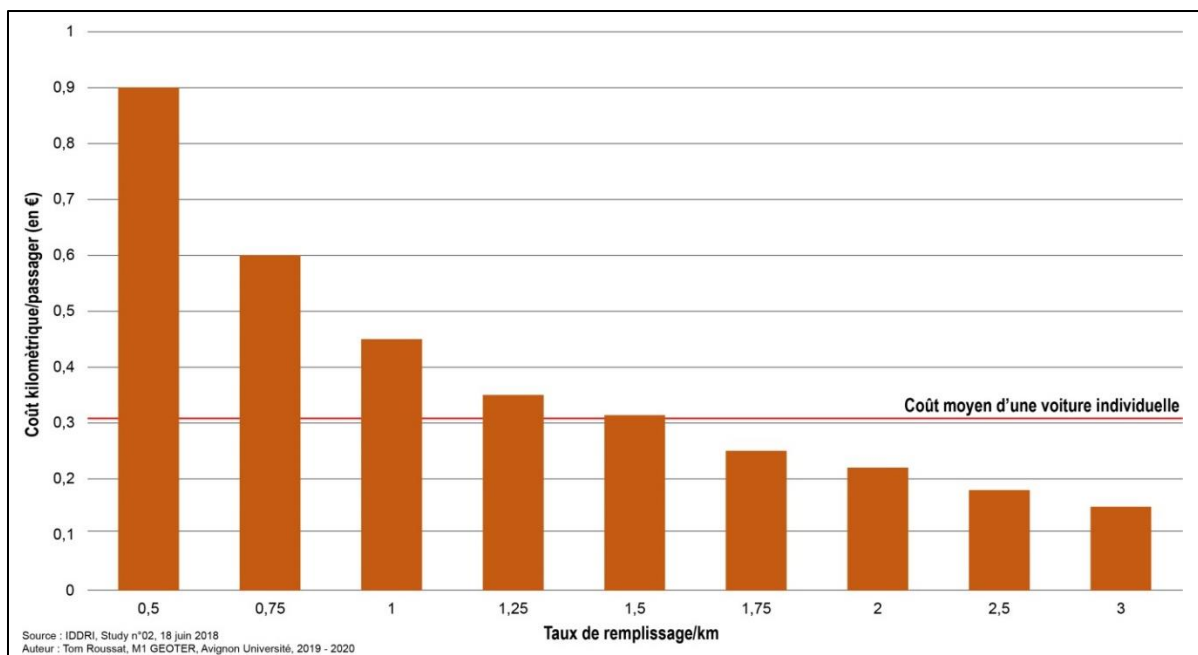


Figure 2.13 - Coût kilométrique d'un trajet en VAC partagé en fonction du taux de remplissage

Le risque serait alors qu'à terme, l'usage partagé du véhicule à délégation de conduite redevienne minime par rapport au partage de la mobilité autonome. Si les populations ont une propension plus importante à en acheter un, en pensant que l'investissement lié à cet achat serait facilement remboursé par les revenus engendrés par les courses, le nombre de véhicules autonomes et connectés redeviendrait trop important à l'échelle d'un territoire. Ainsi, les voitures autonomes circuleraient en masse, sans pour autant que leur taux d'occupation soit important, ce qui favoriserait à nouveau l'usage individuel dans la mobilité.

2.5.4. Enjeux des véhicules autonomes en PACA

L'ensemble des enjeux identifiés précédemment nécessitent d'être étudiés afin de les anticiper. Ainsi, dans le cadre du projet commandité par la Mission Prospective de la Région PACA, nous proposons plusieurs points d'études prospectives qui visent à étudier certains des enjeux engendrés par le déploiement du véhicule à délégation de conduite, notamment des divers usages qui en sont faits. Ces points seront étudiés sur un territoire d'étude dont nous définirons précisément la délimitation, mais tout de même centré sur le territoire d'étude défini par le commanditaire du projet : la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis.

Nous ne traiterons que des véhicules autonomes et connectés de niveau d'automatisation maximal, qui circulent sur des infrastructures adaptées. La réglementation est également adaptée, puisqu'elle définit un régime de responsabilité civile en cas d'accident. Enfin, l'acceptabilité des populations à l'égard de la délégation de la conduite est totale.

Délimitation de la zone d'étude centrée sur Sophia Antipolis

La Mission Prospective de la Région PACA a défini Sophia Antipolis comme territoire urbain d'étude. L'une des raisons principales à ce choix est que ce territoire polarise fortement la zone en termes d'emplois et donc de flux « domicile – travail » (cf. Figure 2.14). Les flux quotidiens sont majoritairement en provenance de l'Est, particulièrement des communes de Cagnes-sur-Mer, Saint-Laurent-du-Var et Nice. Ces trois communes sont traversées par l'Autoroute A8, ce qui facilite théoriquement l'accès à la technopole Sophia Antipolis.

Cependant, comme évoquée précédemment, l'Autoroute A8 est l'un des principaux tronçons routiers régulièrement congestionné du fait de la circulation trop importante aux heures de pointe, dont la sortie située au niveau d'Antibes permettant d'accéder à la technopole Sophia Antipolis. Les communes à l'Ouest de Sophia Antipolis ne sont pas majoritaires dans les flux entrants, mais sont plus nombreuses que celles de l'Est. Seule la commune de Grasse représente un nombre assez important de flux quotidiens.

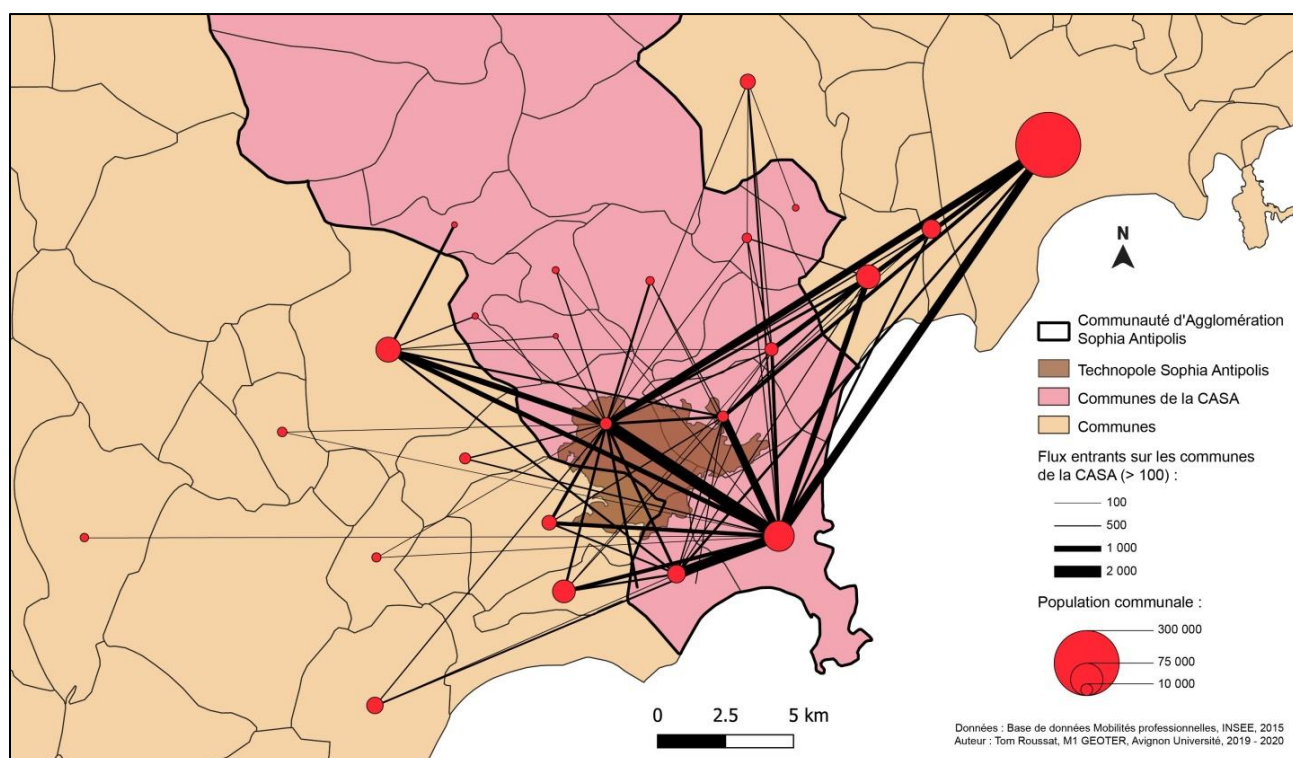


Figure 2.14 - Flux « domicile – travail » supérieurs à 100 entrants sur les communes de la CASA

Pour ce qui concerne le véhicule autonome et connecté sur ce territoire, nous ne pouvons étudier que les communes de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, d'autant plus que celles situées au Nord ont moins de 100 résidents qui viennent travailler au sein de la technopole. Ces communes ne soulèvent de ce fait que peu d'enjeux liés aux mobilités du territoire. Nous allons donc délimiter la

zone d'étude de la manière suivante : la sélection de l'ensemble des communes dont les flux « domicile – travail » entrants sont supérieurs à 100⁸¹, avec l'ajout de certaines communes entretenant les flux les plus importants avec les communes de Sophia-Antipolis. Finalement, nous avons une délimitation élargie du territoire d'étude composé de 30 communes, dont 13 appartenant à la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis (cf. Figure 2.15).

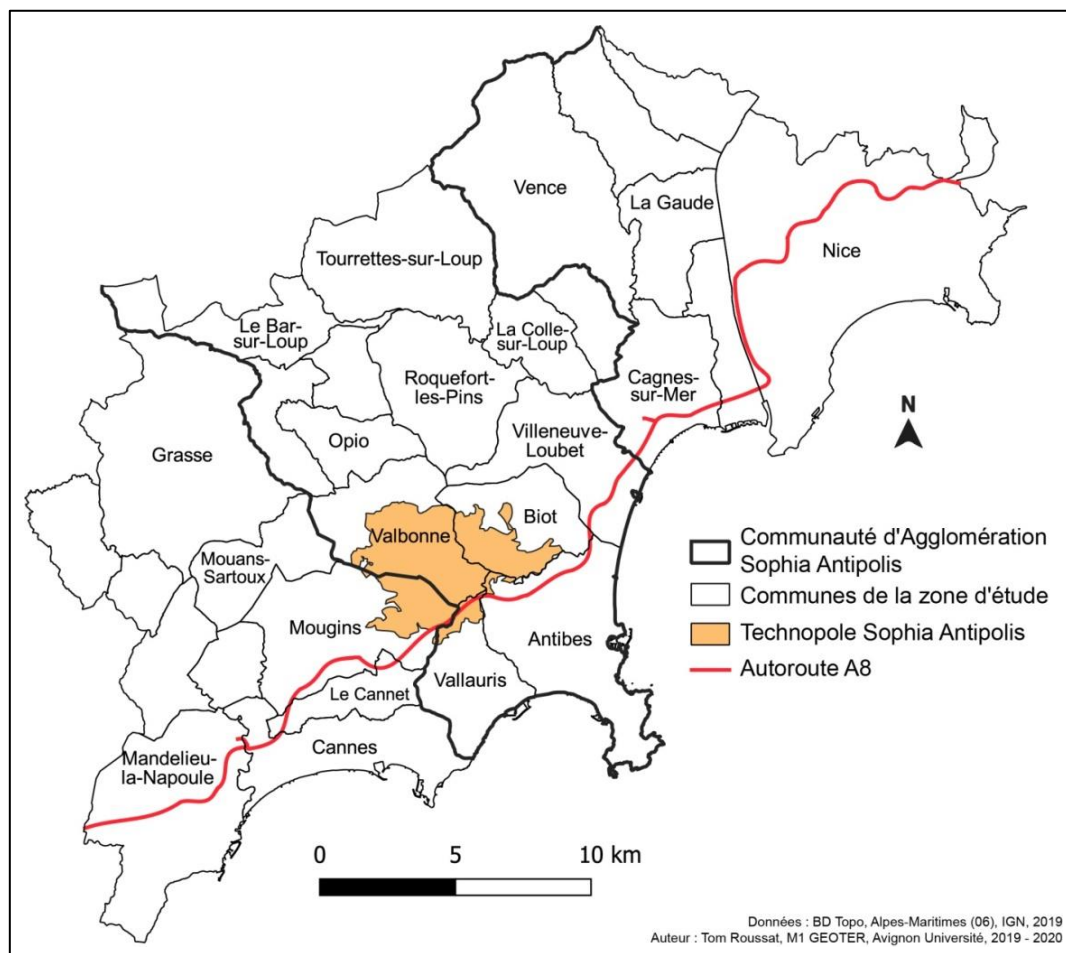


Figure 2.15 - Délimitation de la zone d'étude centrée sur le Sud de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis

Qui peut acheter un véhicule autonome et connecté particulier ?

Le premier point que nous allons étudier vise à évaluer le potentiel d'achat d'un véhicule autonome et connecté des populations et des ménages de la zone d'étude. En effet, l'usage individuel de la voiture particulière est majoritaire, notamment à Sophia Antipolis, et ne devrait pas disparaître dès l'apparition des véhicules autonomes et connectés. De ce fait, nous allons définir qui a les moyens financiers d'acheter un véhicule à délégation de conduite de manière personnelle. Le véhicule

⁸¹ La commune la plus à l'Ouest, Montauroux n'a pas été sélectionnée dans la zone d'étude du fait de son isolement par rapport aux autres communes.

autonome et connecté représente un certain coût à l'achat, qui ne devrait pas être accessible pour tous les niveaux de revenus. Ainsi, l'objectif est d'obtenir une estimation du nombre de ménages ayant des revenus annuels suffisants pour acquérir un véhicule automatisé de niveau 5, et de traduire ce nombre en un nombre potentiel de véhicules autonomes et connectés particuliers en circulation sur la zone d'étude.

Dans le cadre de ce point, en fonction des revenus actuels des populations et du taux d'équipement de ces mêmes populations en voitures, quel pourrait être le taux de véhicules automatisés dans le parc de la zone étudiée, et combien y aurait-il de personnes pour un seul véhicule ? Ce point de l'étude traite principalement de deux enjeux : le prix d'achat d'un véhicule autonome et connecté et l'usage individuel de la mobilité autonome.

Hypothèses

La zone d'étude est centrée sur une technopole qui est à l'origine de nombreux flux « domicile – travail » en provenance de communes périphériques qui provoquent plusieurs points de congestion du réseau routier. Ces derniers sont de ce fait majoritairement provoqués par les actifs qui commutent aux heures de pointe. C'est pourquoi sur ce point, nous nous focaliserons sur l'étude du potentiel d'achat d'un véhicule autonome et connecté uniquement pour les populations qui composent les catégories socioprofessionnelles (CSP) actives. On exclut de ce fait les catégories « Retraités » et « Autres inactifs » puisqu'elles ne participent pas de manière régulière aux flux « domicile – travail ». Par ailleurs, la CSP « Agriculteurs exploitants » n'est pas considérée ici pour deux raisons : d'une part, car leur salaire net horaire moyen n'est pas disponible au sein de la base de données utilisée⁸², d'autre part, car ils sont minoritaires dans les flux « domicile – travail » entrants à Sophia Antipolis. Enfin, les CSP « Cadres et professions intellectuelles supérieures » et « Artisans, commerçants, chefs d'entreprises » ont été fusionnées du fait de leur regroupement dans l'ensemble des données INSEE liées au revenu net par CSP.

Les calculs effectués sur ce point se font principalement selon la catégorie socioprofessionnelle de la personne de référence du ménage. En effet, les données disponibles en libre téléchargement ne permettent pas d'obtenir la composition exacte des ménages en fonction de la CSP de chacun des membres de chaque ménage. Par ailleurs, la structure de dépense des ménages est calculée en fonction de la CSP de la personne de référence du ménage. Nous avançons donc l'hypothèse que les ménages dont les revenus de la personne de référence permettent d'acheter un véhicule à délégation de conduite le font effectivement. Cela peut se justifier par le fait que les populations aux plus forts revenus sont attirées par le confort d'une voiture autonome, ce qui leur permettra d'optimiser leur temps de transport.

⁸² Base de données « Salaire net horaire moyen selon la catégorie socioprofessionnelle, le sexe et l'âge », 2014, INSEE

Afin de réaliser le calcul théorique du budget annuel moyen d'achat d'un véhicule électrique neuf par ménage, en l'occurrence ici un véhicule autonome et connecté, nous utilisons deux bases de données issues de l'INSEE :

1. Salaire net horaire moyen selon la catégorie socioprofessionnelle, le sexe et l'âge, INSEE, 2014 ;
2. Structure des dépenses des ménages selon la catégorie socioprofessionnelle de la personne de référence, Enquête Budget Famille, INSEE, 2011.

Pour chaque catégorie socioprofessionnelle dans chacune des communes de la zone d'étude, le salaire net horaire moyen est converti en salaire net annuel moyen⁸³, qui est multiplié par la part moyenne du revenu annuel dédié à l'achat de véhicules. Afin d'être plus précis lors de cette étape, nous devons prendre en compte les gains économiques annuels liés à l'usage d'un véhicule électrique plutôt que thermique (cf. Figure 2.16). En moyenne, pour une distance annuelle de 14 000 kilomètres, le coût à l'année de la recharge électrique d'un véhicule est de moins de 300€, tandis que le coût annuel lié à l'essence représente environ 1 200€⁸⁴. Ainsi, une économie annuelle de 900€ à 1 000€ serait faite pour chaque véhicule électrique. Nous avançons que ces gains sont pris en compte dans le budget d'achat d'un véhicule, c'est pourquoi le budget annuel de chaque ménage a été gonflé de 900€.

$$\text{Budget annuel moyen d'achat d'un véhicule neuf par ménage} = \left(\text{Revenu annuel net moyen par CSP par commune} \times \text{Part moyenne du revenu annuel dédié à l'achat de véhicules} \right) + \text{Gains annuels liés à l'usage d'un véhicule électrique}$$

Figure 2.16 - Détail du calcul du budget annuel moyen d'achat d'un véhicule électrique neuf par ménage

Ensuite, le budget annuel moyen d'achat d'un véhicule électrique neuf par CSP de chaque commune est comparé au prix d'un véhicule autonome et connecté divisé par 5 ou 7 ans, soit le nombre respectif d'années moyen et maximal pour un crédit d'achat de véhicule neuf en France.

Justement, en ce qui concerne le prix d'un véhicule automatisé de niveau 5, nous avons pris en compte les estimations de l'IDDRI quant au potentiel prix d'un véhicule à délégation de conduite (cf. Figure 2.13). Ces estimations sont faites à deux temporalités différentes : 2030 et 2050, avec un prix qui devrait diminuer au fil du temps (tableau 2.2). De ce fait, nous avons retenu un prix pour chaque horizon fixé⁸⁵, ainsi qu'un troisième prix qui relève d'une hypothèse qui verrait encore diminuer le prix de ce type de technologie après 2050. L'étude de ces trois prix doit permettre d'observer l'importance

⁸³ Nous avons calculé le revenu annuel net moyen grâce à la formule : **Revenu net horaire x 35 x (52/12) x 12**.

⁸⁴ Réseau de Transport d'Électricité, 2019, Enjeux du développement de l'électromobilité pour le système électrique, RTE, 82 pages

⁸⁵ Les prix aux horizons 2030 et 2050 sont la moyenne des estimations de prix avancées par l'IDDRI.

de l'augmentation du nombre de ménages qui pourront potentiellement acheter une voiture autonome, électrique et neuve.

	2030	2050	Hypothèse (après 2050)
Prix retenu	44 000€	38 000€	35 000€

Tableau 2.2 - Prix retenus d'un véhicule autonome et connecté à divers horizons

Lorsque le budget annuel moyen d'achat d'un véhicule par ménage et le coût annuel d'achat d'un véhicule autonome et connecté sont comparés, le nombre de ménages des catégories socioprofessionnelles des communes ayant un budget supérieur au coût annuel d'achat est exporté dans une table à part⁸⁶. Cette dernière est composée du code INSEE des communes concernées, du libellé de la (ou des) CSP concerné(es), ainsi que le nombre de ménages correspondant et la valeur de leur budget estimé.

Les résultats présentés et analysés résultent d'une part, en un rapport entre le nombre théorique de véhicules autonomes et connectés par commune et la population communale, afin de déterminer le taux potentiel d'équipement en véhicule automatisé par personne. D'autre part, il s'agit d'établir un rapport entre le nombre calculé de véhicules à délégation de conduite et le nombre global de voitures⁸⁷, dans le but de définir le possible pourcentage de voitures autonomes dans le parc automobile de chaque commune. Ces résultats vont servir de base pour les étapes suivantes.

Aux vues des prix estimés d'un véhicule autonome et connecté, il semble clair qu'une certaine part de la population du territoire d'étude ne pourra pas acquérir ce bien. Dans ce contexte, si l'on se positionne dans un système où les véhicules thermiques non-automatisés ne circulent plus, et dans lequel les populations doivent tant bien que mal être transportées, notamment de leur lieu de résidence à leur lieu de travail, on peut penser à un système de voitures autonomes privées et partagées.

L'usage partagé du véhicule autonome et connecté en tant que service privé à Sophia Antipolis

L'objectif du projet est d'étudier les modes de transports sélectionnés, dont le véhicule autonome et connecté, en tant que transport flexible et surtout partagé. Par ailleurs, le véhicule à délégation de conduite est envisagé comme possible accélérateur du partage dans la mobilité et donc de réduction du phénomène d'autosolisme. C'est pourquoi nous allons ici nous pencher sur les populations n'ayant pas la possibilité financière d'acheter de véhicule autonome et connecté privé.

⁸⁶ Le nombre de ménages par CSP par commune est récupéré au sein de la base de données : Population – Couples – Familles – Ménages France, INSEE, 2014.

⁸⁷ Le nombre de voitures par commune est calculé grâce à la base de données issue du site Data.gouv.fr : Équipements des ménages en véhicules par commune, INSEE, 2015

Dans ce cadre, en fonction du revenu des populations, de leur budget dédié au transport et du coût kilométrique d'une course en véhicule autonome et connecté privé, nous cherchons à connaître le coût annuel d'un service privé de véhicule automatisé à Sophia Antipolis. Cette pratique serait-elle plus rentable économiquement que le fait de conserver une voiture thermique individuelle comme c'est le cas actuellement ? Ce point nous permet d'étudier les enjeux de partage de la mobilité autonome, notamment le coût de la mobilité autonome partagée.

Hypothèses

Logiquement, du fait du prix d'achat élevé d'un véhicule autonome et connecté, une certaine part de la population du territoire d'étude ne pourra pas acquérir ce bien à titre privé. Nous allons comparer le coût de la mobilité autonome partagée et le coût d'une voiture thermique actuelle. Le calcul du coût de la mobilité autonome pour les populations sera effectué sous l'hypothèse que les actifs utilisent uniquement ce mode de transport, et qu'ils ne possèdent de ce fait plus de voiture thermique individuelle. On considère également que l'ensemble des voitures automatisées circule sur toute la zone d'étude, sans aucune restriction de distance. Les véhicules utilisés sont ceux chiffrés lors du point précédent, soit ceux théoriquement achetés par les ménages les plus aisés.

Comme pour le scénario précédent, nous n'étudions que les catégories socioprofessionnelles dites « actives », en y soustrayant les « Agriculteurs exploitants », qui sont très faiblement représentés dans les flux « domicile – travail » quotidiens sur la zone d'étude. Les actifs considérés ici sont uniquement ceux qui résident au sein d'une commune de la zone d'étude et qui travaillent au sein de la technopole Sophia Antipolis.

Par ailleurs, le coût d'un service de mobilité autonome et partagé est fixe, calculé dans le cas où l'offre en véhicules autonomes et connectés serait suffisante pour transporter l'ensemble des actifs dans le besoin. En effet, la diminution de l'offre pourrait engendrer une augmentation du temps d'attente et du coût kilométrique par personne d'un trajet, et, en conséquence, un usage peu développé.

Données et méthode de calcul

Afin de définir le coût de la mobilité autonome partagée en tant que service privé sur le territoire étudié, nous allons reprendre et réutiliser les données et résultats du point précédent. Cependant, nous allons considérer ici l'inverse du point précédent, c'est-à-dire les actifs qui ne peuvent acquérir de véhicule autonome et connecté.

Le coût d'une course en voiture automatisée considéré ici se base sur les études de l'IDDRI⁸⁸, qui a calculé le coût kilométrique d'un trajet en « robot-taxi », c'est-à-dire en véhicule à délégation de conduite privé. Ce coût par kilomètre en euros diminue de manière significative, à mesure que le taux d'occupation du véhicule augmente. En fonction du centre de la commune de résidence des actifs de la zone d'étude, nous calculons la distance qu'ils doivent parcourir pour se rendre sur leur lieu de

⁸⁸ Saujot, M., et al., 2018, Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable, IDDRI Study, n°2, 48 pages

travail situé au sein de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis⁸⁹. À partir de cette distance, nous multiplierons celle-ci par les différents coûts kilométriques déterminés en fonction du taux d'occupation.

De son côté, le coût moyen de la mobilité individuelle actuelle est d'environ 0,31 euro par kilomètre⁹⁰. La multiplication de la distance entre le lieu de résidence et le lieu de travail s'effectuera également avec ce coût. Ce calcul nous permettra de comparer le coût de la mobilité autonome, électrique et partagée avec celui de la mobilité thermique individuelle, et de déterminer un taux de remplissage minimal pour les ménages aux revenus les plus faibles. Comme pour le point précédent, la comparaison est faite entre le budget annuel moyen des ménages dédié à l'achat et l'entretien d'un véhicule selon la CSP de la personne de référence, et le coût annuel de la mobilité autonome selon le taux d'occupation.

La comparaison entre les coûts de ces deux modes de transports est représentée cartographiquement grâce à des isochrones. Un isochrone permet de délimiter une zone que l'on peut atteindre en fonction du type de transport depuis un point de départ. Ces zones sont calculées à partir d'un temps ou d'une distance définie en fonction du réseau routier et de ses différentes caractéristiques (type de route, vitesse, pente...). Cela nous permet par exemple de visualiser sur une carte, à point de départ et coût kilométrique égal, les zones pouvant être desservies par chaque pratique de transport, autonome et partagée ou non.

Si le coût de la mobilité autonome partagée vient à être plus élevé que celui de la mobilité individuelle actuelle, nous identifions alors qui peut accéder financièrement ce service, à la manière de la méthode du point précédent, ainsi que le niveau de partage nécessaire.

2.5.5. Conclusion partielle

Le déploiement du véhicule autonome et connecté est, pour le moment, une avancée technologique qui n'est qu'en phase de développement et d'expérimentation. Toutefois, lorsqu'il sera réellement commercialisé, il pourrait être à l'origine de nombreux enjeux. Ces enjeux concernent différents secteurs, comme la législation ou encore la transition entre les véhicules automatisés et non-automatisés. Il reste encore plusieurs questions et points à traiter pour que ce déploiement devienne réel, tel que l'autonomie des batteries, ainsi que le prix des composantes du système embarqué.

⁸⁹ La distance en voiture a été calculée entre le centroïde de la commune de résidence et celui de la technopole, en sélectionnant le trajet le plus court en termes de kilomètres.

⁹⁰ L'IDDRI a avancé cette moyenne, que nous avons vérifiée grâce au site internet <https://calculis.net/cout-km> au sein duquel nous avons rentré les moyennes suivantes : le nombre de km/an (13 117), la consommation moyenne (6,3 L/100km), le prix du carburant (1,44 €/L) et le prix d'un véhicule que le propriétaire conserve 10 ans (26 000€). Ces moyennes concernent la France sur l'année 2018. Le résultat de ce calcul automatique est de 0,317€/km.

L'usage de ce nouveau mode de transport est également une question importante et souvent évoquée par les autorités publiques et les scientifiques. La voiture autonome, utilisée en tant que transport individuel pourrait favoriser certains enjeux déjà ancrés au sein de notre société, notamment l'étalement urbain. Les acteurs publics souhaitent justement réduire de manière significative l'usage individuel dans la mobilité, et compte sur les véhicules à délégation de conduite pour améliorer le partage. En effet, l'augmentation du taux de remplissage des voitures est un enjeu prioritaire, mais les pratiques partagées sont actuellement minoritaires malgré leur progression. Le véhicule automatisé pourrait être le facteur d'accélération du partage de la mobilité, afin de répondre à des enjeux présents sur le territoire d'étude : Sophia Antipolis.

De ce fait, dans le cadre du projet commandité par la Mission Prospective de la Région PACA, nous avons envisagé trois scénarios traitant de l'usage du véhicule autonome et connecté. Nous cherchons à savoir qui peut acquérir un véhicule automatisé sur le territoire d'étude, puis comparons le coût de la mobilité autonome partagée avec celui d'une voiture thermique individuelle, pour enfin modéliser et simuler un service de transport autonome flexible et partagé et en évaluer l'efficacité.

2.6. Résultats des analyses

2.6.1. Qui peut acquérir un véhicule autonome et connecté particulier à Sophia Antipolis ?

Pour ce premier point de l'étude, nous cherchons à définir quelle(s) catégorie(s) socioprofessionnelle(s) a (ou ont) les moyens financiers d'acheter un véhicule autonome et connecté de manière privée. Les calculs se sont faits en fonction de la personne de référence du ménage. En fonction des résultats obtenus, cela permet de quantifier le nombre de ménages aux revenus suffisants pour acheter un véhicule automatisé et d'établir un taux théorique de pénétration, quant au nombre de véhicules à délégation de conduite par personne par commune.

Peu de ménages financièrement aptes à acquérir un véhicule autonome et connecté

En fonction des différents horizons et prix retenus pour l'étude du potentiel d'achat des ménages sur la zone d'étude (cf. Tableau 2.3), peu voire aucun ménage par commune ne peut acquérir une voiture automatisée. En effet, le budget annuel des ménages alloué à l'achat d'un véhicule électrique est généralement insuffisant, ce qui explique les résultats parfois nuls dans certains cas. Au total, sur la zone considérée, on dénombre exactement 504 726 ménages⁹¹.

Les résultats des calculs effectués montrent que pour un crédit d'achat d'un véhicule autonome et connecté étalé sur 5 ans, aucune catégorie socioprofessionnelle par commune ne pourrait théoriquement acquérir ce bien. Évidemment, les calculs ont été effectués sur des données moyennes de revenus par CSP par commune. C'est pourquoi, si le budget annuel est inférieur au coût annuel d'achat d'une voiture automatisée, aucun ménage n'est considéré comme en mesure d'en acquérir

⁹¹ Ce nombre correspond à l'année 2014, soit la même année que les données de revenus des ménages.

une. Au contraire, si le budget moyen par CSP est supérieur au coût annuel, la totalité des ménages de la CSP est considérée comme capable financièrement d'acheter la voiture du futur.

		Nombre de ménages			
	Prix d'un VAC	5 ans	5 ans (%)	7 ans	7 ans (%)
2030	44 000€	0	0%	1 241	0,25%
2050	38 000€	0	0%	10 371	2,05%
Hypothèse	35 000€	0	0%	33 439	6,63%

Tableau 2.3 - Résultats du potentiel d'achat des ménages en véhicule autonome et connecté selon les critères retenus

Une durée de 7 ans du crédit d'achat permet de réduire le coût annuel d'achat d'un véhicule autonome et connecté. Ainsi, les revenus moyens d'une catégorie socioprofessionnelle en particulier sont suffisants au sein de certaines communes : le regroupement des « Cadres et Professions intellectuelles supérieures » et « Artisans, Commerçants et Chefs d'entreprises ». De manière assez logique, il n'y a aucune autre CSP qui peut potentiellement acheter de véhicule automatisé sur les communes étudiées.

La diminution progressive du prix d'une voiture autonome engendre automatiquement une augmentation du nombre de ménages capables d'en acquérir un. De ce fait, selon la méthode de calcul, 0,25% des ménages de la zone ont des revenus qui permettent l'achat d'un véhicule autonome et connecté si son coût total est de 44 000€. Si ce coût passe à 38 000€, le pourcentage de ménage possiblement équipé augmente à 2,05%, et passe à plus de 6% pour si les constructeurs arrivent à réduire le prix à 35 000€, soit théoriquement 33 439 voitures autonomes et connectées particulières.

Les communes de la CASA ont le taux d'équipement potentiel par personne le plus élevé

Selon la méthode de calcul basée sur la moyenne des revenus annuels par CSP, aucun ménage ne pourrait acquérir de véhicule autonome et connecté pour un crédit d'achat d'une durée de 5 ans. La localisation spécifique des ménages financièrement aptes à acheter ce bien ne peut donc se faire que pour un coût annuel calculé sur 7 ans.

Pour un prix final de 44 000€ réparti sur 7 ans (2030), seulement 2 communes de la zone d'étude sont composées de ménages au budget suffisant : Opio et Roquefort-les-Pins (cf. Figure 2.16a). Ces deux communes sont celles où le pourcentage de ménages dont la personne de référence appartient au regroupement des deux CSP⁹² est parmi le plus élevé de la zone, respectivement 38% et 37%. La faible

⁹² On parle ici du regroupement entre les CSP « Cadres et Professions intellectuelles supérieures » et « Artisans, Commerçants et Chefs d'entreprises ».

population communale explique le rapport du nombre de véhicule automatisé par personne aussi élevé pour ces communes, malgré un coût d'achat encore élevé, soit presque 6 300€ par an.

Pour un prix de 38 000€ (2050), le nombre de communes où des ménages peuvent acquérir un véhicule autonome et connecté augmente significativement. Parmi les 11 communes qui s'ajoutent aux deux précédentes, 6 d'entre elles appartiennent à la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis. Ces dernières offrent un taux de VAC par personne situé pour la plupart entre 0,12 et 0,14 (cf. Figure .16b).

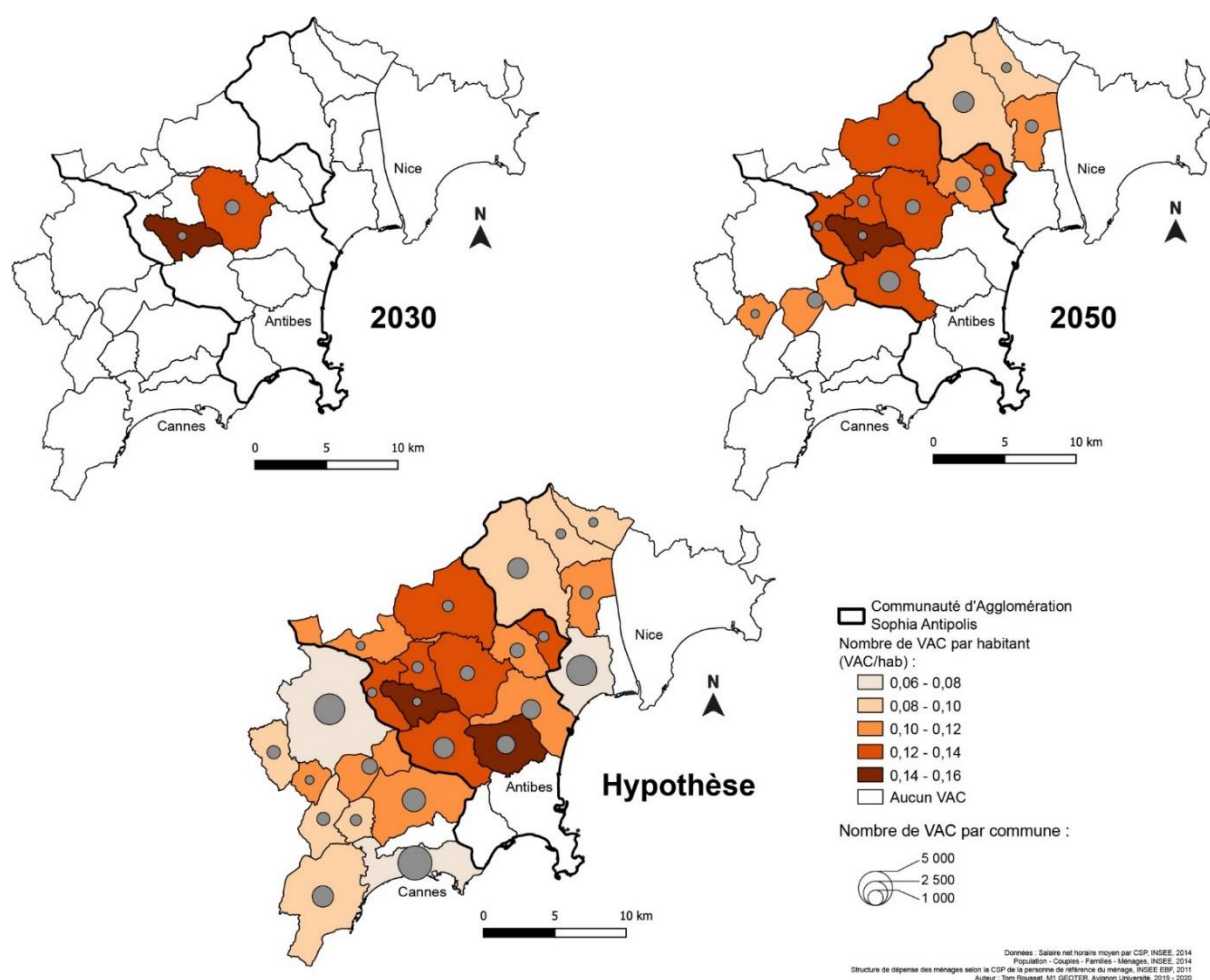


Figure 2.163 - Rapport entre la population et le nombre de véhicules autonomes et connectés par commune pour un crédit étalé sur 7 ans

Enfin, en ce qui concerne un prix imaginé à hauteur de 35 000€ pour un véhicule à délégation de conduite, le nombre de communes augmente et passe de 13 (en 2050) à 25. En excluant Antibes et Vallauris, les communes où le nombre de véhicules autonomes et connectés par habitant est le plus élevé sont les communes de la CASA (cf. Figure 20c). Ces dernières ont un rapport compris entre 0,10 et 0,14 pour la majorité, avec deux communes où celui-ci est situé entre 0,14 et 0,16 : Biot et Opio.

Les communes périphériques à la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis ont elles aussi des ménages qui ont les moyens financiers pour acheter un véhicule autonome et connecté particulier. Elles ne sont pas présentes pour la prévision à l'horizon 2030, sont au nombre de 5 à l'horizon 2050 et au nombre de 14 pour l'hypothèse d'un prix qui atteint 35 000€. Toutefois, ces communes figurent parmi celles qui ont un nombre de voitures autonomes par habitant plus faible, compris entre 0,06 et 0,12.

Les communes de la CASA sont celles où le rapport de voitures automatisées par habitant est le plus élevé de la zone d'étude, précisément celles où la population est inférieure à 14 000. Ces communes sont des communes où la personne de référence des ménages est majoritairement soit un(e) cadre, soit un(e) artisan, commerçant(e) ou chef d'entreprise. Ainsi, les communes au sein desquelles le nombre de véhicules autonomes et connectés par personne est le plus haut ont des caractéristiques similaires : une population plutôt faible et des ménages dont la personne de référence est généralement cadre ou chef d'entreprise. L'effet de taille est un facteur qui influe sur cette étude théorique, puisque les communes les plus peuplées de la zone d'étude n'ont pas de ménage dont la moyenne des revenus permet d'acheter cette technologie. C'est le cas par exemple des communes d'Antibes et de Nice.

Actuellement sur la zone d'étude, on a en moyenne 0,61 voiture par habitant. Toutefois, ce rapport est élevé car toutes les communes ont un parc automobile, plus ou moins important. On ne peut pas en dire autant pour les véhicules autonomes et connectés, qui ne seraient théoriquement achetés que par les populations de certaines communes. Si l'ensemble de la population de la zone ne circule plus qu'en véhicule automatisé, on aurait en moyenne 0,11 voiture par habitant.

Une voiture à délégation de conduite peut permettre de remplacer plusieurs voitures non-automatisées (Spieser et al., 2014 ; Fagnant et al., 2015). Le taux de remplacement exact n'est actuellement pas défini et ne le sera peut-être jamais. En effet, celui-ci devrait varier en fonction des territoires et de leurs caractéristiques propres. Nous avons tout de même tenté de définir, selon le potentiel d'achat des ménages, le taux de remplacement des véhicules autonomes et connectés par rapport aux voitures non-automatisées actuelles.

Un taux de remplacement faible au sein des communes à l'origine de la majorité des flux entrants sur la technopole

Selon notre méthode, le potentiel d'achat de véhicules autonomes et connectés étant nul pour un crédit d'achat d'une durée de 5 ans, ce point de l'étude est réalisé uniquement avec les résultats issus du potentiel d'achat des ménages étalé sur 7 années. Pour rappel, on souhaite observer ici, en fonction des ménages qui peuvent acquérir ce bien, quelle part représenteraient les véhicules automatisés par rapport au nombre de voitures non-automatisées qui circulent actuellement sur la zone étudiée.

Comme pour le point précédent, le nombre de communes au sein desquelles le budget des ménages est suffisant pour acheter une voiture automatisée varie en fonction des différents horizons retenus pour l'étude. Ce nombre reste le même : 2 communes pour 2030, 13 pour 2050 et 25 pour l'hypothèse formulée.

Le calcul du pourcentage théorique de véhicules autonomes et connectés dans le parc automobile communal permet d'identifier, pour chaque horizon, les communes où la part de voitures à délégation de conduite est la plus importante (cf. Tableau 2.4). Pour un coût final de 44 000€, les véhicules potentiellement acquis par les ménages représenteraient environ 20% du parc automobile communal actuel (cf. Figure 2.15a), soit un véhicule automatisé pour environ 5 voitures qui ne le sont pas. L'achat de ces derniers permettrait d'avoir, sur l'ensemble de la zone étudiée, 0,29% du parc automobile composé de voitures autonomes, soit une pour 345 non-automatisées⁹³.

Horizons	Nombre estimé de VAC	Pourcentage estimé de VAC dans le parc automobile actuel	Taux de remplacement global
2030	1 241	0,29%	344,9
2050	10 371	2,42%	41,3
Hypothèse	33 439	7,81%	12,8

Tableau 2.4 - Estimation du taux de remplacement des véhicules autonomes et connectés sur l'ensemble de la zone d'étude

Les résultats du calcul pour l'horizon 2050 montrent que les véhicules autonomes et connectés potentiellement acquis représenteraient 2,42% du parc automobile global de la zone, c'est-à-dire un taux de remplacement global supérieur à 41 (cf. Tableau 2.4).

⁹³ Le nombre total de voitures a été calculé grâce à la base de données : Équipement des ménages en véhicules par commune, INSEE, 2015. En 2015, sur l'ensemble de la zone d'étude, le nombre de véhicules est au nombre de 427 968.

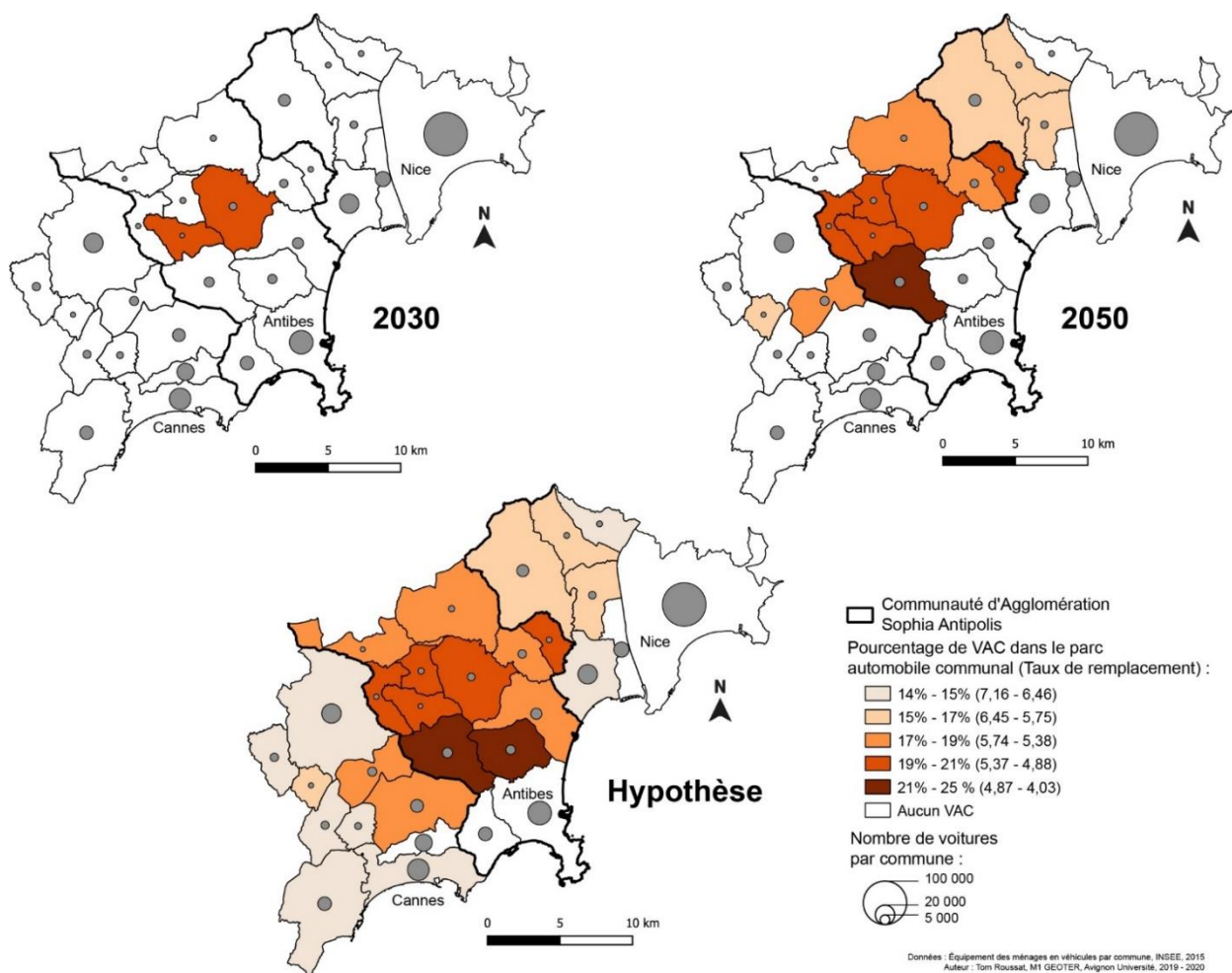


Figure 2.17 - Rapport entre le nombre théorique de véhicules autonomes et connectés et le nombre actuel de voitures par commune pour un crédit étalé sur 7 ans

Enfin, en ce qui concerne les résultats pour un coût d'achat estimé à 35 000€, les 25 communes au sein desquelles des ménages possèdent un véhicule automatisé permettent d'atteindre un taux de remplacement potentiel global de 12,8. De ce fait, on aurait sur la zone d'étude, une voiture autonome et connectée pour 12 voitures actuelles.

La réduction du taux de remplacement global du territoire étudié est, en partie, due au fait que les communes qui appartiennent à la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis ont un pourcentage estimé de VAC dans le parc automobile communal plus élevé que les autres communes de la zone (Figure 2.17). En effet, la part de CSP au budget supérieure au coût d'achat de la technologie autonome étant supérieure que dans les autres communes, notamment celles en périphérie de la CASA, plus peuplée par ailleurs, explique que la part de ces véhicules automatisés soit supérieure.

Sur ce point également, la taille du parc automobile communal est un facteur qui influe sur le pourcentage de voitures étant automatisées. Outre les communes les plus importantes qui n'apparaissent pas parmi celles pouvant accueillir des voitures autonomes, on observe un lien entre la taille du parc automobile et le taux de remplacement : globalement, plus le parc est important, plus le taux de remplacement est grand. Les communes de la CASA ont un nombre de véhicules assez faible par rapport aux autres, et sont donc celles où la part de véhicules à délégation de conduite est la plus importante. Toutefois, ces communes permettent d'améliorer à l'échelle de la zone d'étude le taux de remplacement global.

2.6.2. Le transport autonome partagé est-il plus rentable qu'une voiture individuelle ?

Les ménages composés d'actifs de certaines catégories socioprofessionnelles peuvent acquérir de manière privée un véhicule autonome et connecté comme l'a montré le point précédent. Or, dans une perspective de décarbonation de la mobilité et de réduction de l'usage individuel, les ménages ne pouvant accéder à ce bien se trouveraient dans la difficulté d'abandonner leurs voitures personnelles, sûrement encore thermiques et surtout non-automatisées.

La transition entre véhicules hautement automatisés de niveau maximal et ceux étant à des niveaux inférieurs pourrait de ce fait être très longue, et potentiellement encore repousser les objectifs fixés liés au développement durable. C'est pourquoi il faut que les populations trouvent un, ou plusieurs avantages à la mobilité autonome partagée. Celle-ci pourrait se faire de la manière suivante : les propriétaires privés de ces engins pourraient les mettre à disposition afin de transporter les populations aux revenus plus faibles. Cela s'articulerait comme un service de mobilité payant (cf. Figure 2.18), dont les revenus reviendraient aux propriétaires des véhicules autonomes et connectés.

Le coût de la mobilité individuelle actuelle pour les actifs travaillant à Sophia Antipolis

Afin de pouvoir comparer le coût de la mobilité autonome, électrique et partagée et celui de la mobilité thermique individuelle, nous devons tout d'abord faire état de ce dernier, c'est-à-dire de ce que coûte aux actifs de commuter quotidiennement. Comme nous l'avons évoqué dans une partie précédemment, le coût kilométrique de la mobilité individuelle actuelle est estimé à 0,31 euro. De ce fait, ce coût de la mobilité individuelle représente ce que les populations acceptent de payer en moyenne pour se déplacer, notamment pour effectuer les déplacements entre le lieu de résidence et le lieu de travail et ce, peu importe le territoire.

La technopole Sophia Antipolis est un pôle d'emploi qui est à l'origine de nombreux déplacements quotidiens, ces derniers majoritairement effectués de manière individuelle au sein du véhicule. Ainsi, l'ensemble des actifs ayant l'obligation d'utiliser leur voiture personnelle chaque jour pour commuter paie en moyenne 0,31€/km. Ce coût comprend le carburant, le coût d'achat d'un véhicule, mais aussi l'usure et l'entretien de ce dernier. Le coût kilométrique augmente logiquement en fonction de la distance parcourue sur le réseau routier entre le domicile et le lieu de l'emploi.

Les communes qui appartiennent à la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis sont naturellement proches de la technopole. Les actifs résidant au sein de ces communes parcourent donc de faibles distances pour s'y rendre, au maximum une vingtaine de kilomètres. Les communes situées à l'Ouest de la CASA sont desservies par l'A8 et la D6185, ce qui permet aux populations de celles-ci de parcourir moins de kilomètres que si le réseau routier était moins développé. Ainsi les actifs des communes de l'Ouest dépensent en moyenne entre 2,17€ et 6,51€ pour chaque trajet entre leur domicile et leur lieu de travail à Sophia Antipolis (cf. Figure 2.18).

À l'Est de la technopole, les actifs doivent parcourir une distance plus élevée en kilomètres, et de ce fait payer plus cher la mobilité « domicile – travail ». En effet, les grands axes routiers suivent majoritairement le littoral jusqu'à Nice. Ainsi, l'usage de l'autoroute A8 permet d'améliorer le temps de transport, mais la distance reste elle assez grande. Les actifs qui résident au sein des communes à l'Est de la technopole ont un coût moyen de la mobilité quotidienne plus élevé. Ils paient théoriquement entre 4,34€ et 8,68€ à chacun des trajets effectués. Les populations les plus éloignées peuvent même payer plus cher (zone rouge).

Les communes à l'origine des flux quotidiens les plus importants ont des situations différentes. Antibes, très proche de la technopole, permet aux actifs qui y résident de ne parcourir que quelques kilomètres afin de se rendre sur leur lieu d'emploi, ce qui rend le coût de la mobilité individuelle thermique inférieur à 4€. Les actifs de Grasse sont également peu éloignés de Sophia Antipolis, ce qui rend ce coût par trajet inférieur à 6€. Par contre, en ce qui concerne les personnes résidant à Nice, ce coût est bien plus élevé (entre 5€ et 9€).

Le coût de la mobilité individuelle actuelle est représenté ici, sans que le tarif lié à la fréquentation de l'autoroute A8 soit considéré, estimé en moyenne à 9,91 centimes par kilomètre⁹⁴. Ce coût viendrait de ce fait s'ajouter à celui déjà défini en fonction des distances parcourues lors de chaque trajet par les actifs venant travailler à Sophia Antipolis. Les territoires situés au Nord de la zone d'étude qui ne sont pas accessibles en voiture et qui apparaissent en blanc sont les zones où l'urbanisation est très faible, voire inexistante.

Après avoir défini le zonage correspondant au coût de la mobilité individuelle et thermique actuelle, l'objectif est de comparer ce dernier avec le coût de la mobilité autonome, électrique et partagée en fonction du taux de remplissage des véhicules.

⁹⁴ Prix des autoroutes 2019 : les péages les moins chers... et les plus coûteux, David, A., 2019, Auto-Moto.com

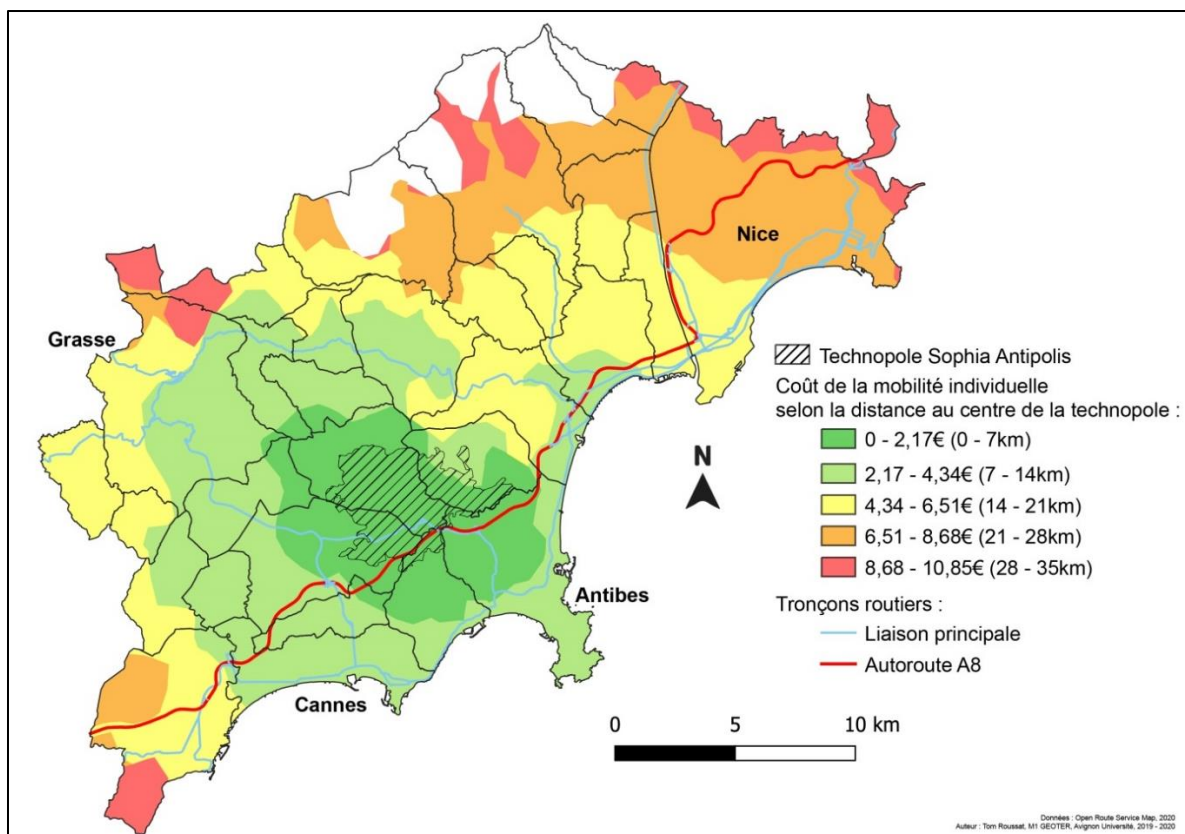


Figure 2.18 - Coût de la mobilité individuelle thermique selon la distance au centre de la technopole Sophia Antipolis

Le coût de la mobilité autonome partagée en fonction de l'occupation du véhicule

Le coût de la mobilité individuelle actuelle étudiée lors du point précédent constitue une base sur laquelle nous allons nous appuyer lors de l'étude du coût d'un transport partagé en voitures autonomes privées. Le coût kilométrique estimé à 0,31 euro pour une voiture particulière dont le taux de remplissage est égal à 1 correspond au prix par kilomètre d'un trajet en véhicule autonome partagé, dont le taux d'occupation serait de 1,5.

Ce serait l'exemple d'un trajet où deux personnes sont récupérées à une même station. Les deux souhaitent se rendre sur leur lieu de travail, situés à différents endroits. L'intelligence embarquée a accepté de transporter les deux actifs car leurs destinations respectives sont compatibles. La première personne est déposée au terme d'un trajet de 10 kilomètres, elle va de ce fait payer le tarif associé à un taux d'occupation de 2, soit environ 0,22€/km. La seconde personne effectue le reste de son trajet seule au sein du véhicule autonome, pour une distance d'également 10 kilomètres depuis le dépôt du premier client. Ce second actif paiera donc le tarif kilométrique qui correspond à un taux de remplissage égal à 1,5, c'est-à-dire 0,31€/km.

Ce trajet, effectué grâce à un service partagé de véhicules autonomes privés, ne coûterait autant à la seconde personne que si cette dernière avait utilisé sa propre voiture de manière individuelle. Le taux d'occupation d'un véhicule autonome partagé égal à 1,5 correspond donc au zonage de l'usage individuel d'une voiture actuellement (*cf.* Figure 2.18).

Le coût kilométrique d'un trajet où le taux d'occupation du véhicule autonome est égal à 1 est logiquement plus élevé que celui pour un taux de remplissage de 1,5. Chaque kilomètre parcouru pour un trajet effectué seul au sein de la voiture automatisée coûte environ 0,45€ (*cf.* Figure 14). Ainsi, en conservant les mêmes bornes de coût que ce que les actifs acceptent actuellement en moyenne de payer, les isochrones calculés pour ce taux de remplissage sont moins étendus que pour un taux égal à 1,5 (*cf.* Figure 24a). À coût égal, la distance au centre de la technopole est moins grande que pour l'usage individuel d'une voiture thermique. Par exemple, les personnes qui résident à Nice, et qui viennent travailler à Sophia Antipolis, soit l'un des flux entrants les plus importants de la zone, doivent payer plus de 8€ par trajet pour être transportées seules dans une voiture autonome qui leur est mise à disposition.

Pour un taux d'occupation égal à 2, le coût kilométrique devient moins important que le coût actuel de la mobilité individuelle, estimé à 0,225€/km (*cf.* Figure 2.18). Ainsi, pour ce taux de remplissage, les zones s'étendent, ce qui a pour conséquence la diminution du coût de la mobilité autonome partagée (*cf.* Figure 2.18b). Les actifs de Nice paieraient de ce fait entre 4€ et 6,50€ chacun pour se rendre sur leur lieu d'emploi s'ils assurent un taux d'occupation de 2, tandis qu'ils paient actuellement jusqu'à plus de 8€ par trajet pour les plus éloignés de la technopole, sans compter les frais d'autoroute. Les zones les plus éloignées ou les moins bien équipées en tronçons routiers sont les zones où le coût de la mobilité autonome reste plutôt élevé (zones en orange et rouge).

Enfin, pour un taux de remplissage du véhicule autonome égal à 3, le coût kilométrique serait réduit à 0,15€. Pour la grande majorité des communes comprises au sein de la zone d'étude, il est relativement peu cher pour les actifs travaillant à Sophia Antipolis d'être transporté par un service partagé de véhicules autonomes privés. Pour une distance de 14km en voiture autour de la technopole, les actifs paieraient au maximum 2,17€ pour se rendre sur leur lieu d'emploi (zone en vert foncé, *cf.* Figure 2.18c). Sur le reste de la zone d'étude, soit une distance entre 14 et 29 kilomètres en voiture, les populations devraient déboursier entre 2,17€ et 4,34€ pour chaque trajet entre le domicile et le lieu de travail. Les autres zones qui correspondent à des coûts plus élevés n'apparaissent pas, ou très peu.

Le coût de la mobilité autonome partagée devient plus rentable économiquement pour les actifs lorsque le taux d'occupation du véhicule est supérieur à 1,5. Sur la zone d'étude, les actifs résidant dans les communes les plus éloignées de la technopole Sophia Antipolis ont plus intérêt à favoriser un taux de remplissage maximal de la voiture autonome, afin de réduire significativement le coût kilométrique de leur trajet. Toutefois, ces populations n'arriveront pas forcément à partager la mobilité autonome à chaque trajet effectué. En effet, la demande fluctue en fonction de la localisation des actifs, en fonction de la distance à la technopole, ou encore en fonction de l'horaire, même si les actifs commutent globalement aux heures de pointe. Ainsi, en fonction de leur budget dédié au

transport, certains ménages pourraient ne pas pouvoir commuter en deçà d'un certain taux d'occupation du véhicule.

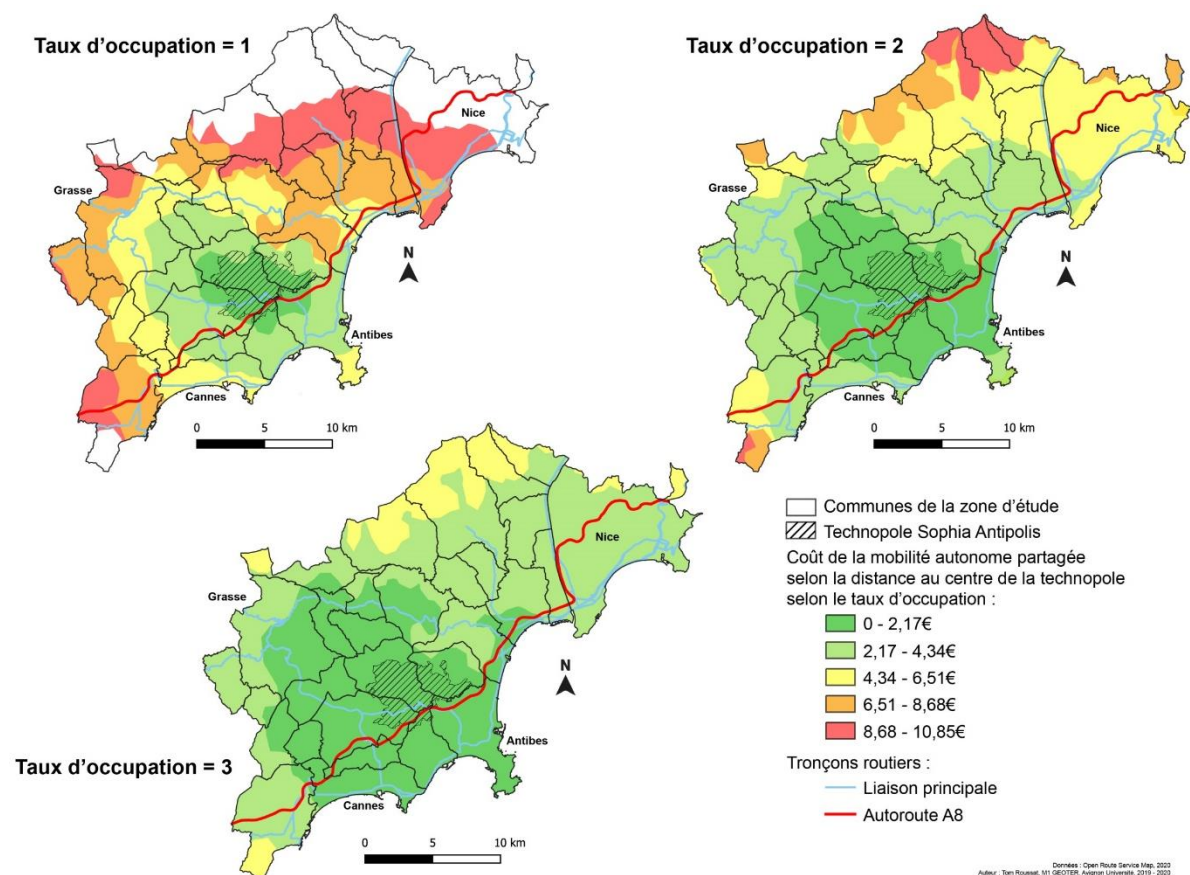


Figure 2.18 - Coût de la mobilité autonome partagée selon la distance au centre de la technopole et le taux d'occupation du véhicule

Les actifs aux revenus les moins élevés doivent être assurés d'un taux d'occupation minimum

La technopole Sophia Antipolis est une zone au sein de laquelle les cadres et les employés constituent la majorité des emplois. Comme l'a montré le premier point de l'étude, le regroupement des cadres et des artisans, commerçants et chefs d'entreprises représente les actifs ayant des revenus suffisants leur permettant d'acquérir un véhicule autonome et connecté de manière privée. Tandis que ces derniers pourraient aisément utiliser leur voiture automatisée de manière individuelle, certaines CSP ont des revenus qui, d'une part, les empêcheraient d'accéder à la technologie autonome, et d'autre part, pourraient contraindre leur accès à un service partagé de transport autonome. C'est notamment le cas pour les employés qui résident au sein des communes de la zone d'étude.

Cette catégorie d'actifs peut potentiellement subir de manière négative le déploiement du véhicule autonome et connecté. En effet, les employés qui résident au sein de certaines communes doivent maintenir un certain taux d'occupation minimum, s'ils ne veulent pas dépasser le budget alloué au transport. Puisqu'ils ne peuvent acquérir de véhicule autonome et connecté seuls, le budget consacré à l'achat et aux frais liés à l'usage d'un véhicule devient donc dédié à la mobilité autonome. Mais les faibles revenus combinés à une distance assez grande à parcourir chaque jour pour commuter forcent ces actifs à pratiquer le partage de la mobilité.

Les communes situées à proximité de la technopole Sophia Antipolis ne représentent qu'une faible distance pour le transport entre le domicile et le lieu de travail. Cela permet aux employés de ces communes de ne pas être contraints par le taux d'occupation des véhicules puisque leur budget n'augmenterait théoriquement pas malgré un usage individuel du service (cf. Figure 2.19).

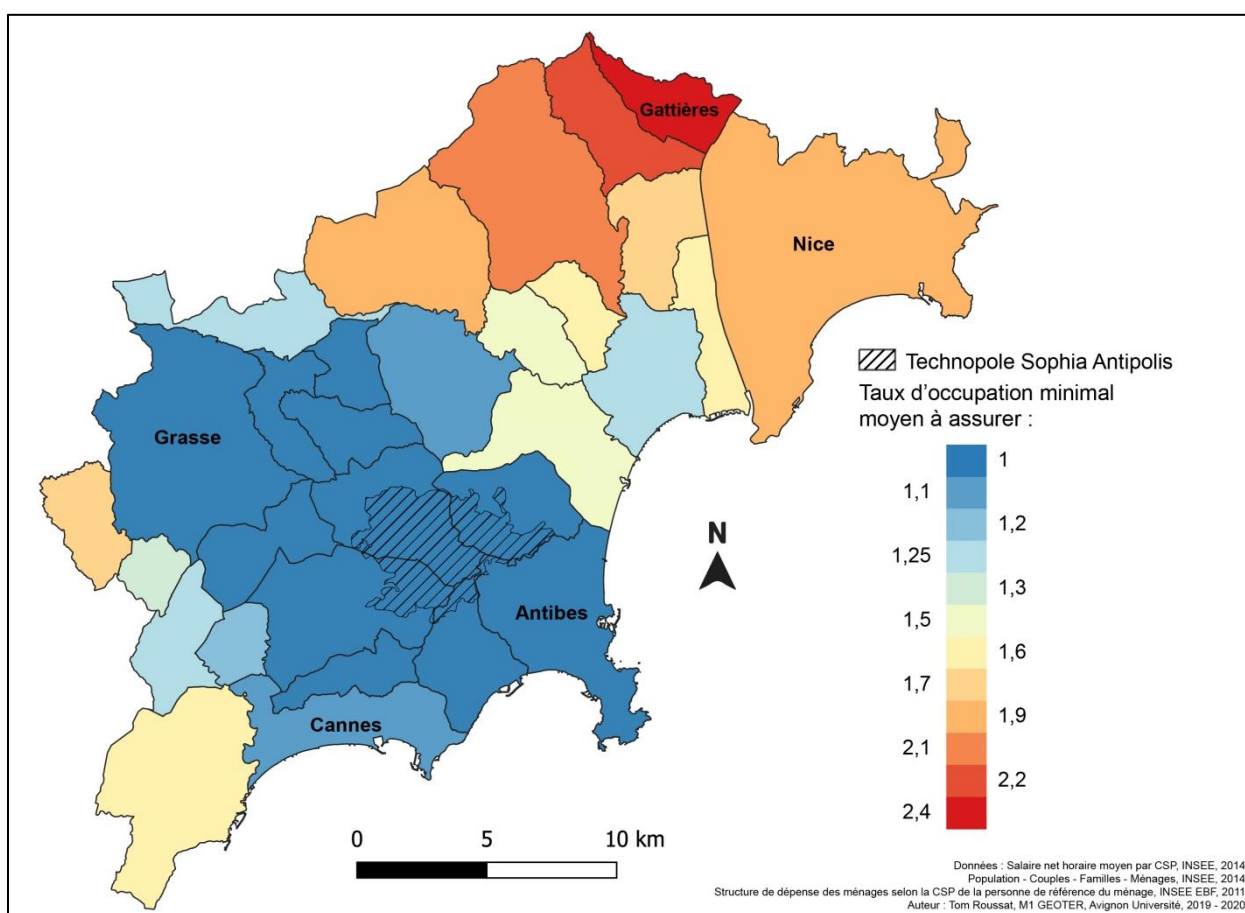


Figure 2.19 - Taux d'occupation minimal moyen à assurer pour la CSP « Employés »

À mesure que la distance quotidienne à parcourir jusqu'au lieu d'emploi augmente, le taux de remplissage minimum à assurer augmente. Toutefois, les employés de plusieurs communes pourraient payer plus que ce qu'ils paient actuellement pour un usage individuel de la voiture, celles dont le taux d'occupation minimum est inférieur à 1,5. Mais les employés habitant au sein des communes du Nord

et de l'Est de la zone doivent assurer un taux de remplissage moyen annuel supérieur à 1,5, parfois même supérieur à 2 pour les trois communes les moins bien desservies par le réseau routier pour se rendre à Sophia Antipolis.

Assurer un taux d'occupation supérieur à 2 pour des communes relativement peu fréquentées peut entraîner l'obligation pour les actifs de la technopole de consacrer une part plus importante de leur budget à la mobilité.

2.6.3. Discussion

Sources des données

Les résultats obtenus au sein des différents points de l'étude peuvent être critiqués sur plusieurs points. Premièrement, les données disponibles sur les différentes sources d'Open Data ne permettent pas une analyse précise du potentiel d'achat. En effet, les données utilisées sont des données de revenu moyen, pour plusieurs catégories socioprofessionnelles, dont deux étant regroupées. L'étude de ces deux CSP séparées aurait pu rendre l'analyse plus précise. La moyenne de revenu annuel par commune n'est de ce fait pas forcément celle que nous aurions eue si les deux catégories avaient été différenciées.

Deuxièmement, ces mêmes informations de revenu moyen par catégorie socioprofessionnelle sont calculées en fonction de la personne de référence du ménage. Il aurait été intéressant d'effectuer l'analyse du potentiel d'achat pour l'ensemble des actifs de la zone, en ayant la CSP de chacun d'entre eux et la composition exacte des ménages. Cela aurait permis d'affiner significativement l'analyse de potentiel, avec un nombre de véhicules autonomes et connectés précis pour chaque commune, calculé en fonction du potentiel d'achat des ménages selon la CSP de chaque membre de ceux-ci.

Du fait du calcul moyen du budget dédié à l'achat d'un véhicule des ménages, les résultats liés au pourcentage de ces véhicules dans le parc automobile communal, au taux de remplacement et au taux d'occupation minimal peuvent être discutés. Si nous avions eu les données souhaitées pour effectuer l'analyse de ce point de l'étude, les résultats auraient peut-être été probablement différents. Toutefois, il s'agit d'une étude prospective, qui repose sur des scénarios, lesquels ne seront possiblement pas observés dans le futur, lorsque le véhicule autonome et connecté sera commercialisé. L'objectif est tout de même d'offrir une vision sur ce que pourrait être la situation autour de Sophia Antipolis, si les hypothèses avancées se voyaient avérées.

La rémunération issue du service partagé de véhicules autonomes et connectés est-elle à l'origine d'une amélioration du potentiel d'achat des ménages ?

La mise en place d'un service partagé de voitures autonomes mises à disposition par les propriétaires privés de ces technologies peut être l'une des solutions envisagées afin de pallier l'usage individuel actuel de la voiture, enjeu important à Sophia Antipolis. Comme évoqué, les propriétaires de véhicules automatisés les mettraient à disposition des autres personnes, permettant à ces dernières d'être transportées, tout en favorisant le partage de la mobilité qui réduirait le coût. Les revenus générés par

la tarification des trajets pourraient potentiellement devenir un argument en faveur de l'augmentation du potentiel d'achat en véhicules autonomes et connectés des ménages de la zone. En effet, les ménages aux revenus initialement insuffisants pour acheter une voiture automatisée (de niveau 5) pourraient aisément être plus susceptibles d'en acquérir une, pensant que leur budget serait plus important du fait des revenus issus de la tarification des courses. Si cela venait à arriver, Sophia Antipolis pourrait se retrouver dans une situation où le partage de la mobilité devient mineur du fait du nombre trop important de véhicules à délégation de conduite en circulation sur la zone.

Ainsi, afin d'appréhender l'un des risques susceptibles d'apparaître suite au déploiement des véhicules autonomes et connectés, l'objectif serait d'identifier et de quantifier le potentiel d'achat des ménages dont le budget deviendrait plus élevé qu'il ne l'est actuellement. Ce budget dédié à l'achat d'un véhicule, défini lors du premier point de l'étude, peut être gonflé par un revenu moyen lié à la rémunération des trajets effectués par les usagers du service. On pourrait de ce fait se retrouver, soit avec une situation qui s'équilibre et où le nombre de nouveaux ménages susceptibles d'acheter ce type de technologie permettrait d'atteindre un taux de remplacement idéal, soit dans un cas de figure où le nombre de voitures autonomes sur le territoire serait trop élevé par rapport à la demande des usagers du service.

Modélisation d'un service partagé de véhicules autonomes et connectés à Sophia Antipolis

La partie du projet visant à l'étude le véhicule autonome et connecté en tant que transport flexible et partagé comporte un axe futur sur la modélisation d'un service partagé de transport connecté. Cet axe viendra apporter une analyse plus poussée du fonctionnement de ce service potentiellement mis en place dans plusieurs années. Il s'agit donc de modéliser le territoire de Sophia Antipolis en fonction de ses caractéristiques et de certains choix, afin de simuler le fonctionnement du service sur le territoire.

Le modèle utilisé est un méta-modèle développé par Adrien Lammoglia notamment lors de ses trois années de doctorat sur la plateforme de simulation multi-agents NetLogo. Il s'agit d'un regroupement de plusieurs modèles de services de transports, implémentés dans le méta-modèle nommé : Trans-Cultural Transport Simulator (TCTS). L'environnement de simulation est composé principalement de tronçons routiers et de stations, lesquelles permettent aux véhicules de prendre en charge les clients.

Ce modèle permet de simuler, d'évaluer et de comparer différents modes de fonctionnement d'un service de transport, ici autonome et connecté (Lammoglia, 2019). Il permet de comparer divers fonctionnements qui reposent par exemple sur la localisation des clients générés aléatoirement ou non, la qualité de l'information des véhicules quant à la localisation des clients, ou encore la priorité dans la desserte (plus proche, plus fréquentée). Ici, l'objectif est de simuler un mode de fonctionnement où les véhicules autonomes et connectés ont connaissance en temps réel du nombre de clients qui attendent à chaque station.

Les simulations seront effectuées sur le territoire d'étude de ce projet : Sophia Antipolis. Deux choix se sont présentés quant à la délimitation d'une nouvelle zone d'étude pour les simulations. D'une part, nous avons la possibilité de modéliser de manière très précise le réseau routier d'une zone peu étendue, centrée principalement sur la technopole Sophia Antipolis. D'autre part, nous pouvions étendre la délimitation de la zone, toujours centrée sur la technopole, mais dont le réseau routier sera simplifié lors de la modélisation. De manière concertée, nous avons fait le choix de retenir une emprise plus large que la seule technopole, sur laquelle n'apparaîtra qu'une partie du réseau routier (cf. Figure 2.20).

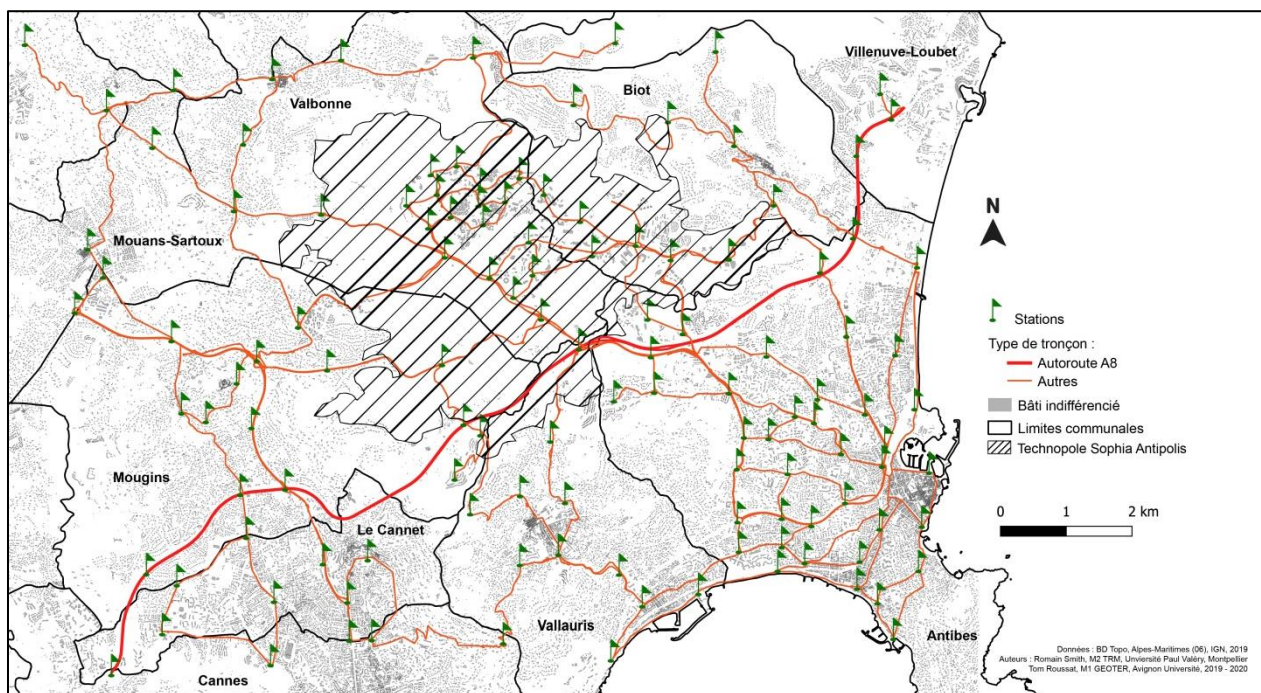


Figure 2.20 - Délimitation de la nouvelle zone d'étude, localisation des tronçons routiers et des stations

Simulations à réaliser

Nous avons fait des choix quant à la délimitation de cette zone d'étude pour les simulations, avec un réseau routier simplifié (Figure 2.21), permettant de simuler un service partagé de véhicules autonomes et connectés à Sophia Antipolis. Les simulations sur ce réseau routier simplifié constituent la première étape d'un travail effectué de manière graduelle. En effet, les simulations pourront par la suite être effectuées sur un réseau routier plus détaillé, avec des clients générés selon différents gradients.

Les tronçons routiers ont été sélectionnés en fonction de leur importance, mais aussi selon les points de congestion formés quotidiennement aux heures de points par les actifs qui se rendent au sein de la technopole, sur leur lieu de travail. Les stations, elles, ont été positionnées à des nœuds stratégiques, et dont le nombre dépend du poids des communes en termes de densité de population et de bâti. Les résultats obtenus quant au potentiel d'achat des ménages en véhicules autonomes et connectés, ainsi

que le coût de la mobilité autonome partagée selon le taux de remplissage, pourront être réutilisés dans les critères de simulation.

L'efficacité du service partagé de véhicules automatisés sur la zone d'étude sera évaluée et comparée à d'autres modes de fonctionnement, grâce à trois familles d'indicateurs, chacune composée de trois valeurs :

1. L'accessibilité et la mobilité, composée du taux de desserte des stations, du taux de desserte des clients et du nombre maximum de clients en attente à une station ;
2. L'efficacité des opérateurs, composée du nombre de passager(s) par kilomètre, du taux de chargement et du taux de remplissage moyen ;
3. La satisfaction des clients, composée de la distance moyenne par client, du temps d'attente moyen par client et du nombre moyen de clients en attente.

Cet axe de modélisation d'un service partagé de véhicules à délégation de conduite sur le territoire de Sophia Antipolis permettra d'enrichir les connaissances sur le transport autonome partagé, l'un des modes de transport retenus par la Mission Prospective de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

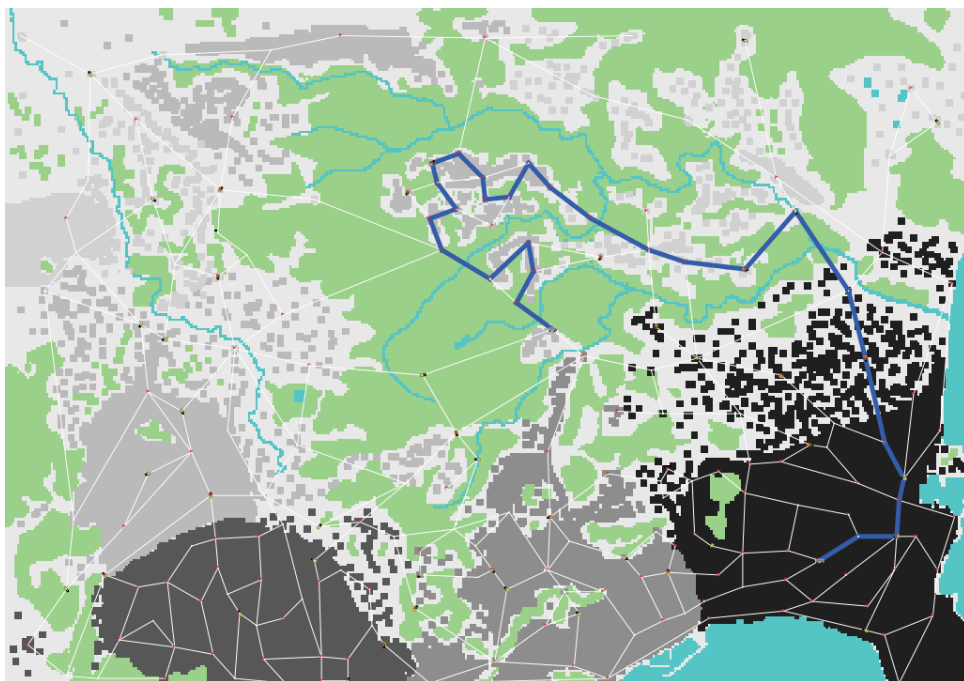


Figure 2.21 - réseau épuré de Sophia-Antipolis, comme support du Système Multi-Agents (SMA)

2.6.4. Conclusion partielle

Les véhicules à délégation de conduite devraient être commercialisés dans quelques années, mais à un prix qui ne sera pas accessible à toutes les catégories de la population. Selon la méthode utilisée, les ménages des différentes catégories socioprofessionnelles des communes de la zone d'étude n'auraient pas des revenus suffisants leur permettant d'acquérir une voiture automatisée de manière privée pour un crédit d'achat sur 5 ans. Cependant, lorsque ce crédit est allongé à 7 ans, certains ménages apparaissent comme financièrement aptes à acheter ce type de véhicule. Par ailleurs, le prix de celui-ci devrait logiquement réduire au fil du temps. Ainsi, le nombre de ménages susceptibles de devenir propriétaires d'un véhicule autonome et connecté devrait augmenter, donnant une estimation de plus de 10 000 voitures autonomes en 2050 pour un prix de 38 000€, et d'environ 33 500 pour un prix réduit à 35 000€. La seule catégorie socio-professionnelle potentiellement capable en théorie d'acquérir cette technologie regroupe les « Cadres et Professions intellectuelles supérieures » et « Artisans, Commerçants et Chefs d'entreprises ».

Ce potentiel d'achat permettrait d'atteindre près de 2,5% de voitures automatisées en 2050 dans le parc automobile global actuel de la zone étudiée. Pour l'hypothèse formulée d'un prix de 35 000€, ce pourcentage pourrait atteindre 7,81%, soit un véhicule autonome et connecté pour 12,8 voitures thermiques non-automatisées. La plus faible population des communes de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis (sauf Antibes et Vallauris), composées de plus de ménages dont la personne de référence appartient aux deux CSP regroupées qu'ailleurs, explique le fait qu'elles semblent mieux équipées en pourcentage que les autres.

Les autres ménages n'ont donc, en moyenne, pas de revenus suffisants pour acheter un véhicule à délégation de conduite. C'est pourquoi il est envisagé une mobilité totalement autonome et partagée, où les propriétaires mettraient ces véhicules à disposition pour transporter le reste de la population. Dans ce cas, le taux d'occupation des véhicules devient déterminant dans le coût de la mobilité. Plus le partage est important au sein d'un trajet, plus le coût kilométrique par personne est réduit.

Pour que les populations réduisent les dépenses actuelles dédiées à la mobilité, le taux de remplissage des véhicules doit être supérieur à 1,5. En effet, ce dernier correspond au coût de la mobilité individuelle actuelle, soit un coût de 0,31€ par kilomètre. Pour commuter entre le lieu de résidence et Sophia Antipolis, certains vont devoir disposer d'un partage de la mobilité. C'est le cas des employés résidant dans les communes du Nord et de l'Est de la zone d'étude et qui travaillent au sein de la technopole. Ceux-ci doivent maintenir un taux d'occupation moyen d'au moins 1,9 pour Nice, jusqu'à 2,4 pour Gattières. Un taux de remplissage élevé des véhicules autonomes et connectés en tant que service flexible et partagé devient donc une nécessité pour une certaine part de la population active, sous peine de grever le budget personnel dédié à la mobilité professionnelle.

2.7. Conclusion

La Mission Prospective de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur soutient ce projet visant à étudier l'évolution des transports flexibles et des mobilités partagées à son échelle, notamment afin d'alimenter la réflexion prospective et anticiper les changements aux horizons 2030 et 2050. Cinq modes de transports ont été retenus, dont le véhicule autonome et connecté. Ce dernier n'est pas encore commercialisé, mais se présente comme le mode de transport du futur. Sur le territoire d'étude défini qu'est Sophia Antipolis, l'usage individuel de la voiture est majoritaire et à l'origine de nombreux enjeux. Le véhicule à délégation de conduite en tant que transport partagé pourrait potentiellement être l'une des solutions envisagées face à ces problèmes. C'est la question à laquelle nous avons tenté de répondre.

L'une des premières étapes de ce projet, avant même de pouvoir répondre à la problématique, a été de dresser le portrait de la situation française dans le domaine de la technologie autonome. L'hexagone a un certain retard dans la course mondiale liée au développement des véhicules autonomes et connectés. L'adaptation de la législation représente un véritable pivot dans la stratégie de déploiement des véhicules à délégation de conduite. La France doit encore faire beaucoup de progrès dans la mise en place d'un cadre réglementaire et d'un régime de responsabilité civile pour la future mise en circulation de ce nouveau mode de transport.

Avant ce déploiement à grande échelle, les technologies se doivent d'être expérimentées. Sur ce point, le pays est également en retard par rapport à d'autres comme les États-Unis, où le nombre de kilomètres d'expérimentations se comptabilise en millions de kilomètres, tandis que la France a récemment franchi le cap des 200 000 kilomètres, pour quelque 70 essais recensés. La majorité de ceux-ci concernent des navettes autonomes, mode sur lequel le pays est plus avancé que sur celui des voitures autonomes, qui représentent 23% des expérimentations.

Outre l'adaptation de la législation, le déploiement des voitures automatisées devrait soulever plusieurs enjeux, dont certains déjà bien ancrés sur le territoire. Parmi ces enjeux, on retrouve notamment l'acceptabilité des populations quant à la délégation totale de la conduite, le coût élevé des technologies autonomes, ou encore la transition entre les véhicules de différents niveaux d'automatisation. Mais la thématique du projet régional tend à traiter des usages potentiels des véhicules automatisés, et particulièrement de la comparaison entre un usage individuel de la voiture, très présent à Sophia Antipolis, et le partage de la mobilité autonome. C'est pourquoi nous avons cherché à quantifier théoriquement le potentiel d'achat des ménages en voitures autonomes selon différents scénarios.

Pour le scénario le plus favorable à l'acquisition de ce type de technologie, près de 33 500 ménages des communes sélectionnées dans le cadre de l'étude seraient financièrement aptes à acheter un véhicule autonome et connecté. Tous ces ménages sont composés d'une personne de référence appartenant au regroupement entre les catégories socioprofessionnelles « Cadres et Professions intellectuelles supérieures » et « Artisans, Commerçants et Chefs d'entreprises ». Ce potentiel d'achat

représenterait 7,81% du parc automobile de la zone qui deviendrait automatisé, soit une voiture à délégation de conduite pour 12,8 non-automatisées. Les communes dont la part de VAC dans le parc automobile communal est la plus élevée sont celles situées au sein de la Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, du fait notamment de leur plus faible population et de la composition de leurs ménages. Mais les communes qui contribuent le plus à ce nombre théorique sont Cannes, Grasse et Cagnes-sur-Mer.

Le véhicule à délégation de conduite est envisagé lors de ce projet comme un transport flexible et surtout partagé. Ainsi, en considérant que les voitures automatisées acquises par les ménages aux revenus suffisants sont mises à disposition afin de transporter le reste de la population, on obtient ce à quoi pourrait ressembler un service partagé de véhicules autonomes et connectés. Les actifs qui commutent jusqu'à la technopole Sophia Antipolis ont tout intérêt à maximiser le taux d'occupation de la voiture afin de réduire significativement le coût de la mobilité. Ce taux de remplissage doit être supérieur à 1,5 si les actifs souhaitent que le coût de la mobilité devienne moins cher que celui lié à un usage individuel d'une voiture thermique, fixé en moyenne à 0,31€/km. Pour un actif résidant à Nice, si le taux d'occupation du véhicule est de 3, le coût kilométrique sera équivalent à celui d'un actif qui réside à moins de 5 kilomètres de Sophia Antipolis et qui utilise le véhicule autonome et connecté de manière individuelle.

Par ailleurs, certaines catégories socioprofessionnelles d'actifs aux revenus les plus faibles ont l'obligation de partager la mobilité autonome avec un taux de remplissage minimal supérieur à 2. C'est le cas par exemple des employés de certaines communes, qui sont contraints par un taux d'occupation minimal à assurer, sous peine de voir leur budget alloué à la mobilité augmenter par rapport à celui actuellement défini par l'usage individuel d'une voiture thermique.

On peut donc émettre des doutes quant au déploiement à court terme et à grande échelle des véhicules à délégation de conduite à Sophia Antipolis. Certains auront les moyens financiers d'en acquérir un de manière privée, et de subvenir seuls aux frais d'entretien. Mais pour les autres, si l'on envisage un fonctionnement uniquement basé sur les véhicules autonomes et connectés, des disparités pourraient rapidement apparaître. Certains pourraient aisément être usagers du service de voitures automatisées sans que la notion de partage ne soit une contrainte, tandis que d'autres deviendraient dépendants du taux d'occupation des véhicules lors des trajets effectués.

PARTIE 3 - NOUVEAUX VEHICULES ELECTRIQUES INDIVIDUELS (NVEI)

Le texte de cette partie est extrait du mémoire de master de Thibaud Pagès et d'un article soumis par lui-même, Adrien Iammoglia et Didier Josselin à la revue Territoires en Mouvement⁹⁵, en cours d'évaluation.

Introduction

Récemment, le paysage des modes de déplacement individuel doux connaît une évolution avec l'arrivée de l'électrique. Cette mobilité individuelle, électrique et légère, émerge depuis quelques années dans les centres urbains qui font face à l'émergence des engins personnels (trottinettes électriques, vélos assistés, gyroroues...). Il y a également l'essor des compagnies de free-floating des NVEI, comme par exemple l'entreprise Lime et ses flottes de trottinettes électriques en libre-service.

Il existe une multitude de NVEI (Nouveaux Véhicules Électriques Individuels) avec des technicités et des performances différentes. En tête des préférences, on trouve la trottinette électrique ainsi que les vélos électriques, mais il y a également les gyropodes, les gyroroues, les hoverboards... Cela constitue une importante offre, avec pour chaque NVEI, des avantages et des inconvénients qui répondent à une demande diversifiée des usagers et permettent d'effectuer des déplacements variés, en domicile-travail, pour faire des achats ou encore pour le loisir.

Les NVEI se révèlent efficaces en distance-temps en milieu intra-urbain. Avant les NVEI, les voitures électriques ont connu des progrès importants avec des constructeurs phares comme Tesla ou Renault (modèle Zoé). Toutefois, l'autonomie de leurs batteries ne permet pas un champ d'usage totalement compétitif par rapport à la voiture classique. À l'inverse, dans un contexte intra-urbain, les NVEI permettent d'effectuer des trajets qui rivalisent avec les autres modes de déplacements (voiture personnelle, vélo, transport collectif).

Cependant, l'arrivée des NVEI a entraîné des externalités négatives dans les rues et a nécessité une réponse adaptée des pouvoirs publics. Il y avait en effet une absence de législation autour de ces modes de déplacement. La Loi d'Orientation des Mobilités promulguée en décembre 2019 a pour objectif de légiférer sur ces questions, avec une réglementation qui a notamment pour finalité d'encadrer ces nouvelles mobilités.

Nous abordons la question des spécificités et des changements apportés par l'essor des NVEI dans les territoires avec les interrogations suivantes :

- Quels sont les modes qui constituent les NVEI en France ?
- Peut-on estimer leur taux de pénétration modal ?
- Quels sont les avantages procurés par ces modes ?

⁹⁵ <https://journals.openedition.org/tem/>

- Peut-on, par une enquête en ligne ou de rue, connaître davantage les usages et les usagers de ces modes ?
- Quels sont les risques induits par ces nouveaux modes et leurs conditions de mise en œuvre ?

Trois parties sont développées : dans un premier temps un état de l'art qui concerne les NVEI et le free-floating des NVEI à l'échelle de la France ; dans un second temps, la réalisation d'une enquête en ligne collectant des données sur les usagers et les usages de ces engins. Enfin, dans un troisième temps, des analyses SWOT montrant les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces des NVEI et du free-floating des NVEI pour les acteurs concernés.

3.1. Contexte et état de l'art : l'essor des nouveaux véhicules électriques individuels

3.1.1. Introduction

Le concept de “nouvelles mobilités” reste flou. Certains parlent d'EDP (Engins de Déplacements Personnels), terme qui regroupe les trottinettes, rollers, gyroroues, gyropodes ou encore hoverboards. D'autres parlent de véhicules légers électriques unipersonnels (VLEU), qui se limitent aux EDP électriques. Avec les NVEI (Nouveaux Véhicules Électriques Individuel) s'ajoutent les vélos à assistance électriques (VAE) et les vélos électriques (*Nouvelles Mobilités*, 2019).

De manière générale, on accorde à la mobilité une heure par jour et par personne, ainsi que 14% des dépenses dans les ménages (20% en prenant en compte taxes et impôts). Cette heure de déplacement se réfère à la constante de Marchetti (MARCHETTI Cesare) que ce dernier attribue lui-même à ZAHAVI Yacob (Conjecture de ZAHAVI). Aujourd'hui, la vitesse des mobilités permet des déplacements plus conséquents en kilomètres tout en conservant cette heure de mobilité. Les emplois sont de plus en plus loin, mais la vitesse de déplacement est de plus en plus rapide : on s'éloigne mais on reste à 1h du lieu de travail. Pour *Marchetti*, cette constante de 1h de mobilité par jour est une permanence anthropologique, difficile à modifier malgré l'évolution des technologies (*RAOUL*, 2018).

3.1.2. Présentation générale des NVE

La figure 3.1. donne une vue générale des principaux NVEI.



Figure 3.1 – Principaux types de NVEI

Le Vélo à Assistance Electrique (VAE)

L'usage du VAE (Vélo à Assistance Electrique) progresse rapidement ces dernières années : on est passé de 98 000 ventes en 2006 à 854 000 ventes en 2012. Cette récente augmentation des ventes s'explique par l'évolution des batteries, ainsi que la promotion d'une mobilité durable dans les grandes villes. La portée du VAE est de 4 à 10 km. Il possède plusieurs avantages comme sa vitesse limitée (moins de danger), une absence de pollution sonore ou atmosphérique, un poids relativement léger ainsi qu'un coût d'achat, d'entretien et de recharge modéré (6t - 2015). LE VAE combine pédalage et batterie : le moteur du VAE assiste le pédalage, mais ne le remplace pas. Il est positif sur la réduction de la « pollution locale » au sens large : silencieux (- de 40 décibels) et économique en énergie (1 kilowatt dépensé pour 80 km à parcourir). Il y a une différence entre VAE avec assistance électrique à pédale et le VAE rapide : la vitesse maximale de déplacement. Le premier est bridé à 25km/h, alors que le second n'est pas limité et s'apparente à un scooter avec utilisation d'un casque. Il n'utilise pas de pistes cyclables et doit posséder une immatriculation et une assurance (6t, 2015). Le VAE rapide, qui dépasse les 25 km/h, n'entre pas dans le cadre de notre étude.

Le prix moyen d'achat d'un VAE est de 1053€, il varie d'un pays à l'autre (1468€ aux Pays-Bas contre 626€ en Espagne). Il existe des engins produits en Chine ainsi que des produits de marque européenne, avec des coûts de fabrication et des prix de vente variables. Les propriétaires d'un VAE dépensent en moyenne 22€ par mois en recharge, entretien et assurance compris. En comparaison, une voiture revient en moyenne à 340€ de budget mensuel (6-t, 2015).

Les vélos électriques se vendent mieux que les voitures électriques. En Europe, on constate qu'entre 2010 et 2015, plus d'un million de vélos électriques se sont vendus, alors que le nombre d'immatriculations de voitures électriques a été d'environ 150 000. La raison principale de cette différence est le prix. Un vélo électrique coûte entre 500€ et 2000€ alors qu'une voiture électrique, comme par exemple la Renault Zoé, se chiffre entre 20000 et 25000€. En France, on atteint la barre des 3 millions de ventes de vélos en 2016, mais la part du vélo électrique n'est que de 130 000, ce qui ne représente que 4,5% des ventes. Cependant, ce marché pèse 10% dans celui du cycle à l'échelle

européenne. Il devrait donc progresser en France si l'État et les collectivités locales continuent de donner des aides (LAMBLIN, 2018).

La trottinette électrique, la nouvelle "mode"

Une trottinette électrique possède un moteur et une batterie, à l'inverse des trottinettes classiques. L'accélération est placée sur la partie droite du guidon avec une gâchette. Le freinage lui est sur une gâchette à gauche du guidon ou sur la roue arrière avec un appui sur le carter avec le pied (INC, 2017). Le confort de la trottinette est rudimentaire, on est debout avec un manque de suspensions (Nouvelles Mobilités, 2019). Pour réguler l'accélération généralement il s'agit d'une gâchette. Si elle est actionnée alors la trottinette va jusqu'à sa vitesse maximale. Toutes les trottinettes électriques n'ont pas un compteur électrique (INC, 2017).

Certains modèles possèdent un régulateur ou un limiteur de vitesse. Généralement, cela se trouve sur un écran LCD ou sur une application smartphone. Cette fonction permet d'adapter l'appareil à l'usage qu'on souhaite en faire : un mode à 6 km/h pour circuler sur les trottoirs, un mode économique pour augmenter l'autonomie, ou encore un mode sport pour avoir plus de nervosité dans les déplacements (INC, 2017).

Le système de freinage est obligatoire pour des engins qui peuvent aller jusqu'à 25 km/h. Il doit donc être performant et il en existe plusieurs modèles :

- Le frein au pied, avec un appui sur le carter de la roue arrière, système simple et efficace ;
- Le frein à tambour : fixé sur une des deux roues, il s'actionne avec une gâchette ; c'est un freinage maîtrisé et performant ;
- Le frein électrique (ou frein moteur) s'active avec une gâchette, mais n'est pas assez performant pour un arrêt net ;
- Le frein d'urgence n'est pas suffisant : il permet seulement de réguler la vitesse et doit être couplé avec un autre système de freinage (INC, 2017).



Figure 3.2 – Systèmes de freinage des NVEI

Dans l'enquête de satisfaction des usagers ObSoCo, en fonction des différents modes de transport, on constate que la trottinette et les autres objets de glisse urbaine sont en fin de peloton. Ils représentent une satisfaction de 4,7/10 pour la trottinette et de 4,5/10 pour les autres objets de glisse urbaine. À titre de comparaison, la voiture personnelle présente un taux de satisfaction de 7,7/10 (ObSoCo, 2017).

Les autres modes de déplacement individuels électriques : gyroroue, overboard, gyropode

La monoroue (ou gyroroue) est constituée d'un moteur électrique, d'une batterie, d'une roue et de repose-pieds. Le fonctionnement de la gyroroue dépend de l'inclinaison (analyse de l'assiette). Si l'utilisateur se penche vers l'avant il va avancer, s'il se penche vers l'arrière, il va freiner. La gyroroue adapte la vitesse suivant l'inclinaison en continu. Les moteurs ainsi que les batteries des gyroroues sont du même type que pour une trottinette électrique (INC, 2017).

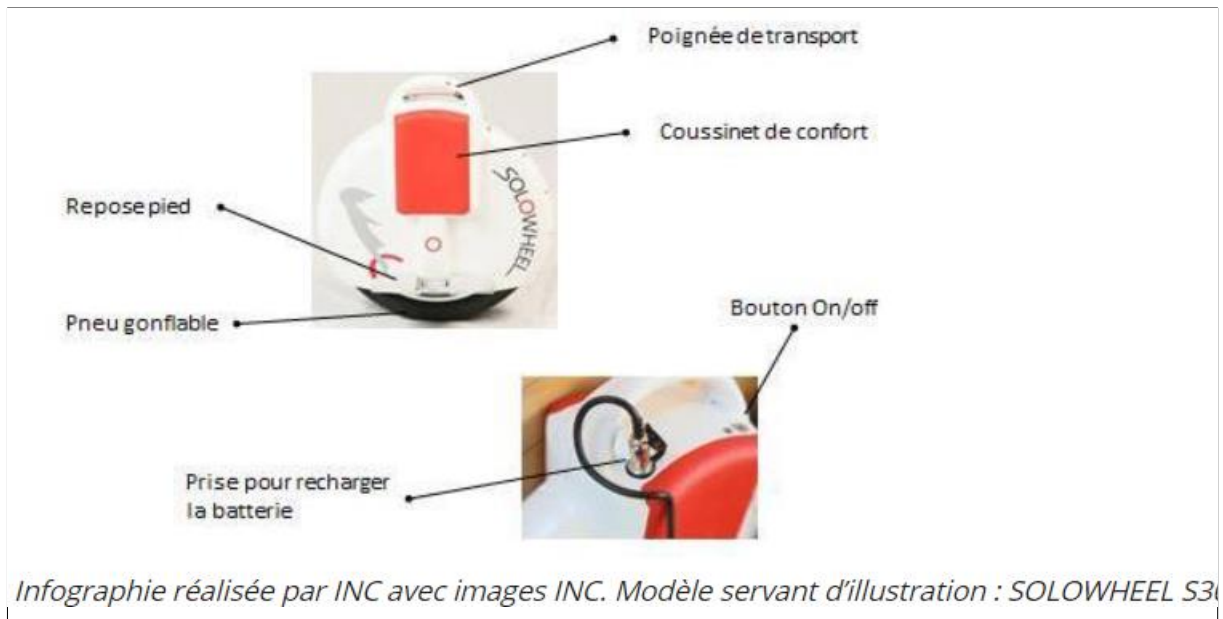


Figure 3.3 – Zoom sur une gyroroue

L'hoverboard est composé d'un plateau et de deux roues. L'utilisateur est positionné dessus, mais n'a pas la possibilité de maintenir l'équilibre en se tenant à un manche. Il y a des capteurs au niveau des pieds qui permettent de faire avancer ou reculer l'hoverboard. C'est un mode considéré comme ayant un confort médiocre et une faible sécurité (HERAN, 2018).

Le gyropode (Segway) part du principe d'un hoverboard avec l'ajout d'un manche. L'accélération et le freinage se font en inclinant l'engin. Pour les déplacements latéraux, l'utilisateur doit pousser le manche de direction vers la gauche ou la droite. C'est un engin lourd (45 kilos en moyenne) qui possède un confort plus sécurisant que l'hoverboard. Son prix est un frein à son développement : certains modèles coûtent 6700€ (HERAN, 2018).

Les véhicules libre-service (VLS) électriques : histoire d'une innovation urbaine

Les mobilités partagées, avec notamment les vélos en libre-service, ont été en constante évolution depuis les années 2000. On trouve aujourd'hui des flottes de vélos (dont des électriques) sur l'espace public urbain. Il existe une histoire de cette innovation urbaine qui remonte aux années 1960 (HURE, 2018).

Dans un premier temps, et avant l'arrivée des engins électriques, ce sont des associations de défense du vélo qui ont développées des dispositifs, comme à Amsterdam avec les "White Bikes" en 1965. Ce dispositif avait pour objectif de réparer des vélos, les peindre en blanc, pour ensuite les mettre en libre-service dans les rues de la ville (HURE, 2018).

Dans un second temps, d'autres dispositifs vont voir le jour comme par exemple à La Rochelle en 1976. La ville de La Rochelle met à disposition une flotte de 300 vélos en libre-service. C'est également là que les premières publicités vont apparaître sur ces modes de déplacement, que ce soit sur les vélos ou

dans les stations de stockage (HURE, 2018).

Un grand changement apparaît à la fin des années 1990. Il s'agit de l'arrivée des grandes firmes spécialistes du mobilier urbain et de l'affichage publicitaire qui proposent des services de VLS dans les grandes villes. La première ville en France à voir ce système se mettre en place est Rennes en 1998. L'entreprise américaine Clear Channel Outdoor y déploie 350 vélos sur une vingtaine de stations. Depuis, la concurrence s'installe avec d'autres entreprises comme JCDecaux (Vienne en 2003, Gijon en 2004, Lyon en 2005). Le modèle de Lyon sera d'ailleurs le premier à grande échelle avec 4000 vélos sur 353 stations. Il a été durant presque une décennie l'exemple en Europe face au modèle chinois (ORFEUIL, 2018). De plus en plus fréquemment, on observe une entente public-privé pour cette gestion, comme à Rennes en 1998 (HURE, 2018).

3.1.3. Les technologies au cœur du développement de ces nouveaux modes

Des innovations techniques au service des nouveaux modes individuels électriques

La typologie des nouvelles formes de mobilité proposée par Frédéric HERAN prend en compte de nombreuses caractéristiques techniques. Dans un premier temps, elle distingue le type de motorisation : totale, partielle ou inexistante. Dans le cas des nouveaux modes individuels et électriques, on s'intéresse donc à une motorisation totale et/ou partielle.

Viennent ensuite d'autres critères pour caractériser les modes :

- *Le polygone de sustentation*, c'est la stabilité à partir du nombre de roues et de leur éloignement. Suivant le nombre de roues, ou leur alignement, le moteur électrique est obligatoire (par exemple la gyroroue) ;
- *La taille des roues et des pneus* : plus les roues et les pneus sont larges plus ils absorbent les défauts de la chaussée. Des petites roues se coincent facilement ;
- *La position de l'utilisateur*, debout (considéré comme fatiguant), assis ou allongé (considéré comme reposant) ;
- *Le poids* : plus il est faible, plus c'est pratique (démarrage, franchir des côtes, portage de l'engin) ;
- *Le pliage*, permettant un transport facile ;
- *La rigidité*, permettant d'avoir un véhicule qui réagit mieux aux efforts physiques (« fitness »).

Suivant les caractéristiques, il en découle une typologie des performances variables. Premièrement, la sécurité, avec le besoin de pouvoir porter le regard devant son véhicule pour anticiper le danger afin de voir les piétons et/ou les véhicules. Le freinage doit être efficace et rapide pour ne jamais basculer vers l'avant. L'objectif est d'éviter au maximum les « acrobaties » en cas de freinage d'urgence. Dans un second temps, c'est l'autonomie et la portée qui dépendent de l'énergie utilisée et de la vitesse atteinte. L'électrique se heurte rapidement aux distances à franchir, mais l'assistance électrique est un bon compromis entre effort physique et aide électrique. Enfin, il y a une question de confort qui

découle de la position de l'utilisateur, des matériaux d'assise, du nombre de roues et des suspensions (HERAN, 2018).

Mode	Poids M	Portabilité	Type	Position	Vitesse M	Sécurité	Autonomie	Confort	Prix M
	12 kg	oui	passif	debout	25km/h	faible	20 km	médiocre	1000€
	12 kg	oui	passif	debout	12km/h	faible	15 km	médiocre	260€
	12 kg	oui	passif	debout	20km/h	faible	25 km	médiocre	300€
	45 kg	non	passif	debout	20km/h	faible	25 km	moyen	6700€
	22 kg	non	actif	assise	25km/h	bonne	50 km	assez bon	1500€

Figure 3.4 - Caractéristiques techniques des principaux types de VEI (M = Moyen.ne)

Batteries et moteurs électriques, avantages et limites

Le moteur électrique est placé dans la roue avant ou dans la roue arrière. Il s'agit de moteurs "sans balais" ou "brushless" qui présentent un bon rendement et une bonne durée de vie. Par exemple, pour les trottinettes électriques, il en existe deux types : la première est celle à propulsion, qui demande une bonne maîtrise au démarrage pour éviter de partir en roue arrière (il existe tout de même une sécurité qui retient la trottinette tant qu'elle n'est pas en mouvement). La seconde est celle à traction, plus facile d'accès, avec tout de même un risque de faire patiner la roue avant, car le centre de gravité est décalé vers l'avant (INC, 2017).

L'alimentation du moteur électrique est effectuée avec des batteries. Les plus performantes en 2017 sont les batteries Lithium-ion. La puissance électrique du moteur est indiquée sur la fiche technique. Il est important de relever qu'on ne sait pas si les fabricants donnent la puissance du moteur avec ou sans charge (INC, 2017).

La place du numérique

La forte capacité industrielle du 21^e siècle, ainsi que la vente à distance avec internet engendrent une forte augmentation de la distribution des produits.

Le numérique permet d'accélérer la conception industrielle avec les CAO (conception assistée par ordinateur). Cela concerne également les nouveaux modes de déplacement avec les petits véhicules à une ou deux roues, et ce pour quelques centaines d'euros. Ils sont moins chers qu'une bicyclette conventionnelle, alors qu'il y a un moteur électrique et tout un panel électronique qui permet le contrôle dynamique de la stabilité. Cela montre que l'informatique prend une place de plus en plus grande et pour un coût relativement faible, la croissance étant continue.

La place du téléphone est de plus en plus importante dans la mobilité. Durant et autour d'un voyage, le smartphone est devenu le support du "parcours client" qui enchaîne cinq étapes : "Inspire, Plan, Book, Ticket, Evalute". Les applications permettent d'accompagner un voyage par guidage, par affichage d'horaire et/ou achat de ticket (*LEURENT, 2018*).

Le numérique va fortement impacter dans les prochaines années tous les modes de transport et la mobilité de manière générale. L'optimisation des offres de transports avec la puissance du numérique permet de satisfaire la demande au mieux et donc d'adapter l'offre, avec une optimisation en termes de coûts, de temps, de réduction de pollution, d'usage de l'espace (*RAOUL, 2018*). Maxime HURE relève (d'après l'étude ANR Vel'Innov) que l'usage des technologies numériques qui aident à la mobilité (notamment les applications pour smartphone) est encore limité de la part des usagers des vélos en libre-service à Lyon, voire rejeté.

Des applications nouvelles (free-floating)

Le free floating de NVEI est apparu en Chine entre 2015 et 2016. Le même concept s'est développé antérieurement, souvent avec les automobiles électriques, dans le domaine de l'autopartage (cf. Entreprise Vulog). De grandes entreprises comme Mobike ou Ofo ont inondé les villes chinoises de vélos bons marchés couplés à une application smartphone à coût réduit. Cela permet de déverrouiller les vélos facilement. Les outils numériques facilitent donc la mise en œuvre du free floating.

En France, un des principaux acteurs du free floating est l'entreprise Gobe.ebike (société de HongKong) installée à Lille, Paris, Lyon et Reims. Son implantation dans la ville de Lyon date de 2018 avec l'arrivée des trottinettes électriques, qui constituent une nouvelle offre de mobilité partagée pour la ville. Il s'agit du même principe que les vélos, avec un déverrouillage à travers une application et une facturation suivant les kilomètres parcourues. De grandes entreprises américaines s'installent également sur le marché européen, comme par exemple Lime. L'entreprise s'est développée dans un premier temps à San Francisco, avant de s'étendre partout sur la planète. On estime que Lime a effectué une levée de fond de 765 millions de dollars et possède une valeur globale de 2,4 milliards de dollars (*HURE, 2018*).

Mais le free-floating des NVEI, c'est également le développement d'emplois précaires dont l'activité consiste à recharger les batteries et à rassembler les trottinettes égarées la nuit (*HURE, 2019*).

De plus en plus la durabilité des trottinettes électriques en free-floating est remise en question. Ces batteries électriques consomment beaucoup et ont une durée de vie limitée avec une moyenne de vie de 28 jours (*HURE, 2019*).

3.1.4. Modifications de pratiques de mobilité en milieu urbain

Types d'usages et d'usagers et rapports aux transports

Les nouveaux véhicules électriques individuels sont de plus en plus utilisés, notamment dans les centres urbanisés. Il est tout de même intéressant de préciser qu'il existe différents types d'utilisations de ces nouvelles mobilités (*HERAN, 2018*). Il y a dans un premier temps la mobilité dite "ludique", elle concerne en particulier les hoverboards, les gyropodes et les monoroues (ou gyroroues). Ces engins procurent du plaisir à l'utilisation mais la sécurité et l'inconfort sont leurs problèmes majeurs, ce qui limite leur utilisation. Dans un second temps, il y a la « micromobilité » (trottinette électrique) qui est une solution un peu plus sûre, mais ne permet pas de franchir des distances importantes à cause d'un confort rudimentaire. Cependant, elle est très utile sur des déplacements courts. Enfin, on trouve la mobilité alternative avec les vélos à assistance électrique (VAE). Il s'agit là d'une solution sûre et efficace, un mode ancien qui s'appuie sur des infrastructures, comme les pistes cyclables (*HERAN, 2018*). Pour *Jean-Claude RAOUL*, il existe quatre motifs de mobilité : le domicile travail, le domicile étude, les affaires personnelles et pour finir le domicile vers le secondaire. Par rapport aux années 1960, le trajet domicile-travail n'est plus le trajet dominant (*RAOUL, 2018*).

Toutefois, la majorité de la population est encore dans le paradigme du "tout voiture" pour aller au travail, ainsi que pour les autres déplacements (*LE BRETON, 2019*). Dans les déplacements quotidiens, 54% des Français affirment ne pas avoir le choix du mode de transport utilisé. En effet, 80% de ces gens utilisent la voiture car aucun autre transport ne le permet (*ObSoCo, 2017*).

Zoom sur le VAE

Les usagers du vélo à assistance électrique possèdent une image mitigée des transports collectifs. L'image des transports en commun n'est pas forcément positive (6 adjectifs sur 10 sont négatifs dans les réponses (figure 3.5).

Illustration 4: Adjectifs sur les transports en commun par les usagers du VAE

Rang	France / Espagne / R-U		Pays-Bas	
1	Cher	28%	Cher	38%
2	Bon marché	25%	Pratique	36%
3	Pratique	19%	Facile	16%
4	Bondé	15%	Pas pratique	14%
5	Lent	13%	Pas fiable	13%
6	Pas fiable	13%	Lent	12%
7	Ecologique	9%	Bon marché	9%
8	Sale	7%	Stressant	7%
9	Confortable	7%	Inusffisant	7%
10	Désagréable	6%	Ecologique	5%

Source : 6t-bureau de recherche, 2014, sondage en ligne auprès de 400 usagers du VAE en Europe

Figure 3.5 - Enquête sur les transports en commun des usagers des VAE

Illustration 5: Adjectifs sur la voiture personnelle par les usagers du VAE

Rang	France / Espagne / R-U		Pays-Bas	
1	Cher	44%	Pratique	39%
2	Pratique	28%	Facile	33%
3	Confortable	27%	Cher	28%
4	Rapide	18%	Rapide	16%
5	Polluant	16%	Confortable	13%
6	Rend autonome / libre	10%	Agréable	11%
7	Utile	9%	Accessible	6%
8	Egoiste	6%	Polluant	5%
9	Agréable	5%	Indispensable	5%
10	Bon marché	4%	Inconfortable	4%

Source: 6t-Bureau de recherche, 2014, sondage en ligne auprès de 400 usagers du VAE en Europe

Figure 3.6 - Enquête sur la voiture personnelle des usagers des VAE

En ce qui concerne la voiture personnelle cette dernière possède une meilleure image avec seulement 3 adjectifs sur 10 qui sont négatifs dans les réponses (figure 3.6).

Le vélo mécanique possède une très bonne image. L'intégralité des adjectifs donnés dans les réponses sont positifs. Idem pour l'image du VAE en lui-même (6t, 2015, figure 3.7) .

Illustration 6: Adjectifs sur le VAE par les usagers du VAE

Rang	France / Espagne / R-U		Pays-Bas	
1	Pratique	38%	Facile	42%
2	Bon marché	32%	Pratique	36%
3	Ecologique	26%	Rapide	23%
4	Confortable	22%	Agréable	15%
5	Rapide	15%	Bon marché	14%
6	Facile	13%	Ecologique	13%
7	Agréable	12%	Sportif / sain	10%
8	Convivial	9%	Cher	9%
9	Sportif / sain	9%	Confortable	9%
10	Utile	8%	Loisirs	7%

Source : 6t-bureau de recherche, 2014, sondage en ligne auprès de 400 usagers du VAE en Europe

Figure 3.7 - Enquête sur la voiture personnelle des usagers des VAE

Les usagers du vélo à assistance électrique (VAE) qui ont participé à l'étude du bureau de recherche 6t utilisent fréquemment ce moyen de transport (45% l'utilisent quotidiennement). Le principal motif de déplacement est le domicile travail ainsi que la promenade (6t-bureau de recherche, 2015).

Le profil de l'utilisateur du vélo à assistance électrique est le suivant. 57% des usagers sont des hommes. L'âge moyen des répondants est d'environ 40 ans, ce qui contredit l'hypothèse que le VAE est un mode de déplacement individuel électrique réservé à un public "âgé". Les utilisateurs sont principalement des actifs et des étudiants (79% de l'échantillon). Les deux tiers des répondants résident en milieu urbain. Cependant, il ne s'agit pas forcément d'habitants des centres villes, car 37% des enquêtés habitent en périphérie (6t-bureau de recherche, 2015). Les adeptes de la glisse urbaine (2% de la population française) utilisent aussi le vélo, notamment en libre-service. La moyenne d'âge est assez basse (35 ans). Dans l'enquête ObSoCo, 63% des répondants, qui ont confirmé l'utilisation de la glisse urbaine, résident dans une agglomération de plus de 100 000 habitants. Cette population n'a pas forcément de voiture personnelle (ObSoCo, 2017).

Pour le free-floating, le profil des usagers lyonnais (Vélo'v) est très hétérogène. L'étude produite par l'ANR Vel'Innov montre une surreprésentation des étudiants, ainsi qu'un gros écart des ressources avec une variation entre 500 et 5000€ par mois (HURE 2018).

On note ainsi des variations sensibles de profils selon les enquêtes et les sites, montrant que le marché et l'usage des VAE n'est pas encore totalement stabilisé.

Impact sur le choix modal

Le bureau d'étude 6t propose en 2015 une typologie sur les différents types et profils des usagers des modes de déplacement en milieu urbain, typologie combinant le temps du trajet au prix, la préférence d'usage et l'habitude d'utilisation :

- 1) "automobilistes exclusifs convaincus" : n'utilisent que la voiture particulière, mauvaise image des transports en commun ;
- 2) "automobilistes exclusifs ouverts" : n'utilisent que la voiture particulière, pas de mauvaise image des transports en commun ;
- 3) "modes alternatifs exclusifs" : n'utilisent jamais la voiture particulière, utilisent seulement les transports en commun, la marche, le vélo ;
- 4) "automobilistes contraints à l'usage des transports en commun" : préfèrent utiliser la voiture, mais contraints par le stationnement d'utiliser les transports en commun ;
- 5) "prédisposés aux modes alternatifs" : préfèrent utiliser les transports en commun, marche ou vélo plutôt que la voiture particulière ;
- 6) "comparateur de temps" : utilisent le mode de transport le plus rapide, connaissent bien l'offre de transport et choisissent au cas par cas ;
- 7) "écologistes civiques" : privilégient l'usage des moyens de transport écologiques pour être en accord avec leurs convictions ;
- 8) "ancrés dans la proximité" : n'aiment pas se déplacer avec des modes de transport motorisés, préfèrent les modes actifs et l'offre de proximité.

L'observatoire des mobilités (ObSoCo) a réalisé deux enquêtes sur les mobilités émergentes en 2014, en 2017 sur 4000 personnes. Cette seconde enquête montre que le marché des mobilités émergentes est dans sa phase de maturation. La part modale de la trottinette électrique passe à 4% en 2017 contre 2% en 2014. Les usagers l'utilisent une fois par semaine minimum dans 1 cas sur 5. Une nouveauté est la glisse urbaine, pas forcément électrique, qui fait son entrée en 2017 avec une part modale de 6%. Elle comprend les rollers, les skateboards, les hoverboards... Dans 1 cas sur 10, la glisse urbaine est pratiquée une fois par semaine ou plus (*ObSoCo, 2017*).

Cependant, il est difficile de prouver le report modal des usagers de la voiture vers les nouvelles mobilités individuelles électriques. C'est le cas pour l'utilisation des trottinettes en libre-service (*HURE, 2019*), qui semblent tout de même avoir un avenir dans les grandes villes congestionnées. En effet, de plus en plus d'usagers pratiquent l'intermodalité avec leurs trottinettes, via leur automobile personnelle ou les transports publics lourds (*Nouvelles Mobilités 2019*).

Pour ce qui est du VAE, il représente 6% des usagers du vélo de manière générale, soit 1,6% de la population française (*ObSoCo, 2017*). Cette disponibilité permet une capacité d'adaptation en cas de crise comme par exemple une grève, un problème technique ou une augmentation du prix du carburant (*ORFEUIL, 2018*). Les usagers du vélo à assistance électrique (VAE) vont plus vite que les usagers des autres modes de transport dans les centres villes. Cette vitesse moyenne est d'environ 19 km/h avec jusqu'à une moyenne de 25 km/h pour les trajets domicile travail ou domicile étude qui sont effectués par des usagers jeunes. À titre de comparaison, les transports collectifs se déplacent à une vitesse une moyenne d'environ 17 km/h et la voiture personnelle à environ 18 km/h, dans les centres villes. L'intérêt du VAE est donc de pouvoir parcourir, au cœur des villes, des distances plus longues dans un même temps que la plupart des usagers des autres modes (*6t – 2015*).

L'utilisation du vélo à assistance électrique n'entraîne pas vraiment une démotorisation des ménages. Parmi les répondants de l'enquête 6t, il ressort que 86% des utilisateurs du VAE possèdent au minimum une voiture. Ces usagers sont notamment intéressés par la voiture électrique : 27% des usagers du VAE en possèdent une. Cependant, l'utilisation du VAE entraîne une baisse de l'utilisation de la voiture personnelle, comme c'est apparemment le cas pour 49% des répondants.

De manière générale, le VAE entraîne une baisse de l'usage de tous les modes de transport. Par exemple, 36% utilisent moins les transports collectifs ou encore 48% utilisent moins leurs motos ou leurs scooters. En revanche, le VAE ne remplace pas forcément l'utilisation du vélo mécanique. La majorité des répondants (80%) possède et utilise encore un vélo mécanique. L'usage du VAE renforce l'usage d'un mode partagé : l'autopartage (44% disent l'utiliser davantage). Même résultat pour les vélos en libre-service, avec 46% des enquêtés déclarant l'utiliser plus (*6t - 2015*). Le vélo en libre-service est aujourd'hui utilisé par 5% des enquêtés (*ORFEUIL, 2018*). Il fait partie de ces nouvelles mobilités qui permettent une extension des modes disponibles en milieu urbain.

Le bureau d'étude 6t propose une classification des trois types dominants parmi les usagers du VAE :

- 1) Les "comparateurs temps" : 26% chez les usagers du VAE confirment l'hypothèse selon laquelle le VAE est un mode de transport rapide et bon marché, alternative crédible aux autres modes de déplacement ;
- 2) Les "automobilistes contraints à l'utilisation des transports en commun" : l'utilisateur du VAE se reporte sur les transports en commun, dans des situations où le VAE n'apporte pas de valeur ajoutée ;
- 3) Les "ancrés dans la proximité" représentent 16% et arrivent en 3ème position chez les utilisateurs du VAE. Ils n'apprécient ni les voitures, ni les transports en commun ; le VAE semble alors le seul mode motorisé utilisable.

L'utilisation des nouveaux modes de déplacement individuels et électriques est en augmentation sensible, partiellement au détriment de la voiture et des transports collectifs (*HURE, 2018*). D'ici une dizaine d'année, on peut rêver de villes développant 4 réseaux parallèles se partageant l'espace urbain (*LE BRETON, 2019*) :

- un réseau piéton étendu,
- un nouveau réseau pour les nouveaux modes individuels et électriques,
- un réseau des transports collectifs et de services, voire de transport d'entreprises,
- un réseau pour la voiture, ne disposant plus que d'une voie sur les quatre, avec une part modale en dessous de la barre des 25%.

Quel avenir pour les NVEI en milieu urbain ?

La volonté de réduire l'utilisation des véhicules aux énergies fossiles se traduit par une promotion des modes doux (LAMBLIN, 2018). S'agit-il d'un effet de mode ou d'un phénomène durable ? Cette question est posée (*Nouvelles Mobilités*, 2019) avec pour élément de réponse que le domaine des transports a souvent connu des périodes d'engouement. Par exemple, les années 1960 et 1970 ont vu apparaître temporairement des solutions innovantes. C'est le cas de Aramis (métro léger entièrement automatique), Aérotrain (train se déplaçant sur coussin d'air) ou encore le Poma 2000 (mini métro funiculaire sur pneus). L'échec de ces modes est avant tout dû au manque de fiabilité, d'une pratique inconfortable, de la part de systèmes qui en plus ne respectent pas forcément l'environnement. Les nouveaux modes de déplacement individuel doux basés sur l'électrique doivent répondre au mieux à ces attentes. La médiatisation des nouvelles mobilités et le côté séduisant de ces dernières sont à nuancer par une part modale restant pour l'instant assez faible. Il s'agit encore d'offres complémentaires ou particulières. Par exemple, leur utilité est souvent spécifique, avec un déplacement du domicile vers le travail ou le lieu d'étude en milieu urbain (ORFEUIL, 2018).

La nouvelle génération d'usagers est intéressée par les nouveaux modes de déplacement, à l'inverse de la génération qui a grandi sans les smartphones, par exemple. Les premières études américaines (ORFEUIL, 2015) montrent que les génération 2000 passent moins le permis de conduire, préfèrent les applications vélos et les transports en commun. Cependant, en vieillissant ils adoptent le comportement des générations précédentes et deviennent plus réservés à l'égard des nouvelles mobilités. L'hypothèse d'une croissance continue portée par le renouvellement des générations n'est pas à écarter mais n'est pas inéluctable et doit être nuancée. De plus, cette transition risque de ne pas concerner la totalité de la génération (ORFEUIL, 2018).

Les perspectives de disposer d'applications qui regroupent l'ensemble des offres de mobilité d'une ville sont intéressantes. Par exemple, la ville d'Helsinki applique le concept "Mobility as a Service" (MaaS) via son application nommée "Whim", qui permet d'avoir des informations sur l'ensemble des modes de déplacement disponibles, de déterminer des calculs d'itinéraires paramétrables, et de disposer d'une tarification intégrée. Cette offre globale "tous modes" peut permettre de dispenser les citoyens d'utiliser leur voiture personnelle et, potentiellement, de réduire drastiquement la circulation à l'horizon de 2025 (ORFEUIL, 2018).

D'autres études montrent qu'un système fondé sur trois piliers (marches, modes doux, modes électriques) peut offrir aux citoyens le même niveau de mobilité (en prix, en vitesse et en temps)

qu'aujourd'hui. Ce tryptique permettrait de réduire le nombre de véhicules, le stationnement et les embouteillages. Cette mesure rendrait en parallèle les déplacements longues distances, hors du centre-ville, plus difficiles (ORFEUIL, 2018).

3.1.5. Impacts des NVEI sur l'aménagement des centres urbains

Un aménagement qui concerne essentiellement le cœur urbain

La majorité des innovations de mobilité est concentrée dans le cœur des métropoles, tout comme la majorité des transports (métro, tram, pistes cyclables, vélo en libre-service...). Il y a donc une inégalité entre le centre d'une agglomération et ses couronnes. Le cœur urbain contient environ en moyenne 40% de la population. Cette population, devenue minoritaire comparée aux années 70/80 profite de la quasi intégralité des nouveaux modes de déplacement. Cette centralité dominante s'explique partiellement par la "théorie du ruissellement" qui n'a pas lieu : l'enrichissement des métropoles profite à leurs cœurs et à leurs armatures urbaines, mais moins à leurs couronnes périphériques. La voiture se retrouve utilisée par les périurbains qui y consacrent entre 19 et 20% de leurs revenus mensuels (INSEE 2011). Ils sont donc contraints à de longs trajets coûteux, avec des risques d'accident plus élevés (LE BRETON, 2019).

Le partage de l'espace commun en milieu urbain

Le développement des nouveaux modes de déplacement individuels électriques révèle les limites des centres villes, en termes de partage de l'espace commun. Historiquement, la voiture s'est installée dans les centres et a progressivement « grignoté » les autres voies de déplacement. Il s'agit du paradigme du "tout voiture", avec une part modale qui varie entre 50% et 70%, alors que la pénétration des mobilités douces oscille entre 5% et 10% (LE BRETON, 2019). Par exemple, le développement de l'automobile a entraîné un rétrécissement des trottoirs qui sont aujourd'hui de plus en plus encombrés et arrivent à saturation (Laurent, 2019). La chaussée est donc à 100% aménagée pour la voiture et les véhicules moteurs, avec une augmentation significative des voies réservées au transport en commun (PASSALACQUA, 2019). De plus, le piéton a longtemps été considéré comme "gêneur" et n'avait droit qu'à un espace réduit, dangereux et pollué (LE BRETON, 2019). Le rétrécissement des trottoirs pose de plus en plus de problèmes sur l'espace public, notamment avec l'arrivée des vélos et trottinettes en libre-service (free-floating) qui exploitent cet espace. Le free-floating vient notamment encombrer les trottoirs (HURE, 2019), parfois de manière anarchique (PASSALACQUA, 2019). S'ajoute la problématique de la dégradation, voire de l'abandon de l'engin en free-floating (HURE, 2019).

Pour répondre à cette double problématique de monopole de la voiture et du développement anarchique des NVEI, les villes mettent en place des zones restrictives (LAMBLIN, 2018). On trouve de plus en plus des "zones 30" qui limitent la vitesse tout en réduisant le stationnement des voitures. De plus, il est possible d'y circuler en vélo à contre sens sans réel danger car cela permet de mieux anticiper le risque (BOULANGER, 2018) et de partager l'espace commun (piétons, mobilités douces,

voitures). Pour redonner de la sécurité aux piétons, se mettent en place des plans piétons qui reviennent progressivement au cœur des préoccupations des politiques (*PASSALACQUA, 2019*). Par ailleurs, les politiques aménagent des pistes cyclables en réduisant la largeur des voiries (*LAMBLIN, 2018*). Les usagers de ces pistes préfèrent être en retrait des voitures. Ils aimeraient également disposer de pistes à double sens, gardant une certaine distance avec les piétons sur les trottoirs (*BOULANGER, 2018*).

Le Plan Vélo lancé à Paris en 2014 (*BOULANGER, 2018*) permet d'illustrer ces exemples d'aménagements. Avec un budget de 100 millions d'euros, Paris a pour objectif de proposer des nouveaux espaces dédiés aux vélos et de prévoir des lieux de stationnement sécurisés. Le réseau cyclable permet de traverser la capitale de part en part dans les directions nord-sud et est-ouest. Les aménagements favorisent des pistes à double sens d'une largeur de 3 à 4 mètres pour permettre les dépassements. Ce projet a permis de reconsidérer les passages dénivelés construits dans les années 50/60 pour faciliter la traversée des carrefours par les voitures. D'autres équipements, comme des tunnels, sont maintenant aménagés et libèrent de l'espace en surface.

La place des grandes firmes (free-floating des NVEI) dans l'aménagement des milieux urbains

Au cours de ces dernières années, les grandes villes ont vu se mettre en place des offres de NVEI en libre-service. Une accélération a eu lieu à partir de 2016 avec le développement du free-floating des NVEI, permettant de contourner les problématiques habituelles du stationnement rencontrées par les véhicules classiques (*HURE, 2018*).

Cependant, le free-floating génère des dépenses "cachées". En effet, il occupe un espace public qu'il faut entretenir, éclairer, sécuriser et nettoyer. Le déploiement de ces offres en libre-service sur les trottoirs entraîne un besoin de surveillance, pour lutter contre les éventuelles dégradations, avec l'installation de caméras (*Nouvelles Mobilités, 2019*), comme c'est le cas à Marseille. Cela se concrétise par une occupation du sol mal maîtrisée, un manque de soin dans l'usage des engins, ainsi que des incivilités (*Rapport de suivi de l'Agenda de la mobilité métropolitaine Aix Marseille Provence 2018/2019*).

À la tête du free-floating se trouvent de grandes firmes qui gèrent le déploiement de ce service, souvent spécialistes du mobilier urbain et de l'affichage publicitaire. On trouve notamment JCDecaux ou encore Clear Channel Outdoor (*HURE, 2018*). Avec cette double fonction, les opérateurs proposent une installation "clé en main" qui comprend le mobilier urbain, les véhicules (vélos ou trottinettes), le tout financé par la mise en place d'affichages publicitaires adaptés. Ces entreprises, qui possèdent des moyens financiers importants, proposent leur expertise pour trouver des solutions d'aménagement adéquates (*HURE, 2018*).

3.1.6. Risques induits par le développement des NVEI

Plans vélos

Pour le Plan Vélo parisien, un important diagnostic a eu lieu pour cerner et comprendre les attentes des usagers. Ce diagnostic concerne indirectement les vélos à assistance électrique (VAE), qui utilisent les mêmes espaces de circulation que les vélos mécaniques. L'objectif de la ville de Paris est de s'approcher au maximum d'une part modale du vélo de 15%, pour le placer au-dessus de la voiture qui plafonne à 10/12% de part modale (BOULANGER, 2018). Pour sécuriser les usagers des vélos, la ville de Paris a progressivement installé une centaine de "vélo-box" pour permettre de ranger les vélos à proximité des domiciles. Il existe également, par exemple à Dijon ou à Grenoble, des parcs de stationnement de grande capacité que l'on trouve en général à proximité des gares. Ils possèdent des vestiaires et même un espace réparation. Paris étudie cette possibilité pour favoriser le passage du train au vélo en gares de Montparnasse et de Lyon (BOULANGER, 2018).

La métropole d'Aix Marseille Provence propose également un ambitieux plan vélo qui s'étale de 2019 à 2024. Son objectif est de doubler les usagers réguliers du vélo d'ici 2024. Pour cela, le projet est organisé en trois axes (*Rapport de suivi de l'Agenda de la mobilité métropolitaine Aix Marseille Provence 2018/2019*) :

- Réaliser un réseau de 16 lignes sécurisées pour un total de 280 km, avec 8 itinéraires express, 8 itinéraires assurant les liaisons interurbaines, et 3600 places de stationnement dont 60% sécurisés ;
- Favoriser l'accès au vélo au plus grand nombre, via une aide à l'acquisition de vélos électriques (25% du coût de l'acquisition, 400€ maximum) ;
- Sécuriser la pratique cyclable et promouvoir l'usage du vélo, sensibiliser sur l'usage et sur le partage de l'espace public.

À l'échelle régionale, des plans vélos sont également mis en place. C'est le cas de la région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) qui aborde la question dans son *Schéma Régional 2017-2025*. L'objectif est d'améliorer les véloroutes dans la région pour mieux les raccorder au réseau national, ainsi qu'au réseau régional. Les véloroutes sont principalement utilisées par les riverains et par les touristes (dont certains voyagent sur de longues distances). L'ambition pour 2025 est d'avoir 2040 km de réseau cyclable en PACA générant une retombée économique de 51 millions d'euros par an dans la région. L'avancement du réseau en 2017 était de 40 % sur l'objectif des 2040 km de réseau cyclable (*Schéma Régional PACA 2017-2025*).

L'outil numérique nécessite également d'être considéré par les politiques. Ces questions relèvent de l'action publique pour réguler l'offre, la rendre sécurisée. L'objectif est de ne pas être piégé par l'implantation d'un système de mobilité partagée. La réglementation du numérique dans les nouveaux

modèles électriques est destinée à encadrer et à stabiliser le système sociotechnique. Par exemple, le numérique peut permettre la gestion du trafic. Il convient probablement de pourvoir la gestion publique en instruments techniques plus puissants qui augmenteront la capacité de gestion du système (LEURENT, 2018).

Les problèmes de sécurité routière

Les trottinettes provoquent de plus en plus d'accidents, souvent en solitaire, qui ne sont pas de ce fait consignés dans les registres des accidents corporels de la circulation routière. C'est à partir des années 2000, avec l'apparition de nouvelles trottinettes possédant de meilleurs roulements que les accidents ont augmenté. Les accidents les plus graves sont ceux qui impliquent des engins motorisés (BRENAC, 2015), dont les trottinettes électriques responsables de plus en plus d'accidents mortels relayés dans l'actualité. La grande vitesse de ces engins (jusqu'à 90 km/h), utilisés sur les trottoirs et la voirie, augmentent les risques d'accidents et les problèmes de sécurité routière (HURE, 2019). Les accidents, fréquents, sont le résultat d'une vitesse trop élevée, d'une absence de visibilité pour anticiper l'arrivée de ces nouveaux modes à proximité d'une voiture (BRENAC, 2015) ou d'absence de protection (casques, genouillères...). Les NVEI, tels que les trottinettes électriques, les gyropodes, les gyroroues ou encore les hoverboards, sont soumis à la même réglementation d'assurance de responsabilité civile que les voitures (HERAN, 2018). Des assurances spécifiques pour les trottinettes électriques existent : si l'engin ne dépasse pas les 6 km/h, ils sont inclus dans l'assurance habitation. Sans assurance, et en cas d'accident, l'utilisateur est dans l'obligation d'indemniser la ou les personnes blessées. Ne pas avoir d'assurance peut en plus être passible d'une amende de 3750€ Pour le free-floating des NVEI, les assurances sont comprises dans le tarif de la location (INC, 2020).

La trottinette électrique possède en effet quelques défauts. Malgré une vitesse de pointe qui monte (légalement) jusqu'à 25km/h, elle a des petites roues qui peuvent se coincer dans des nids-de-poule. De plus, son freinage est peu efficace, l'empattement est faible et l'éclairage rudimentaire. En conséquence, la trottinette électrique est peu sûre, les accidents sont fréquents, avec des chutes souvent solitaires, spectaculaires, qui finissent aux urgences (Nouvelles Mobilités, 2019). Le respect du code de la route est obligatoire, notamment des feux rouges. Au niveau de la sécurité, il est recommandé de porter un casque, un vêtement réfléchissant et voyant, faire attention lorsqu'il pleut et vérifier le freinage avant chaque utilisation. (INC, 2019).

Réguler le partage de l'espace commun

La régulation du partage de l'espace commun s'effectue de manière générale par la loi du plus fort. En l'absence de policier, c'est la voiture qui impose sa présence sur les autres engins du fait de sa taille imposante, comparée à une trottinette électrique par exemple. De plus, le code de la route est centré sur le monde automobile mais s'applique aussi aux autres modes qui deviennent encore une fois inférieurs (LE BRETON, 2019). Ainsi, dans notre quotidien, les engins de déplacement personnel (EDP) n'ont pas, en 2018, d'espace dédiés où circuler (HERAN, 2018). C'est également le cas des engins en free-floating, comme vu précédemment. On constate une absence de régulation qui génère la dépose

de vélo n'importe où dans les villes, ce qui encombre l'espace public et le pollue (HURE, 2018).

Afin de permettre à chaque mode d'avoir son espace et d'arbitrer les priorités entre modes, le Code de la Rue est mis en place en 2008. Il a pour ambition de promouvoir une cohabitation plus sereine de l'espace routier. Il fluidifie un peu le croisement des modes anciens et nouveaux, mais son efficacité et sa portée restent faible (LE BRETON, 2019). Les trottinettes sont interdites au-delà de 6 km/h sur les trottoirs réservés aux piétons. Ils ne peuvent rouler que sur des voies privés. Les NVEI sont pour l'instant "tolérés" sur la chaussée. Ils ne sont pas non plus juridiquement autorisés à circuler sur les pistes cyclables ou les voies de bus (INC, 2019). Ces pistes cyclables sont à la base exclusivement réservées aux cyclistes. Afin de donner un espace aux engins de déplacement personnel, des réflexions sont en cours (HERAN, 2018).

La Métropole d'Aix-Marseille Provence adopte une approche progressive face à l'essor des trottinettes électriques (dont le free-floating à Marseille). Elle a mis en place en décembre 2018 une charte de bonne conduite qui établit des conventions d'occupation temporaire du domaine public, via une redevance. Une expérimentation de free-floating a été mise en place avec 6 opérateurs (Lime, CIRC, VOI, TIER, BIRD et Wing) pour un total de 9400 trottinettes dans Marseille. Un cadrage progressif a permis de limiter le nombre d'acteurs à 3 pour au maximum 6000 engins dans les rues. Depuis fin 2019, le marché est assuré par 3 compagnies qui sont CIRC, VOI et BIRD (*Rapport de suivi de l'Agenda de la mobilité métropolitaine Aix Marseille Provence 2018/2019*).

Une des principales réponses aux problématiques de régulation d'usage et de partage de l'espace public est la Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) qui encadre les dispositifs de mobilités partagées. Pour profiter du marché, et en attendant cette législation, les entreprises ont négocié avec les élus. L'objectif est de responsabiliser les usagers. D'autres idées continuent à émerger comme la possibilité de faire payer les entreprises de NVEI pour l'impact du free-floating sur l'espace public (HURE, 2018) ou l'enlèvement des véhicules gênants par la municipalité (*Nouvelles Mobilités*, 2019).

3.2. Enquête en ligne

3.2.1. Introduction

Pour compléter les connaissances sur les Nouveaux Véhicules Électriques Individuels (NVEI), nous avons réalisé une enquête en ligne et par entretien, potentiellement sur 2 sites : Marseille (free-floating) et Montpellier. Les NVEI sont récents, ils suscitent de plus en plus de curiosité mais la prise de recul est encore délicate. L'enquête permet d'appréhender l'usage et les usagers de ces modes de déplacement récents.

Au vu du contexte imprévu (crise sanitaire liée à l'épidémie de coronavirus) le choix est fait, le 24 mars 2020, de réaliser une enquête essentiellement en ligne. Avec une administration de l'enquête en ligne, il est difficile de se limiter à deux villes, la donnée récoltée est potentiellement nationale.

3.2.2. Thèmes de l'enquête

Trois thèmes ont été largement abordés.

Le premier thème vise à appréhender les NVEI utilisés et le profil des usagers. Quels sont les nouveaux véhicules individuels électriques qui sont le plus utilisés ? Un engin domine-t-il les NVEI en termes d'usage ? Quels sont les profils des usagers selon les NVEI utilisés ? Le profil des usagers inclut les informations personnelles (sexe, âge, CSP, localisation approximative), ainsi que les habitudes de déplacements et d'usage du NVEI.

Le second thème concerne le report modal des usagers des NVEI. Il s'agit de comprendre le choix des usagers d'utiliser les NVEI plutôt que les autres modes de déplacement et de cerner l'impact de l'utilisation d'un NVEI sur les autres modes de déplacement. Les usagers des NVEI sont-ils uniquement des anciens autosolistes ou des anciens usagers des transports collectifs ? L'utilisation d'un NVEI met-elle définitivement fin à l'usage des autres modes de déplacement ?

Le thème 3 vise à étudier les conséquences potentielles de l'essor des NVEI pour les usagers ainsi que les non usagers. Les NVEI sont récents et ils engendrent des externalités positives et négatives. Plusieurs sous-thèmes entrent en jeu, comme la sécurité, les infrastructures dédiées, l'impact écologique ou encore le partage de l'espace commun... Ces réponses doivent permettre de constituer une base de données intéressante pour la troisième partie du chapitre (analyses SWOT). Exemples de questions posées : Les non usagers sont-ils réfractaires aux NVEI ? Avoir un NVEI est-il contraignant ?

3.2.3. Benchmark des outils d'enquêtes

Ce paragraphe a pour objectif de présenter et de comparer divers outils de conception d'enquêtes en ligne afin de choisir celui qui correspond le mieux à nos besoins (enquête d'environ 20/25 questions, nécessité de réaliser des tris à plat et croisés).

Les outils comparés sont Dragonsurvey, SurveyMonkey, LeSphinx, GoogleForms, Typeform (tableau 3.1).

Outil analysé	Avis	Prix	Note personnelle
	Plutôt destiné à des sondages, conception et traitement basiques.	Version gratuite limitée à 200 réponses ou 24€ / mois pour 2000 réponses.	2/5
	Pratique pour du sondage sur des thèmes répandus (enquête satisfaction).	Version gratuite limitée à 100 réponses ou 39€ / mois pour 1000 réponses / mois.	3/5
	Outil le plus développé pour de l'enquête. Le prix est un frein.	Version gratuite limitée à 200 réponses ou 599€ pour avoir Le Sphinx IQ	4/5
	Outil gratuit donc beaucoup utilisé. Propose du traitement de réponse basique.	Offre 100% gratuite	4/5
	Réservé pour des enquêtes courtes mais visuellement bien travaillées.	Version gratuite limitée à 100 réponses ou 30€ / mois pour 1000 réponses / mois.	1/5

Figure 3.8 – Comparaison d'outils d'enquête en ligne

Le tableau synthétique du Benchmark (Figure 3.8) ressortir deux outils qui sont LeSphinx et Google Forms. Dans le cadre de cette étude, l'outil proposé par Google a finalement été préféré pour plusieurs raisons. LeSphinx propose une version gratuite pour les étudiants, mais avec un seuil de 200 réponses par enquêtes (sur 3 enquêtes possibles). À l'inverse Google Forms est 100% gratuit et n'impose pas de seuil de réponses maximum. Il était difficile de prévoir initialement le nombre de réponses à l'enquête, mais il s'avère que la barre des 200 réponses a été dépassée, du fait que l'enquête était réservée aux non usagers.

Cependant, Google Forms n'est pas un outil d'enquête aussi développé que LeSphinx. Le traitement des réponses, notamment les tris croisés, doit se faire de manière manuelle. *A contrario*, l'interface de Google Forms est connue de beaucoup de monde, permettant pour un enquêté de trouver rapidement ses repères et donc de gagner du temps dans la réponse aux questions. L'outil présente également une limite sur la question de la confidentialité, Google ayant accès à la donnée.

3.2.4. Arborescence des blocs de questions de l'enquête

En prenant en compte les trois thèmes, ainsi que le besoin d'interroger les usagers de Montpellier et de Marseille, l'enquête finale se divise en plusieurs parties. Une question filtrante permet dès le début de séparer les usagers des NVEI des non usagers.

Si la réponse est “non”, alors l’enquête est redirigé vers un bloc composé de trois questions ayant pour objectif de mesurer l’intérêt, la motivation et l’avis sur l’usage potentiel d’un NVEI.

Si la réponse est “oui” alors l’enquête est dirigé vers la première partie de l’enquête pour les usagers. Cette partie est composée de 11 questions abordant les thèmes précédemment décrits. Il y a des questions fermées et ouvertes, permettant d’obtenir des réponses plus larges et personnelles. La dernière question est une question binaire. Elle a pour but d’identifier les usagers qui résident à Montpellier ou à Marseille.

Dans le cas contraire l’enquête est redirigé vers la partie commune des questions sur les renseignements personnels à la fin de l’enquête (sexe, âge, CSP, commune ou quartier de résidence).

La partie de l’enquête réservée aux usagers habitant Marseille ou Montpellier est identique, mais une question sur le free-floating est ajoutée pour Marseille, la ville de Montpellier n’étant pas concerné par ce style d’offre.

Ces questions ont pour objectif dans un premier temps de connaître les habitudes de déplacements, la longueur et la durée des trajets en NVEI, les problèmes rencontrés dans la ville en question dans l’usage d’un NVEI, ainsi que des idées qui pourraient participer à cette inclusion dans la ville en question. Ensuite l’enquête doit donner son avis sur les différents modes de déplacement de sa ville et fournir un trajet type qu’il effectue avec son NVEI (du point A au point B), ainsi que son quartier (pour Montpellier) ou son arrondissement (pour Marseille) de résidence.

3.2.5. Diffusion de l’enquête par trois canaux

La diffusion de l’enquête s’est effectuée par le biais de 3 canaux. Chronologiquement, il s’agit de Facebook, Twitter et pour finir quelques entretiens sur le terrain à Montpellier. Il y a donc eu très largement une auto administration par l’enquête (Facebook et Twitter) et un peu d’administration par l’enquêteur sur le terrain à Montpellier.

Le partage de l’enquête sur Facebook a eu lieu du 16 avril au 22 avril 2020. Le partage sur Twitter s’est effectué le 28 avril 2020. Pour finir, l’enquête de terrain à Montpellier (quartier Antigone) s’est déroulée les 18 et 19 mai 2020.

La présente étude traite des données récoltées entre le 16 avril et le 24 mai 2020. L’enquête continue depuis à “circuler” actuellement sur internet. L’enquête en ligne a ainsi été diffusée sur trois canaux différents, à trois moments différents. Il est donc intéressant de se pencher sur les statistiques respectives de ces trois canaux.

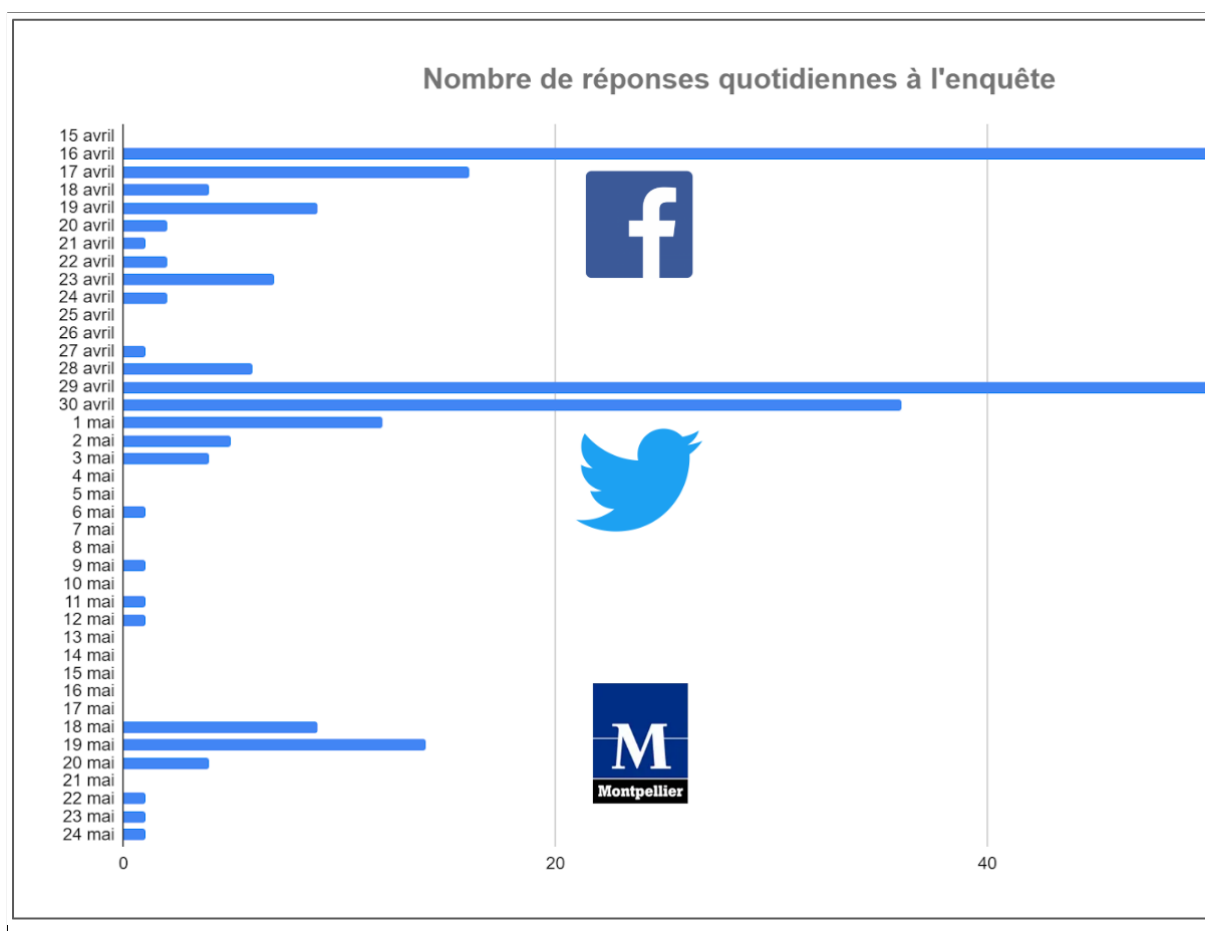


Figure 3.9 - Nombre de réponses quotidiennes à l'enquête selon 3 canaux

Le premier partage sur Facebook a eu lieu le 16 avril sur mon un “mur personnel”. 10 personnes ont partagé la publication auprès de leurs cercles d’amis respectifs. Ce partage a donc concerné au total 11 cercles d’amis. Le second partage sur Facebook a eu lieu le 22 avril 2020 auprès de groupes étudiants, souvent d’une même ville. Par exemple, le groupe “Étudiants de Montpellier” comporte 55 000 personnes (juin 2020). Ces groupes sont très utilisés pour le partage d’enquêtes étudiantes. La période du confinement a beaucoup renforcé ce biais de communication pour le partage d’enquêtes, ce qui a pu créer une certaine forme de lassitude chez les étudiants à répondre aux dizaines d’enquêtes quotidiennes.

À la lecture du graphique du nombre de réponses quotidiennes, il semble que le partage sur le “mur personnel” a eu un bien meilleur impact que le partage sur les groupes étudiants. Les 16 et 17 avril (partage sur le mur personnel) ont vu une collecte de 71 réponses. À l’inverse, les 22 et 23 avril (partage dans les groupes étudiants) il a été récolté seulement 9 réponses. Au total, le partage de l’enquête avec le réseau social Facebook a apporté 84 questionnaires complets.

La suite de la diffusion de l’enquête en ligne a été effectuée avec le réseau social Twitter. Le principe de Twitter est de partager des brefs messages appelés “tweets”. Sa particularité est qu’il est très utilisé

pour partager des messages en masse et rapidement dans le monde entier avec les fonctionnalités “tweet” (rédiger) et “retweeter” (partager). De plus, Twitter permet de consulter les tendances, c’est à dire les sujets de discussions du moment sur ce réseau social. Twitter possède un système d’abonnement, permettant de suivre une personne et observer ce qu’elle rédige (tweet), partage (retweet) ou encore aime (like). Twitter est un réseau social public (sauf choix personnel) qui permet de voir des publications d’inconnus à travers une recherche de mots clés. Cette particularité est intéressante pour trouver des personnes qui sont actives sur des thèmes précis, comme par exemple les NVEI.

Le premier partage sur Twitter a eu lieu le 28 avril sur un fil d’actualité ouvert à tous. Cela signifie que n’importe quel utilisateur de Twitter a la possibilité de voir le “tweet”. Le tweet a été partagé 30 fois et aimé 19 fois par des personnes généralement inconnues, mais attirées par les NVEI.



Figure 3.10 - Partage de l'enquête sur Twitter

En plus de ce tweet, le 29 avril, le choix a été fait de contacter des usagers potentiels par messages privés (ceux ayant leur messagerie ouverte aux inconnus). En regardant les abonnés des utilisateurs ou des associations de NVEI, de nombreux usagers potentiels sont apparus à travers leurs présentations personnelles. Le contact a donc été établi avec ces personnes, ce qui a généré un très bon retour et un vrai intérêt pour l’enquête.

A la lecture du graphique du nombre de réponses quotidiennes, un certain “buzz Twitter” se dégage du 28 avril au 3 mai 2020. Au total 116 personnes ont répondu à l’enquête sur cette période. Concrètement, Twitter a permis de cibler des usagers à l’inverse de Facebook. Il sera donc intéressant d’analyser si cela a eu un impact sur la part d’enquêtés usagers et non usagers qui ont répondu à partir de Twitter, comparé à Facebook.

Initialement prévues à Montpellier ainsi qu’à Marseille, les enquêtes de terrain n’ont pas eu lieu à cause de la crise sanitaire du Covid 19, ayant entraîné un confinement de plusieurs semaines. Cependant, durant le déconfinement, une enquête exceptionnelle de terrain s’est tenue les lundi 18 et mardi 19 mai 2020. Cette enquête de terrain a permis d’enquêter 15 usagers de NVEI montpelliérains.

Le lieu choisi pour effectuer ces enquêtes est situé dans le quartier économique d’Antigone. Plus exactement, il s’agit du feu rouge pour les piétons et cyclistes situé rue Léon Blum, séparant la Place du Millénaire de la Place de Thésalie. Cet endroit oblige les usagers de mobilités individuelles à mettre pied à terre lorsque le feu est rouge, permettant une fenêtre temporelle adéquate pour leur proposer l’enquête.



Figure 3.11 - Rue Léon Blum, quartier Antigone, Montpellier

Cette démarche de terrain modifie le mode d'administration des réponses. En effet, les enquêtés étaient ciblés et les réponses saisies par un enquêteur. Il était donc connu d'avance que les 15 personnes interrogées étaient des usagers des NVEI. Il serait intéressant de renouveler cette opération à l'avenir dans différents quartiers de la ville, en interrogeant aussi des non usagers.

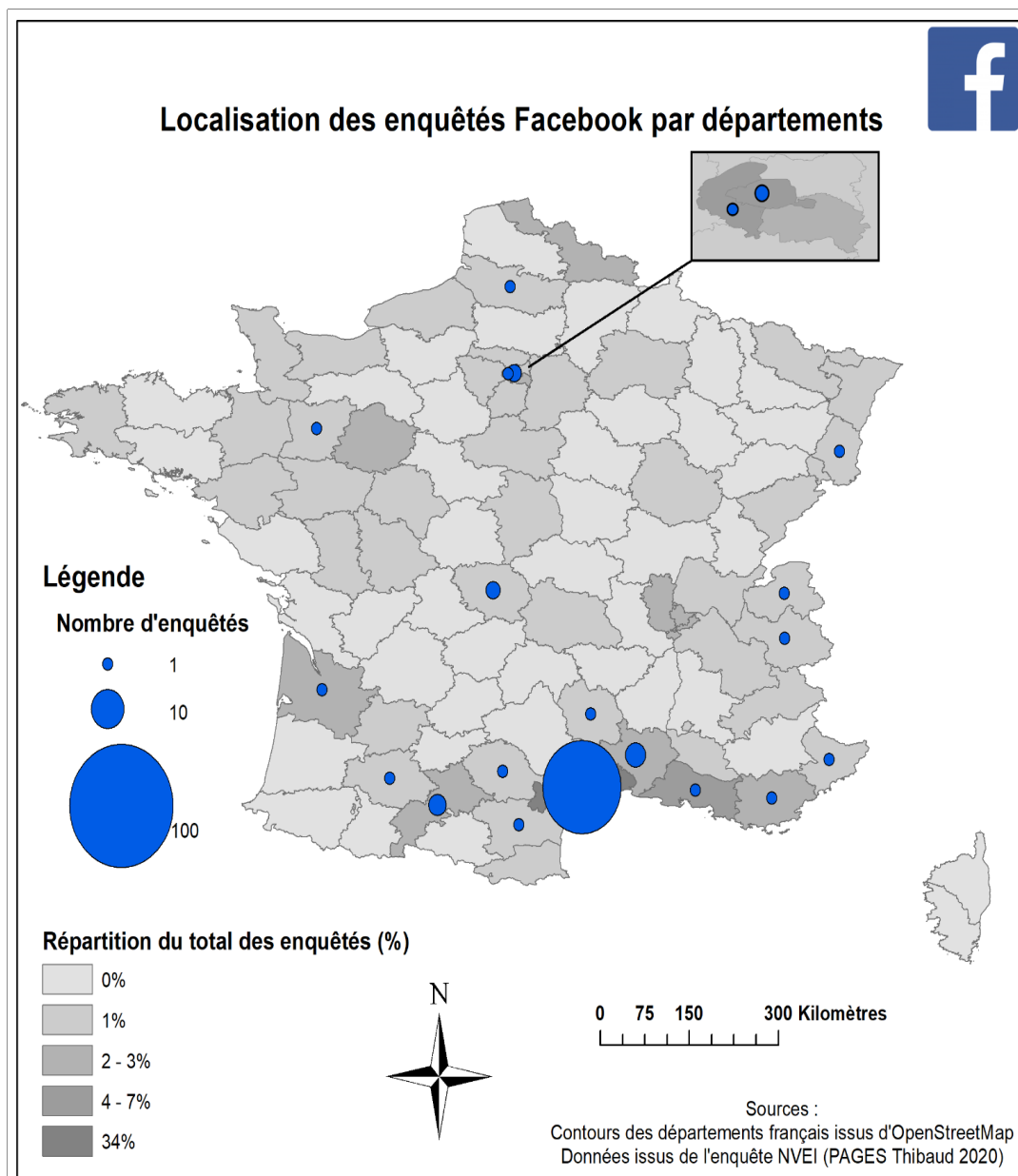


Figure 3.12 - Carte de localisation des enquêtes via Facebook

3.2.6. Le profil des enquêtés suivant le réseau social

Partager une enquête via des amis, de la famille, ainsi que sur des pages étudiants de Montpellier a forcément engendré un nombre important de réponses du département de l'Hérault. À l'inverse, le partage sur Twitter étant plus large et principalement effectué à partir des descriptions des usagers, l'amplitude géographique des répondants s'élargit. Pour l'enquête de terrain à Montpellier, logiquement 100% des enquêtés habitent Montpellier.

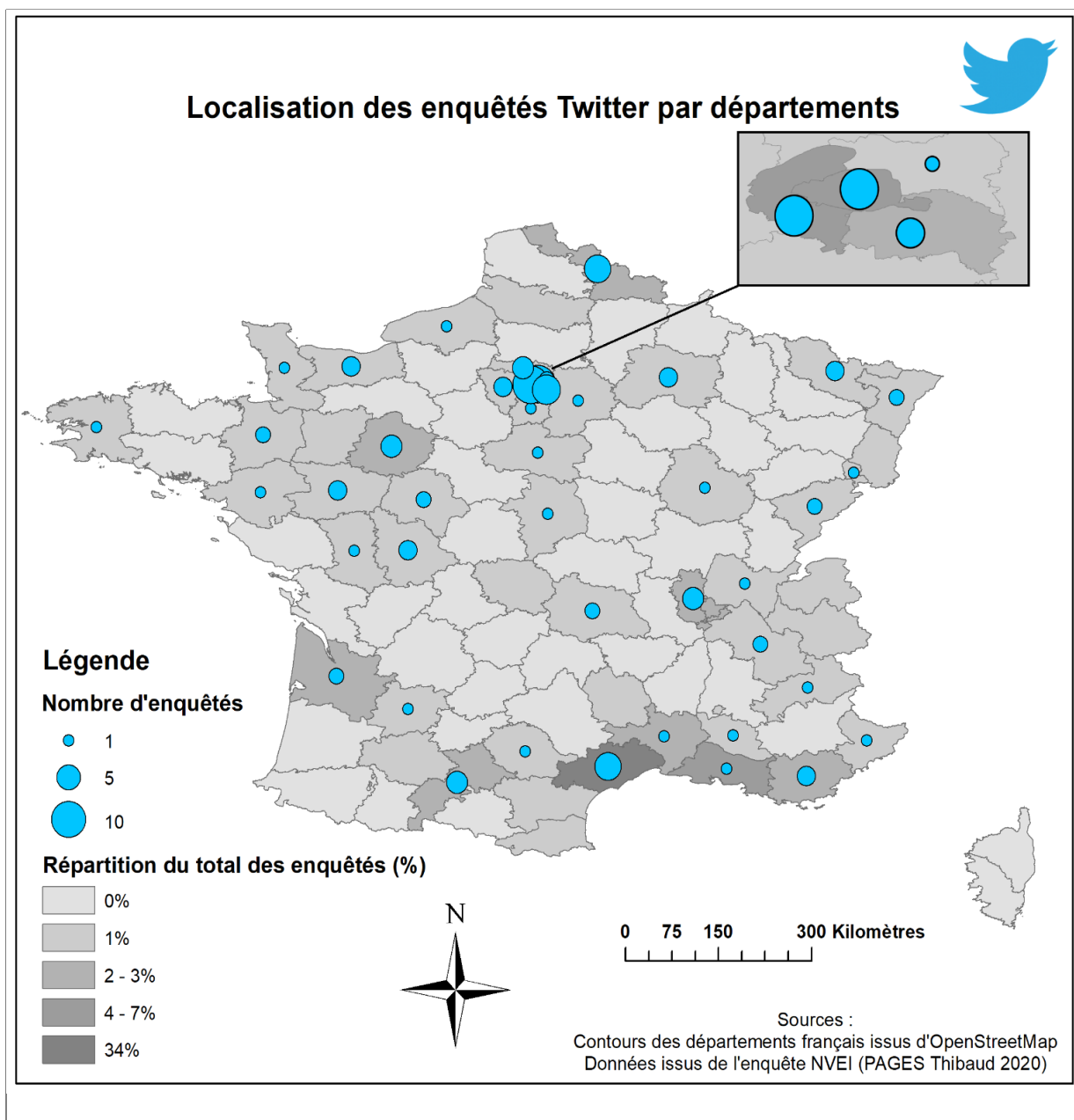


Figure 3.13 - Carte de localisation des enquêtes Twitter

Les deux cartes (figures 3.12 et 3.13) présentent la localisation des répondants à l'enquête avec Facebook ainsi que Twitter. Le partage de l'enquête sur Facebook montre bien une forte participation dans le département de l'Hérault avec 58 répondants sur les 84 pris en compte, soit 70%, le reste se répartissant en 19 départements. À l'inverse, le partage sur Twitter n'a apporté que 5 réponses localisées dans le département de l'Hérault sur les 116, soit 4%.

Le partage de l'enquête sur Twitter montre un éclatement de la localisation des réponses. Les 116 réponses proviennent de 44 départements différents, avec un épiscentre en Île de France mais également des réponses à l'Ouest et à l'Est du pays. Cet éclatement de la localisation des réponses est intéressant pour l'analyse de l'enquête. Facebook et l'enquête de terrain ont permis de créer un échantillon Montpelliérain, qui peut être comparé à un échantillon national généré par le partage de l'enquête sur Twitter.

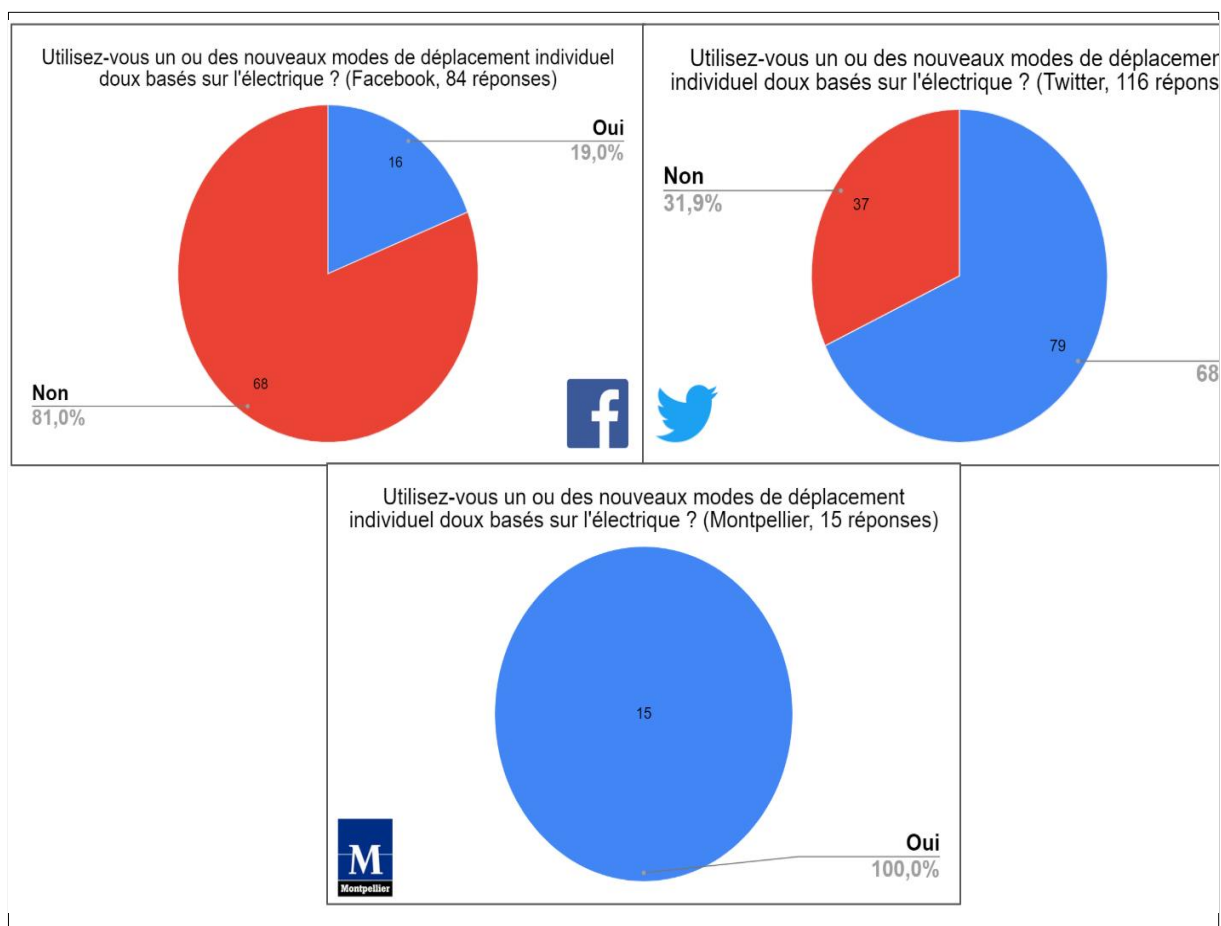


Figure 3.14 - Possession d'un NVEI suivant le mode de diffusion de l'enquête

Le comparatif de la figure 3.14 permet de mettre en évidence le ciblage de la diffusion de l'enquête sur Twitter en termes de retours d'utilisateurs de NVEI. En effet, sur 120 répondants, il y a au total 79 utilisateurs, ce qui correspond à une part de 68,1 %. En France, la part des utilisateurs de NVEI est de 3% (*Etude NVEI Odoxa pour EUROFIL 2018*). À l'inverse, le partage de l'enquête sur Facebook montre un retour plus faible en termes d'utilisateurs des NVEI. Le partage étant large, et non ciblé, la part de 19% d'utilisateurs reste tout de même non négligeable, au vu de la part des utilisateurs de NVEI en France (*Etude NVEI Odoxa pour EUROFIL 2018*).

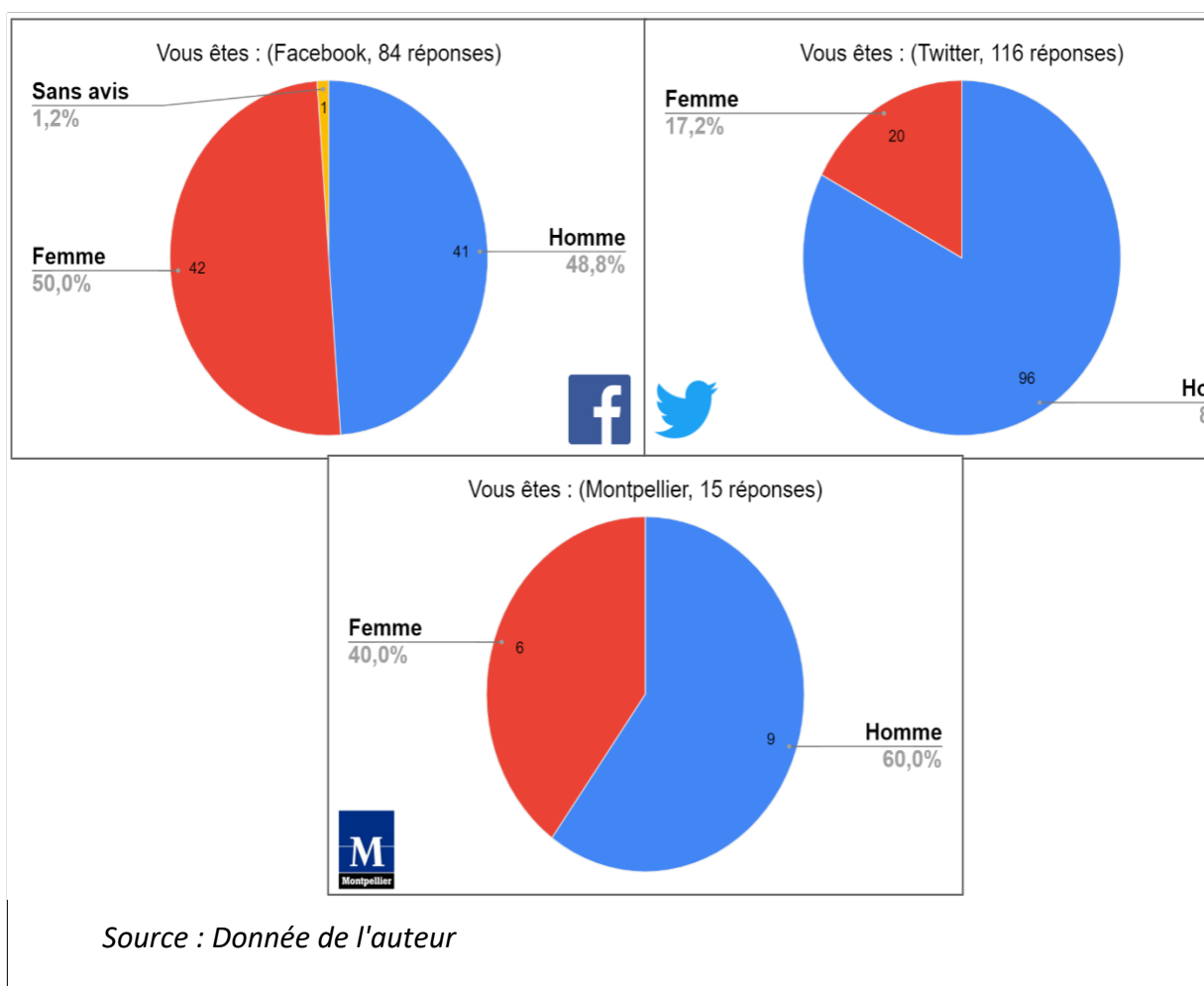


Figure 3.15 - Sexe des enquêtés suivant le mode de diffusion de l'enquête

Le sexe des répondants suivant le réseau social présente une forte différence (figure 3.15). Les résultats avec Facebook montrent un parfait équilibre, alors que Twitter présente une forte part d'hommes (82,8%). En comparant avec les chiffres fournis par Facebook et Twitter (*Social Media Today*) il y a bien une différence : en France Facebook est composé de 54% de femmes et 46% d'hommes alors que Twitter est composé de 62% d'hommes et 38% de femmes.

Malgré ces chiffres, la part des hommes issue du partage de l'enquête sur Twitter, cumulée à la forte proportion d'utilisateurs, confirme l'hypothèse selon laquelle l'utilisateur du NVEI est plutôt un homme. Il faut tout de même noter que pour l'enquête de terrain à Montpellier (et malgré un échantillon de 15 usagers), la part des hommes "n'est que" de 60%. Un chiffre loin des 82,8% d'hommes parmi les enquêtés sur le réseau social Twitter.

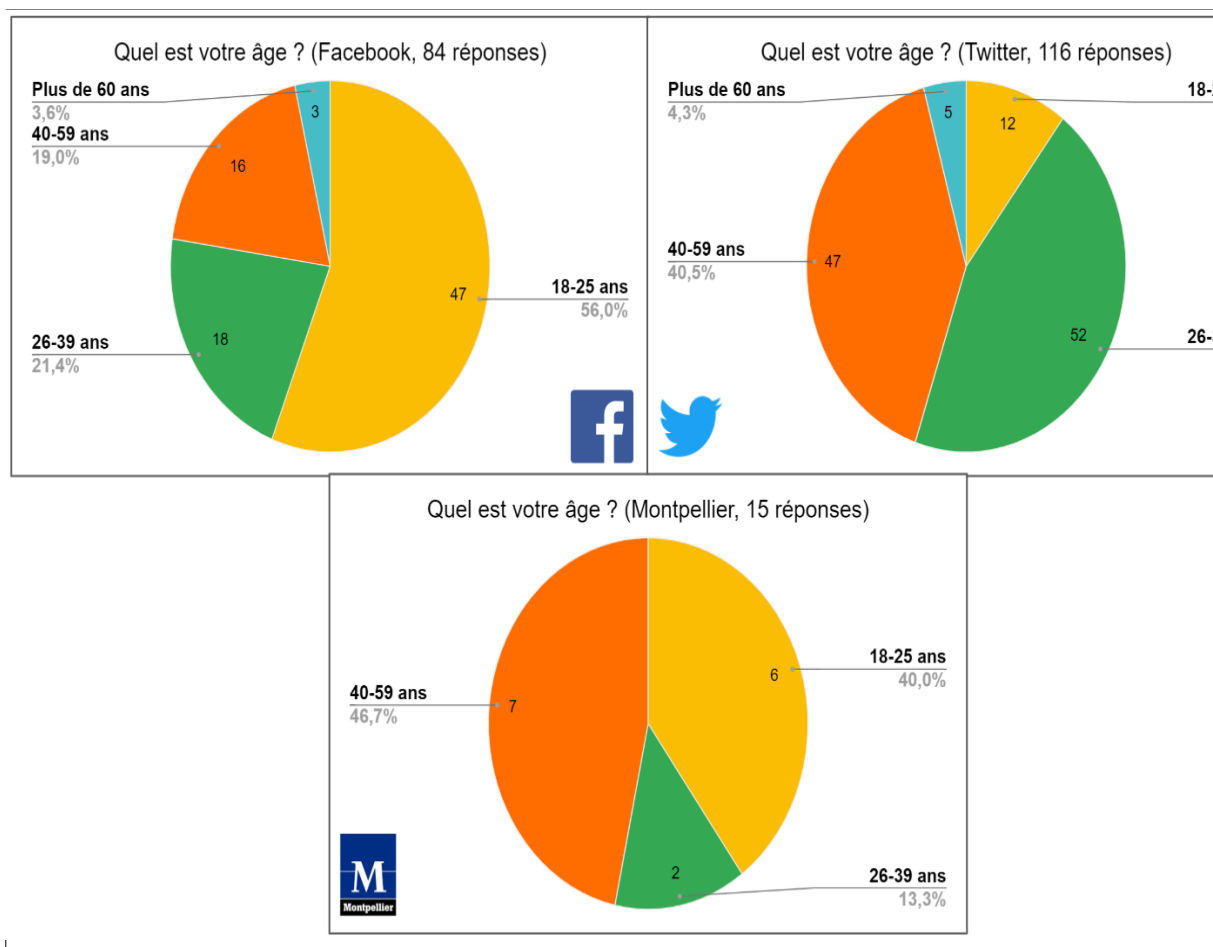


Figure 3.16 - Age des enquêtés suivant le mode de diffusion de l'enquête

L'âge des enquêtés suivant le canal de partage présente également des différences (Figure 3.16). Pour le partage sur Facebook, les résultats montrent une forte part des 18-25 ans, avec 56% contre 10,3% sur Twitter.

En revanche, Twitter possède une forte part des 26-39 ans et des 40-59 ans avec un cumul de 85,3% contre un cumul de 40,4% sur Facebook. Il est difficile d'avoir des chiffres officiels sur l'âge moyen pour Facebook ainsi que Twitter.

Le plus intéressant dans ce comparatif apparaît en croisant ces résultats avec la part de possession, ou non, d'un NVEI suivant le réseau social. Cela permet d'observer que le possesseur d'un NVEI est dans une fourchette d'âge de 26 à 59 ans. En effet 68,1% des enquêtés par Twitter possèdent un NVEI et 85,3% des enquêtés par Twitter ont entre 26 et 59 ans. Pour l'enquête de terrain à Montpellier, 60% des usagers enquêtés sont dans la fourchette 26 à 59 ans.

3.3. Analyse des résultats de l'enquête

L'enquête étant volumineuse, le choix est fait de ne traiter que les éléments considérés comme les plus pertinents dans le cadre de la problématique de cette étude.

Cette partie abordera dans un premier temps les usagers de NVEI à l'échelle de la France avec des comparaisons ponctuelles avec ceux de Montpellier. Dans un second temps, l'analyse portera sur les différences suivant l'engin utilisé à l'échelle de la France, avec des comparaisons avec Montpellier (dans une moindre mesure). Enfin, un rapide focus sera effectué sur les usagers montpellierains enquêtés.

Le partage de l'enquête et le traitement des résultats révèlent l'impossibilité d'isoler un échantillon concernant la ville de Marseille. Seuls deux usagers enquêtés ont déclaré résider à Marseille.

Les questions destinées aux non usagers seront traitées dans une analyse SWOT. Il en va de même pour les questions ouvertes de l'enquête qui alimenteront cette analyse.

3.3.1. Les enquêtés usagers de NVEI en France

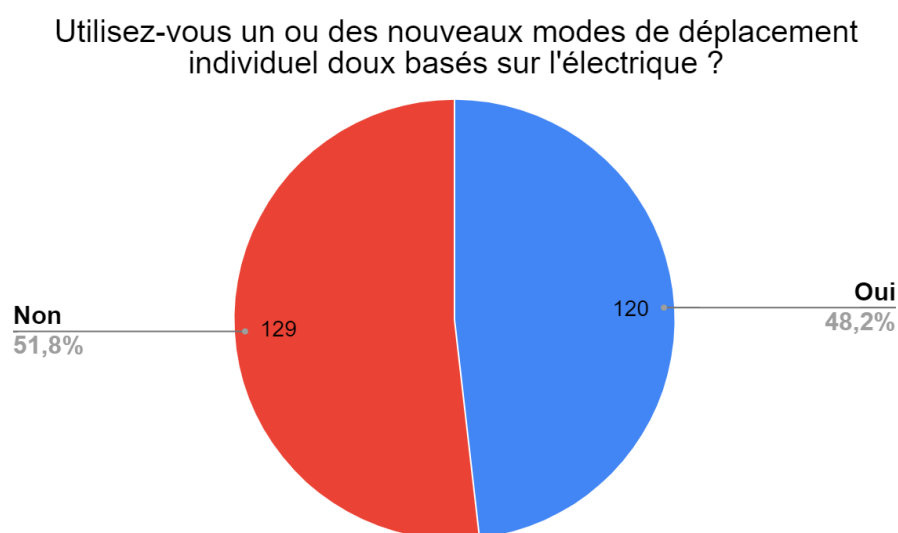


Figure 3.17 – Taux de pénétration des NVEI pour les répondants de l'échantillon France

Sur un total de 249 réponses à l'enquête (au 24 mai 2020, Figure 3.18) la part des usagers des nouveaux véhicules électriques individuels est de 48,2% soit un total de 120 usagers (Figures 3.17 et 3.19). Le ciblage du partage de l'enquête en ligne, combiné au terrain (Montpellier), a permis d'obtenir une telle part d'usagers qui ne reflète pas la réalité. En effet en France environs 3% de la population utilise des NVEI (*Etude NVEI Odoxa pour EUROFIL 2018*).

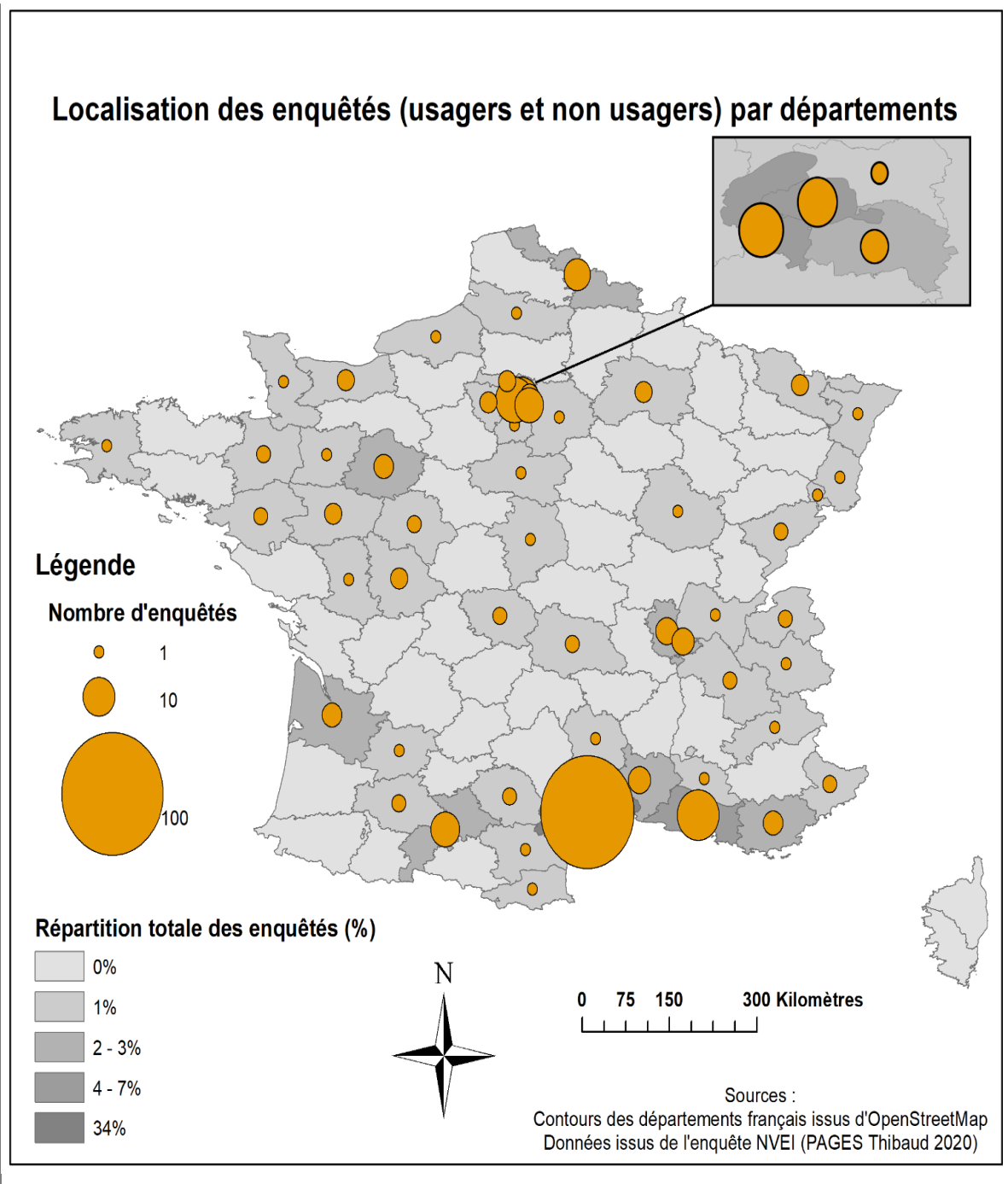


Figure 3.18 - Localisation des personnes enquêtées dans l'échantillon total (249 personnes)

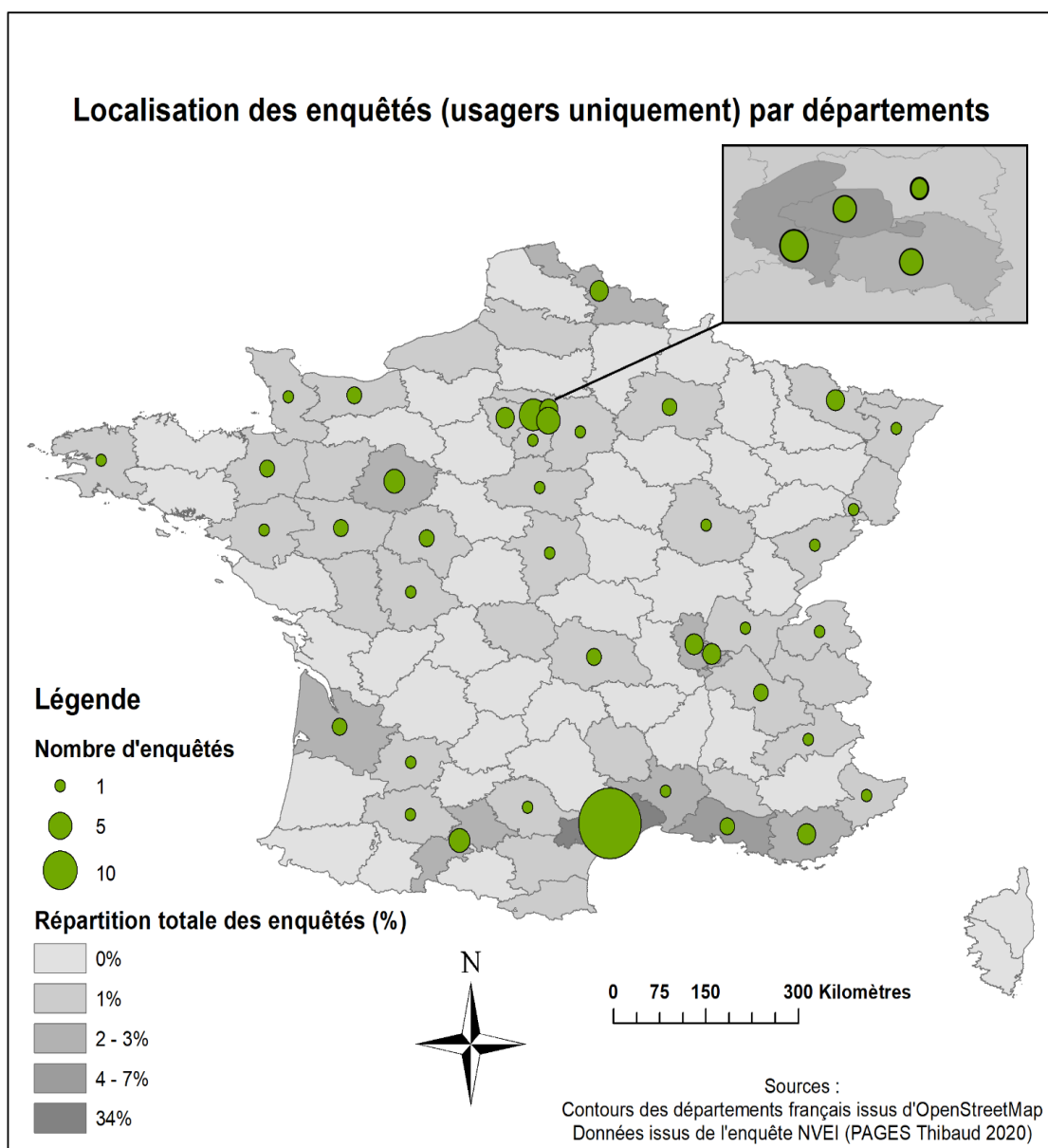


Figure 3.19 - Localisation des usagers (échantillon France)

La carte de la localisation des usagers de NVEI par département (Figure 3.19) montre une répartition éparpillée des usagers en France. Le partage de l'enquête en ligne a contribué grandement à ce résultat, qui permet d'avoir un échantillon réparti partiellement sur le territoire français. Plus de 40 départements sont représentés avec en général entre 1 et 3 répondants. On trouve tout de même un fort taux de répondants dans l'Hérault (34 usagers), qui s'explique par l'enquête de terrain à Montpellier (23 usagers) ou encore en île de France qui est un territoire clé des NVEI et du free-floating.

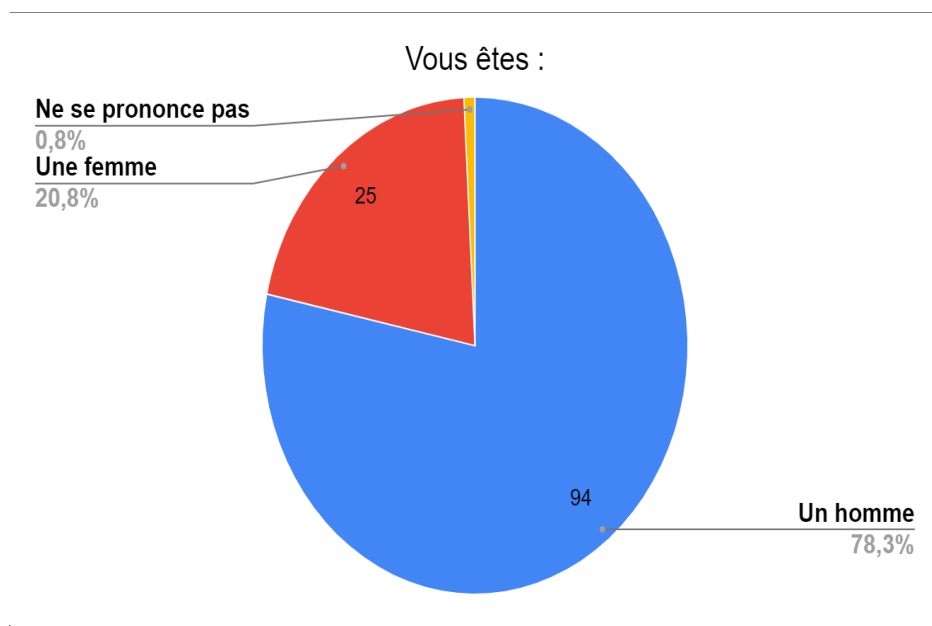


Figure 3.20 - Sexe des usagers (échantillon France)

La proportion d'hommes usagers de NVEI (Figure 3.20) dans l'enquête est élevée : 78,3% contre 20,8% de femmes. L'hypothèse que les NVEI attirent plus d'hommes que de femmes se confirme. D'autres études confirment ce constat. C'est le cas de l'étude réalisée par le *bureau de recherche 6t* sur les usages et usagers des trottinettes électriques en free-floating qui montre que la part des hommes est de 66 %.

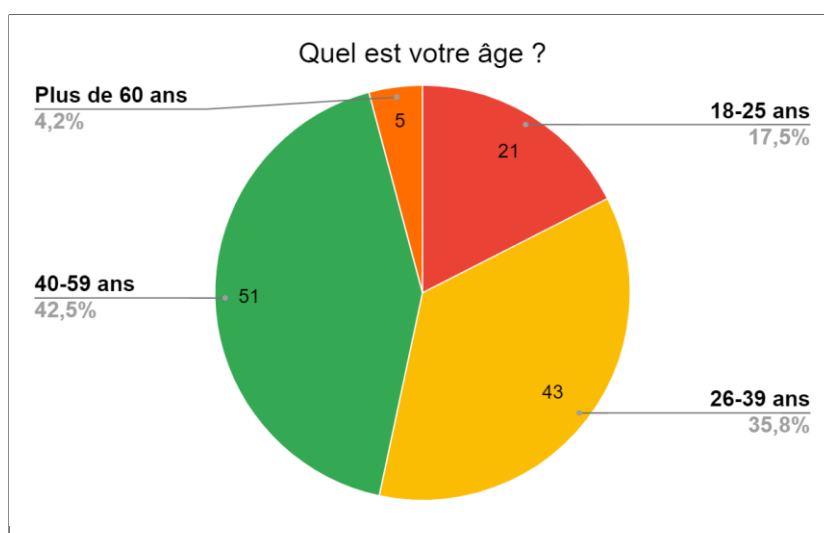


Figure 3.21 - Âge des usagers (échantillon France)

Les 120 usagers de NVEI ayant répondu à l'enquête se situent dans une fourchette d'âge de 18 à 59 ans (95,8% des usagers enquêtés). Les usagers de 40 à 59 ans représentent 42,5% des usagers enquêtés, ce qui montre que les NVEI ne sont pas utilisés seulement par des étudiants ou les jeunes travailleurs (Figure 3.21).

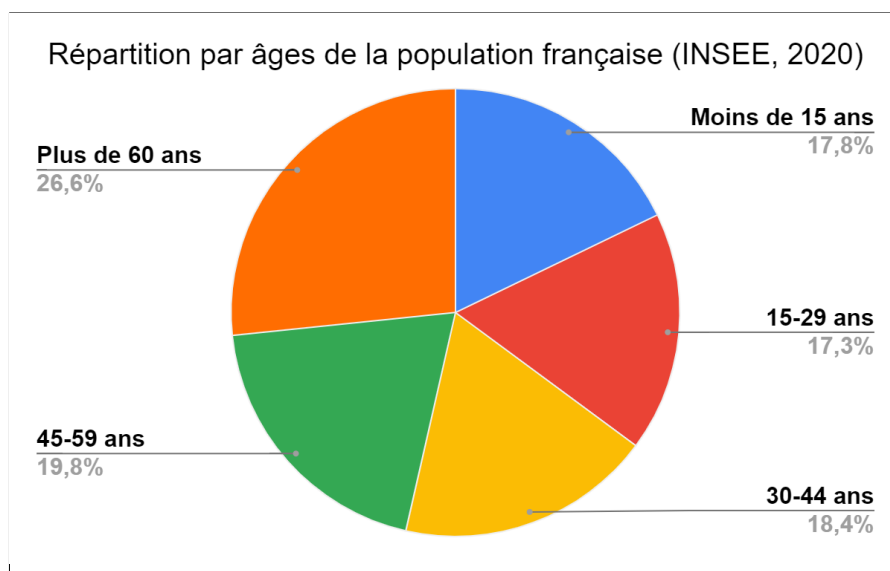


Figure 3.22 - Répartition par âge de la population française

En comparaison avec la population par groupe d'âges en France (Insee, 2020, Figure 3.22), on constate tout de même que les personnes intéressées par l'usage des NVEI ont un profil plutôt jeune. En effet, la France possède 26,6% de sa population qui a plus de 60 ans alors que seulement 4,2% des usagers enquêtés ont plus de 60 ans.

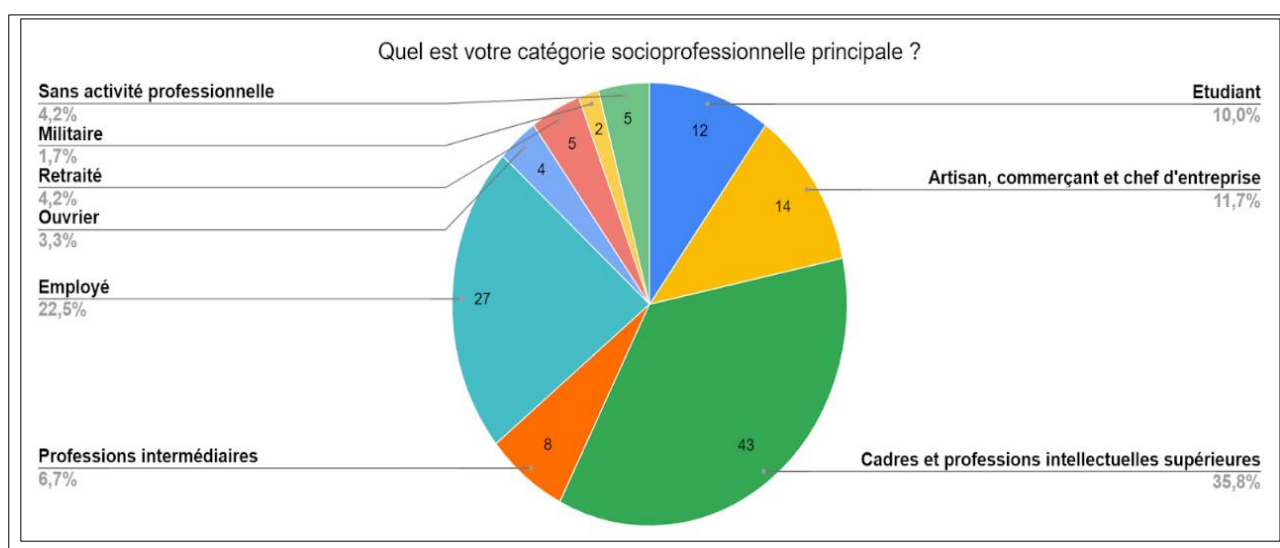


Figure 3.23 - Catégorie socioprofessionnelle des usagers (échantillon France)

La répartition par classes socioprofessionnelles des usagers de NVEI enquêtés va dans le sens de la répartition par groupe d'âges (Figure 3.23). On ne trouve pas beaucoup de retraités (4,2%) et également peu d'étudiants (10%). Par ailleurs, il y a une forte représentation des cadres et des professions intellectuelles supérieures (35,8%) ou encore des employés (22,5%).

Le profil des usagers enquêtés résidant à Montpellier diffère des usagers en France : on dénombre davantage d'étudiants (35,7% à Montpellier, contre 10% à l'échelle de la France), car Montpellier est une des principales villes étudiantes en France.

En comparaison avec la moyenne nationale de l'INSEE, on constate que les cadres et professions intellectuelles supérieures sont surreprésentés dans les usagers de NVEI (9,2% en France contre 35,8% pour les usagers de NVEI). À l'inverse, la part des retraités en France (26,9%) disparaît chez les usagers de NVEI (4,2%).

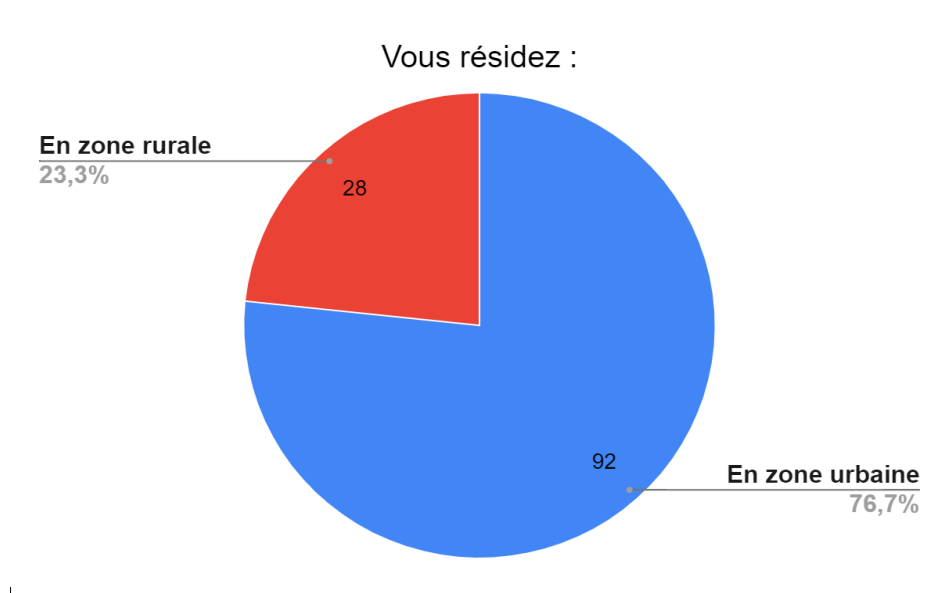


Figure 3.24 - Lieu de résidence des usagers (échantillon France)

Les usagers de NVEI ayant répondu à l'enquête résident majoritairement en zone urbaine (Figure 3.24). Cette part est de 76,7% contre 23,3% en zone rurale. En comparaison avec les statistiques Insee 2016 en France, on constate qu'il n'y a pas de grand écart (80,7% d'urbains en France).

Ce résultat montre que les NVEI sont certes utilisés en milieu urbain, mais qu'on en trouve également en milieu rural, de manière proportionnelle à la démographie de la France.

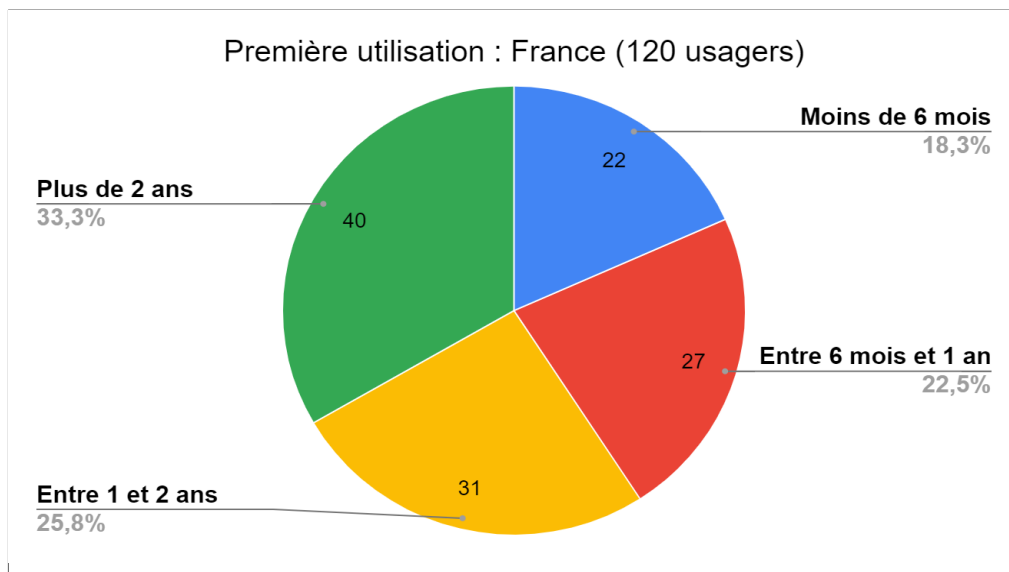


Figure 3.25 – Date de première utilisation d'un NVEI (échantillon France)

Afin d'étudier la mobilité des usagers de nouveaux véhicules électriques individuelles, il est important de savoir depuis quand l'enquêté utilise son engin (Figure 3.25). Le total des réponses montre qu'il y a des usagers "confirmés" avec une utilisation qui remonte à plus de 1 an minimum (59,1% au total). Il y a aussi une part importante d'usagers qui ont une utilisation qui remonte à plus de 2 ans (33,3%).

À l'inverse, il existe aussi beaucoup des « néo-usagers » : 40,8% des usagers enquêtés utilisent les NVEI depuis moins d'un an, 18,3% depuis moins de 6 mois. La croissance de la pénétration de ce marché semble continuer.

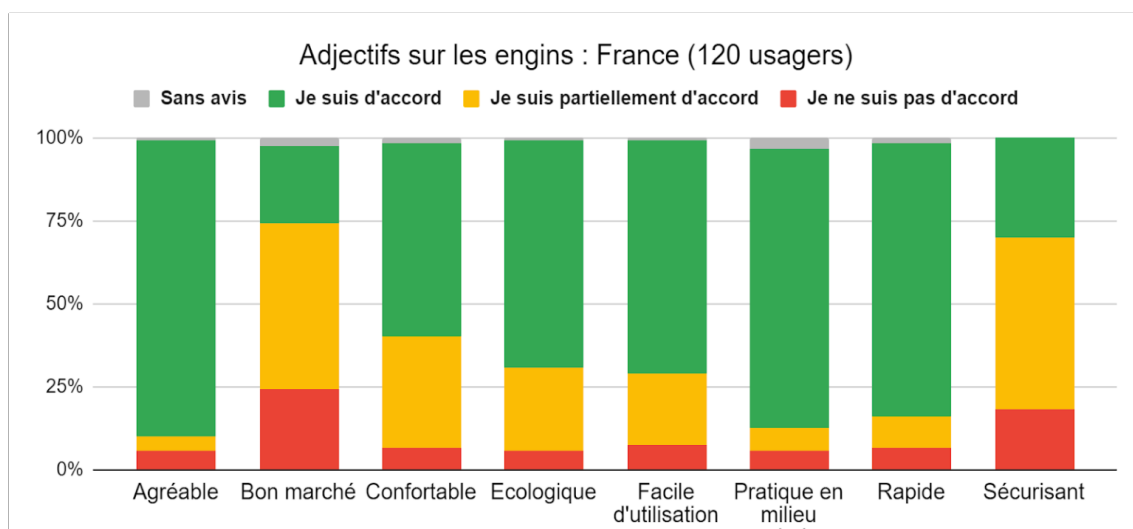


Figure 3.26 – Qualificatifs décrivant les NVEI (échantillon France)

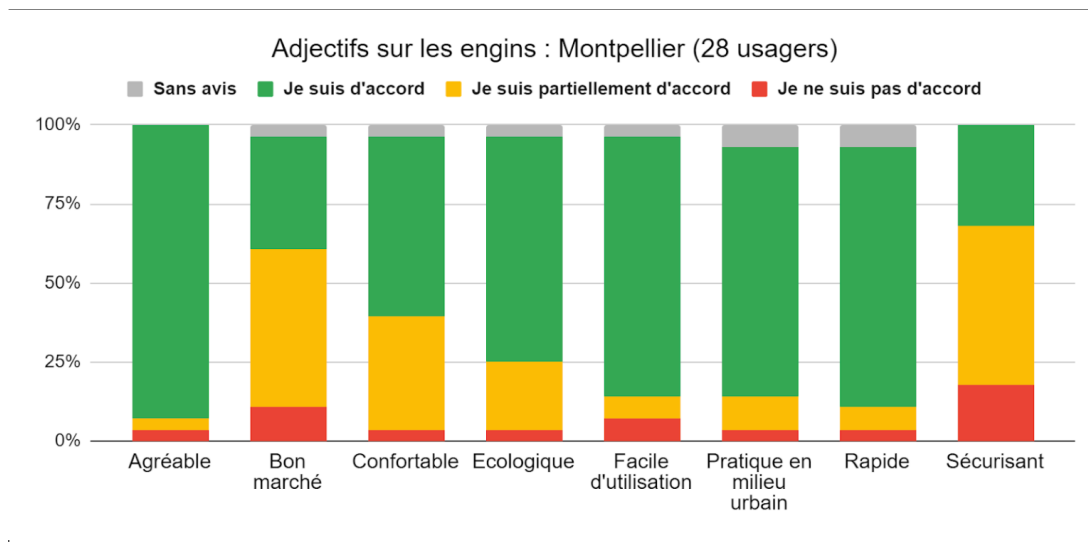


Figure 3.27 – Qualificatifs décrivant les NVEI (échantillon Montpellier)

Les usagers enquêtés ont eu à donner leurs avis sur 8 qualificatifs concernant leurs engins (Figures 3.26 et 3.27). Un premier résultat intéressant est la similitude des réponses à l'échelle nationale et l'échelle de Montpellier. Les mêmes tendances se dégagent, ce qui crédibilise l'échantillon des usagers qui résident à Montpellier, pourtant faible (28 usagers).

À l'échelle de la France, les qualificatifs les plus désapprouvés sont "bon marché" et "sécurisant", alors que les plus appréciés sont "agréable", "pratique en milieu urbain" et "rapide". Seulement 26% des usagers enquêtés sont d'accord avec l'adjectif "bon marché".

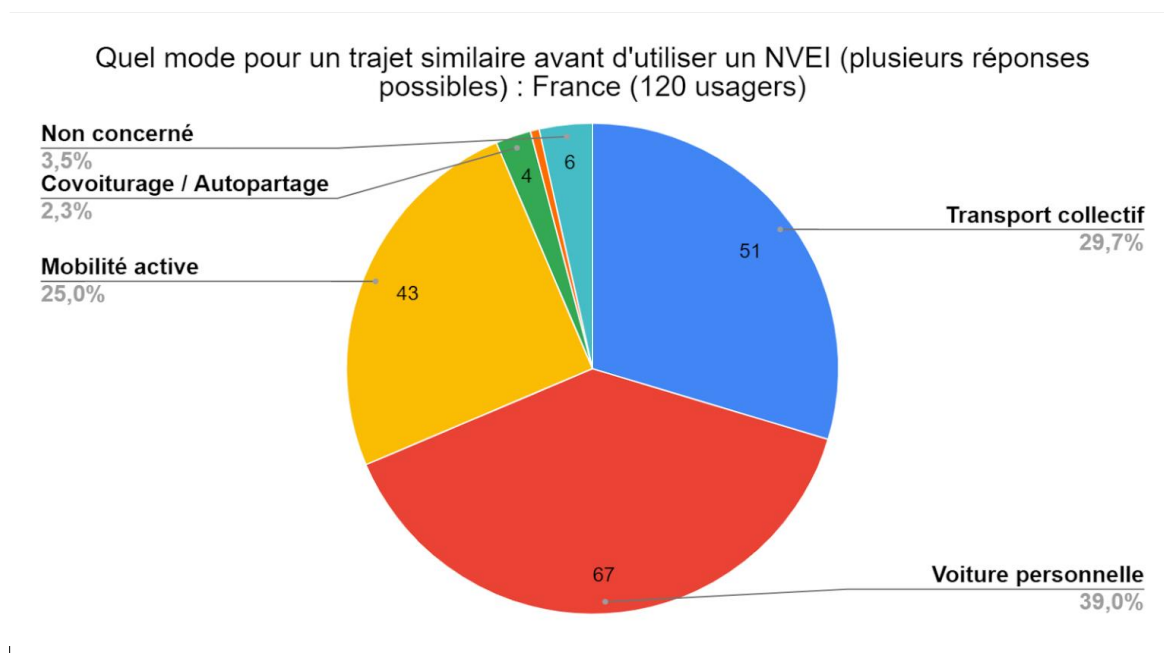


Figure 3.28 – Modes de déplacement pratiqué avant l'acquisition d'un NVEI (échantillon France)

Pour comprendre le report modal effectué par les usagers enquêtés, la question du mode utilisé pour un trajet similaire avant l'achat d'un NVEI a été posée (Figure 3.28). À l'échelle nationale, 39% des trajets étaient effectués en voiture personnelle, 29,7% en transports collectifs. Cela montre qu'il y a une volonté de ne plus utiliser les modes de déplacements dominants des centres urbanisés. Les mobilités actives non électriques étant présentes dans 25% des trajets effectués avant l'utilisation d'un NVEI, il semble y avoir un choix de passer à l'électrique (gain de temps, moins d'efforts, moins de fatigue...).

À l'échelle de Montpellier les résultats sont différents. En effet, la voiture personnelle n'est utilisée que par 15,9% des usagers enquêtés pour des trajets similaires (contre 39% à l'échelle de la France). L'explication pourrait venir d'une forte congestion automobile à Montpellier. Mais la ville ne fait pas partie du haut du classement en France, elle est placée en 11ème place des villes les plus embouteillées de France, d'après l'étude *TomTom Traffic Index 2019*. En revanche les déplacements similaires sont largement effectués en transports collectifs (40,9%), ce qui semble montrer une volonté de moins les utiliser. Idem pour les mobilités actives (36,4%), avec l'idée de passer à l'électrique (par exemple le vélo) pour gagner en temps et conserver une bonne condition physique.

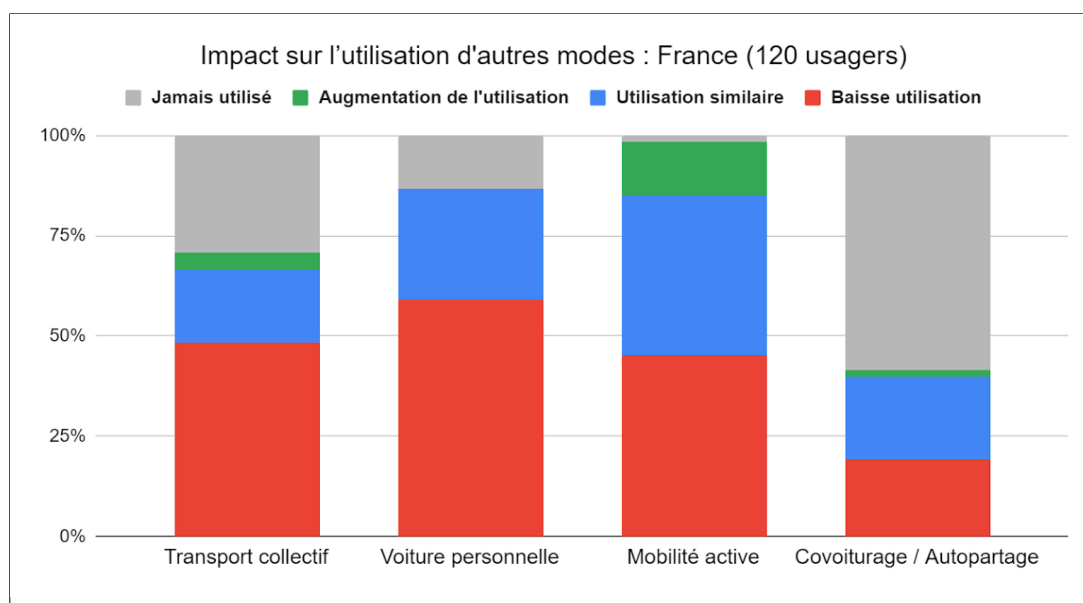


Figure 3.29 – Impact de l'usage des NVEI sur utilisation des autres modes (échantillon France)

L'utilisation d'un NVEI impacte l'usage des autres modes (Figure 3.29). Il est intéressant de voir à quel point certains modes sont mis de côté ou au contraire quels modes sont utilisés plus souvent. Les modes en question sont les transports collectifs, la voiture personnelle, les mobilités actives et pour finir le covoiturage / autopartage.

La voiture personnelle est le mode de déplacement qui connaît la plus forte baisse d'utilisation suite à l'usage d'un NVEI (59,2% des répondants). Elle est suivie par les transports collectifs (48,3%) puis par les mobilités actives non électriques (45%). Chez certains usagers, il y a une augmentation de

l'utilisation des mobilités actives non électriques (13,3% des répondants) peut-être due à une forme d'intermodalité (transport du NVEI dans le mode de transport non électrique, utilisé ensuite pour le dernier kilomètre). Les transports collectifs n'ont jamais été utilisés par 29,2% des usagers. Cela montre qu'une part des usagers favorise les modes de déplacements individuels de manière générale.

L'échantillon montpelliérain présente des résultats différents encore une fois. La baisse de l'utilisation de la voiture n'est que de 17,9% (59,2% à l'échelle de la France) et elle reste utilisée de manière similaire pour 64,3% des usagers enquêtés. À l'inverse, 53,6% des usagers montpelliérain utilisent moins souvent les transports collectifs. Ces résultats montrent que les usagers montpelliérains n'effectuent pas un report modal de la voiture vers un NVEI. Ils semblent même plutôt satisfaits de l'usage de la voiture personnelle en général.

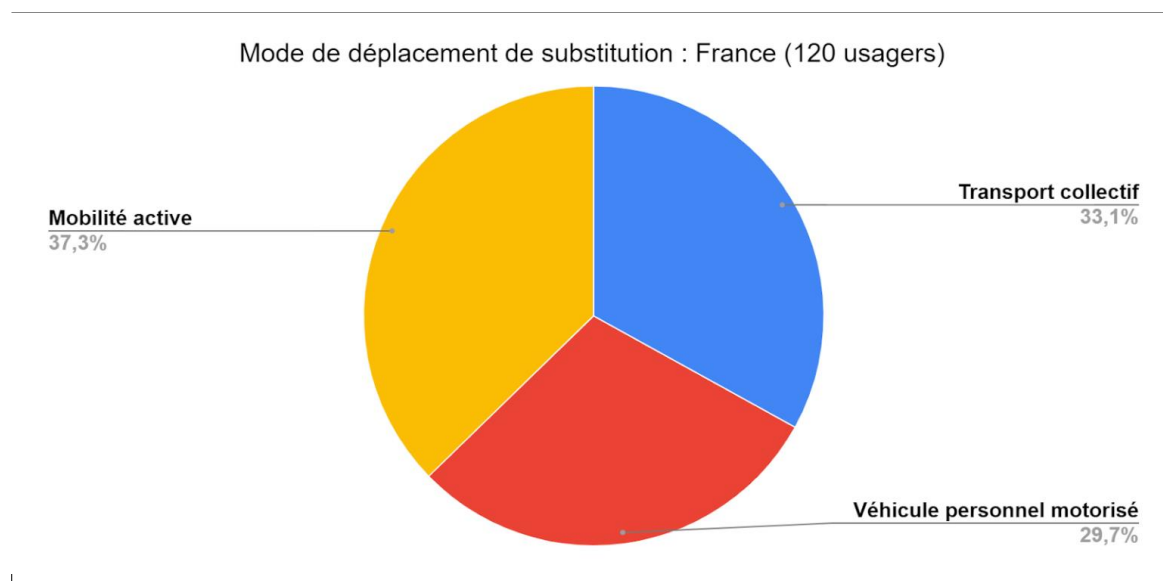


Figure 3.30 – Modes de déplacement de substitution des usagers des NVEI (échantillon France)

La question de la Figure 3.30 a porté sur les modes de déplacement de substitution au NVEI. Le report modal peut en effet s'effectuer dans l'autre sens, notamment en cas d'indisponibilité du nouveau véhicule électrique individuel ou pour tout autre raison. On trouve les mobilités actives en tête avec 37,3% des réponses, ce qui montre une volonté de ne plus utiliser en priorité la voiture personnelle ou les transports collectifs. Il y a tout de même 33,1% des réponses en faveur des transports collectifs et 29,7% en faveur de la voiture personnelle, ce qui montre que ces modes de déplacements restent utiles.

Dans la ville de Montpellier, les réponses concernant la voiture diffèrent (14,3%), ce qui confirme que les usagers de NVEI montpelliérain n'effectuent pas les mêmes déplacements avec la voiture personnelle. En revanche, ils utilisent davantage les mobilités actives (42,9%) ainsi que les transports collectifs (42,9%).

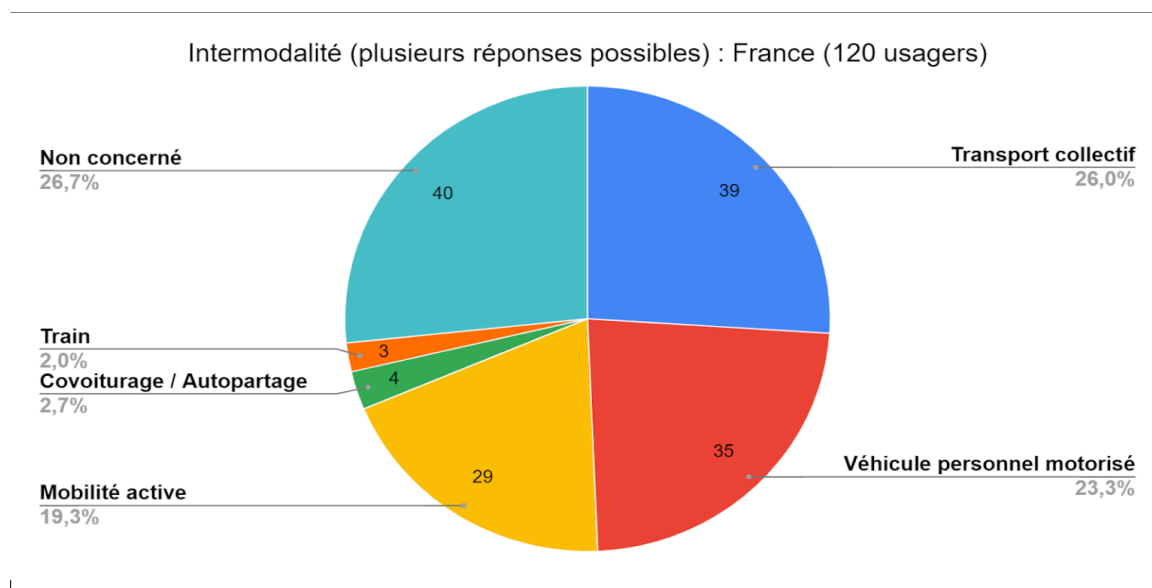


Figure 3.31 – Pratique(s) intermodale(s) avec un NVEI (échantillon France)

L'intermodalité est un terme qui désigne l'aptitude d'un système de transport à permettre l'utilisation successive d'au moins deux modes, intégrés dans une chaîne de déplacement (définition *GéoConfluences*).

À l'échelle de la France, les usagers enquêtés déclarent ne pas effectuer d'intermodalité pour 26,7% d'entre eux (Figure 3.31). Les trois principaux modes utilisés pour effectuer une (ou des) intermodalité(s) sont dans l'ordre : les transports collectifs (26%), le véhicule personnel motorisé (23,3%) et pour finir les mobilités actives non électriques (19,3%). On trouve également de l'intermodalité avec les trains (2%) ou encore avec le covoiturage / autopartage (2,7%).

Ces résultats montrent que les NVEI peuvent être utilisés en complémentarité avec les autres modes de déplacement urbains, et sont particulièrement utiles pour effectuer le dernier kilomètre.

3.3.2. Comparatif des usagers par engin en France

Les usagers de NVEI enquêtés se divisent en trois gros types de NVEI utilisés. Dans l'ordre, il s'agit du vélo électrique (34,2%), de la Gyroroue (30,8%), et de la trottinette électrique (30%). On notera la part à peu près égale des 3 catégories (Figure 3.32).

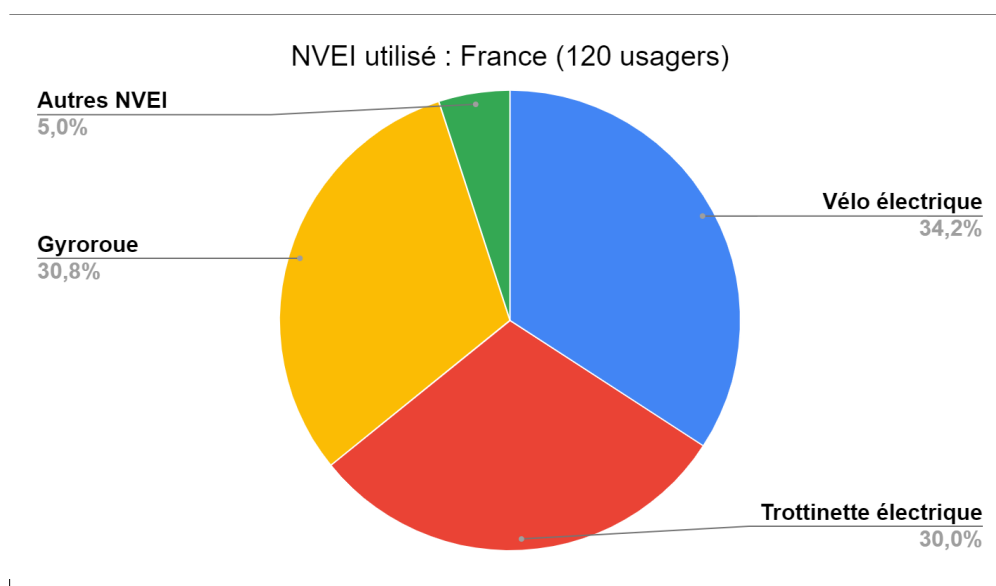


Figure 3.32 – Type de NVEI utilisé (échantillon France)

La part des usagers de gyroroue est très élevée, comparée à ce qu'elle est en réalité en France (environ 4000 gyroroue vendues en 2018, contre 230 000 trottinettes électriques et 338 000 vélos électrique d'après *Smart Mobility Lab*). Une des explications est le partage de l'enquête sur Twitter qui a été relayée par et à destination de nombreux usagers de gyroroue. La gyroroue ne représente que 3,6% des usagers enquêtés à Montpellier. On y retrouve ici une part plus juste, au vu des ventes de cet engin en France.

Dans l'échantillon en France, 30% des usagers ont une trottinette électrique, contre 42,9% à Montpellier. La ville de Montpellier ne possède pas d'infrastructures de trottinettes en free-floating, ce qui peut inciter les usagers à en acheter une. L'essor du free-floating dans plusieurs villes de France relativise ces résultats.

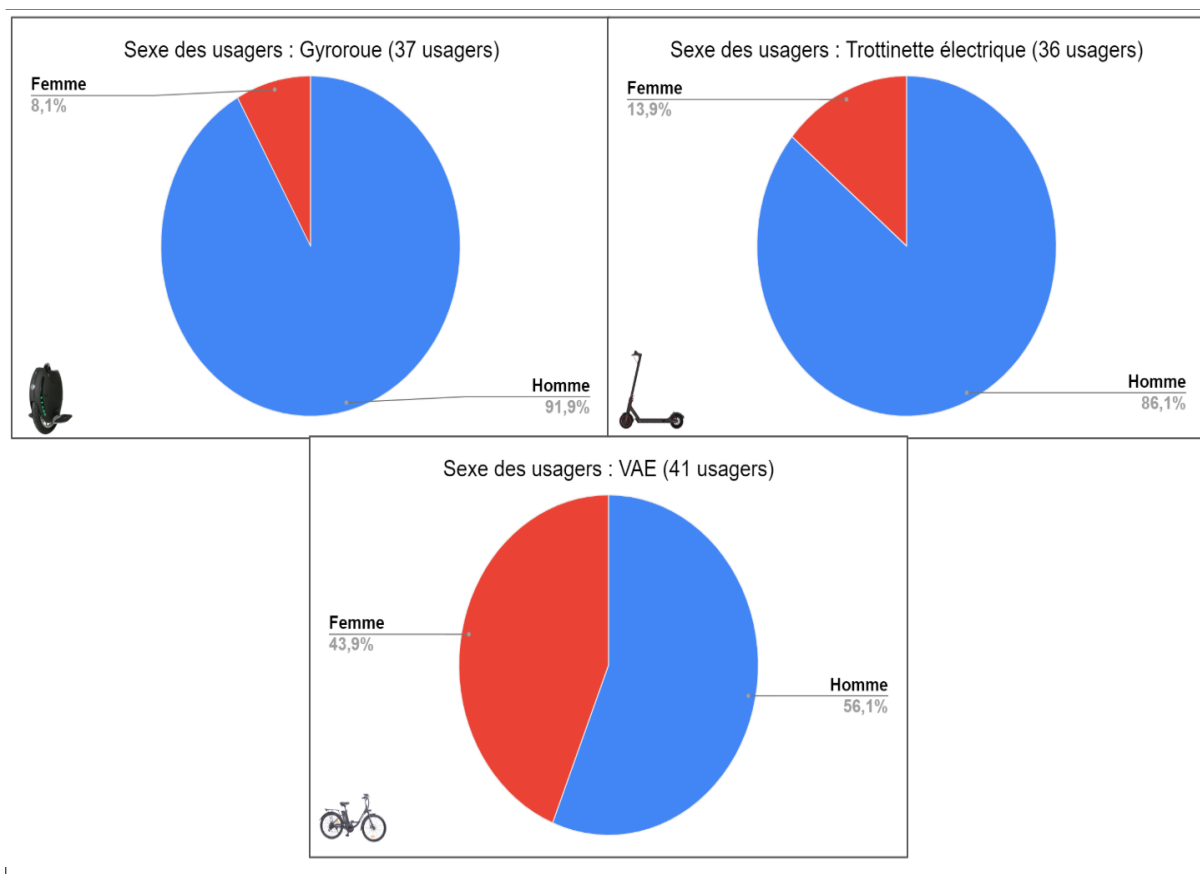


Figure 3.33 – Sexe des usagers selon le NVEI utilisé (échantillon France)

Il y a une différence dans la part d'hommes et de femmes suivant le NVEI utilisé (Figure 3.33). Concernant la gyroroue et la trottinette électrique, la part des hommes est très importante (91,9% et 86,1%). Pour le vélo électrique, cette part diminue (56,1%) en faveur des femmes. À Montpellier, c'est la part des femmes qui prédomine (53,8% sur 13 usagers de VAE à Montpellier).

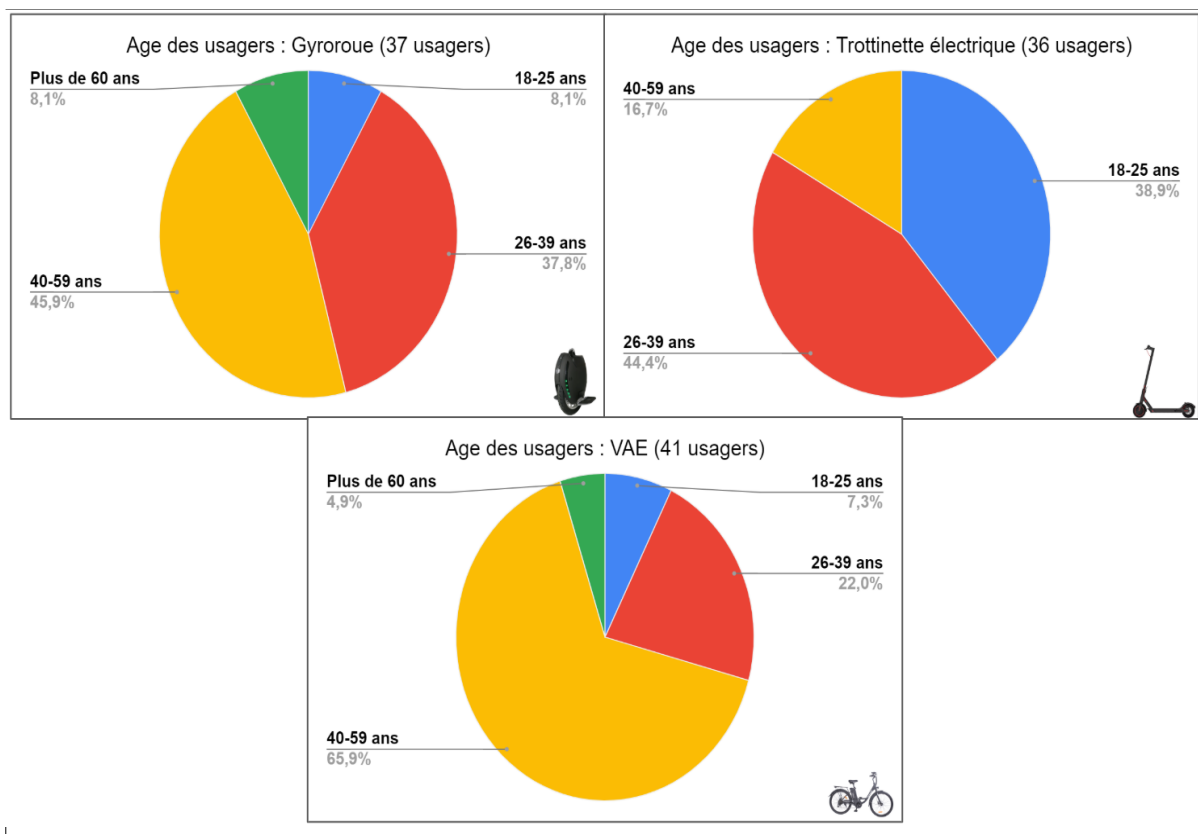


Figure 3.34 – Type de NVEI utilisé en fonction de l'âge (échantillon France)

La gyroroue, la trottinette électrique et le vélo électrique captent des usagers d'âges différents (Figure 3.34). C'est notamment le cas pour la trottinette électrique qui se détache des deux autres engins : 83,3% des usagers de trottinettes électriques enquêtés ont moins de 40 ans. À l'inverse, la gyroroue a une part d'utilisateurs de moins de 40 ans de 46%, pour le vélo électrique la part est de 29,3%.

La trottinette semble être destinée aux jeunes, avec 38,9% de ses usagers qui ont entre 18 et 25 ans. Cela montre un véritable engouement chez ce public. La gyroroue et le VAE sont plutôt des engins utilisés par des 40 ans et plus.

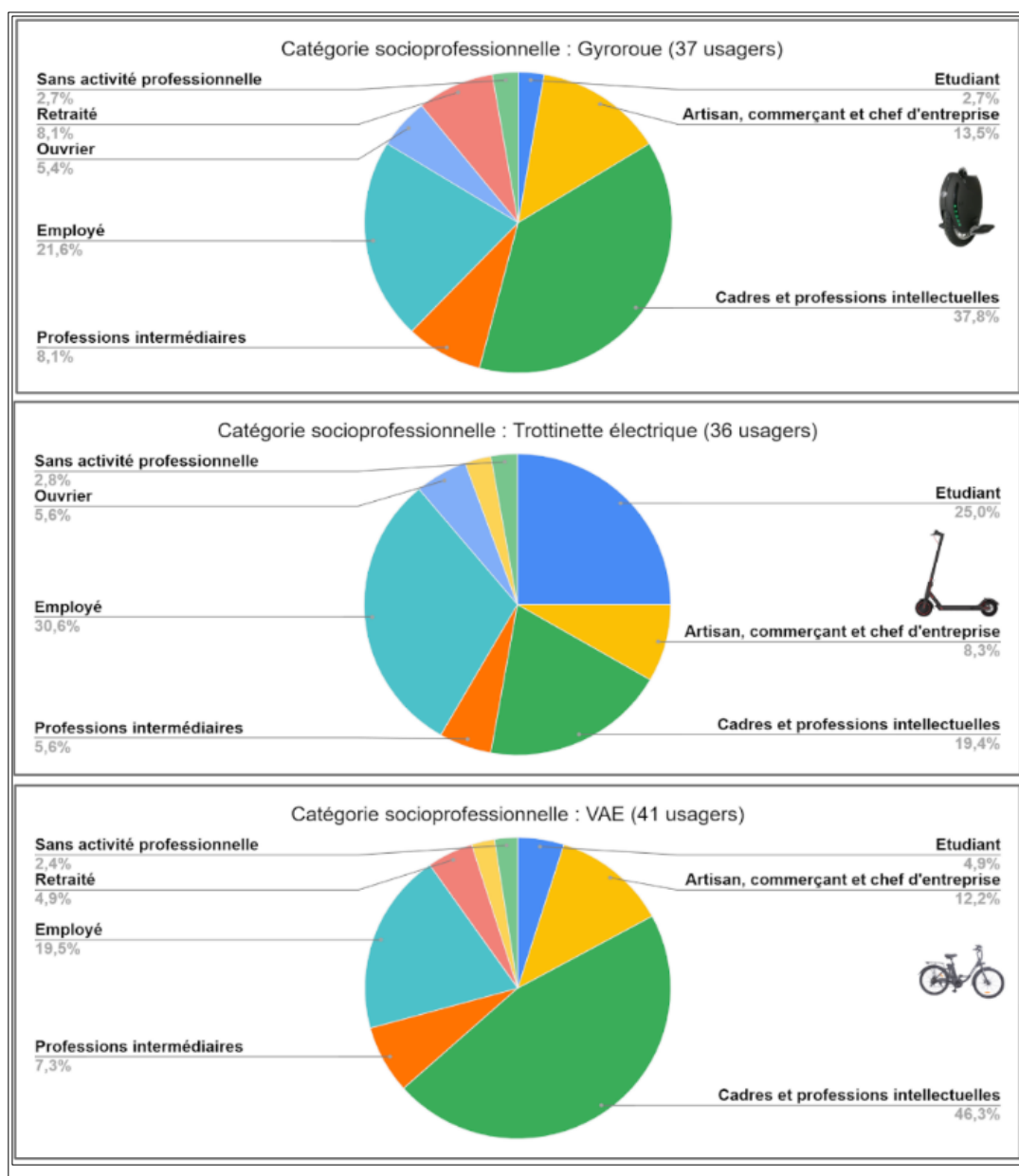


Figure 3.35 – Relation entre CSP et type de NVEI utilisé (échantillon France)

La classe socio-professionnelle des usagers enquêtés par type d'engin confirme la différence entre trottinette électrique, gyroroue et VAE (Figure 3.35). La part des étudiants utilisant une trottinette électrique est de 25%, alors qu'elle n'est que de 2,7% pour la gyroroue et 4,9% pour le VAE.

À l'inverse, la part des cadres et professions intellectuelles supérieures utilisant une gyroroue ou un VAE est de 37,8% et de 46,3%. Cette part n'est que de 19,4% chez l'utilisateur de la trottinette électrique. Cette différence se ressent également pour l'échantillon de Montpellier. La trottinette électrique est utilisée par 66,7% d'étudiants, contre 15,4% pour le vélo électrique. La part des cadres et professions intellectuelles est de 16,7% pour la trottinette, contre 30,8% pour le VAE.

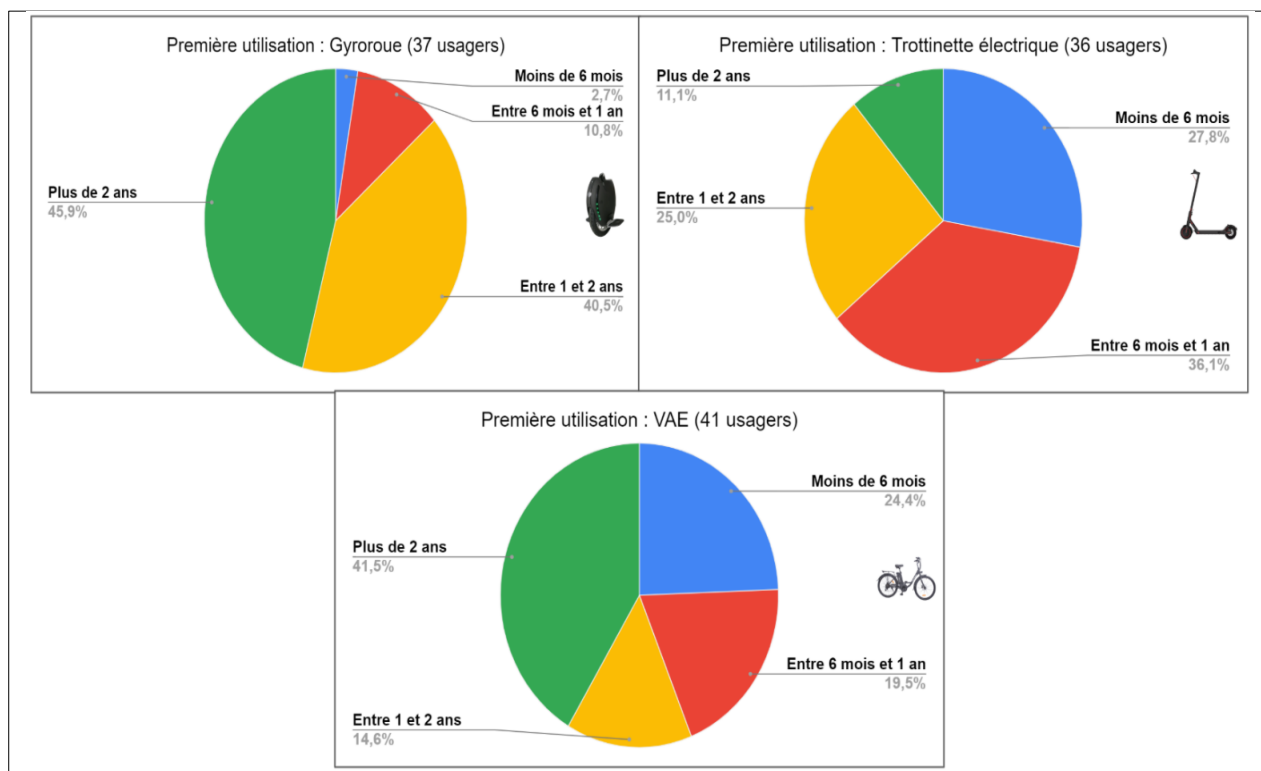


Figure 3.36 – Date de première utilisation en fonction du type de NVEI (échantillon France)

Le comparatif de la date de première utilisation par engin semble confirmer le fait que la trottinette électrique est d'un usage récent (Figure 3.36).

La gyroroue comptabilise 13,5% d'utilisateurs qui l'utilisent depuis moins d'un an. Pour le vélo électrique, cette part passe à 43,9%. Enfin, la trottinette électrique dénombre 63,9% d'utilisateurs qui l'utilisent depuis moins d'un an, soit presque 5 fois plus que pour la gyroroue.

La gyroroue et le vélo électrique sont plus d'un usage ancien : respectivement 45,9% et 41,5% de leurs utilisateurs l'utilisent depuis plus de 2 ans, contre seulement 11,1% pour la trottinette. Cela s'explique entre autres par le récent "boom" de la trottinette électrique, via des constructeurs qui inondent le marché, comme par exemple la marque Xiaomi.

La même tendance se dégage à Montpellier avec 91,7% des utilisateurs enquêtés qui utilisent la trottinette depuis moins d'un an, contre 46,2% pour le vélo électrique.

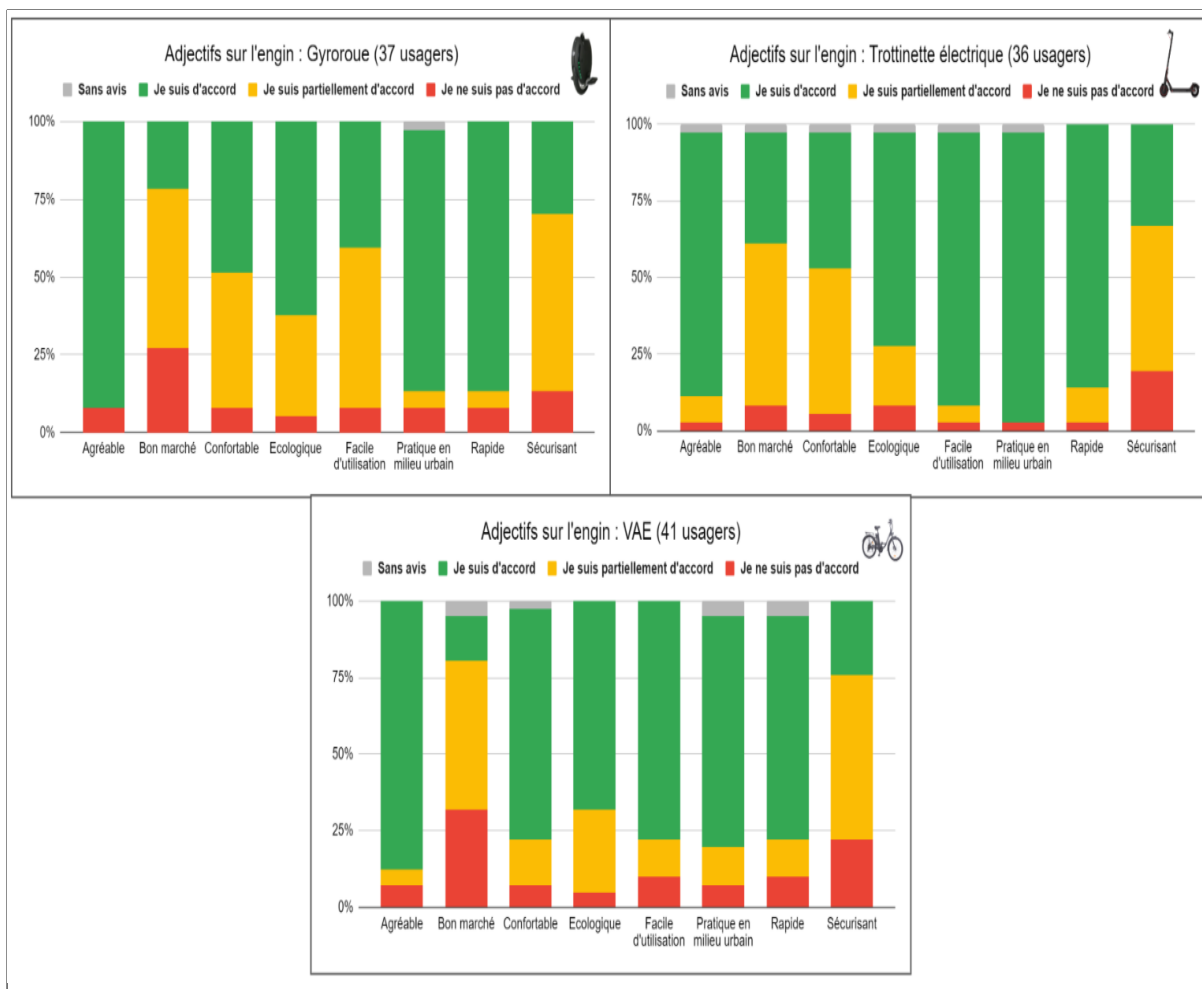


Figure 3.37 – Qualification du NVEI en fonction des types d’engins (échantillon France)

Les nombreuses similitudes des qualificatifs des engins données par leurs utilisateurs confirment une convergence globale des réponses (Figure 3.37). Les deux qualifications qui sont désavouées par les usagers des gyroroues, des trotinettes électriques et des VAE sont “Bon marché” et Sécurisant”. Pour chacun de ces qualificatifs et pour chaque engin, la part de “Je suis d’accord” ne dépasse jamais les 45%.

Le vélo électrique semble plus confortable que les autres engins (75,6% de ses usagers en accord). Pour la gyroroue, cette part est de 48,6%. Elle passe à 44,4% pour la trotinette électrique. La gyroroue se différencie par une difficulté d’utilisation, 59,5% de ses usagers n’étant pas d’accord avec l’adjectif “facile d’utilisation”. Pour la trotinette électrique, 88,9% sont d’accord avec ce même qualificatif ; pour le VAE la part est de 78%.

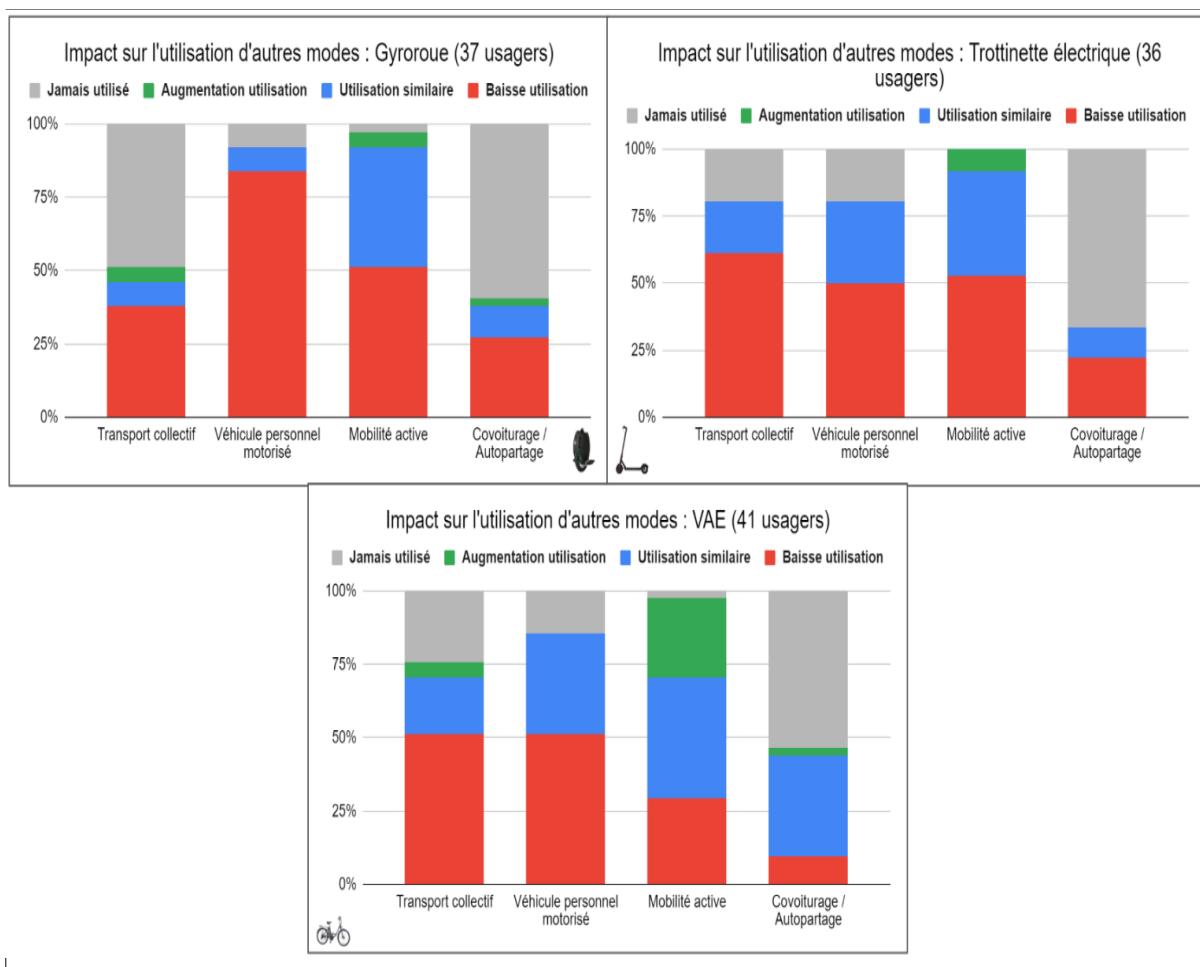


Figure 3.38 – Impact du type de NVEI sur l’usage des autres modes (échantillon France)

Globalement, on retrouve les tendances révélées précédemment. Les résultats montrent que l’usager du VAE ne met pas forcément de côté le vélo mécanique ou la marche à pied (Figure 3.38).

Le cas des usagers de la gyroroue est le plus intéressant. Il s’agit d’usagers n’utilisant pas les transports collectifs à la base (part de 48,6%), et ce même avant l’achat de la gyroroue. Ils sont également 83,8% à déclarer une baisse de l’utilisation du véhicule personnel motorisé (contre 59,2% tous engins confondus).

Pour l’échantillon montpelliérain, les résultats montrent encore une fois que le véhicule motorisé n’est pas impacté par l’usage des NVEI. Cela concerne la trottinette électrique, comme le VAE. En effet, chez les usagers de trottinettes électriques, seulement 16,7% notent une baisse de l’utilisation de leur automobile. Pour les usagers du VAE, cette part est de 15,4% (contre 59,2% à l’échelle nationale et tous engins confondus).

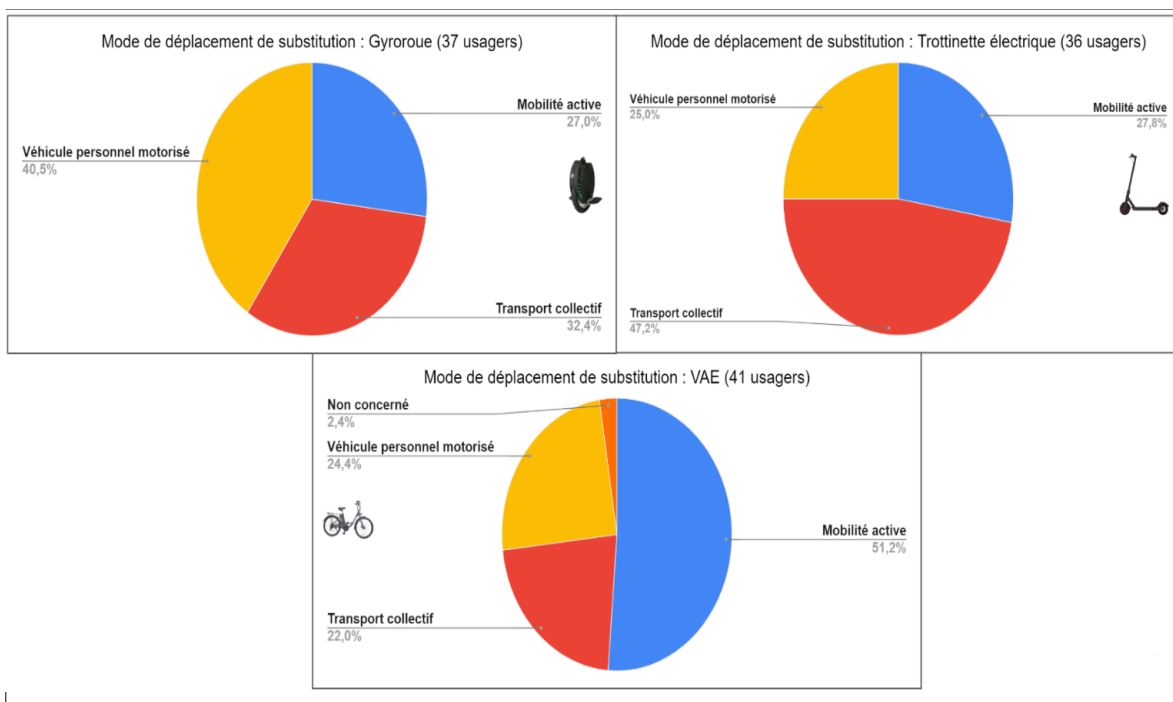


Figure 3.39 – Mode de substitution suivant le NVEI utilisé (échantillon France)

Les déplacements de substitution suivant l’engin utilisé respectent une certaine logique qui s’est dégagée au fil de l’analyse de cette enquête (Figure 3.39).

L’usager de la trottinette électrique a tendance à se reporter vers les transports collectifs dans 47,2% des cas ; une part qui est inférieure pour la gyroroue (32,4%) et encore inférieure pour le VAE (22%). L’échantillon de Montpellier montre que 75% des usagers de la trottinette électrique se reportent également vers les transports collectifs.

L’usager de la gyroroue préfère se reporter vers les transports collectifs (40,5%). Cependant, il faut tenir compte que, paradoxalement, 48,5% des usagers de la gyroroue n’ont jamais utilisé les transports collectifs. Toutefois, les usagers ayant déjà pratiqué des transports collectifs n’hésitent pas à s’y reporter en cas de besoin.

L'usager du vélo électrique favorise un report vers les mobilités actives non électriques (51,2%). Ce chiffre confirme que les usagers du VAE sont également attirés par les mobilités actives non électriques.

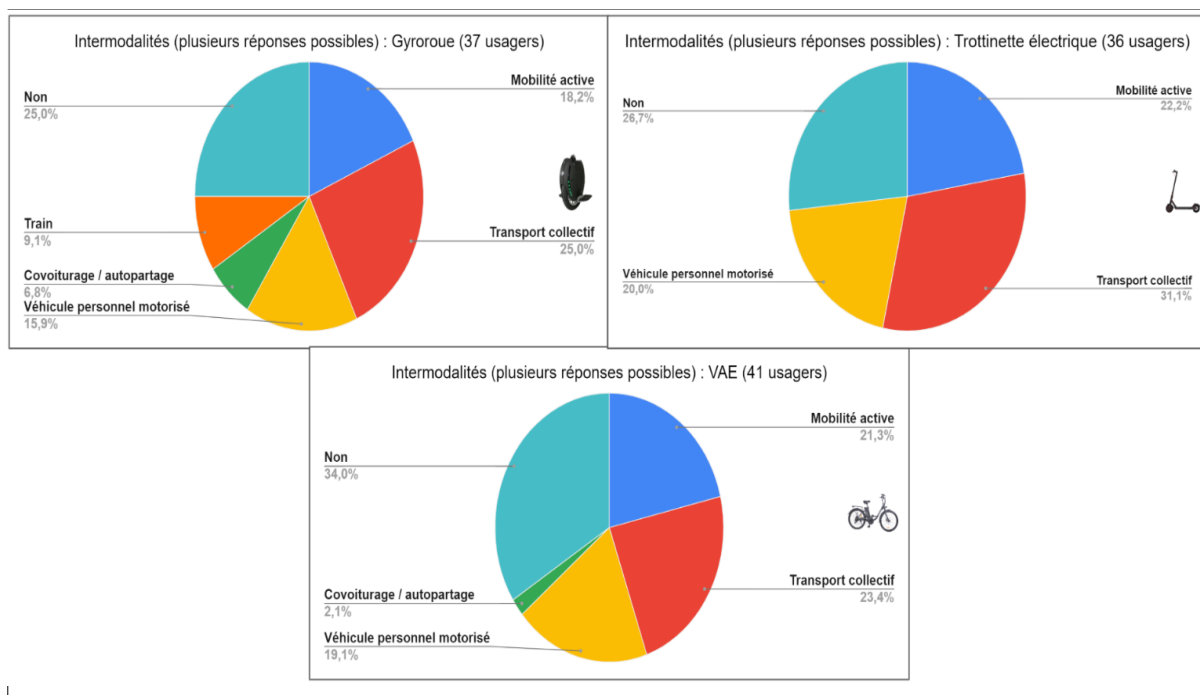


Figure 3.40 – Pratique de l’intermodalité selon le NVEI (échantillon France)

De manière générale, l’intermodalité est pratiquée avec les mobilités actives non électriques, les transports collectifs et le véhicule personnel motorisé (Figure 3.40).

Le vélo électrique est l’engin qui nécessite le moins d’intermodalité : 34% de ses utilisateurs ne font pas d’intermodalité (35,7% pour l’échantillon de Montpellier). La gyroroue et la trottinette électrique présentent une part similaire (respectivement 25% et 26,7%.

Les transports collectifs ont une importance dans l’intermodalité à partir des engins. Les usagers de la gyroroue sont 25% à les utiliser, 31,1% pour la trottinette électrique, 23,4% pour le VAE.

À Montpellier, l’échantillon montre que 41,7% des usagers de la trottinette électrique utilisent les transports collectifs en intermodalité, c’est plus qu’à l’échelle de la France (31,1%).

3.3.3. Zoom sur les usagers de NVEI enquêtés à Montpellier

L’enquête est composée de questions ciblées pour les usagers de Montpellier et de Marseille. Ces questions portent sur les déplacements en NVEI ainsi que sur l’avis sur les autres modes de déplacements de ces villes. L’échantillon des usagers de Marseille ne permet pas une analyse pertinente avec seulement 2 réponses. Cependant l’échantillon montpelliérain, composé de 28 usagers enquêtés, permet de proposer un début d’analyse qui devra être confirmé ultérieurement par un échantillon plus large.

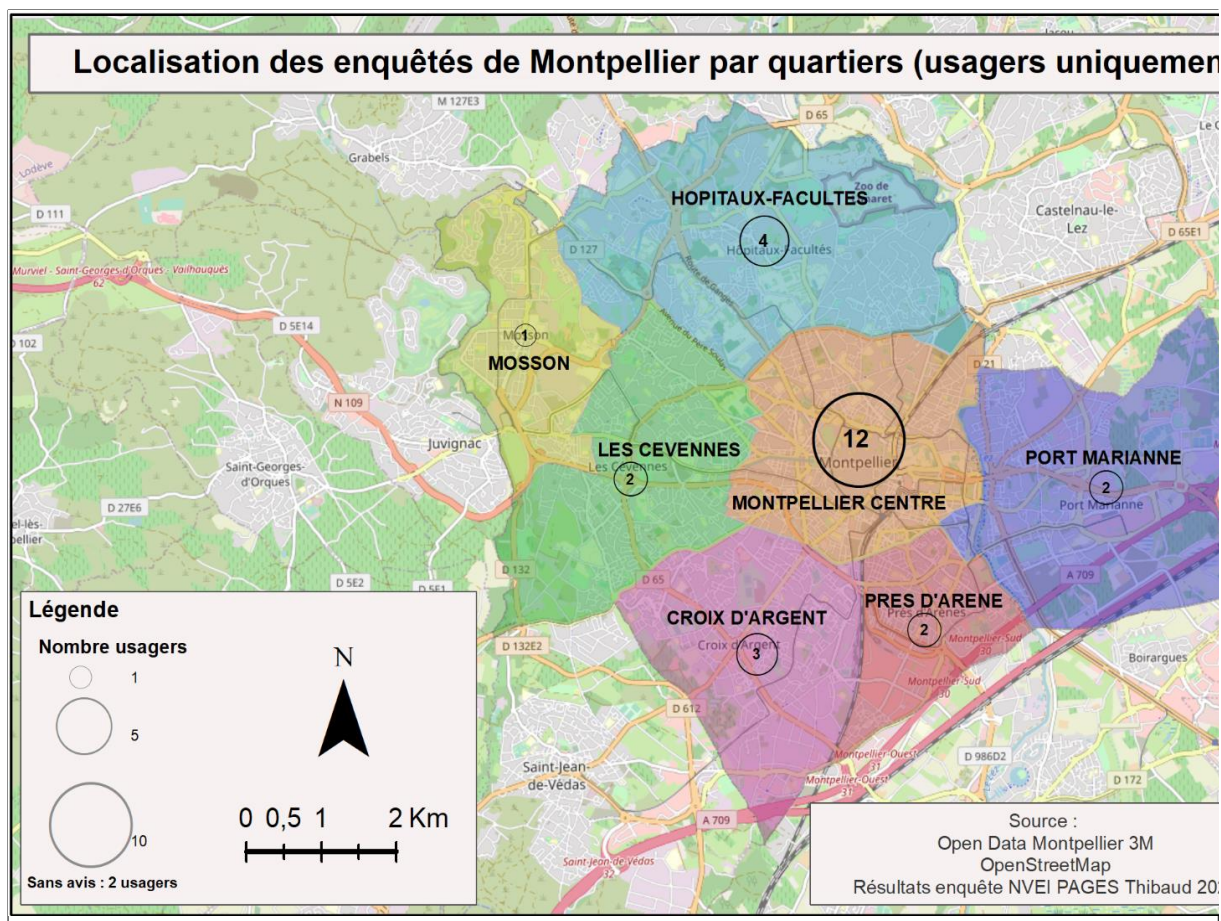


Figure 3.41 – Localisation des personnes enquêtées par quartier à Montpellier

La localisation des enquêtés de Montpellier par quartier montre une forte présence d’usagers dans le centre-ville (Figure 3.41). Une des explications est le fait que l’enquête de terrain s’est déroulée dans ce quartier avec une majorité d’usagers qui se rendait dans le centre-ville. Par ailleurs, les NVEI sont des engins de courte portée. Une enquête dans chaque quartier de la ville serait intéressante pour mieux cerner la mobilité à cette échelle.

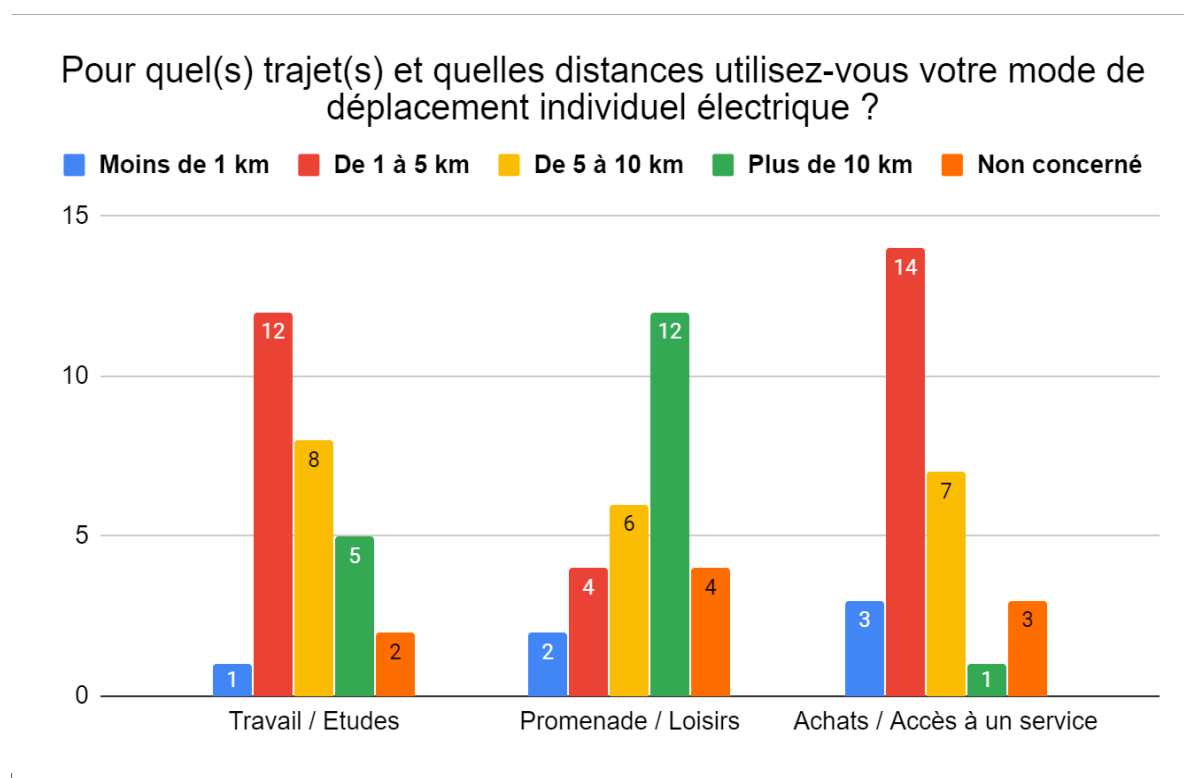


Figure 3.42 – Distances parcourues en NVEI suivant le type de trajet par les usagers de Montpellier

La première information qui concerne les trois motifs de déplacement(travail/études, promenade/loisir, achats/services) est que les NVEI ne sont pas souvent utilisés pour des déplacements de moins d'un kilomètre (Figure 3.42). Au vu du faible nombre de réponses « Non concerné », il semble ressortir de ces réponses que le NVEI est utilisé par un même usager pour ces trois motifs de déplacement.

L'analyse de la distance parcourue en NVEI suivant le type de déplacement montre toutefois quelques différences. Pour se rendre au travail ou sur le lieu d'étude, le déplacement est généralement compris entre 1 et 10 kilomètres. Cette fourchette est également valable pour les déplacements pour des achats ou l'accès à un service.

À l'inverse, la fourchette de distance augmente pour de la promenade ou du loisir, avec une forte présence des trajets de plus de 10 kilomètres.

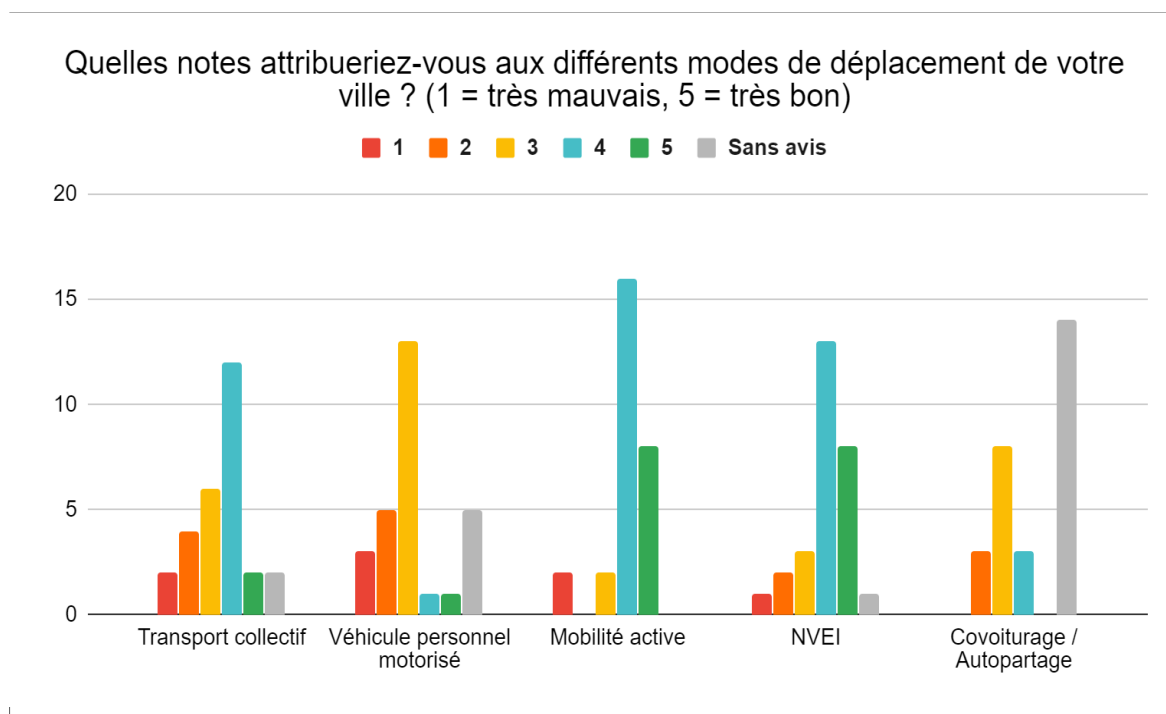


Figure 3.43 – Valeur attribuée aux autres modes par les usagers enquêtés des NVEI de Montpellier

Ce graphique met en évidence la note attribuée par les usagers de NVEI aux autres modes de déplacement sur la ville de Montpellier (Figure 3.43).

Les mobilités actives, ainsi que les NVEI, sont les mieux notés, montrant que les usagers sont satisfaits. Les transports collectifs possèdent également un nombre important de « 4 sur 5 », ce qui tend à montrer que les transports collectifs de Montpellier sont efficaces.

Le véhicule personnel motorisé n'est pas aussi bien noté que les autres modes de déplacement. Pourtant, les analyses précédentes montrent que le véhicule personnel motorisé est beaucoup utilisé par les usagers des NVEI à Montpellier. Ce résultat semble montrer qu'à Montpellier l'usage de la voiture est presque obligatoire pour certains déplacements, même si son usage n'est pas bien « noté » par les usagers de NVEI.

3.3.4. Conclusion de l'enquête

Prévu à l'origine en deux temps et sur deux terrains différents, le programme d'enquête a été modifié par le confinement engendré par la crise sanitaire du Covid 19. Cependant, l'enquête s'est diffusée par le biais d'internet. Le partage de l'enquête en ligne a permis de constater que le canal utilisé influence les réponses de l'enquête. De plus, ce partage en ligne a engendré des réponses provenant de la France entière.

L'enquête a donc permis d'avoir un regard national, ainsi qu'un zoom sur la ville de Montpellier. Elle a également permis de comparer les usagers et les usages par types d'engins (gyroroue, trottinette

électrique, vélo électrique) à l'échelle de la France et de Montpellier (trottinette électrique et vélo électrique).

Voici quelques éléments saillants des résultats obtenus.

Au sujet du profil de l'utilisateur

- Les NVEI sont principalement utilisés par les hommes
- Le VAE est le NVEI le plus utilisé par les femmes
- Les usagers sont plutôt des jeunes, mais il y a une ouverture de ces engins sur les 40 ans et plus.
- La trottinette électrique capte un public plus jeune que la gyroroue ou le VAE

Au sujet du report modal

- La baisse de l'utilisation des autres modes de déplacement par les usagers de NVEI se confirme
- Il existe toutefois une intermodalité entre NVEI et autres modes de déplacement

Quelques remarques méthodologiques au sujet de l'enquête en ligne.

L'administration de l'enquête en ligne présente des limites. Premièrement il n'est pas possible de vérifier qui répond, à l'inverse d'une administration de l'enquêteur sur le terrain. Dans un second temps, il a été difficile d'obtenir des réponses d'usagers marseillais, alors que l'enquête de terrain aurait permis de créer cet échantillon. De plus, le fait d'avoir posé certaines questions uniquement pour les usagers de Montpellier ou de Marseille empêche de faire une comparaison avec l'échantillon français.

L'enquête sert également de support aux analyses SWOT. C'est notamment le cas des questions ouvertes.

3.4. Analyses SWOT

3.4.1. Contexte

Introduction

La réalisation d'analyses SWOT est une des attentes de la région PACA. Une visioconférence, le 6 mai 2020, a permis d'échanger sur les attentes au sujet de ces analyses SWO : réalisation de 4 analyses SWOT qui portent sur les acteurs principaux (usagers, non usagers, politiques et enfin compagnies de free-floating).

Définition de l'analyse SWOT

Le SWOT (Strengths Weaknesses Opportunities Threats) est un outil qui permet de dresser une synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces d'une entreprise ou d'un acteur dans le cas présent. Cette analyse se divise en deux parties avec une analyse interne (forces et faiblesses) ainsi qu'une analyse externe (opportunités et menaces). Cette analyse est généralement présentée sous la forme d'un tableau.

Cet outil est souvent utilisé pour les entreprises dans l'analyse stratégique. Il est cependant intéressant à appliquer dans le cadre de l'étude des NVEI et du free-floating en France pour plusieurs raisons. Dans un premier temps, l'analyse SWOT permet de distinguer les points forts et les points faibles des NVEI et du free-floating du point de vue de chaque acteur. Dans un second temps, elle doit permettre de montrer que les enjeux de l'essor des NVEI et du free-floating sont parfois identiques entre les acteurs.

Présentation des 4 acteurs analysés

Pour étudier l'essor des NVEI et du free-floating, 4 acteurs sont identifiés. Le premier acteur est l'utilisateur des nouveaux véhicules électriques individuels et potentiellement celui des offres de free-floating. Le second est le non utilisateur de ces NVEI qui reste malgré tout au contact de ces engins dans les rues. Le troisième acteur est le politique, le décideur qui doit donc encadrer au mieux ces engins. Pour finir, le quatrième acteur est la compagnie de free-floating de NVEI, c'est elle qui propose l'offre de libre-service dans les rues des grandes villes.

Données utilisées pour la réalisation des analyses SWOT

Pour réaliser ces matrices, les précédents chapitres vont être utilisés. Les lectures de l'état de l'art ainsi que l'analyse de l'enquête ont permis de faire ressortir des idées, des résultats ou encore des hypothèses. Les questions ouvertes de l'enquête vont être utilisées, comme par exemple celle qui demande aux non utilisateurs pourquoi ils ne sont pas intéressés par les NVEI.

D'autres sources sont utilisées pour effectuer ces analyses. Par exemple un entretien réalisé avec Adrien LELIEVRE, journaliste aux Echos et spécialiste des NVEI et du free-floating. En complément, de nombreux articles publiés aux Echos (dont certains de LELIEVRE Adrien) sont utilisés.

L'importance du temps dans les analyses SWOT

Les NVEI ainsi que le déploiement des flottes de free-floating sont en plein essor, et donc en constante évolution. Cela engendre fréquemment des nouveautés techniques, commerciales ou encore juridiques. Ces analyses SWOT sont effectuées courant mai 2020 et peuvent ne pas prendre en compte des éléments évolutifs. Un des exemples est le déconfinement et une augmentation potentielle de l'utilisation des mobilités individuelles dans les rues. Cette information est traitée, mais pourra faire l'objet d'un approfondissement par la suite.

3.4.2. Analyse SWOT des usagers des NVEI

L'analyse SWOT permet de faire ressortir de nombreux points au sujet des utilisateurs des NVEI.

Forces

Les usagers prennent à cœur l'utilisation des modes qui ne créent pas de pollution sonore ou de pollution au carbone (68,3 % des usagers enquêtés). Une part de ces usagers ont un profil d'utilisateurs exclusifs des modes alternatifs. Ils n'utilisent que rarement la voiture (59,2 % des usagers enquêtés déclarent utiliser moins la voiture), mais seulement les transports collectifs, la marche ou les véhicules mécaniques ou électriques. Pour certains, il y a même une forme d'altérité pour les modes collectifs : ils préfèrent uniquement l'utilisation de modes individuels.

Extrait des réponses à l'enquête, mai 2020 (question aux usagers sur la motivation à l'usage des NVEI)
« Pour protéger la planète... Faire attention à la pollution »
« La voiture et ses embouteillages... le tramway et ses odeurs en heure de pointe... »

Le choix d'acquérir et utiliser un NVEI est motivé de diverses façons. Ils ont un coût d'achat assez faible (entre 300 et 1500 euros suivant le mode), ce qui permet de les rentabiliser rapidement. Les usagers des NVEI sont dans une logique de recherche du "bon plan" afin de disposer d'une solution économique et complémentaire parmi les différents modes mis à disposition dans les centres villes.

Cette prise en main des NVEI est généralement aisée, avec 70 % des usagers enquêtés qui déclarent que les NVEI sont « facile d'utilisation » (sauf pour la gyroroue). Cela permet un taux d'adoption et une réutilisation de ces modes très rapide, que ce soit pour un NVEI personnel ou un NVEI issu du free-floating.

Le profil des usagers change avec le temps : à l'origine il s'agissait d'usagers jeunes, mais on trouve de plus en plus des personnes de 50 ans qui utilisent des NVEI, notamment le vélo à assistance électrique. L'enquête a montré que 46,7 % des usagers enquêtés ont plus de 40 ans.

Avec ces engins, les usages sont différents suivant les besoins. On trouve des trajets domicile-travail ou encore des trajets pour effectuer des achats ou encore une promenade. L'usage est quotidien pour 57,9% des usagers enquêtés. De plus, l'usage des NVEI permet de pallier aux problèmes qui peuvent survenir en milieux urbains, en cas de grève, de panne ou encore de crise sanitaire. Les NVEI constituent une solution autonome et rapide. Leur vitesse de déplacement est en moyenne de 19 km/h, supérieure aux autres modes en milieu urbain. On constate également des avantages dans la fluidité de circuler, comme dans l'évitement des embouteillages ou encore la réponse à la problématique du dernier kilomètre.

Extrait des réponses à l'enquête, mai 2020 (question aux usagers sur la raison de la baisse d'usage des autres modes de déplacement)

« Suite aux grèves, les transports ne sont pas fiables » « Embouteillages, perte de temps, stress pendant les trajets »
--

Les usagers du free-floating trouvent de nombreux avantages. Cela permet de ne pas posséder d'engins et d'utiliser en permanence un engin "clé en main". Il y a donc la garantie de ne pas se faire voler ou dégrader son matériel, de pouvoir utiliser un engin opérationnel en permanence. De plus, l'utilisateur a également la garantie de ne pas avoir de souci de stockage au domicile, comme au travail. Tout cela permet d'éviter l'angoisse présente chez les usagers propriétaires de leurs engins.

Le numérique a une importance pour les usagers. Certaines applications permettent une très bonne synergie dans le calcul des déplacements, comme par exemple les dispositifs de type MaaS, considérés comme l'avenir des applications de mobilité en ville. L'objectif est de permettre d'avoir une intermodalité complète en un seul clic et d'avoir accès à l'offre de mobilité et d'intermodalité complètes sur le téléphone. De plus, les usagers participent au numérique en partageant de la donnée ("Smart City").

Faiblesses

Les NVEI de premiers prix sont les plus achetés, chez des revendeurs comme Fnac ou Darty. Cependant, certains constructeurs proposent des NVEI de qualité médiocre qui ne sont pas fait pour durer dans le temps. Par exemple, les trottinettes les moins chères de la marque Xiaomi semblent souffrir d'une fragilité au niveau de l'axe de pliage.

Extrait des réponses à l'enquête, mai 2020 (question aux usagers sur les améliorations à apporter aux NVEI)
--

« J'ai dû faire marcher la garantie car j'ai eu ma trottinette cassé en deux au niveau de l'axe de pliage, fragile (Xiaomi entrée de gamme) » « Augmenter la qualité du VAE entrée de gamme, certains préfèrent économiser 200 euros mais se retrouve avec des défauts dans la première année »
--

Les NVEI se heurtent aux distances à parcourir par l'utilisateur au quotidien. L'évolution des batteries permet une meilleure autonomie mais ne répond pas pleinement à la demande.

Il y a un manque d'espaces dédiés pour les usagers, qui se retrouvent sur les trottoirs au contact des piétons ou sur la chaussée au contact des voitures et de la pollution carbone. Les récents textes

cherchent à interdire les trottinettes des trottoirs, sauf sur les voies privées, ce qui oblige la cohabitation avec les voitures.

Extrait des réponses à l'enquête, mai 2020 (question aux usagers sur les améliorations à apporter pour l'usage des NVEI)

« Disposer de plus de pistes cyclables »
--

« Aménager l'espace pour circuler sereinement et pas en plein dans les voitures »

Les tarifs du free-floating sont élevés et orientés à la hausse.

Les usagers des NVEI sont fréquemment impliqués dans des accidents, notamment lors du premier usage. De plus, le comportement de certains usagers est dangereux pour les autres.

Opportunités

La régulation qui arrive progressivement permet de limiter le danger, avec la limitation de la vitesse maximale des engins. Il y a également l'aménagement des zones 30 et l'autorisation de les remonter à contre sens ou encore l'aménagement des pistes cyclables. Les politiques ont également décidé de protéger les usagers en rendant obligatoire l'assurance des usagers de NVEI, avec des offres spécifiques.

De manière générale, les décideurs ne cherchent pas à en interdire certains et à en favoriser d'autres. Cela permet d'élargir l'offre disponible pour les usagers des NVEI.

Il y a une présence de plus en plus active d'associations d'usagers. Cette visibilité permet de se faire entendre à travers les médias, ainsi qu'auprès des non usagers et des politiques.

La marge de progression du développement et de l'utilisation des NVEI est considérée comme "énorme". La comparaison avec d'autres pays comme la Belgique montre cette marge. En Belgique, un vélo sur deux vendu est électrique alors qu'en France, la part des VAE se situe à 4% du total des vélos.

Le contexte de la crise sanitaire liée au Covid-19 a obligé les politiques à aménager en urgence des pistes provisoires pour les vélos et NVEI. En effet, ces modes sont plus avantageux en termes de sécurité sanitaire que les transports collectifs et nettement plus favorables au risque de saturation des routes que les voitures personnelles.

Extrait d'une réponse à l'enquête, mai 2020 (question aux usagers sur la raison de la baisse d'usage des autres modes de déplacement)
--

« Avec le Covid, vraiment pas envie de prendre le métro »

L'amélioration techniques des NVEI de la part des constructeurs est permanente. Par exemple, on améliore la capacité des batteries au lithium ou encore la solidité des composants, comme le cadre de la trottinette Xiaomi.

Il y a une très forte concurrence entre les constructeurs, mais également entre les revendeurs. Cela crée une baisse des prix au fil des mois, ce qui permet un prix d'accès aux NVEI de plus en plus abordable. Par exemple, la marque Xiaomi propose des trottinettes électriques à moins de 300 €.

L'essor du numérique est utile aux NVEI avec, par exemple, des écrans LCD sur les NVEI qui permettent d'afficher la vitesse.

Menaces

La voiture personnelle est dans une logique de la "loi du plus fort". Elle a influencé les aménagements urbains jusqu'à récemment. Il est donc encore parfois difficile pour les NVEI de rivaliser dans le développement prospectif des aménagements.

Les pistes cyclables sont à la base exclusivement réservées aux cyclistes. Les NVEI semblent y être tolérés, en respectant la limitation de vitesse fixée par les collectivités territoriales, mais à tout moment cela peut prendre fin.

3.4.3. Analyse SWOT des non usagers des NVEI

En milieu urbain, il y a une cohabitation sur les trottoirs qui concerne directement les non usagers des NVEI.

Forces

Les non usagers portent une voix de plus en plus entendue, que ce soit médiatiquement ou auprès des politiques, notamment sur le partage de l'espace commun entre piétons et NVEI. Il se développe une forte critique de leur part envers l'accidentogenèse de ces modes, soutenue également par des médecins. De plus, on note des critiques sur le free-floating et tout ce qui l'entoure, comme par exemple la fonction des « juicers ». Le juicer est un autoentrepreneur qui recharge et range les trottinettes électriques mises en libre-service. Cette fonction demande de stationner en ville de manière anarchique une voiture, voire un camion, pour pouvoir charger les engins dispatchés.

Faiblesses

Les non usagers subissent l'invasion sur les trottoirs des NVEI, cela perturbe leurs trajets. En effet, il est possible pour les usagers des nouveaux modes individuels électriques de circuler sur l'espace piéton à condition de respecter une vitesse maximale de 6 km/h.

Extrait d'une réponse à l'enquête, mai 2020 (question aux non usagers sur la motivation à l'usage d'un NVEI)

« Pour moi il s'agit d'engins qui perturbent mes déplacements dans les rues de Paris. Je ne supporte plus le bruit des sonnettes qui signalent un éventuel risque de collision si je n'ai pas le réflexe de me décaler sur le côté du trottoir ! »

Opportunités

Le développement des NVEI favorise le report modal. On a une population qui délaisse les transports collectifs ou la voiture en faveur de ces NVEI. Cela crée un désengorgement de ces modes qui deviennent plus "agréables" pour les non usagers de NVEI.

Extrait d'une réponse à l'enquête, mai 2020 (question aux non usagers sur la motivation à l'usage d'un NVEI)

« Pour dégorger la saturation des axes routier »

Le développement des NVEI et du free-floating offre une option éventuelle aux non usagers, en cas de problèmes des transports collectifs, de grève ou encore en contexte de crise sanitaire. Une partie des non-usagers serait intéressée à l'acquisition d'un NVEI (Figure 3.44).

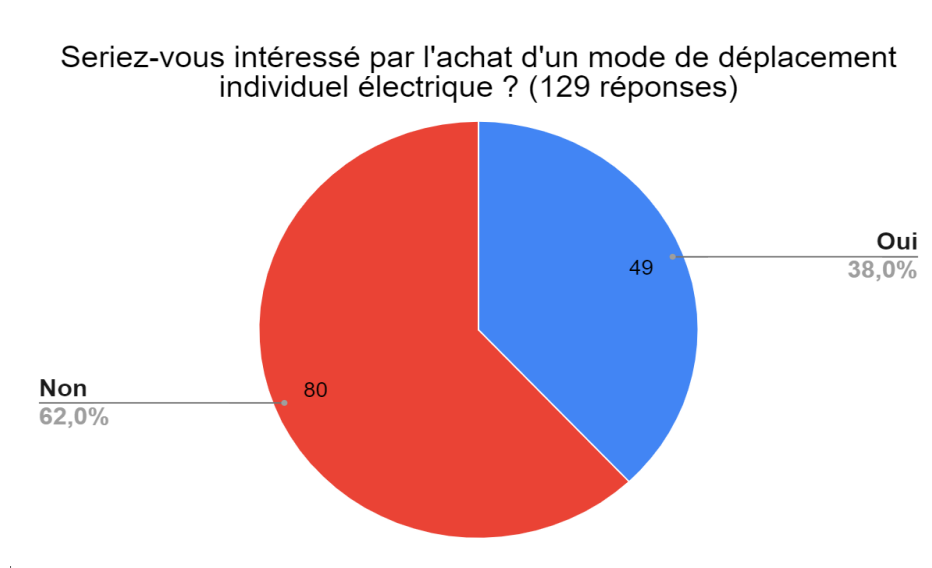


Figure 3.44 – Intérêt pour l'achat d'un NVEI (non usagers)

Les politiques des villes visent à une maîtrise du danger, via une vitesse limitée sur les trottoirs pour les NVEI. Cela permet une réappropriation des trottoirs par les piétons et limite les risques d'accident sur cet espace de circulation. Cela va de pair avec le retour progressif des plans piétons.

La couverture médiatique donnée aux NVEI et au free-floating est de plus en plus importante. Cela permet de mieux relayer le discours sur les problèmes et les enjeux à prendre en compte pour les non usagers qui "subissent" ces modes (Lelièvre).

Menaces

De nombreux français n'ont pas le choix du mode de transport à utiliser au quotidien, que ce soit à cause de la distance, d'une absence d'infrastructure ou d'un manque de moyens. Ils sont 54% dans ce cas (*ObSoCo, 2017*).

Extrait d'une réponse à l'enquête, mai 2020 (question aux non usagers sur la motivation à l'usage d'un NVEI)
« Travail trop éloigné et commerce à pied »
« J'habite trop loin de mon lieu de travail, une voiture électrique pourquoi pas, mais sinon ce n'est pas pratique »

D'un autre côté, la régulation des NVEI et du free-floating tarde à être réellement en faveur de la défense des non usagers. Il existe même des décisions qui vont à l'inverse avec la possibilité pour les NVEI de remonter les "zones 30" à contre sens.

L'accidentogenèse reste très importante et peut impliquer les non usagers sur l'espace commun. C'est notamment le cas au cours de la première utilisation d'un NVEI, que ce soit un engin personnel ou en free-floating.

3.4.4. Analyse SWOT des collectivités sur la question des NVEI

La place du politique est importante dans la question des mobilités pour les villes. Il convient d'encadrer au mieux chaque mode de déplacement qui circule dans la ville.

Forces

Les décideurs veulent participer à la promotion des mobilités durables dans les villes. Ils sont donc ouverts aux nouveautés en termes de mobilités vertes, comme par exemple les NVEI en tout genre, que ce soit les trottinettes électriques, le VAE ou les gyroroues.

Le développement des NVEI permet de répondre à la problématique de saturation des transports collectifs ou des voitures pour les pouvoirs publics. En effet, ces nouveaux modes créent un report modal, en plus d'offrir une alternative en cas de problèmes dans les transports collectifs (grèves,

pannes, crise sanitaire).

Concernant la politique des plans piétons, les zones 30 permettent de réduire les risques pour les piétons. En parallèle, les vélos et les NVEI ont le droit de remonter ces voies à contre-sens.

En termes d'aménagements, les politiques participent au développement des NVEI, avec par exemple, l'aménagement d'infrastructures de stockage pour les trottinettes électriques personnelles.

En participant à l'aménagement de pistes cyclables, les pouvoirs publics limitent le nombre d'accidents entre voiture et NVEI ou encore entre piétons et NVEI (Lelièvre). Se développent ainsi de grands projets pour les vélos, comme par exemple le Plan Vélo Paris.

En termes de législation du code de la route, les législateurs ont répondu avec la LOM, qui intervient en 2019 en réponse à l'effervescence des NVEI. Il y a donc des règles de circulation, de vitesse et des âges minimum pour utiliser les NVEI. De plus, il est obligatoire d'être assuré avec différentes offres offertes par les assureurs.

La crise sanitaire liée au Covid 19 a amené à réfléchir et réagir sur la place du vélo et des NVEI. En effet ces modes sont adaptés pour la distanciation sociale, amenant à une mise en place récente de nombreuses pistes cyclables provisoires (Figure 3.45). Pour certains, les mobilités vertes ont gagné entre 5 et 10 ans d'infrastructures en seulement quelques semaines. De plus, créer des pistes cyclables est bien moins coûteux que l'aménagement d'un tramway ou d'un métro, et beaucoup plus facilement accepté par les habitants. Il reste à voir si ces aménagements provisoires dureront dans le temps.



Figure 3.45 - Aménagement cyclable durant le déconfinement à Montpellier

Le free-floating a obligé les pouvoirs publics à encadrer cette pratique. Il y a eu une régulation sur le nombre de compagnies présentes dans les villes, ainsi que des décisions fortes pour interdire le free-floating en cas d'abus. On trouve également des projets qui visent à faire payer aux compagnies de free-floating une taxe au titre de l'occupation de l'espace public.

Les pouvoirs publics veulent tout de même conserver une bonne communication avec les firmes de free-floating. L'objectif est de travailler en commun pour sensibiliser les usagers sur le risque d'accidents ou encore faire accepter le free-floating en centre-ville. Ces ententes entre privé et public sont importantes, car les firmes peuvent apporter aux villes une puissance financière dans l'aménagement de la mobilité en libre-service. Cet aménagement engendre des coûts pour les collectivités, qui profitent également d'une capacité de réflexion et de projection sur les mobilités futures de la part de ces entreprises.

Les collectivités peuvent également investir dans des petites entreprises françaises qui cherchent à développer une activité dans le secteur des NVEI. C'est par exemple le cas avec l'aide « Start'Oc » de la Région Occitanie. Cette aide a ainsi été versée à l'entreprise Airlab-Industrie, basée à Nîmes, afin de développer une offre de trottinette électrique à destination des professionnels.

Faiblesses

La régulation des NVEI, ainsi que du free-floating ayant tardé à venir et à être restrictive, les NVEI l'ont quelque peu devancée. En parallèle, le développement rapide du free-floating a obligé les collectivités à agir rapidement.

Dans le passé, des mesures d'encadrement des mobilités individuelles non motorisées avaient déjà émergées comme par exemple le Code de la Rue en 2008, de faible portée. Une décennie plus tard, ce code se révèle inadapté face à l'émergence des NVEI et du free-floating. De même, dans le contexte du "tout voiture", le code de la route n'est pas adapté à un autre mode que la voiture.

Il y a un manque d'aménagement dans les villes pour permettre aux NVEI de circuler en sécurité (risque d'accidents avec les voitures ou les piétons).

Le développement du free-floating a créé des dépenses cachées pour les municipalités. En effet, il occupe un espace public qu'il faut entretenir, nettoyer et sécuriser. Tout cela est à la charge des municipalités au quotidien qui doivent en plus surveiller les éventuelles dégradations des infrastructures ou des engins qui appartiennent aux firmes de free-floating.

Les collectivités n'ont par ailleurs pas la capacité de décider où va s'implanter le free-floating. Il n'est actuellement pas possible pour une mairie d'imposer à une compagnie de s'installer dans un secteur, qui pourrait par exemple aider une population en termes de mobilité, mais qui ne serait pas rentable pour la compagnie.

L'explosion et la concurrence des firmes de free-floating a créé une surcharge et une concurrence exacerbée d'opérateurs dans certaines villes. Les villes ont dû appliquer des marchés pour limiter ce

nombre, comme par exemple dans la ville de Marseille récemment.

Il y a des fonctions rattachées au free-floating qui véhiculent une mauvaise image pour les villes. Par exemple la fonction des juicers qui rechargent les batteries ou déplacent les trottinettes la nuit, travail ingrat et mal payé, qui est dénoncé par la population et les associations.

Opportunités

Le marché des mobilités émergentes entre dans sa phase de maturité. Les dynamiques s'alimentent entre elles. Plus il y a d'achats et plus les élus sont motivés pour faire de l'aménagement du territoire en faveur des NVEI. Ainsi, plus il y a d'aménagements, plus on incite à acheter un vélo ou un NVEI, c'est un cercle vertueux (Figure 3.46).

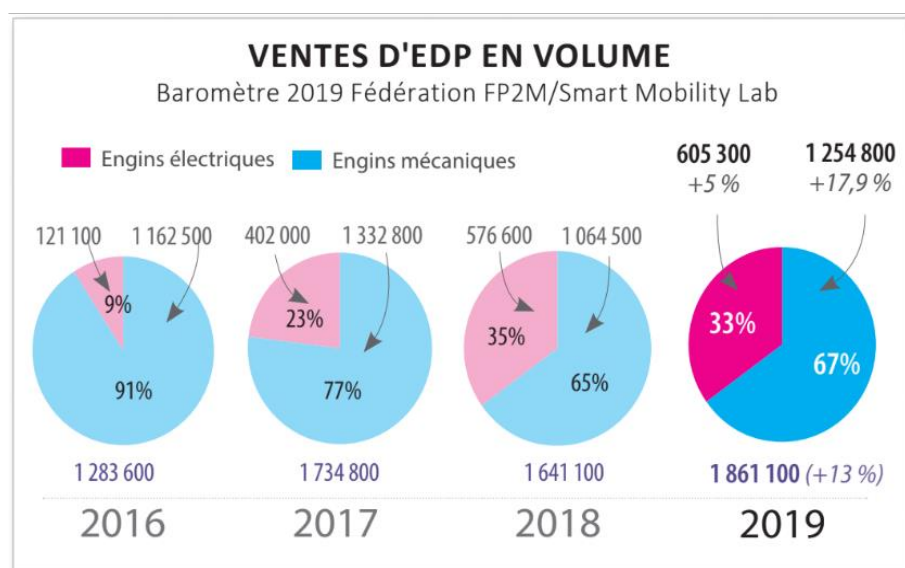


Figure 3.46 - Ventes d'Engins de Déplacement Personnel (dont électriques)

Le free-floating apporte une capacité d'infrastructure "clé en main", ainsi qu'une analyse gratuite des mobilités urbaines. Le développement du numérique est positif : les MaaS sont une opportunité pour les déplacements, le tourisme, la gestion du trafic. Le partage de la donnée de la Smart City est également intéressant.

Il est possible que les déplacements dans les villes soient modifiés à long terme. Le Breton (2019) propose l'idée d'une ville dans 10 ans qui pourrait déployer quatre réseaux se partageant l'espace urbain.

Menaces

Les non usagers font part de leur colère et leur inquiétude sur le partage de l'espace commun, notamment du trottoir (Figure 3.47).



Figure 3.47 - Exemple du partage de l'espace commun à Montpellier

La voiture entraîne des coûts sociétaux, mais c'est également une ressource économique pour les villes. Par exemple, le stationnement qui rapporte beaucoup d'argent. C'est un apport financier important, dont il est difficile de se passer dans le budget annuel d'une ville.

La médiatisation des nouvelles mobilités et le côté séduisant de ces dernières sont à nuancer avec une part modale assez faible en France, comparée à d'autres pays voisins. Il y a également des interrogations sur le fait qu'il ne s'agisse que d'un effet de mode.

Le risque d'accident est toujours présent, notamment avec le free-floating.

Le free-floating des NVEI est un marché concurrentiel, qui présente un manque à gagner entraînant fréquemment le retrait des flottes du jour au lendemain, laissant un vide dans les habitudes de certains usagers. Le seul levier possible pour les entreprises est d'augmenter le prix progressivement, ce qui augmente à terme le prix pour une utilisation quotidienne du libre-service.

3.4.5 Analyse SWOT des compagnies de free-floating de NVEI

Les compagnies de free-floating de NVEI se déploient progressivement dans les principales villes de France. Elles apportent une nouvelle solution de mobilité et sont des acteurs importants de l'essor des NVEI.

Forces

Les compagnies de free-floating participent à la décarbonisation des villes avec des engins qui ne créent pas de pollution sonore, ni de pollution carbone.

Il y a une grande richesse dans les offres de libre-service possible, avec du free-floating pour tous, du free-floating ciblé sur des entreprises particulières.

Les usagers se familiarisent rapidement avec les trottinettes électriques. Ils présentent des profils très hétérogènes, avec notamment des personnes qui vivent dans des petits appartements qui ne souhaitent pas stocker l'engin au domicile ou au travail. Il y a également des personnes qui ne souhaitent pas avoir de soucis de réparation, de vol ou de dégradation.

En termes de sécurité, la trottinette électrique n'est pas plus dangereuse que le vélo, sauf pour les premières utilisations. Les compagnies de free-floating proposent des modèles de plus en plus sécurisants et solides. Il y a donc des engins de meilleure qualité, avec également des innovations comme les batteries amovibles, qui permettent de réduire les coûts opérationnels et d'améliorer le bilan réduction carbone.

Les compagnies de free-floating se déploient uniquement dans les centres-villes ou les cœurs économiques dans l'objectif de gagner de l'argent. Un des meilleurs terrains est la ville européenne avec son centres ancien. On trouve également des villes dites "vitrine", comme par exemple Paris ou Barcelone.

Les compagnies de free-floating sont des spécialistes du mobilier urbain, ce qui permet de proposer des publicités sur les infrastructures. Elles possèdent une capacité d'implantation rapide en proposant une installation de l'offre "clé en main" et "0 coûts". Les firmes américaines ou asiatiques possèdent une puissance financière importante, comme par exemple Lime. De plus en plus de grands groupes automobiles s'essayent dans ce secteur : c'est le cas de BMW récemment.

L'entente avec les pouvoirs publics est cruciale. On trouve des points de convergence, comme par exemple la sensibilisation face aux risques d'accidents des usagers, ou encore le fait de faire accepter le free-floating par ses détracteurs.

Les compagnies de free-floating cherchent de plus en plus à internaliser leurs fonctions. Cela permet d'économiser de l'argent mais également de mettre fin à la fonction des *juicers* qui était fortement critiquée par la population (mauvais salaire, travail ingrat).

Le numérique est de mieux en mieux utilisé par les firmes de free-floating. Il existe des applications pour localiser et déverrouiller les trottinettes ou encore prendre une photo lors de leur dépose. Le partage de la donnée est également une plus-value. Un Maas est par exemple utilisé à Helsinki via le système Whim.

Faiblesses

La facilité d'utilisation des trottinettes électriques génère indirectement un risque d'accidents. C'est quand l'utilisateur prend trop de risques ou qu'il ne maîtrise pas encore totalement l'engin. Cela va de pair avec le constat d'une augmentation des accidents avec les NVEI.

La durée de vie d'une trottinette en libre-service est faible. Entre les dégradations, les accidents ainsi que l'usure, cette dernière est estimée en moyenne à 28 jours en 2019.

Le free-floating utilise un espace de circulation dédié souvent remis en question. On manque d'espaces pour le stationnement des engins, qui devient parfois anarchique sur les trottoirs.

Le secteur du free-floating est très concurrentiel. On voit facilement une dizaine d'entreprises s'installer dans une ville (par exemple Paris) en peu de temps. Cette concurrence engendre un marché difficilement rentable. Parfois l'offre n'est pas viable dans certaines villes, ce qui entraîne un retrait du free-floating. Il faut noter tout de même qu'au début de l'année 2020, les opérateurs ont amélioré leur rentabilité, mais la marge de manœuvre est considérée encore comme étroite pour atteindre une véritable rentabilité.

Les coûts opérationnels pour faire fonctionner les flottes de trottinettes sont très élevés, avec un besoin conséquent en personnel. Ce personnel n'a pas pu travailler durant la crise du Covid-19, ce qui a entraîné des licenciements, en plus d'une perte financière pour les entreprises de free-floating.

L'offre a devancé la régulation politique et la juridiction. Au départ, il n'y a pas eu de demande d'autorisation pour installer le free-floating, ni de pédagogie sur l'usage des engins (par exemple Lime à San-Francisco), ce qui a entraîné une vision très négative du free-floating.

Opportunités

Le service de free-floating connaît une médiatisation importante. Cela offre un créneau pour mettre en avant les NVEI et le free-floating (test, comparatifs techniques ou d'offre).

Il y a une marge de progression possible pour les NVEI en France, avec une belle marge de progression.

Les entreprises de free-floating profitent d'engins de plus en plus solides et avec des batteries d'une meilleure autonomie.

Les usagers sont curieux et n'hésitent pas à tester le free-floating, avec en plus un taux d'adoption éclair aux NVEI.

Cela permet de moins utiliser les véhicules à émission de carbone (transfert modal).

Les usagers favorisent la logique de recherche du "bon plan". Ils recherchent une solution complémentaire entre les différents modes mis à disposition. Dans cette optique, le free-floating est une option crédible.

En plus d'un usage de la part des touristes, le report modal des locaux vers le free-floating se constate

de plus en plus. D'après une étude réalisée par la start-up Lime, 11% des parisiens et 5% des franciliens affirment utiliser "souvent" ou "de temps en temps" des trottinettes électriques en libre-service. En outre, 17% des parisiens et 14% des franciliens envisagent d'en utiliser à l'avenir.

La régulation, qui a mis du temps à être effective, a laissé une marge de manœuvre aux entreprises de free-floating pour se développer dans les villes.

Les puissances publiques n'hésitent pas à apporter une aide financière pour des entreprises nouvelles dans le secteur des NVEI.

Le numérique participe au développement du free-floating avec par exemple le projet d'optimiser les offres de transport (Maas). Il y a également d'autres usages du numérique, comme par exemple CityMapper et son principe de collecte de la donnée.

Menaces

Le récent confinement lié au covid-19 risque de laisser des traces économiques auprès des compagnies qui étaient déjà en difficulté.

Les collectivités essaient de mettre fin à cette forte concurrence dans les villes en émettant des appels de marché pour limiter le nombre de compagnies de free-floating sur un même territoire.

Le free-floating crée des dépenses "cachées". En effet, il occupe un espace public qu'il faut au quotidien entretenir, éclairer, sécuriser et nettoyer. Tout cela est généralement à charge des politiques. Les pouvoirs locaux n'hésitent plus à mettre en place des mesures pour faire payer les entreprises de free-floating.

Le free-floating des NVEI souffre d'une mauvaise image. Les raisons sont le déploiement d'engins sur les trottoirs ou encore les emplois précaires liés à ces offres. Cette mauvaise image se retrouve dans les médias et impacte les entreprises.

3.4.6. Synthèse et conclusion des analyses SWOT

Les tableaux de analyses SWOT sont présentés dans les figures 3.48, 3.49, 3.50 et 3.51.

FORCES	- Fort intérêt pour la réduction des pollutions carbone et sonore en ville - Prix d'achat accessible, recherche du « bon plan » dans la solution de déplacement urbaine - Prise en main des NVEI généralement facile, taux d'adoption rapide - S'adapte aux déplacements quotidiens (domicile- travail, achat, promenade...) - Permet une solution autonome et tout aussi rapide que les autres offres de mobilité - Le profil des usagers évolue, ouverture aux cinquantenaire avec le VAE - L'usage du free-floating permet d'avoir un engin « clé en main » et d'éviter les inconvénients d'être possesseur d'un NVEI - Le numérique permet d'avoir une meilleure approche dans le calcul des déplacements	FAIBLESSES	- Manque d'espaces dédiés pour les usagers, l'usage du trottoir dérange - Les NVEI de premiers prix sont préférés, avec une qualité qui laisse à désirer - Accidents fréquents, notamment lors du premier usage - Les NVEI se heurtent à certaines distances à cause de l'autonomie des batteries - Les tarifs du free-floating sont élevés et à la hausse afin de permettre aux compagnies d'être rentable
OPPORTUNITÉS	- La régulation progressive permet de réduire le risque d'accident, de plus l'assurance est obligatoire pour les possesseurs de NVEI - Les politiques sont ouverts aux NVEI, cela permet d'avoir une offre importante - De plus en plus d'associations d'usagers communiquent avec les médias et les politiques - Le développement des NVEI en France possède une marge importante comparé aux pays voisins - Le contexte du Covid19 a obligé les politiques à accélérer l'installation d'infrastructures cyclables - Les NVEI sont en permanentes évolutions techniques - Les constructeurs et revendeurs de NVEI se font concurrence, cela baisse le prix d'achat - Les applications numériques sont en évolutions et de plus en plus efficaces	MENACES	- La voiture reste numéro 1 dans les pensées, logique du mode de déplacement « le plus fort » et donc difficulté pour les NVEI de rivaliser dans la réflexion des aménagements - Flou sur l'utilisation des pistes cyclables, à l'origine destinées pour les vélos et non les NVEI

Figure 3.48 - Analyse SWOT des usagers des NVEI

FORCES	• Une voix de plus en plus entendue, avec des critiques sur le partage de l'espace commun, sur l'accidentologie, sur le free-floating et les professions qui en découlent	FAIBLESSES	• Les non usagers subissent l'invasion des NVEI sur les trottoirs
OPPORTUNITÉS	• Le développement des NVEI engendre un report modal, il y a un désengorgement des transports collectifs en faveur des non usagers • Les NVEI et le free-floating offrent une option éventuelle et efficace aux non usagers • Les politiques ont décidé de limiter la vitesse des NVEI sur les trottoirs (6 km/h) ainsi qu'un aménagement en faveur des plans piétons • La couverture médiatique des NVEI et du free-floating est importante, cela permet aux non usagers de pouvoir s'exprimer à leurs sujets	MENACES	• De nombreux français n'ont pas le choix du mode de transport à utiliser au quotidien (54%) • Une régulation sur les NVEI et le free-floating qui tarde à être réellement en faveur de la défense des non usagers • Un risque d'être impliqué dans les accidents des usagers de NVEI qui est important du fait du partage de l'espace commun

Figure 3.49 - Analyse SWOT des non-usagers des NVEI

FORCES	• Les politiques ont la volonté de participer à la promotion des mobilités durables émergentes et non polluantes • Prôner le développement des NVEI en ville permet un report modal et donc un désengorgement des autres modes • Les politiques développent les plans piétons ainsi que des zones 30 qui permettent de sécuriser les non usagers et les usagers des NVEI • Des infrastructures de stockage pour NVEI apparaissent de plus en plus • La crise sanitaire du Covid 19 a obligé les pouvoirs publics à proposer des pistes cyclables temporaires, permettant la distanciation sociale à moindre prix • Aménagement de nouvelles pistes cyclables afin de réduire le nombre d'accidents entre non usagers et NVEI ou encore entre voitures et NVEI • Encadrement du free-floating, sélection des opérateurs pour limiter le surnombre de ces derniers • Bonne communication avec les entreprises de free-floating, l'objectif est de travailler ensemble pour le bien de tous • Une aide financière pour les nouvelles entreprises de NVEI françaises • La Loi LOM (2019) est une réponse législative face à l'émergence et non régulée des NVEI	FAIBLESSES	• La régulation a mis du temps à arriver, le free-floating l'a même devancé • En 2008 le Code de la Rue est mis en place, mais il n'a qu'une faible portée sur les NVEI une décennie plus tard • Un manque d'aménagements pour les NVEI, ce qui laisse un risque d'accidents avec les autres modes • Le paradigme du « tout voiture » engendre une supériorité de ces dernières dans les pensées • Le free-floating a créé des dépenses cachées pour les municipalités, le trottoir est à charge des politiques • Les politiques ne décident pas des lieux d'implantations du free-floating, ce n'est pas une solution pour les zones isolées sur le plan des mobilités • La forte concurrence des entreprises de free-floating entraîne un besoin urgent de réguler le nombre • Certaines fonctions rattachées au free-floating véhiculent une mauvaise image pour les villes
OPPORTUNITÉS	• Le marché des mobilités durables entre dans sa maturité, les dynamiques des différents acteurs s'alimentent entre elles • Le free-floating apporte une capacité d'infrastructure « clé en main » ainsi qu'une capacité d'expertise • L'essor du numérique avec par exemple les concepts MaaS ou Smart Cities • Sur le long terme la ville pourrait avoir 4 réseaux qui se partagent l'espace commun, dont un réservé aux NVEI	MENACES	• Les non usagers font part d'une colère sur l'essor des NVEI sur les trottoirs • La volonté de réduire le nombre de voitures en faveur des modes doux est une perte d'argent (business du stationnement) • Une part modale des NVEI encore assez faible • Le risque d'accident est toujours important, notamment pour le free-floating • Le free-floating est un marché qui présente un manque à gagner, avec un risque de retrait de l'offre du jour au lendemain

Figure 3.50 - Analyse SWOT des collectivités des NVEI

FORCES	• Propose une offre de mobilité non polluante • Une capacité à répondre aux différents besoins : particuliers, entreprises • Des engins faciles à prendre en main, ouvert à tous les profils d'utilisateurs • Un engin pas plus dangereux que le vélo et de plus en plus solides avec des innovations sécurisantes • Un déploiement dans les centres villes qui sont des foyers économiques et des lieux à fort besoin de mobilité • Des grandes firmes avec des fonds importants, spécialistes du mobilier urbain et de l'expertise, qui proposent une installation « clé en main » • De plus en plus de grands groupes (comme BMW) s'essayent au free-floating • Des relations positives avec les politiques, l'objectif est de maintenir l'essor de ce marché • Une internalisation progressive des fonctions afin d'économiser sur les dépenses comme celles des juicers • Le numérique est de mieux en mieux utilisé : localisation, déverrouillage, contrôle de l'engin, synergie des transports	FAIBLESSES	• Les trottinettes sont faciles d'utilisation, cela augmente le risque accident surtout lors de la première utilisation • Une durée de vie des engins faible • Une absence d'espace de circulation et de stationnement dédiés • Un marché très concurrentiel, difficile à rentabiliser et qui entraîne jusqu'à un retrait de l'offre dans certaines villes • Les coûts opérationnels sont élevés : un besoin de salariés important qui se retrouvent licenciés suite à la crise du Covid 19 • Un flou juridique : pendant plusieurs mois, l'offre a devancé la régulation, manque de légitimité sur les trottoirs
OPPORTUNITÉS	• Médiation importante qui met en avant les NVEI et le free-floating • Une marge de progression importante pour les NVEI en France • Évolutions techniques des modèles de trottinettes (solidité, autonomie) • Des usagers curieux, avec un taux d'adoption rapide et une volonté d'utiliser des engins moins polluants en ville • Des usagers qui favorisent la logique de « bon plan » en milieu urbain • Un report modal qui progresse • Une régulation qui a mis du temps à être effective, cela a permis un bon développement du free-floating en France • Les politiques n'hésitent pas à apporter une aide financière aux entreprises de NVEI françaises • Le contexte du Covid 19 a accéléré l'aménagement des pistes cyclables • Le numérique et ses applications en constante évolution	MENACES	• Le récent confinement lié au Covid 19 risque de causer des rachats entre compagnies • Les politiques luttent contre le surnombre de compagnies dans les villes • Dépenses « cachées » : l'espace public occupé à un coût pour les municipalités • Regard négatif de certains non usagers • Une médiation à nuancer avec une part modale encore faible, questionnement sur le fait qu'il s'agisse d'une mode ou non

Figure 3.51 - Analyse SWOT des entreprises de Free-Floating

Des enjeux partagés, impliquant les quatre acteurs (usagers, non usagers, politiques, compagnies de free-floating), ressortent de ces analyses SWOT :

- Une volonté de réduire l'impact carbone dans les centres villes en favorisant des modes doux ;
- Une mobilité simple et ouverte à tous avec un coût d'accès « raisonnable »... ;
- ... mais qui possède un « risque accident » notamment lors du premier usage ;
- Un besoin d'espaces dédiés pour circuler afin de ne plus être au contact des piétons et/ou des autres engins de déplacements ;
- Un encadrement juridique progressif de ces NVEI.
- Une régulation progressive au sujet du déploiement des flottes de free-floating de NVEI.

3.5. Conclusion

Depuis quelques années les NVEI s'implantent dans les centres urbains tout comme le free-floating des NVEI. Aujourd'hui la part modale de ces engins est d'environ 3 % en France. La marge de progression du développement et de l'utilisation des NVEI est considérée comme importante.

Les NVEI sont une solution dans la mise en place d'une politique des modes doux. Ils permettent de répondre à la volonté de baisser l'émission carbone dans les centres villes. Ces engins sont divers et variés, avec en tête les vélos à assistance électrique, les trottinettes électriques et les gyroroues. Ils sont massivement commercialisés à des prix de plus en plus bas (une trottinette électrique se trouve pour 300€). Les compagnies de free-floating des NVEI sont également de plus en plus présentes dans les centres urbains.

Les NVEI sont utilisés par un public large, majoritairement des hommes. Il n'y a pas de nette dominance d'une classe d'âge, car les différents engins répondent aux attentes des différentes classes d'âge. La trottinette est préférée par un public « jeune », alors que le VAE séduit un public plus « âgé ».

L'usage des NVEI en milieu urbain permet de rivaliser avec d'autres modes de transport en termes de distance-temps. Ces engins permettent donc aux usagers de se déplacer autrement qu'en transport en commun ou en voiture personnelle, modes de déplacement parfois peu appréciés. Ils permettent également de répondre à la question du « dernier kilomètre », avec une capacité d'usage en intermodalité.

Toutefois l'essor des NVEI et du free-floating des NVEI engendre des conséquences négatives dans les villes. Cet essor, considéré comme rapide, a devancé la régulation de la part des collectivités.

De nombreux engins circulent sur les trottoirs en contact avec les piétons ou sur la chaussée à proximité des voitures. Le déploiement massif des offres de free-floating des NVEI inonde également les trottoirs des grandes villes.

Il manque des espaces dédiés à la circulation de ces engins tout comme des espaces dédiés pour les offres de free-floating. Le risque accident est également important, notamment lors de la première utilisation, que ce soit pour l'utilisateur ou pour les non usagers qui l'entourent.

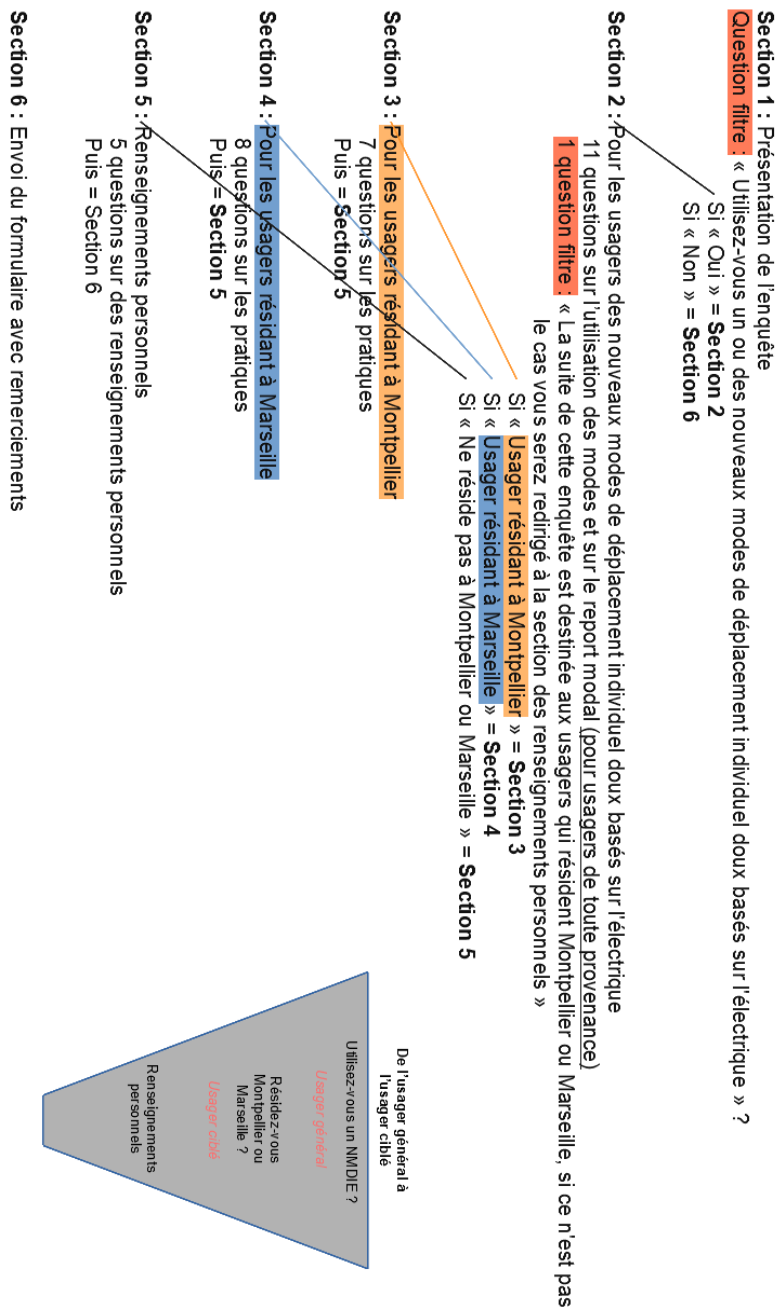
Face à ces enjeux, les politiques urbaines répondent progressivement. C'est le cas récemment avec la loi mobilités (LOM) publiée le 26 décembre 2019. Elle a pour objectif de légiférer sur ces questions, avec une réglementation qui a pour finalité d'encadrer ces nouvelles mobilités.

Il y a quelques semaines la France a connu un confinement lié à la crise sanitaire du Covid-19. Le déconfinement « à risque » face au Covid-19 a obligé les politiques à aménager en urgence des pistes provisoires pour les vélos et les NVEI. En effet, ces modes semblent être les plus avantageux en termes de sécurité sanitaire. Ce développement des aménagements provisoires, dont certains seront conservés, laisse à penser qu'il va favoriser le développement des NVEI. Il sera donc très intéressant dans quelques temps d'estimer l'impact de cette augmentation des aménagements sur la part modale que représente les nouveaux véhicules électriques individuels en France.

Annexe

Schéma de l'articulation de l'enquête NVEI

Schéma de l'articulation en entonnoir de la version finale de l'enquête NVEI



PARTIE 4 - TRANSPORTS PAR VOIE MARITIME

Le texte de cette partie est extrait du mémoire de Master 1 de Mamadou Ly.

4.1. Introduction

Les navettes maritimes aussi appelées *bateaux-bus* constituent un réseau de transport maritime de personnes à l'image des réseaux de transport urbain par bus. Elles peuvent être réparties en 3 catégories selon la distance parcourue et le nombre de stations desservies (CERTU-CETE Nord Picardie, Juillet 2012). On retrouve :

- Les passeurs : ils parcourent généralement deux points proches séparés par un plan d'eau en « fer à cheval » (baie, golfe etc...). La distance qu'ils parcourent est généralement faible et ne dépasse pas 1 km dans la plupart des cas ; leur temps de parcours est plus court que celui d'un trajet réalisé par voie terrestre.
- Les traversées : comme les passeurs, elles relient deux points pas forcément séparés par un plan d'eau ; leur trajet peut être parallèle au trait de côte. La distance parcourue est généralement plus longue que celles des passeurs et permet le plus souvent un gain de temps par rapport à la liaison terrestre.
- Les lignes de cabotage : elles sont semblables aux traversées à la différence qu'elles desservent une station intermédiaire entre le point de départ et le point d'arrivée. Leurs liaisons sont de ce fait plus longues que les traversées. Elles sont mises en place par les AOT (Autorité Organisatrice de Transport) en complémentarité du réseau de transport urbain déjà existant.

Les données récoltées aux fins de traitement prennent en compte non pas les caractéristiques des navettes maritimes dans leur globalité mais les liaisons maritimes. La différence étant qu'une navette maritime est composée d'une liaison maritime (passeurs, traversées) ou de plusieurs liaisons maritimes (lignes de cabotage). La liaison maritime peut alors être définie comme le trajet effectué entre deux ports desservis consécutivement par un navire. Le terme « navire » désigne dans ce cas le moyen de transport utilisé pour le transport de personnes.

Le projet s'inscrit dans un contexte de développement durable initié par la Région PACA qui se veut impulseur de nouveaux modes de transport alliant réduction d'émission de CO² et utilisation d'énergie renouvelable (solaire). Au vu de la situation de la région baignée par la Méditerranée et disposant de côtes densément peuplées, on peut imaginer que la mise en place d'un mode de transport par voie d'eau serait un bon moyen d'y parvenir. Les problématiques abordées dans cette étude concernent la faisabilité ou non de la mise en place de liaisons maritimes alternatives à la voiture sur les côtes de PACA, les limites de ce mode de transport par rapport à sa vitesse et aux contraintes météorologiques, ainsi que les éventuels effets de concurrence avec les autres modes de transport.

La Région PACA (Figure 4.1) étant la 7^e région française par sa population, la 10^e par sa superficie, mais la 3^e par son PIB par habitant, fait partie des régions les plus dynamiques de la France. Avec plus de 5 millions d'habitants, la région a connu la plus forte augmentation démographique depuis 1962. Cette

croissance démographique est due pour $\frac{3}{4}$ à des migrants de tous âges issus pour moitié des régions limitrophes et d'Ile-De-France. Ce mouvement pouvant perdurer dans le futur, en corrélation avec l'accessibilité par l'usage de la voiture individuelle, il devient alors impératif de penser de nouveaux modes de transport plus respectueux de l'environnement et permettant de désengorger les routes, également parce que la population régionale augmente de 60% en été (<https://www.prefectures-regions.gouv.fr/>, 06/2020).

La première partie de ce chapitre consiste à étudier les navettes maritimes comme réponse aux défis du développement durable, ses potentialités ainsi ses limites. Dans la seconde partie, on détaillera la méthodologie utilisée pour la collecte des données sur lesquelles les traitements seront faits. La troisième partie est une synthèse du recensement effectué de toutes les navettes maritimes existant en France qui nous permettra d'en cerner les caractéristiques communes.

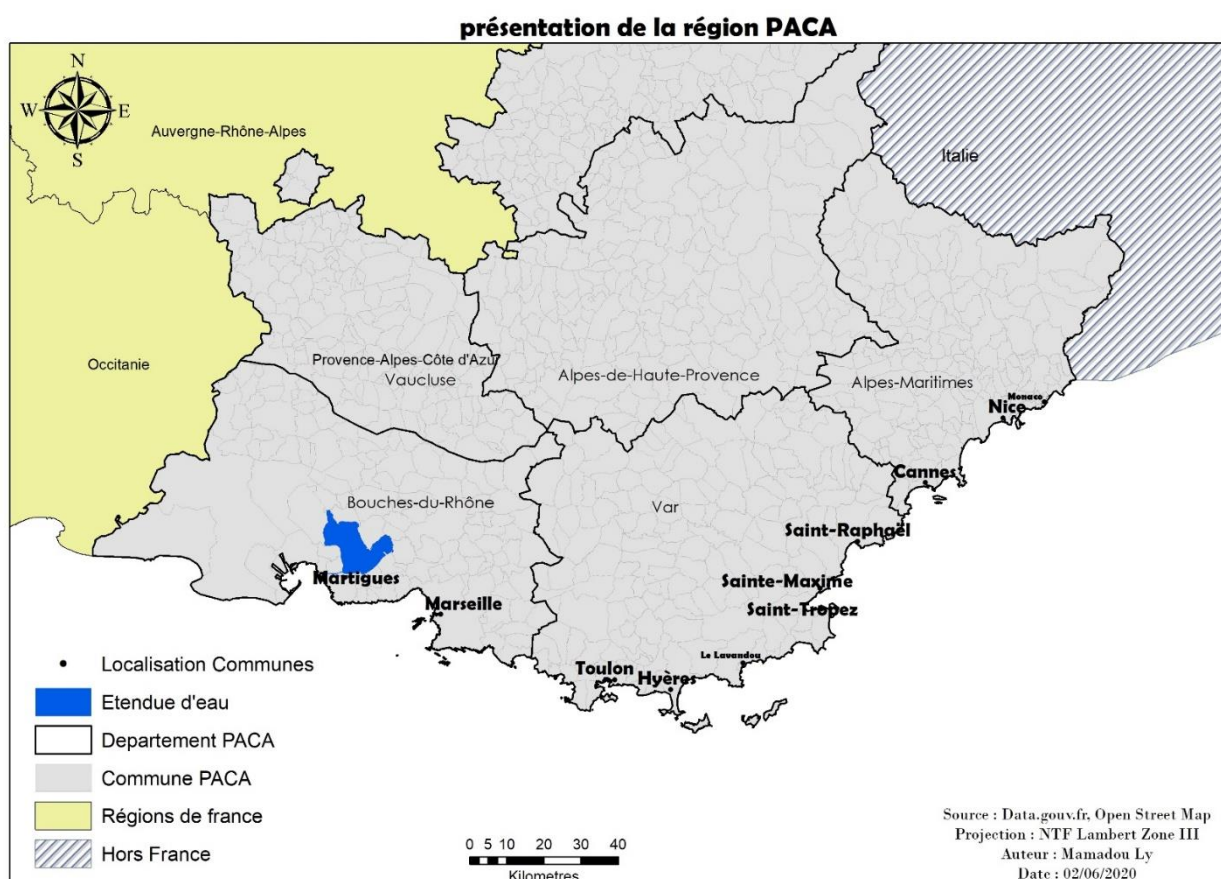


Figure 4.1 – Zone d'étude

4.2. La mise en place de service de transport maritime comme réponse aux objectifs de développement durable

4.2.1. Une demande de nouveaux modes de transport plus écologiques par les résidents

Les navettes de Marseille et de Cannes appréciées par les résidents

Dans la Région PACA sont présentes des navettes maritimes assurant des services saisonniers dans les villes de Marseille et de Cannes. Selon les témoignages recueillis dans différents articles de presse les navettes maritimes sont particulièrement appréciées par les résidents. Les raisons évoquées dans les deux cas sont, d'une part, un gain de temps. Les deux villes, fortement touristiques, accueillent un flux important de touristes durant la saison estivale, ce qui provoque des congestions qui rallongent les temps de parcours. D'autre part, le côté agréable des navettes maritimes par rapport à la voiture et leur caractère écologique sont largement évoqués lors des interviews. Un autre article de presse fait état d'une manifestation par les syndicats de taxi de Marseille, contre la mise en place de la navette maritime. Il laisse aussi à penser que le service jouit d'un grand attrait auprès des usagers. <https://www.lemonde.fr/blog/transports/2012/08/11/a-marseille-oubliez-le-ferry-boate-vive-la-navette-maritime/> les résidents, <https://france3-regions.francetvinfo.fr/provence-alpes-cote-d-azur/alpes-maritimes/cannes/navette-maritime-esterel-c-est-parti-nouvelle-saison-1498807.html>

Une enquête qui va dans le même sens

Une étude réalisée en 2015 dans la ville de Thessaloniki en Grèce intitulé « Attitudinal survey for the urban maritime transport in the city of Thessaloniki, Greece » dont l'objectif était de déterminer le niveau d'acceptabilité d'un nouveau mode de transport maritime, a été dirigé par Dolianitis et al. Elle s'est appuyée sur une enquête par questionnaire qui a visé les populations de la ville de Praia et de Thessaloniki, qui deviendront probablement les deux ports en bout de ligne, si le système de transport maritime venait à être mis en place. L'enquête a été réalisée sur support numérique sur place, offrant l'avantage de transférer les réponses vers une base de données en temps réel, la possibilité de modifier le questionnaire selon les réponses précédentes et de zoomer sur les questions et sur les images du questionnaire.

Le questionnaire a été divisé en 3 parties. La première section concerne les caractéristiques socio-économiques des répondants, à savoir l'âge, le genre, le niveau d'éducation, etc. La seconde section concerne le niveau de familiarisation avec les transports maritimes (dans le cas d'une expérience passée) ou la perception que les répondants en ont, ainsi que les raisons pour lesquelles ils pourraient être amené à l'utiliser quotidiennement. Six raisons sont évoquées : la sécurité, le confort, le coût, le temps de trajet, la connectivité et la une raison plus affective. A la fin de cette partie, une question de contrôle a été posée afin de déterminer quel mode de transport est utilisé par les personnes enquêtées, entre la voiture individuelle et le bus, pour effectuer le voyage effectué entre ces deux villes. Dans la dernière partie du questionnaire, des scénarios de voyage sont dessinés, prenant en compte deux variables étudiés précédemment dans l'enquête : le coût et le temps passé dans le mode

de transport maritime et les transports en commun par voie terrestre. Les scénarios proposés sont au nombre de 27, pour faciliter le traitement.

Un premier test a été réalisé au 17/07/2014 avec 10 questionnaires et l'enquête finale a été réalisée du 21/07/2014 au 14/08/2014 avec un total de 130 répondants.

Après traitement des données, les points révélés par l'enquête sont les suivants :

- 42% des répondants ont déjà eu une expérience avec le transport maritime ;
- La grande majorité des répondants (82%) à Praia estiment que l'itinéraire proposé répondrait à leurs besoins, alors que 55% des répondants à Thessaloniki partagent le même avis ;
- 85% des répondants estiment qu'ils sont prêts à remplacer leur mode de transport maritime actuel par le nouveau de transport maritime alternatif proposé ;
- Pour une part importante des habitants de Thessaloniki, la variable la plus importante est le temps (63%) et pour les habitants de Praia, il s'agit de la sécurité et du coût (57%). Pour la totalité des résidents, la variable la moins prise en compte est le facteur émotionnel, respectivement 15% et 22%.

En somme, ce qu'on pourrait retenir, c'est que la majorité des répondants sont favorables à l'idée de changer leur habitude de mobilité en faveur d'une navette maritime et que les critères importants sont le coût et le temps de parcours, qui doivent être compétitifs par rapport à la liaison terrestre.

A la fin du rapport, les auteurs ont tenu à émettre quelques recommandations, afin de maximiser les chances de réussite d'un nouveau mode de transport maritime, bien intégré aux autres modes de transport. En se basant sur les données recueillies lors de l'enquête, ils ont tenu à souligner les facteurs suivants :

- Un prix bas : le prix du ticket apparaît comme un facteur important dans le choix du mode transport. En effet, 5,38% des répondants ont fixé une limite de prix. Il est important de noter que la plupart des répondants ont exprimé le désir de disposer d'un service de ticket intermodal, qui permettrait d'utiliser les autres modes de transport (métro, bus...) ;
- Un service fréquent : 13,85% des répondants ont répondu que le temps était le facteur le plus important qu'ils considéraient, en lien avec un nombre d'arrêt optimisé, notamment en bord de mer, avec l'objectif de réduire le temps de trajet en limitant au maximum le temps d'attente ;
- La possibilité d'acheter des tickets de groupe et des espaces bagages adéquats : la plupart des répondants effectuant le trajet Thessaloniki – Praia le font pour visiter le bord de mer, en groupe et avec des bagages ;
- Sensibiliser les personnes : une grande partie des répondants ont affirmé qu'ils allaient utiliser ce nouveau mode de transport juste par curiosité ou à des fins de loisirs. Il serait alors approprié d'informer les gens à propos des bénéfices environnementales avec ce nouveau mode transport.

Les éléments présentés dans cette partie ne sauraient être alors totalement appliqués à la région PACA, mais ils peuvent donner quelques orientations quant à la mise en place future des services de navette maritime. Dans l'impossibilité de réaliser une enquête sur le terrain, il nous a semblé opportun de se baser sur une autre enquête plus récente, réalisée dans le même contexte (*Dolianitis et al., 2015*).

4.2.2. Des avancées avec des navires fonctionnant avec des propulseurs électriques

Le transport maritime est un secteur important de l'économie en Europe, dépendant de facteurs environnementaux aussi bien intérieurs qu'extérieurs. Le caractère très maritime de l'Europe en fait une zone de circulation intensive des navettes maritimes. Avec ses 68.000km de côte ainsi que ses 5116 îles, le transport maritime est un secteur important participant à la sécurité économique, à la cohésion sociale et à la connectivité.

Cependant, malgré l'importance de ce secteur, la flotte européenne a besoin de navires plus récents, qui consomment moins d'énergie et émettent moins de CO² (Papanikolaou A. et Al, 2001). Le transport maritime mondial est en effet le deuxième secteur le plus consommateur d'énergie et le plus émetteur au monde, soit environ 11% du pétrole consommé dans le secteur mondial du transport. Dans le contexte européen actuel, la perspective du développement maritime prévoit l'augmentation continue des émissions de CO², d'Oxyde d'Azote et d'Oxyde de Soufre : d'ici 2030 il pourrait dépasser le niveau de tous autres continents du monde.

Ces changements ont poussé les opérateurs à se tourner vers des navires de nouvelles générations utilisant des énergies renouvelables. Le coût élevé du carburant actuellement utilisé a aussi joué un rôle, réduisant la compétitivité des compagnies maritimes dans les tarifs appliqués. Au total, 13 ferrys électriques sont en circulation en Europe et une dizaine d'autres constructions devraient être livrés les prochaines années.

Quelques exemples bénéfiques à travers l'Europe

Les pays du Nord de l'Europe semblent en avance dans le domaine des navires électriques, la plupart des ferrys électriques recensés étant localisés dans ces zones.

Un premier prototype de navire électrique se dénomme « Ellen » (Figure 4.2). Il navigue dans les eaux du Danemark, entre les îles d'Aero et d'Als depuis 2015. Etant le plus grand navire électrique au monde, il embarque des batteries d'une capacité de 4,3 MWh, ce qui lui permettra de réduire l'émission de « 200 tonnes de CO², 42 tonnes d'Oxyde d'Azote (Nox), 2,5 tonnes de particules et 1,4 tonnes de Dioxyde de Soufre (SO²) dans l'atmosphère », selon le PDG de Leclanché, l'entreprise qui a conçu les batteries. Le navire pouvant transporter 30 véhicules et 200 passagers a aussi la capacité de parcourir 40 kilomètres avec une recharge complète, soit 7 fois plus les autres navires électriques traditionnels, pour une vitesse de pointe de 15,5 nœuds. La plupart des dessertes maritimes en Europe (80%) se faisant dans un rayon de 22 milles nautiques, soit environ 40 kilomètres, cela ouvre de belles opportunités de développement à ce prototype. Ce projet de navire électrique, d'un coût de 21,3 Millions d'euros, est financé en partie par l'Union Européenne dans le cadre du projet Horizon 2020.

Fourneris C., (2019, 25 Novembre). Un ferry danois 100% électrique ouvre la voie à un transport maritime plus propre. EURONEWS. <https://fr.euronews.com/2019/11/25/un-ferry-danois-100-electrique-ouvre-la-voie-a-un-transport-maritime-plus-propre>.



Figure 4.2 - Ferry électrique "Ellen". Source : <https://fr.euronews.com/>

On peut également citer l'Ar Vag Traden (Figure 4.3), qui est le premier navire 100% électrique fonctionnant avec des supercondensateurs, au nombre total de 128. Naviguant dans la ville de Lorient en Bretagne depuis 2013, il a la capacité de transporter 113 personnes et 10 vélos. Son temps de charge très court (4 minutes) est une avancée dans le domaine et supprime une des limites des navires électriques, qui reste le temps d'escale au port pour recharger leurs batteries à chaque traversée. Cette prouesse technologique est rendue possible par le fait que le navire n'embarque pas de batterie, mais des supercondensateurs. Cela supprime une autre limite des navires électriques : le poids considérable que représentent les batteries dans la structure. En revanche, l'inconvénient de ce type de navire est le fait qu'il ne soit capable d'assurer des trajets que sur de très courtes distances (environ 1 kilomètre), ce qui limite drastiquement son usage. Ce bateau a coûté 3,2 Millions d'euros à la communauté d'Agglomération de Lorient, soit 1 million d'euros de plus qu'un bateau traditionnel. Ce surcoût devrait être amorti sur les 30 ans de durée de vie prévisionnel du navire et bien plus tôt si la flambée des prix du carburant continue. *Bateau électrique à supercondensateur : l'Ar Vag Tredan baptisé à Lorient, (2013, 18 Septembre). <http://www.supercondensateur.com/bateau-electrique-a-supercondensateur-ar-vag-tredan>.*



Figure 4.3 - Bateau électrique à supercondensateurs (Ar Vag Traden)
<http://www.supercondensateur.com/>

Enfin, pour tirer avantage des types de motorisation (électriques et thermiques), certaines compagnies ont décidé de faire appel à des navires ne fonctionnant pas uniquement à l'électricité mais de façon hybride. Ils ont la particularité d'embarquer aussi bien des propulseurs Diesel qu'électriques. Cette utilisation de deux sources d'énergie différentes a l'avantage de réduire les émissions de CO² d'une part et de pallier à une des limites navettes électriques : la faible distance que l'on peut parcourir avec une seule charge électrique. C'est le cas du ferry électrique « Elektra » qui navigue en Finlande depuis la fin de l'année de 2017. Transportant jusqu'à 375 personnes et 90 voitures par voyage sur une distance de 1,6 kilomètres pour une durée de 15 minutes, le navire ne prend que 5 minutes et 30 secondes pour se recharger lors d'une nouvelle traversée, juste le temps de décharger le ferry. Il permet en outre de baisser de 60% les coûts d'exploitation par rapport à une motorisation classique. *Un premier ferry électrique en Finlande. (2018, 19 Janvier). <https://www.ecoco2.com/blog/premier-ferry-electrique-finlande/>.*

Pour renouveler leurs flottes et se doter de bateaux électriques, les compagnies ne sont pas toujours obligées de commander de nouveaux navires. Ils peuvent aussi pratiquer le *retrofitting* qui est le fait de doter les anciens navires traditionnels à motorisation thermique de nouveaux propulseurs électriques. C'est le cas du Movitz Ferry en Suède, qui est un bon exemple en la matière (Figure 4.4). Anciennement navire équipé de moteurs diesel de 250 kW d'empreinte annuelle de 130 tonnes de CO₂, 1,5 tonnes de NO_x et 80 kg de particules diesel, ce navire dispose désormais de moteurs électriques sans émission. Grâce à une technologie de charge super rapide, il est capable de naviguer 60 minutes après seulement 10 minutes de charge. L'autre point fort du projet est son coût relativement bas par rapport à l'acquisition d'un navire électrique neuf : 200.000 euros contre 3,5 millions environ pour un navire neuf, auquel s'ajoute la baisse de 30% des coûts d'exploitation. *Ferry électrique Movitz. (2018, 15 Octobre, <http://www.greeningtheislands.net/index.php/nproject/movitz-electric-ferry/>*



Figure 4.4 - Bateau électrique Movitz Ferry. Source : <http://www.greeningtheislands.net>

	Distance parcourue	Temps de charge	Emission de CO ²
Bateau 100% électrique avec condensateur	+	+	-
Bateau 100% électrique avec batterie	++	+++	-
Bateau Hybride	+++	++	++

Figure 4.5 - Tableau comparatif des différentes navettes utilisant des propulseurs électriques.

Légende : - = nul, + = faible, ++ = moyen, +++ = élevé

4.2.3. Des obstacles à l'utilisation des navettes maritimes en Europe

Obstacles opérationnels, techniques et humains

L'utilisation de propulseurs électriques est en hausse dans la dernière décennie. Un des domaines qui a initié son utilisation est l'exploration pétrolière offshore. En effet, 60% des navires électriques opérant dans le monde le sont dans ce domaine, alors que seulement 14% sont utilisés pour le transport de passagers. Dans le cas du transport côtier européen, plusieurs obstacles ralentissent la généralisation de l'utilisation des navires électriques. Ils concernent principalement les caractères opérationnel et technique associés à la limite de distance de navigation pouvant être couvert par un navire 100% électrique (charge des batteries à grande puissance, allègement des structures par introduction de matériau légers, comme l'aluminium).

Outre une réglementation internationale, qui ne favorise pas spécialement le développement de l'électrification des navires, un autre obstacle à l'utilisation des bateaux électriques est la confiance

qu'ont les usagers en cette nouvelle technologie pourtant largement demandée. En effet, environ 80% des incidents maritimes dans le monde sont dus à des erreurs humaines, ajouté au fait qu'il n'y a pas d'équipage véritablement spécialisés dans l'exploitation de navires électriques. Ces limites poussent les passagers à douter de leur fiabilité (Gagatsi et al., 2016).

Le réchauffement climatique : une menace pour le transport maritime de personnes dans le futur

Depuis l'ère industrielle, la température moyenne à la surface terrestre a augmenté d'environ 0,6° et selon les prévisions, si aucun changement n'est opéré, cette augmentation pourrait passer de 0,6° à 4° en 2100 (IPCC, 2000). Ce réchauffement climatique global entraîne la fonte des glaciers qui génère une augmentation du niveau de la mer, de la fréquence et de la violence des événements climatiques extrêmes (tempêtes, typhons...). Un tel scénario aura certainement un impact sur la navigation en milieu maritime qui sera fortement perturbée.

Le niveau des eaux a augmenté durant les dernières années et continuera sur cette même tendance durant les prochaines années probablement, avec un rythme accéléré. L'augmentation du niveau de la mer n'affectera pas la navigation en elle-même, mais davantage les infrastructures (ports, quais...). En effet, la plupart sont conçues pour résister à certaines conditions climatiques et deviennent vulnérables quand celles-ci se dégradent fortement. Un autre impact potentiel de la montée des eaux est la diminution progressive de la hauteur séparant les bateaux et les ponts qui va se rétrécir.

Une augmentation moyenne de 15 m/s de la vitesse des vents a été prévue dans l'hémisphère Nord, ce qui va augmenter la puissance des vagues avec un effet direct sur la navigation. Les navires nouvellement construits sont notamment plus sensibles au vent que les anciens.

Les leviers sur lesquels on pourrait agir afin d'anticiper ces problèmes sont une adaptation des infrastructures portuaires (ports, embarcadère, ponton) à une hausse probable du niveau d'eau actuel et des navires pour réduire au maximum leur temps d'arrêt lors des événements climatiques.

4.2.4. La nécessité d'intégrer le projet de navette maritime dans son territoire

Une intégration dans le réseau de transport déjà existant

La mise en place d'un service de navette maritime peut se faire soit en complémentarité du réseau de transport déjà existant pour desservir certaines zones isolées ou difficilement accessibles (à cause de configurations géographiques défavorables, par exemple), soit comme alternative à la voiture sur certains trajets. Quoi qu'il en soit, il faut une intégration du nouveau service de navette maritime aux autres modes de transport dans le but de créer des continuités spatio-temporelles.

Pour cela, il faudrait repenser les gares en pôles multimodaux, afin de créer des zones de rencontre entre les différents modes de transport, faire coïncider les connexions et les horaires d'arrivée et de départ des personnes avec les zones portuaires. Une autre demande des répondants lors de l'enquête menée à Thessaloniki présenté précédemment est la création de système de billettique unique qui permettra de prendre tous les modes de transport, jusqu'à destination avec un seul titre de transport.

Cela existe déjà pour beaucoup de modes terrestres, mais généralement ils n'intègrent pas les transports maritimes.

Une mutualisation des fonctions pour réduire les coûts et augmenter les chances de réussite

A l'inverse des transports en commun par voie terrestre, les navettes maritimes ne subissent pas les contraintes routières. Elles naviguent sur un site propre même si celui-ci n'est pas comparable aux TCSP (Transport en Commun sur Site Propre). Par ailleurs, ils partagent souvent les voies d'eaux avec d'autres activités (plaisance, pêche, croisière, navires...). Ce partage de « voie » présente des contraintes mais peut aussi être un atout, afin de réduire les coûts de montage financier des projets. En effet, une mutualisation des coûts d'exploitation des infrastructures entre les différentes activités maritimes est une source d'économie pour tous les acteurs.

Hormis la fonction de navette quotidienne domicile – travail, les navettes maritimes présentent aussi une certaine attractivité touristique, d'autant plus que la plupart des liaisons sont mises en service que pendant la période estivale. Pour assurer une meilleure réussite aux services de navette maritime, la fonction tourisme/loisir peut être prise en compte. Dans le cas d'une navette utilisée en grande partie par des écoliers ou étudiants, la mutualisation de ces deux fonctions permettrait de compenser la perte des navetteurs en congés pendant l'été, par le transport de touristes, permettant au service de fonctionner durant toute l'année.

Une intégration pour limiter impacts visuel, sonore et environnemental

Bien que l'impact visuel et sonore d'une navette maritime sur son environnement soit faible (car il est généralement assez éloigné des habitations), ce sont généralement les infrastructures portuaires (embarcadères, ports, pontons) qui sont visibles. Il faut apporter un soin particulier à l'esthétique de ces bâtiments, afin qu'ils s'intègrent parfaitement aux autres éléments de leur environnement. Ils peuvent même contribuer à revaloriser les zones dans lesquelles ils sont implantées, en améliorant leur accessibilité.

Les milieux aquatiques sont généralement des milieux naturels sensibles et fragiles. Les navettes maritimes peuvent générer des externalités négatives sur le milieu faunistique et floristique, lorsqu'elles naviguent, en créant des remous. Pour pallier à cela, des mesures peuvent être mise en place : limitation des vitesses des navires, adoption de coques de forme limitant les remous. CERTU – CETE Nord Picardie, Juillet 2012. *Le transport collectif urbain par voie d'eau, quel potentiel en France ?*

4.2.5. Le cobaturage, l'équivalent du covoiturage pour la mer

Genèse

Ce service a vu le jour en 2015 simultanément en Bretagne et à Toulon dans des contextes différents.

En Bretagne, le service a été mis en place par une association de quatre personnes dans un contexte de manifestation contre la compagnie en charge de la desserte des îles en fin 2014. En effet, en plus d'être chères, les liaisons maritimes n'étaient pas régulières. Pour apporter une solution à ces

contraintes, une campagne de financement participatif été lancée, durant laquelle des fonds ont été récoltés pour lancer le site de cobaturation www.cobaturage.bzh. Le site se limitait à ses débuts uniquement à la région de Bretagne.

À Toulon, le service a aussi été lancé en 2015 par un plaisancier pour des raisons économiques. En effet, les frais d'entretien de bateaux de plaisance étant relativement élevés (de l'ordre de 5000 euros/an) mais aussi le fait qu'en France une grande partie des bateaux immatriculés (70%) restent à port pendant toute l'année ont poussé ce plaisancier à mettre en place le site www.cobaturage.fr (Figure 4.6). A l'inverse du système créé en Bretagne qui propose des trajets quotidiens relativement courts vers les îles, la plupart des trajets proposés sur ce site sont de type courte balade ou sur de longues distances parcourues en plusieurs jours vers l'étranger. Les tarifs affichés sont de ce fait en moyenne plus élevés que sur le site breton.

Fonctionnement du service

Les sites créés à cet effet fonctionnent comme des plateformes de rencontre entre voyageurs et plaisanciers. Ces derniers postent des annonces décrivant le trajet, le prix du voyage ainsi que l'heure de départ. Les voyageurs pourront voir toutes les annonces postées sur le site, choisir le voyage qui leur convient le mieux et prendre contact directement avec le plaisancier, pour fixer un point de rendez-vous. D'autres services sont inclus dans les offres, à savoir les repas pour la journée en contrepartie d'une participation aux travaux manuels.

L'un des atouts du service, hormis sa flexibilité, est son prix relativement bas. En effet, les prix pratiqués sont généralement moins élevés que ceux des compagnies maritimes pour un même trajet. Par exemple « Il était ainsi possible en août de se rendre sur l'île de Groix depuis Lorient pour 7 euros contre plus de 15 euros pour la compagnie maritime locale. » *Ouest France Brest (05/09/2017)*. *Après le covoiturage, voici... le cobaturation.*

The screenshot displays the Cobaturage.fr website interface. On the left, there's a search bar with the text "Où voulez-vous naviguer ?" and a "Naviguer" button. Below it, statistics show "330 sorties à venir" and "148 bateaux disponibles". A red banner prompts users to "Sélectionnez un bateau disponible et proposer une sortie au capitaine." Three listings are visible:

- Demain à 9h**: "Sortie voilier rade de Toulon ou îles d'Hyères", Toulon, France. Price: "nulle" (Frais de services inclus). 4 places restantes. Rating: 5/5.
- Demain à 9h**: "Ballade cote bleue", Port-Saint-Louis-du-Rhône, France • 95km. Price: "50€ par personne" (Frais de services inclus). 1 place restante.
- Dimanche 14 juin à 9h**: "Ballade cote bleue", Port-Saint-Louis-du-Rhône, France • 95km. Price: "50€ par personne" (Frais de services inclus). 1 place restante.

On the right, a map shows the Toulon area with a marker for "Toulon à 100km de sorties à partir de 35€". Below the map, there's a section for "Nos autres destinations" and a footer with social media links and a "Contactez-nous" button.

Figure 4.6 - Aperçu des annonces sur un site de cobaturation. Source : www.cobaturage.fr

Cadre juridique

Le cobaturation peut se définir comme l'utilisation conjointe et organisée d'un bateau ou navire, par un plaisancier non professionnel et un ou plusieurs tiers passagers, dans le but d'effectuer un trajet commun.

Le cobaturation ne doit pas s'exercer à but lucratif et doit se limiter à partage des coûts de fonctionnement du navire durant le trajet effectué, à savoir le carburant et les frais de bouche. Toute transgression à ces règles fait tomber la pratique dans l'illégalité, constituant alors une activité de transport public non-autorisé.

En outre, vu les limites imposées par la réglementation, un plaisancier n'aurait pas le droit de proposer un trajet qu'il n'aurait pas eu l'intention d'effectuer sans cobaturation ou de proposer des trajets en fonction des besoins des voyageurs. Mais cette nuance reste délicate à apprécier.

L'activité est cependant encouragée par les textes de loi en vigueur (loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996, Grenelle de l'environnement en 2009, loi relative à la transition énergétique pour une croissance verte en 2014) car considérée comme un système participatif ou collaboratif à l'image du covoiturage, participant à réduire les émissions de CO².

Les limites du système de cobaturation

Le cobaturation, présenté dans les différents documents consultés comme un moyen de réduction des émissions de CO² ou de frais de voyage dévoile quelques limites quant à son adoption massive.

La première limite au système notée pour sa mise en place comme une alternative à la voiture individuelle dans les trajets quotidiens est le prix du voyage par rapport à la voiture. En effet, dans le cas des dessertes continent – continent, sur de courtes distances, les tarifs affichés sont largement plus élevés que dans le cas d'un trajet par voie terrestre. Par exemple, un trajet Port-Saint-Louis-du-Rhône – Sausset-les-Pins, facturé 50 euros, ne coûterait qu'environ 5 euros de carburant, soit 10 fois moins cher (hors entretien et obsolescence du véhicule). Cette affirmation n'est cependant pas valable dans le cas d'une desserte vers les îles, comme nous l'avons vu précédemment.

La seconde limite concerne la régularité du service. Dans les sites, les annonces pour une destination donnée, ne sont pas nombreuses voire, dans la plupart des cas, inexistantes. Cela limite la généralisation d'un usage quotidien ou régulier. Le cobaturation serait plus adapté aux voyages effectués les week-ends, dans le cadre du loisir.

4.3. Etat actuel des services de navettes maritimes en France métropolitaine et en Corse

4.3.1. Méthodologie

Présentation du contexte

La région PACA est la seconde région qui accueille le plus de touristes en France après l'Île-De-France. Cet afflux massif de personnes durant l'été cause à la région des problèmes d'accessibilité avec des embouteillages, en plus de la pollution atmosphérique, qui s'accroît durant cette période. Pour apporter des solutions durables à ces problèmes, la Région PACA a décidé de développer des modes de transport peu émetteurs en CO² alternatifs à la voiture pour les trajets quotidiens. Cette section consiste à faire un inventaire des navettes maritimes fonctionnelles existant en France et en PACA et de proposer des liaisons qui pourraient être créées dans la région.

Méthodologie de collecte de données

L'étude a permis de regrouper dans un tableau toutes les liaisons maritimes (au nombre de 143) observées en France métropolitaine et en Corse.

L'identification des liaisons maritimes s'est faite sur le site www.geoportail.fr à partir des couches « Carte Topographique IGN » et « OpenStreetMap monde ». Sur chacune des deux couches, la méthode utilisée consiste à balayer la côte en commençant par la commune de Menton, qui est le point le plus excentré de la France et de la région PACA sur la carte vers l'Ouest, en recensant les liaisons maritimes passagères. A noter que les variables descriptives des expériences relevées étaient souvent incomplètes sur la carte, nécessitant de retrouver les sites internet officiels de ces liaisons, pouvant être des sites de compagnies maritimes ou d'office du tourisme.

Le fichier final obtenu est composé de trois feuilles de calcul :

- La feuille « Dictionnaire » dans laquelle sont définies les variables des liaisons maritimes étudiées ainsi que leurs sources ;
- La feuille « Données » qui regroupe l'ensemble des liaisons maritimes relevées et leurs caractéristiques sous forme de variables ;
- La feuille « traitement » comporte des graphiques et des tableaux qui font état d'un résumé de toutes les données recueillies et permettent aussi de relever les similarités entre les liaisons.

Cette méthode a été relativement efficace, puisqu'elle nous a permis de trouver la plupart des liaisons existantes en France. Elle a toutefois quelques limites. En effet, certaines liaisons très courtes (de l'ordre quelques centaines de mètre) ont pu être omises. A moins 5 liaisons, présentes sur la carte, n'ont été référencées nulle part et donc considérées sans intérêt (problème probable de mise à jour).

Variables	Descriptifs	Sources
CODE	Numéro d'identification de la navette maritime. Il est composé de 4 à 5 chiffres, les 2 premiers désignent le numéro du département de localisation du service et les derniers indiquent son rang dans la feuille intitulée données	
REGION	Région administrative de localisation de la liaison maritime	https://www.geoportail.gouv.fr/
DEPARTEMENT	Département administratif de localisation de la liaison maritime	https://www.geoportail.gouv.fr/
LOCALISATION	Zone maritime dans laquelle se trouve la navette maritime ou un de ses ports de départ	https://www.geoportail.gouv.fr/
INTITULE	Nom de la liaison maritime de voyageurs	Site officiel de la compagnie maritime
LONGUEUR	Distance à vol d'oiseau entre le port de départ et le dernier port d'arrivée de la liaison maritime en kilomètres	https://www.geoportail.gouv.fr/
TEMPS DE PARCOURS	Temps de trajet entre le port de départ et le dernier port d'arrivée en minutes	Site officiel de la compagnie maritime
FREQUENCE HAUTE SAISON	Somme des départs au niveau des deux terminus durant l'horaire de service de la navette maritime en été. La haute saison correspond dans ce cas à la période Juillet-Aout.	Fiche horaire de la navette maritime
HORAIRE DE SERVICE HAUTE SAISON	Désigne l'heure du premier départ et l'heure du dernier départ de la navette maritime en haute saison	Fiche horaire de la navette maritime

FREQUENCE BASSE SAISON	Somme des départs au niveau des deux terminus durant l'horaire de service de la navette maritime en hiver. La haute saison correspond dans ce cas à la période Décembre - Janvier	Fiche horaire de la navette maritime
HORAIRE DE SERVICE BASSE SAISON	Désigne l'heure du premier départ et l'heure du dernier départ de la navette maritime en basse saison	Fiche horaire de la navette maritime
TYPE DE TRAJET	Indique la nature de la liaison maritime qui peut être soit continent-continent si elle relie deux ports situés sur le continent ou continent-ile s'il s'agit d'une desserte vers une ile	
TYPE DE SERVICE	Différencie les navettes maritimes permanentes de celles saisonnières	Fiche horaire de la navette maritime
NATURE MILIEU	Définit le milieu dans lequel la navette maritime navigue, il peut être soit ouvert (océan, mer) ou abrité (rade, détroit etc.)	Maps.google.fr
SOURCE	Liens menant vers le site contenant les données utilisées dans le fichier	

Figure 4.7 - Tableau de définition des variables étudiés dans le tableur Excel des navettes maritimes.

4.3.2. Une répartition inégale des liaisons maritimes

Une répartition inégale selon les régions

Pour une compréhension de la répartition des liaisons maritimes recensées, un diagramme circulaire a été réalisé par région administrative dans laquelle le trajet s'effectue (Figure 4.8). On constate que ces liaisons sont localisées pour la plupart dans la région de PACA et en Bretagne avec respectivement

70 et 47 liaisons maritimes. Cela représente environ 82% de toutes les liaisons maritimes passagères recensées. Ces deux régions possèdent beaucoup d'îles. Toutes les autres régions sont faiblement représentées dans ce graphique. La 3^e région avec le plus grand nombre de liaisons et la Nouvelle Aquitaine (avec seulement 11 liaisons).

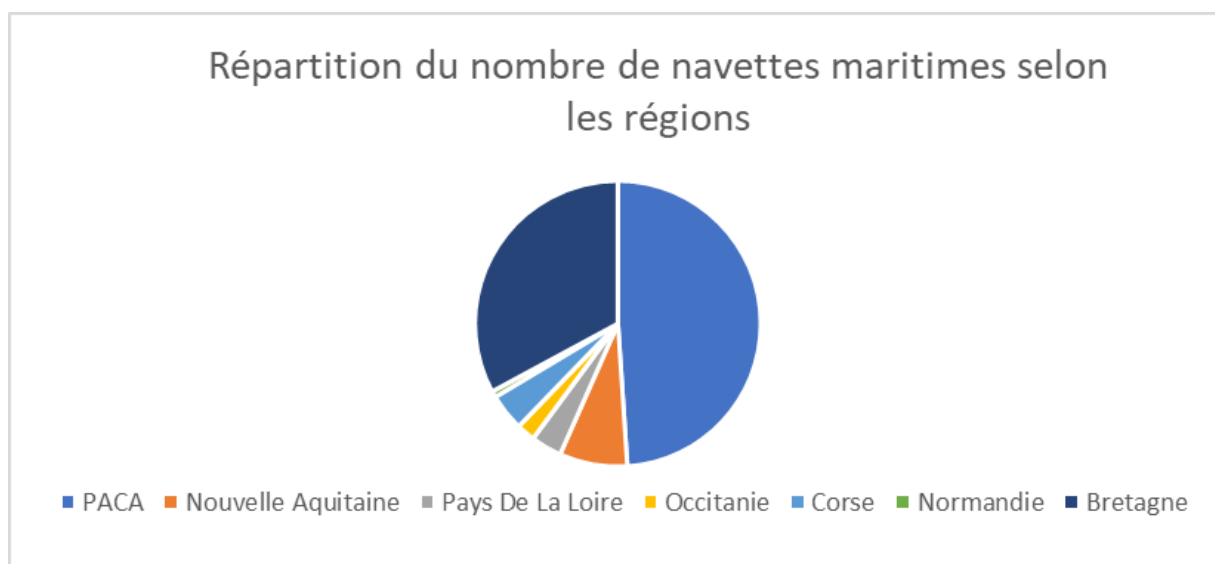


Figure 4.8. - Nombre de navettes maritimes selon les régions

Une répartition inégale des types de trajets et de service

Les liaisons maritimes recensées ont été catégorisées selon le type de trajet et le type de service. Ainsi, elles peuvent être classées soit en liaisons continent-continent, dans le cas où elles ne desservent que des points situés sur le continent ou soit en liaisons continent-île, dans le cas d'une desserte vers les îles. Les liaisons sont aussi catégorisées selon le type de service en liaison permanentes, dans le cas où elles sont fonctionnelles pendant toutes les périodes de l'année ou saisonnières, si elles ne sont en service que pendant une partie de l'année (le plus souvent en période estivale).

Pour avoir un aperçu de la répartition des types de trajets et de services, un diagramme a été réalisé à partir des variables « type de service » et « type de trajet » (Figure 4.9). Il montre une quasi-égalité entre les liaisons maritimes permanentes et celles saisonnières, avec respectivement 53% et 47% des liaisons maritimes totales recensées. Cette répartition n'est pas identique, selon qu'on considère les liaisons continent – continent ou continent – île.

La répartition des liaisons maritimes selon le type de trajet montre une dominance des liaisons continent – île (60%) par rapport aux liaisons continent – continent (40%). Dans le cas des liaisons maritimes continent – île, une grande partie de celles-ci sont permanentes (67%) contre 33% de liaisons continent – île, qui restent saisonnières. Ce rapport s’inverse pour le cas des liaisons continent – continent. Le graphique montre des liaisons saisonnières plus nombreuses que les permanentes, avec respectivement 67% et 33% des liaisons continent -continent.

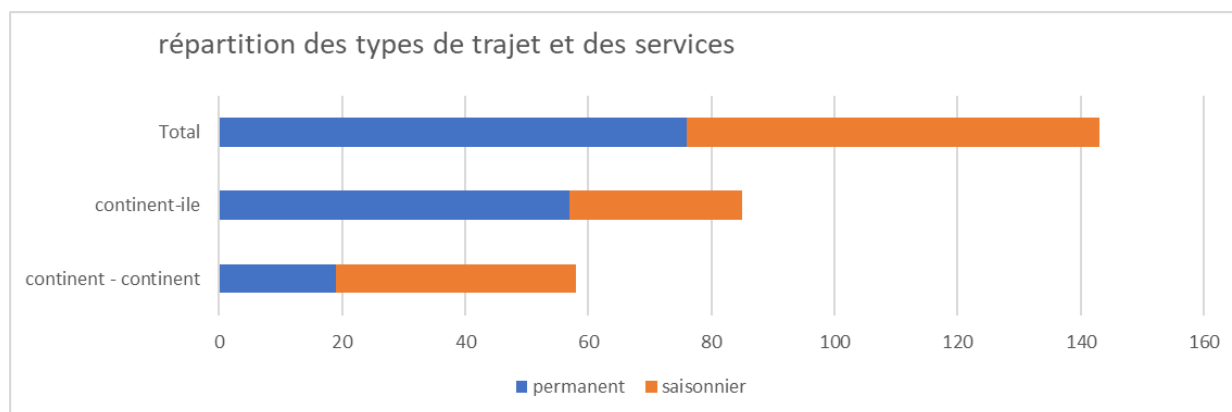


Figure 4.9 - Types de trajet et de services

Un trafic inégalement réparti dans la Région PACA et dominé par les liaisons maritimes continent – île et saisonnières

Dans le recensement effectué, la région PACA accueille le plus de liaisons maritimes. Le transport maritime de passagers y étant assez développé, cela étant dû, d’une part, à la présence de nombreuses îles au large (Iles des Lérins, If et Frioul...), obligeant les collectivités à mettre en place des navettes maritimes pour assurer la continuité territoriale. D’autre part, « le transport par voie d’eau a comme spécificité de présenter une forte attractivité touristique et/ou de loisirs » (CERTU – CETE Nord Picardie, Juillet 2012). cela constitue une motivation supplémentaire pour la mise en place de navettes maritimes.

Le graphique de la Figure 4.10 permet d’avoir une idée de la répartition des liaisons. Ainsi, les zones de la rade d’Hyères, du golfe de Saint-Tropez et du Golfe de la Napoule, sont les plus desservies sur les 10 zones de la région. Le nombre de liaisons vers ces 3 destinations représente 70% des liaisons maritimes de la région PACA. Le point commun entre ces 3 zones est la présence d’îles à proximité (sauf dans le golfe de Saint-Tropez) et le fait qu’elles soient des lieux accueillant de nombreux touristes pendant la haute saison.

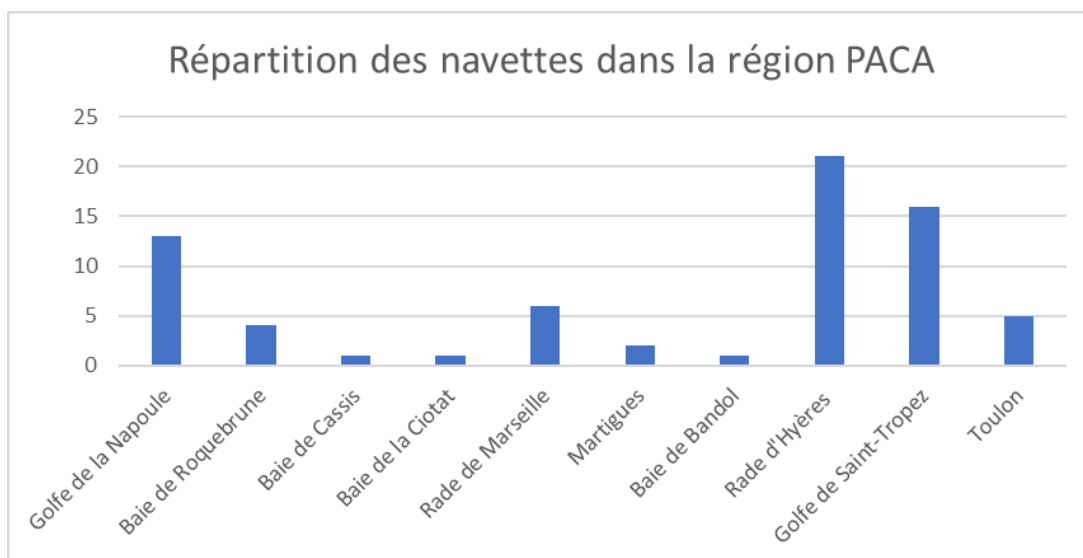


Figure 4.10 - Navettes maritimes en PACA : fréquence et localisation

Le graphique 4.11 montre la prédominance des liaisons saisonnières par rapport à celles qui sont permanentes, avec respectivement avec des parts de 67% et 33%, quel que soit le type de service. Cette répartition soulève des questions sur la possibilité de transformer des liaisons saisonnières en liaisons permanentes, au lieu de créer de nouvelles liaisons maritimes.

Les liaisons, tous types confondus, sont aussi saisonnières pour la majorité. Les navettes passagères sont cartographiées dans la figure 4.11.

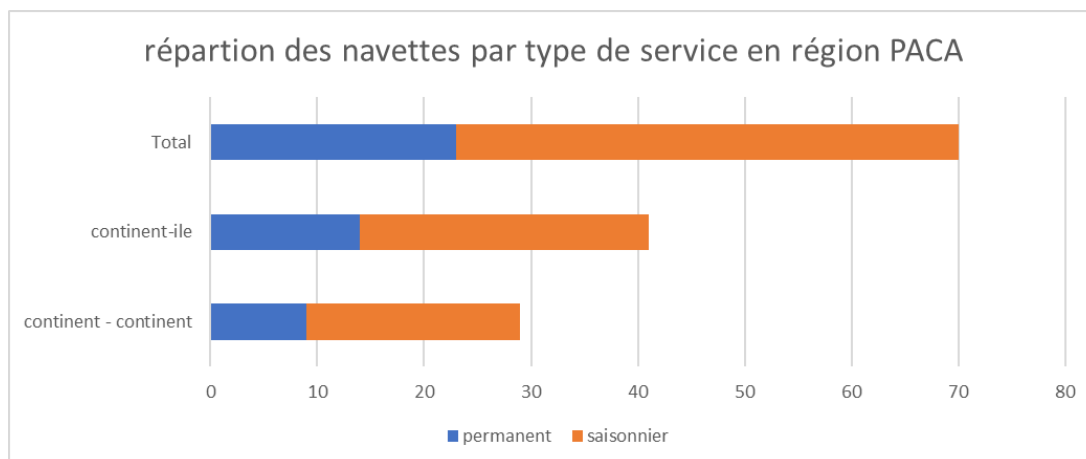


Figure 4.11 - Navettes maritimes en PACA par type de service

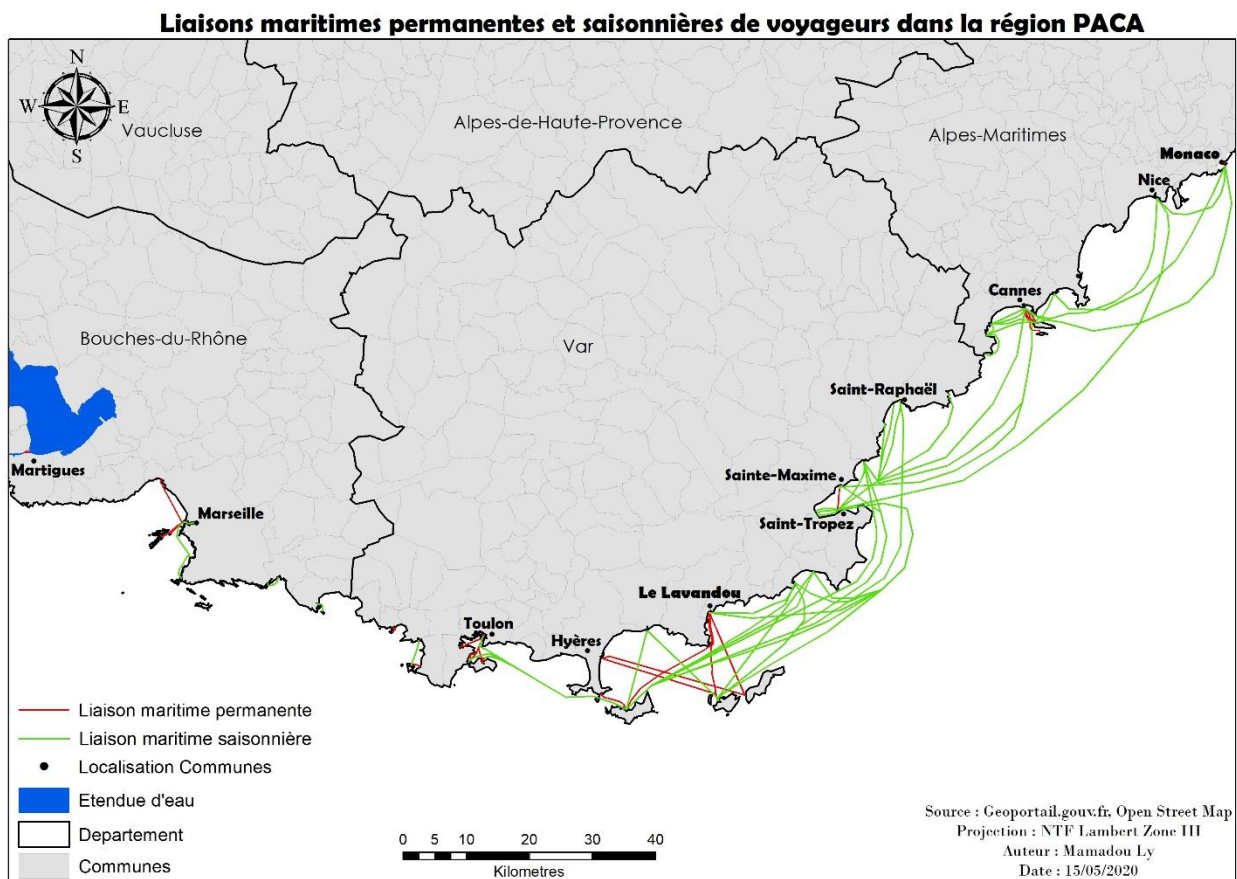


Figure 4.12 - Carte des liaisons maritimes passagères en PACA

4.3.3. Comparaison PACA et Bretagne : des ressemblances et des spécificités

	PACA		Bretagne		Total
	<i>Permanent</i>	<i>Saisonnier</i>	<i>Permanent</i>	<i>Saisonnier</i>	
Continent - continent	9	20	6	7	42
Continent- ile	14	27	9	25	75
Sous-total	23	47	15	32	117
Total	70		47		117

Figure 4.13 : Détails des liaisons maritimes en PACA et en Bretagne

Après la Région PACA, la Bretagne est la seconde région avec le plus de liaisons maritimes. Elle compte également de nombreuses îles, ce qui explique un nombre important de liaisons continent-île.

La comparaison des liaisons maritimes de type continent – continent dans les deux régions montre des répartitions différentes des types de services. En PACA, une très grande majorité sont saisonnières (70%) pour le même type de trajet. Les ratios sont de 2,22 en faveur des liaisons permanentes dans la région PACA et de 1,16 en faveur des liaisons saisonnières en Bretagne.

La répartition des liaisons dans les deux régions montre des différences pour le cas des liaisons maritimes continent – continent avec une plus grande part de liaisons permanentes pour la région Bretagne. Les liaisons maritimes continent – île sont similaires dans leur répartition (Figure 4.15).

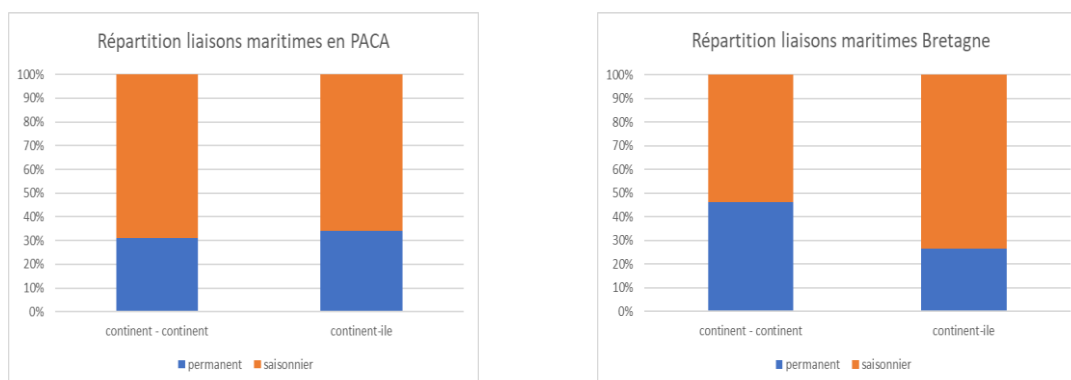


Figure 4.15 - Liaisons maritimes en régions PACA et en Bretagne

4.3.4. Des caractéristiques communes pour les liaisons permanentes continent – continent

Dans cette section, seules les liaisons maritimes permanentes ont été étudiées, car elles sont davantage susceptibles mises en place pour une utilisation quotidienne en substitution de la voiture.

Les variables qui ont été étudiés concernent le temps de parcours en minutes et la longueur du trajet en kilomètres, qui sont proportionnels. On estime que ce sont les caractéristiques les plus importantes à prendre en compte : la principale limite à la généralisation des navettes est un temps de parcours trop long par rapport à un trajet effectué en voiture.

	Toutes liaisons	continent-continent, permanentes	continent-continent, saisonnnières
Min	0,2	0,2	0,2
Max	70,4	8,7	70,4
Moyenne	16	2,8	11,23
Médiane	11,2	2,3	5,9

Figure 4.16 - Longueur des trajets en navettes maritimes continent-continent (km)

	Toutes liaisons	continent-continent, permanentes	continent-continent, saisonnnières
Min	3	4	3
Max	165	35	150
Moyenne	50	16	40
Médiane	40	15	30

Figure 4.17 - Temps de parcours en navettes maritimes continent-continent (min)

Les tableaux de distance et des temps de parcours des Figures 4.16 et 4.17 ont été calculés pour comprendre les facteurs déterminant la mise en place des navettes maritimes et pour connaître les ordres de grandeur des liaisons actuelles en France : Min (valeur minimale), le Max (valeur maximale), la Moyenne et la Médiane. Cette dernière, plus robuste, a été calculée pour vérifier la fiabilité de la Moyenne. En effet, les grandeurs statistiques des différentes liaisons selon le type considéré peuvent avoir des écarts importants à cause de leur dispersion.

Ainsi, le tableau des longueurs des liaisons maritimes indique que la liaison maritime la plus courte mesure 0,2 kilomètres, alors que la plus longue fait 70,4 kilomètres. La moyenne de la longueur de toutes les liaisons est de 16 km avec une médiane à 11,2 km. Cependant, ces résultats changent sensiblement si l'on ne considère que les liaisons maritimes continent – continent permanentes ou saisonnières. En effet, les liaisons continent – continent ont un min de 0,2 km, un max de 8,7 km, une moyenne de 2,8 km et une médiane à 2,3 km. Alors que les liaisons continent – continent de type saisonnier présentent des valeurs plus élevées : min de 0,2 km, max de 70,4 km, moyenne de 11,23 km et médiane à 5,9 km.

En règle générale, et de manière très logique, on peut donc affirmer que les liaisons maritimes continent – continent permanentes sont plus courtes que celles continent – continent saisonnières et présentent aussi logiquement un temps de parcours plus faible. Cela est probablement dû au type d'usage. Cette affirmation est confortée par le graphique 4.18, croisant le « temps de parcours » et la « longueur » de la ligne, qui montre l'évidente corrélation entre temps et distance, bien qu'il existe quelques écarts dus probablement aux types de bateau utilisé et au parcours lui-même. Dans un contexte contraignant de budget temps des navetteurs, ces services voient potentiellement une de leurs limites. C'est particulièrement vrai pour les navettes permanentes : la plupart d'elles n'excèdent pas 4 kilomètres pour une durée maximale de 25 minutes. Les navettes saisonnières n'excèdent pas 60 minutes.

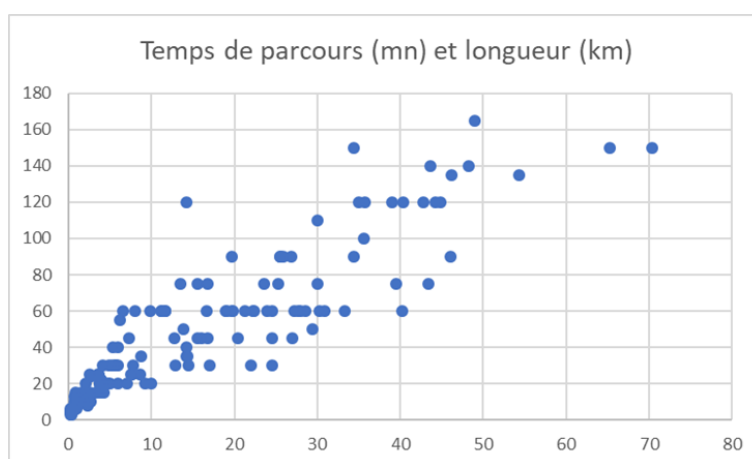


Figure 4.18 – Relation entre temps de parcours et longueur des liaisons maritimes continent-continent

4.3.5. Une saisonnalité des fréquences marquées pour toutes les liaisons maritimes permanentes, sauf à Toulon

La fréquence des navettes maritimes varie selon la saison de l'année (Figure 4.19). Généralement, les départs sont plus nombreux durant la haute saison, à l'exception des liaisons de la ville Toulon. Cette différence peut s'expliquer par le fait que cette ville a la particularité d'utiliser des navettes maritimes, non pas comme une alternative à la voiture, mais un réseau de transport en commun à part entière, contrairement aux autres liaisons. Certaines zones de la ville sont même uniquement desservies par navettes maritimes. Un autre fait important à noter est la présence d'université dans la ville, ce qui peut laisser penser que, comme pour le cas de la ville de Montpellier, il n'y a des départs massifs de population qu'après la fin des cours, ce gap n'étant pas comblé par les flux touristiques estivaux.

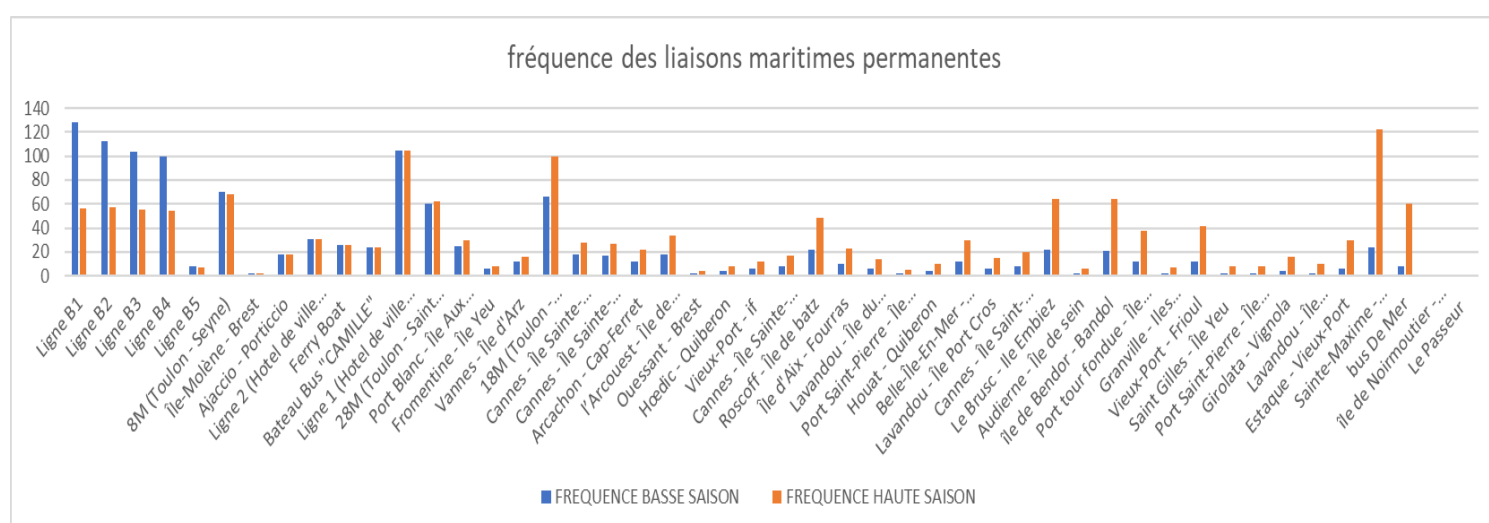


Figure 4.19 - Fréquence individuelle des liaisons maritimes permanentes en PACA

4.4. Liaisons maritimes potentielles en région PACA

4.4.1. Projets de liaisons en PACA

Le projet de liaison maritime dans l'étang de Berre

Ce projet qui devrait être intégré au réseau de transport « Ulysse » à Martigues est programmé en 2021 pour un coût total de 10 M d'euros. Il est financé par la métropole d'Aix Marseille Provence qui en est aussi le maître d'ouvrage. Le projet concerne la mise en place de 3 lignes maritimes dans l'étang de Berre :

- Ligne 1 : Port Saint Louis du Rhône / Martigues
- Ligne 2 : Martigues / Marignane
- Ligne 3 : Martigues / Marignane / Istres

Ayant comme point de départ Martigues, ces lignes ont pour objectif de susciter un report modal. En effet, l'objectif poursuivi par le projet est de transférer en 10 ans 5 à 10% du trafic automobile annuel vers ce nouveau mode de déplacement et d'offrir dans certains territoires un nouveau développement économique et touristique. Ce projet devrait s'intégrer aux autres modes de transport via des pôles multimodaux. Selon Mr Bernardini, maire d'Istres, les temps de trajet ne devraient pas excéder 45 minutes, au risque que les navettes ne soient pas attractives. Le projet questionne quant à sa rentabilité économique, mais les études du SCoT projettent que bon nombre d'employés d'Airbus Helicopters pourraient le prendre quotidiennement pour se rendre au travail.

Etude d'opportunité d'une navette maritime entre les Terminaux de Croisière de Marseille et le vieux port

Ce projet, brièvement abordé dans le PDU (2020/2030) de la métropole d'Aix Marseille Provence, fait état d'une navette maritime entre le quai des Terminaux de Croisière et le MUCEM (Musée des civilisations de l'Europe et de la méditerranée). D'un coût de 800.000 euros, cette navette devrait voir le jour en 2024. Ce service est sollicité par les compagnies de croisière qui souhaitent transférer leurs passagers du port vers le centre-ville. Débarquant jusqu'à 20.000 personnes par voyage, les liaisons terrestres deviennent rapidement encombrées.

Projet de construction d'un nouvel embarcadère et de deux lignes maritimes

La métropole de Toulon Provence Méditerranée a l'ambition de créer un nouvel embarcadère à Bois Sacré dans l'optique de renforcer la desserte des navettes maritimes dans la rade de Toulon (Figure 4.20). Ainsi, il serait envisagé de créer deux liaisons reliant cet embarcadère à la station maritime de Toulon et à Saint-Mandrier Sur Mer.



Figure 4.20 - Nouvel embarcadère de Bois Sacré. Source : PDU Toulon Provence (2015 – 2020)

Projet de navette maritime entre Cannes, Nice et Monaco

Le projet de relier les différents ports de la Côte d'Azur a été porté par plusieurs acteurs. Tout d'abord l'association AIYA (Antibes International Yachting Académie) qui s'active pour promouvoir les métiers du nautisme auprès des jeunes, qui a porté le projet auprès du conseil de développement durable. Ensuite, Frank Scarlatti, directeur développement, marketing et communication de la Chambre de commerce et d'industrie Nice-Côte d'Azur travaille sur ce projet qu'il appelle « le serpent de mer » depuis une vingtaine d'années maintenant. Il défend l'idée de créer un service de navettes interurbaines dans le département des Alpes-Maritimes, destiné à apporter une solution, parmi d'autres, aux engorgements routiers récurrents aux entrées de Cannes, Nice et, singulièrement, de Monaco, aux heures de pointe, le matin et en fin de journée. Il pose 3 conditions de bon fonctionnement de la navette :

- La navette devra s'adapter aux horaires des actifs azuréens car 50.000 personnes font la navette entre Monaco, Nice et Menton ;
- Proposer une bonne fréquence des navettes aux heures de pointes, l'axe Nice – Monaco étant le plus tendu ;
- Et un système compétitif face à la voiture au niveau du temps de parcours et de son intégration aux autres réseaux de transport (intermodalité).

Projets	Liaisons	Nombre de lignes		Porteurs du projet	Etat d'avancement	Echéance	Coût	Sources
Etang de Berre	Port Saint-Louis – Martigues – Marignane – Istres	3	Port Saint-Louis – Martigues	Métropole Aix Marseille Provence	Programmé	2021	10 M€	PDU Métropole Aix Marseille Provence (2020 – 2030) Page 104, 107 https://www.youtube.com/watch?v=9vHUPpShtLk
			Martigues - Marignane					
			Martigues – Istres – Marignane					
Marseille	Terminaux de Croisière de Marseille – Vieux-Port	1	Terminaux de Croisière de Marseille – Vieux-Port	Métropole Aix Marseille Provence	A l'étude	2024	0,8 M€	PDU Métropole Aix Marseille Provence (2020 – 2030) Page 133, https://www.meretmarine.com/fr/content/marseille-un-projet-de-navette-maritime-entre-le-vieux-port-et-le-mpct
Toulon	Bois sacré – Toulon – Saint-Mandrier	2	Bois sacré - Toulon Bois sacré – Saint-Mandrier	Toulon Provence Méditerranée	A l'étude			PDU Toulon Provence Métropole (2015 – 2020) Page 14
« Serpent de Mer »	Cannes – Nice – Monaco	1	Cannes – Nice – Monaco	AIYA (Antibes International Yachting Académie) - CCCI Nice-Côte d'Azur	A l'étude			https://www.nicematin.com/vie-locale/bientot-une-navette-maritime-pour-relier-les-differents-ports-de-la-cote-dazur-460696 , https://www.monacohebdo.mc/politique/le-projet-monegasque-a-realizable/

Figure 4.21 – Tableau des navettes maritimes planifiées

4.4.2. Proposition de liaisons maritimes

Flux de navetteurs entre les communes littorales de PACA

La carte de la figure 4.22 montre le lien évident entre la densité de population des villes côtières et les flux de navetteurs observés le long des littoraux, correspondant à autant de flux potentiellement captables par la voie maritime, compte tenu des contraintes précédemment exposées (accessibilité et temps de parcours acceptables). Martigues, Marseille, Toulon, Cannes et Nice figurent en premier plan, mais d'autres villes côtières peuvent présenter des potentiels à considérer (Saint-Tropez, Menton, Hyères, La Ciotat...).

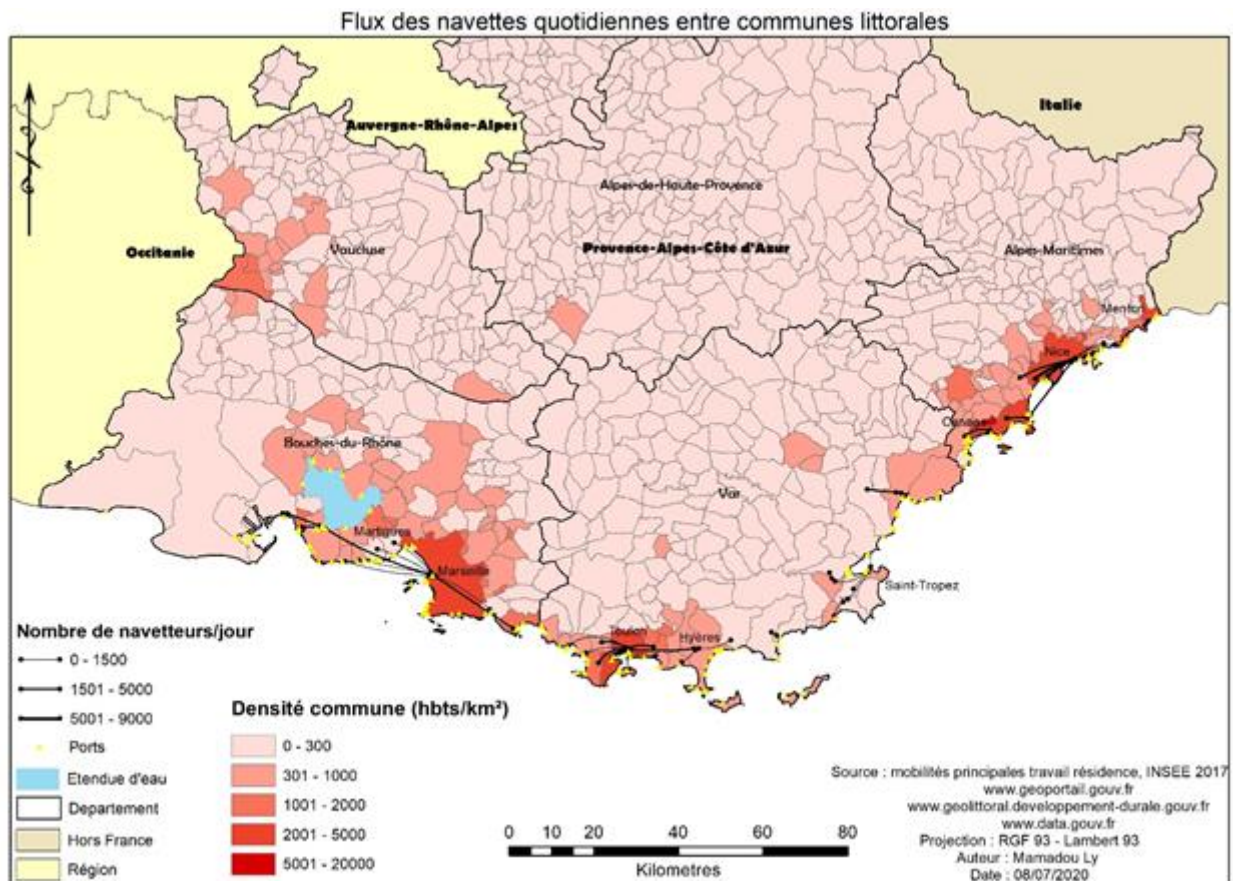


Figure 4.22 – Flux domicile travail entre les communes du littoral de PACA

Baie de Cannes

La baie de Cannes est déjà bien fournie en liaisons maritimes. Nous proposons de compléter l'offre par deux liaisons entre Cannes, Mandelieu La Napoule et Théoule sur Mer (Figure 4.23), au vu des flux importants domicile-travail observés entre ces communes.

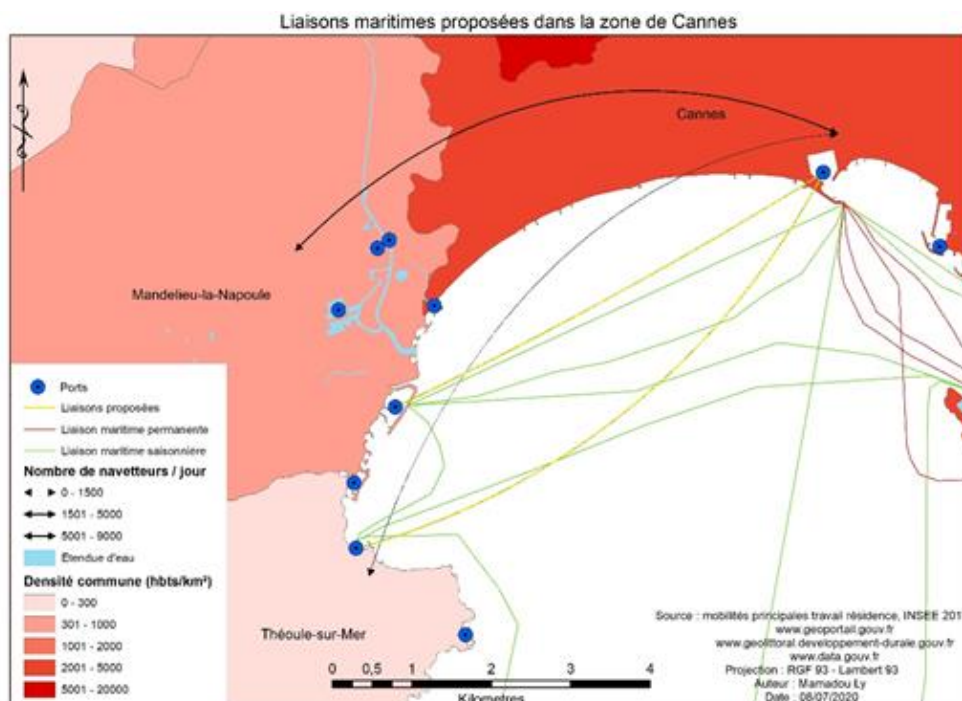


Figure 4.23 – Tableau des flux domicile travail entre les communes du littoral de PACA

Bais de la Ciotat

On constate sur la carte de la Figure 4.12 la relative rareté des liaisons dans les calanques et légèrement au-delà vers l'est du littoral. Avec sa population relativement importante, la Ciotat pourrait bénéficier d'une ligne maritime avec ses communes avoisinantes, par exemple St-Cyr sur Mer (Figure 4.24).

Golfe de Fos sur Mer

Cette zone, active industriellement, est relativement dépourvue de liaisons maritimes, en dépit de densités de population non négligeables (Port de Bouc, Martigues) et de flux domicile-travail conséquents, notamment vers Fos sur Mer et Port Saint Louis. Deux liaisons permanentes maritimes entre Martigues et Port de Bouc, via le canal de Caronte, ainsi qu'une navette permanente reliant Fos sur mer et Port Saint Louis, pourraient être envisagées (Figure 4.25).

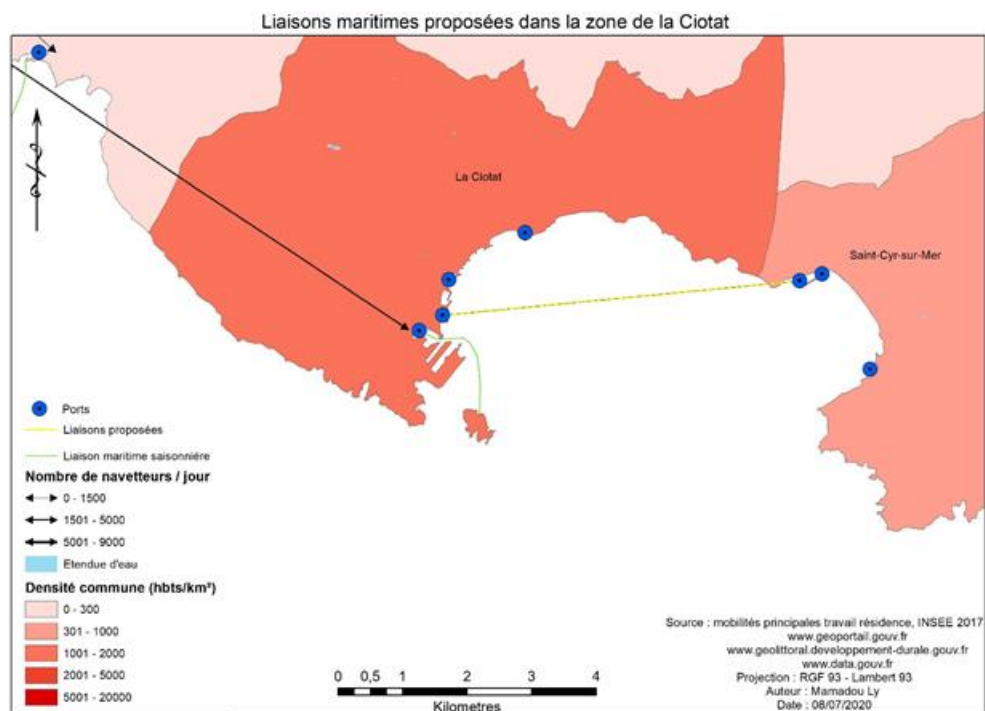


Figure 4.24 – Proposition de liaisons maritimes dans la baie de La Ciotat

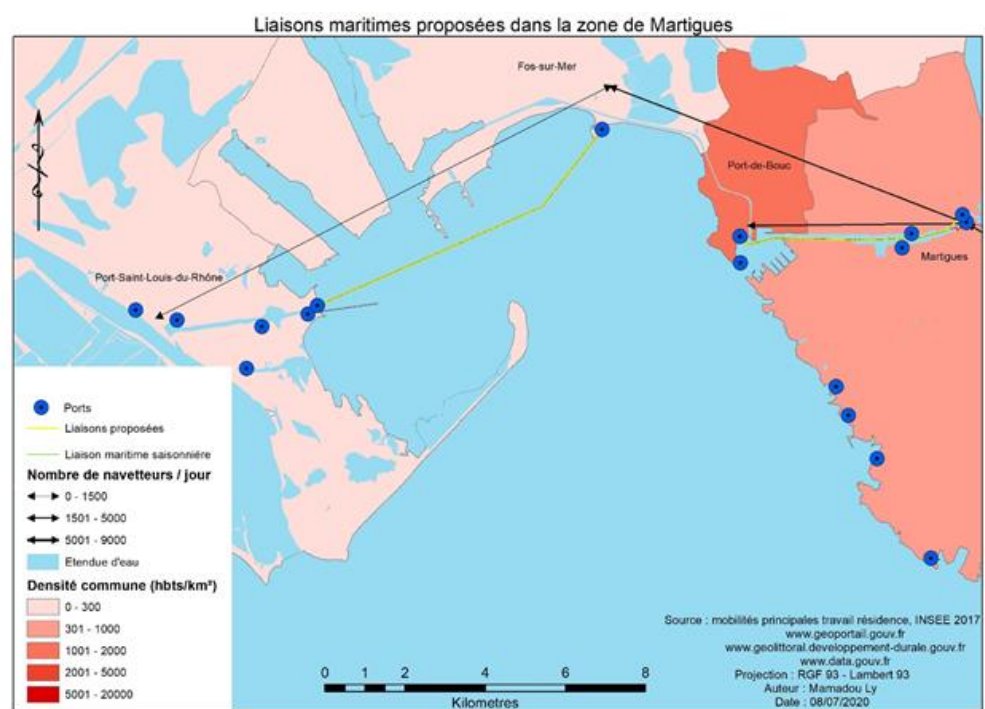


Figure 4.25 – Proposition de liaisons maritimes dans le golfe de Fos sur Mer

4.5. Conclusion

Au-delà d'une volonté politique, les navettes maritimes correspondent à une demande citoyenne, comme le prouve l'étude sur un nouveau mode de transport menée à Thessaloniki. Notons également la présence de nombreuses associations luttant pour cette cause à l'image de l'AIYA (Antibes International Yachting Académie).

Les nombreuses avancées technologiques dans le domaine des navires à propulsion électrique et hybride présagent d'un bel avenir pour le transport de personnes par voie d'eau. En effet, les limites de ce type de navire pour leur généralisation résidaient dans leur faible autonomie de batterie et leur coût d'acquisition trop élevé. Les nouveaux navires sont capables de parcourir de longues distances (par ex « Ellen ») et l'aménagement des navires traditionnels montre ouvre des perspectives de recyclage de la flotte existante.

Les institutions de la région PACA ont compris l'enjeu avec la mise en projet de plusieurs navettes, parfois portées par des groupements citoyens.

Cependant, les scientifiques prévoient une hausse importante du niveau de la mer, de la fréquence et de la durée des intempéries. Il faudra alors adapter les infrastructures de transport (port, embarcadère, ponton) dans le futur et acquérir des navettes capables de naviguer sous certaines conditions climatiques afin d'assurer un service optimal tout au long de l'année.

Annexes : données de liaisons maritimes traitées

CODE	REGION	DEPARTEMENT	LOCALISATION	INTITULE	LONGUEUR (KM)	TEMPS DE PARCOURS (MN)
35140	Bretagne	Ille-et-Vilaine	Manche (Mer)	Dinard - île Cézembre	5	20
29136	Bretagne	Finistère	Brest	Lanildut - Ouessant	22	30
83118	PACA	Var	Baie de Bandol	île de Bendor - Bandol	0,7	10
56127	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Belle-Île-En-Mer - Le Croisic	48,2	40
56129	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Locmariaquer - île aux moines	7,3	45
13120	PACA	Bouches-du-Rhône	Baie de Cassis	Port Miou-Centre Ville - Port Miou	1,6	15
56128	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Belle-Île-En-Mer - Locmariaquer	29,4	50
5673	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Kerners - île d'Arz	8	60
13119	PACA	Bouches-du-Rhône	Baie de la Ciotat	La Ciotat - île verte	1,6	10
5672	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Port Navalo - île d'Arz	11,2	60
5671	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Locmariaquer - île d'Arz	11,6	60
9885	PACA	Alpes-Maritimes	Baie de Roquebrune	Monaco - Cannes	39,5	75
9886	PACA	Alpes-Maritimes	Baie de Roquebrune	Monaco - Golfe Juan	34,4	150
9887	PACA	Alpes-Maritimes	Baie de Roquebrune	Monaco - Nice	12,7	45
9815	PACA	Alpes-Maritimes	Baie de Roquebrune	Bateau Bus "CAMILLE"	0,2	4
627	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Nice - île Sainte-Marguerite	27,7	60
56126	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, île de Quiberon	Port Navalo - Le Palais	28,6	60
2967	Bretagne	Finistère	Brest	Camaret - Molène	30,2	60
0695	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Les Issambres - île Sainte-Marguerite	35	120
2966	Bretagne	Finistère	Brest	Camaret - Ouessant	40,2	60
06101	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Sainte-Maxime - île Sainte-Marguerite	40,3	120
56138	Bretagne	Côtes-d'Armor	Manche (Mer)	île de Bréhat - Saint-Quay-Portrieux	25,5	90
0688	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Cannes - Nice	27,2	60
0614	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Navette Maritime Esterel	10	20
2B81	Corse	Haute-Corse	Haute Corse	Saint-Florient - Loto	7	20
56139	Bretagne	Côtes-d'Armor	Manche (Mer)	île de Bréhat - Binic	30	110
0689	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Mandelieu-La-Napoule - Cannes	6,2	55
17122	Nouvelle Aquitaine	Charente-Maritime	La Rochelle	île d'Aix - La Tremblade	26,8	90
2965	Bretagne	Finistère	Brest	île-Molène - Brest	34,4	90
0691	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Théoule-Sur-Mer - île Sainte-Marguerite	7,8	30
0625	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Golfe Juan - île Sainte-Marguerite	7,6	25
0690	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Mandelieu-La-Napoule - île Sainte-Mar	7,5	25

0628	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Cannes - Île Sainte-Marguerite	3,4	15	8
0629	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Cannes - Île Saint-Honorat	4,7	20	8
56137	Bretagne	Côtes-d'Armor	Manche (Mer)	Île de Bréhat - Euquy	44,8	120	
0626	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Cannes - Île Sainte-Marguerite	3,4	15	17
0624	PACA	Alpes-Maritimes	Golfe de la Napoule	Cannes - Île Sainte-Marguerite	3,4	15	18
56125	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Vannes - Le Palais	43,6	140	
83105	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - La Croix-Valmer	11,2	60	
83102	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Agay	25,3	75	
83107	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Lavandou	14,2	120	
83103	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Île de Port Cros	35,7	120	
83104	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Île de Porquerolles	46,2	135	
8321	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Cannes	43,4	75	
8322	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Nice	70,4	150	
83106	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Cavalaire	13,5	75	
56133	Bretagne	Finistère	Baie de Concarneau	Îles Glénans - Beg Meil	15,5	75	
56132	Bretagne	Finistère	Baie de Concarneau	Îles Glénans - Port la Forêt	19,7	90	
2962	Bretagne	Finistère	Brest	Brest - Île de Sein	46,1	90	
56135	Bretagne	Finistère	Baie de Concarneau	Îles Glénans - Loctudy	11,7	60	
35141	Bretagne	Ille-et-Vilaine	Manche (Mer)	Saint-Malo - Îles Chaussey	30	75	
3339	Nouvelle Aquitaine	Gironde	Bassin d'Arcachon	Mollau - Cap-Ferret	3,8	20	
8550	Pays De La Loire	Vendée	Île yeu	Barbatre - Île yeu	27	45	
66121	Occitanie	Pyrénées-Orientales	Anse du Portell	Port Argelès - Colliure	3,5	25	
8394	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Aygulf - Saint-Tropez	16,6	60	
3436	Occitanie	Hérault	Sète	Bateau-bus de Sète	1	13	
2963	Bretagne	Finistère	Brest	Brest - Le Fret	17	30	
8393	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Fréjus - Saint-Tropez	19	60	
2964	Bretagne	Finistère	Brest	Ouessant - Brest	42,8	120	2
8323	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Saint-Tropez - Saint-Raphaël	19,8	60	
8320	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Port Grimaux Capitainerie - Saint-Tropez	3,8	20	
8318	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Les Issambres - Saint-Tropez	8,6	25	
2961	Bretagne	Finistère	Brest	Audierne - Île de Sein	22,3	60	2
8319	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Marines de Cogolin - Saint-Tropez	3,6	25	
5658	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B5	2,7	24	8

5085	Normandie	Manche	Baie du mont Saint-Michel	Granville - Iles Chaussey	16,7	45	2
56134	Bretagne	Finistère	Baie de Concarneau	Îles Glénans - Bénodet	19,1	60	
56131	Bretagne	Finistère	Baie de Concarneau	Îles Glenans - Concarneau	16,7	75	
8547	Pays De La Loire	Vendée	Île yeu	Fromentine - Île Yeu	24,5	30	6
3343	Nouvelle Aquitaine	Gironde	Bassin d'Arcachon	Dune du pilat - Banc D'arguin	0,8	15	
8317	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Port Grimaux Eglise - Saint-Tropez	4,1	30	
8316	PACA	Var	Golfe de Saint-Tropez	Sainte-Maxime - Saint-Tropez	3,8	15	24
17123	Nouvelle Aquitaine	Charente-Maritime	La Rochelle	Île d'Oléron - La Rochelle	21,2	60	
8549	Pays De La Loire	Vendée	Île yeu	Saint Gilles - Île Yeu	30,8	60	2
5653	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Hoëdic - Quiberon	23,6	75	4
1313	PACA	Bouches-du-Rhône	Martigues	Ligne 2 (Hotel de ville - Quai General Le	0,7	13	31
3340	Nouvelle Aquitaine	Gironde	Bassin d'Arcachon	Le Canon - Arcachon	5,9	40	
5659	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B6	5,4		
2B141	Corse	Haute-Corse	Haute Corse	Barcaggio - Macinaggio	6,6	60	
1312	PACA	Bouches-du-Rhône	Martigues	Ligne 1 (Hotel de ville - Degut)	0,2	6	105
5652	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Houat - Quiberon	15,5	45	4
56130	Bretagne	Finistère	Baie de Concarneau	Beg Meil - Concarneau	5,2	30	
1305	PACA	Bouches-du-Rhône	Rade de Marseille	Vieux-Port - if	4,2	20	6
5674	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Locmariaquer - Port Navalo	2,5	25	
3342	Nouvelle Aquitaine	Gironde	Bassin d'Arcachon	Dune du pilat - Cap Ferret	5,3	40	
1303	PACA	Bouches-du-Rhône	Rade de Marseille	Pointe-Rouge - Les Goudes	3,4	15	
2A82	Corse	Corse-du-Sud	Corse Du Sud	Piantarella - Cavallo	4	15	
5660	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B7	2,7		
1304	PACA	Bouches-du-Rhône	Rade de Marseille	Ferry Boat	0,3	5	26
1301	PACA	Bouches-du-Rhône	Rade de Marseille	Estaque - Vieux-Port	8,7	35	6
2A142	Corse	Corse-du-Sud	Corse Du Sud	Girolata - Vignola	2,6	10	4
1302	PACA	Bouches-du-Rhône	Rade de Marseille	vieux-Port - Pointe-Rouge	5,7	30	
1306	PACA	Bouches-du-Rhône	Rade de Marseille	Vieux-Port - Frioul	5,7	30	12
5677	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Vannes - Île d'Arz	6	30	12
8548	Pays De La Loire	Vendée	Île yeu	Fromentine - Île Yeu	24,5	45	
83112	PACA	Var	Rade d'Hyères	Cavalaire-Sur-Mer - Le Lavandou	14,2	40	
5679	Bretagne	Côtes-d'Armor	Manche (Mer)	l'Arcouest - Île de Bréhat	1,3	10	
2A83	Corse	Corse-du-Sud	Corse Du Sud	Ajaccio - Porticcio	5,9	20	18

83113	PACA	Var	Rade d'Hyères	Marimar - île de Port Cros	16	45	
5670	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Kerners - Île Aux Moines	4,8	30	
83110	PACA	Var	Rade d'Hyères	Cavalaire-Sur-Mer - île de Port Cros	22,2	60	
83116	PACA	Var	Rade d'Hyères	Saint-Mandrier-Sur-Mer - île de Porquerolles	23,9	60	
3338	Nouvelle Aquitaine	Gironde	Bassin d'Arcachon	Arcachon - Cap-Ferret	5,6	30	12
1746	Nouvelle Aquitaine	Charente-Maritime	La Rochelle	Île d'Aix - Fourras	4,3	20	10
83108	PACA	Var	Rade d'Hyères	La Croix-Valmer - île de Port Cros	24,5	60	
83117	PACA	Var	Rade d'Hyères	La Seyne-Sur-Mer - île de Porquerolles	28	60	
83111	PACA	Var	Rade d'Hyères	Cavalaire-Sur-Mer - île de Porquerolles	33,3	60	
83115	PACA	Var	Rade d'Hyères	Toulon - île de Porquerolles	25,9	90	
83109	PACA	Var	Rade d'Hyères	La Croix-Valmer - île de Porquerolles	35,6	100	
8399	PACA	Var	Rade d'Hyères	Sainte-Maxime - île de Port Cros	39	120	
5651	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Belle-Île-En-Mer - Quiberon	14,5	30	12
5669	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Port Blanc - Île Aux Moines	0,6	5	25
8397	PACA	Var	Rade d'Hyères	Les Issambres - île de Port Cros	44,2	120	
8398	PACA	Var	Rade d'Hyères	Les Issambres - île de Porquerolles	54,3	135	
5678	Bretagne	Côtes-d'Armor	Manche (Mer)	l'Arcouest - Île de Bréhat	1,3	10	18
8392	PACA	Var	Rade d'Hyères	Îles Porquerolles - Saint-Raphaël	65,3	150	
83100	PACA	Var	Rade d'Hyères	Sainte-Maxime - île de Porquerolles	49	165	
3341	Nouvelle Aquitaine	Gironde	Bassin d'Arcachon	Andernos - Arcachon	9,8	60	
8330	PACA	Var	Rade d'Hyères	Port Saint-Pierre - Île du levant	25,5	90	2
83114	PACA	Var	Rade d'Hyères	Marimar - île de Porquerolles	12,9	30	
2968	Bretagne	Finistère	Manche (Mer)	Roscoff - île de batz	2,5	15	22
8334	PACA	Var	Rade d'Hyères	Port Saint-Pierre - Île de Cros	19,7	60	2
8333	PACA	Var	Rade d'Hyères	Lavandou - île Porquerolles	20,4	45	2
5657	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B4	0,7	6	100
3584	Bretagne	Ille-et-Vilaine	Manche (Mer)	bus De Mer Saint-Malo - Dinard	2	10	
5656	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B3	1	6	104
5654	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B1	2,3	8	128
5655	Bretagne	Morbihan	Lorient	Ligne B2	2,1	11	112
1745	Nouvelle Aquitaine	Charente-Maritime	La Rochelle	bus De Mer	2	20	8
8331	PACA	Var	Rade d'Hyères	Lavandou - Île du levant	14,3	35	6
8335	PACA	Var	Rade d'Hyères	Lavandou - Île Port Cros	14,2	35	6
8332	PACA	Var	Rade d'Hyères	Port tour fondue - Île Porquerolles	4,24	15	12
8380	PACA	Var	Toulon	Sanary-Sur-Mer - Ile Embiez	4,2	20	
8309	PACA	Var	Toulon	28M (Toulon - Saint Mandrier)	3,9	22	60
8310	PACA	Var	Toulon	Le Brusc - Ile Embiez	1,5	12	22
8307	PACA	Var	Toulon	8M (Toulon - Seyne)	3,9	22	70
5676	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Le petit passeur Saint Armel - Séné	0,2	3	
5675	Bretagne	Morbihan	Golfe du Morbihan, Île de Quiberon	Le petit passeur Conleau - Séné	0,4	3	
1744	Nouvelle Aquitaine	Charente-Maritime	La Rochelle	Le Passeur	0,2	5	
8308	PACA	Var	Toulon	18M (Toulon - Sablottes / Tamaris)	3,7	20	66
2B143	Corse	Corse-du-Sud	Corse Du Sud	Saleccia - Saint-Florent	9,2	20	
85124	Pays De La Loire	Vendée	Baie de Bourgneuf	île de Noirmoutier - Pornic	13,9	50	
3437	Occitanie	Hérault	Marseillan	bateau-bus Marseillan	4,5		

PARTIE 5 - TRANSPORT DE PERSONNES PAR VOIE FLUVIALE

Ce travail a été réalisé par Alexis Marcon, consultant auto-entrepreneur en géomatique. Ce chapitre est complété par des éléments de l'archive fournie avec ce rapport ou visualisables en ligne sur : <https://nokram.ovh/SUD-Navigation.html>

5.1. Introduction

5.1.1. Objectifs

L'objectif de ce volet est de proposer à la Région SUD, pour l'horizon 2030 – 2050, des solutions de transport de personnes par voie fluviale qui pourront s'inscrire parmi les cinq différents scénarios prospectifs qu'a retenus la Région pour le développement de son territoire dans les trente prochaines années.

Avant toute chose, il est indispensable de définir ce qui va être considéré comme une voie navigable fluviale. On va donc s'appuyer sur la définition générale du réseau des voies navigables qui dit que ce dernier est constitué de l'ensemble des fleuves, rivières et canaux aménagés, équipés et ouverts à la circulation et au transport fluvial. Pour ce volet, on va étendre la définition au réseau de voies navigables intérieures défini par l'Europe sous le terme « CEMT », et pour finir on considérera aussi l'ensemble de l'activité de navigation sur les lacs comme faisant partie du réseau de voies navigables exploitable pour cette étude prospective.

5.1.2. Documentation et données générales

Lorsque l'on tente de rechercher de la documentation sur le transport fluvial, on trouve essentiellement des informations sur le domaine du transport de fret et les quelques données qui sont exploitables ne concernent donc pas ce volet qui se focalise sur le navettage de personnes. On trouve parfois des informations sur le tourisme fluvial, mais la donnée est encore plus rare. Il y a une véritable difficulté à trouver de la matière, que ce soit en ce qui concerne la documentation ou les données officielles dédiées au transport de personnes, dans un cadre qui pourrait pourtant s'insérer comme un mode de transport à l'image des transports publics, comme l'autocar ou le train.

Pour résoudre le problème du manque d'informations et de données, il a fallu développer un ensemble de méthodologies croisant les quelques sources exploitables – principalement d'OSM – pour parvenir *in fine* à réaliser les analyses nécessaires tout en conservant l'objectif de proposer au bout du compte différents projets de transport fluvial de personnes, pouvant participer aux scénarios de la Région. Les détails méthodologiques seront abordés. Les aspects plus techniques sont disponibles en annexe ou directement dans l'archive SIG fournie à cet effet.

5.1.3. Organisation

L'exploration et l'étude des données, leurs analyses, les conclusions et les projets résultants vont être amenés à la manière d'un entonnoir, d'un zoom géographique qui va être effectué depuis l'Europe vers la Région Provence Alpes Côte d'Azur. Chaque partie sera un nouveau zoom plus précis sur le territoire, mais également sur les différentes dimensions de voies navigables, des équipements et des modes de transport fluvial.

5.2. L'Europe, un territoire inégal

5.2.1. Observations générales et statistiques

L'essentiel des recherches d'informations ayant été effectuées sur internet, la documentation a permis de trouver des termes clés, et cette dernière reste très générique sur les voies navigables en Europe, presque exclusivement axées sur le transport de fret. L'accès à la donnée n'était, dans 90% des cas, accessible qu'en lecture, donc inexploitable pour des traitements et de l'analyse SIG.

Le territoire d'étude pour l'Europe englobe les trente-sept pays de la base de données Eurostat 2016 sur le découpage NUTS. Cela ne représente pas l'ensemble des pays d'Europe, mais étant donné qu'il s'agit ici d'avoir un aperçu général de la situation européenne des voies navigables fluviales, ce territoire est amplement suffisant pour de premières analyses spatiales.

Comme dit précédemment, la principale source de données pour la réalisation de ce volet a été OpenStreetMap (OSM) sur la période de mars à juin 2020.

Débutant par une recherche sur le wiki d'OSM pour connaître les valeurs et les clés correspondant aux termes les plus englobants traitant du transport par voie d'eau, quatre termes ont été retenus pour l'extraction de données : `waterway`, `route:boat`, `route:ferry`, `CEMT`. Les deux premières valeurs et clés citées n'ont rien fourni de pertinent. À l'inverse, les deux dernières valeurs et clés sont celles qui ont donné le plus de résultats sur l'ensemble de l'Europe, mais aussi de la France pour plus tard.

Enfin, comme nous prenons aussi en compte les transports lacustres dans la définition élargie du transport sur voie navigable fluviale, nous avons récupéré la base de données mondiale (Hydro SHEDS) des lacs, découpée préalablement sur les pays d'Europe du territoire d'étude.

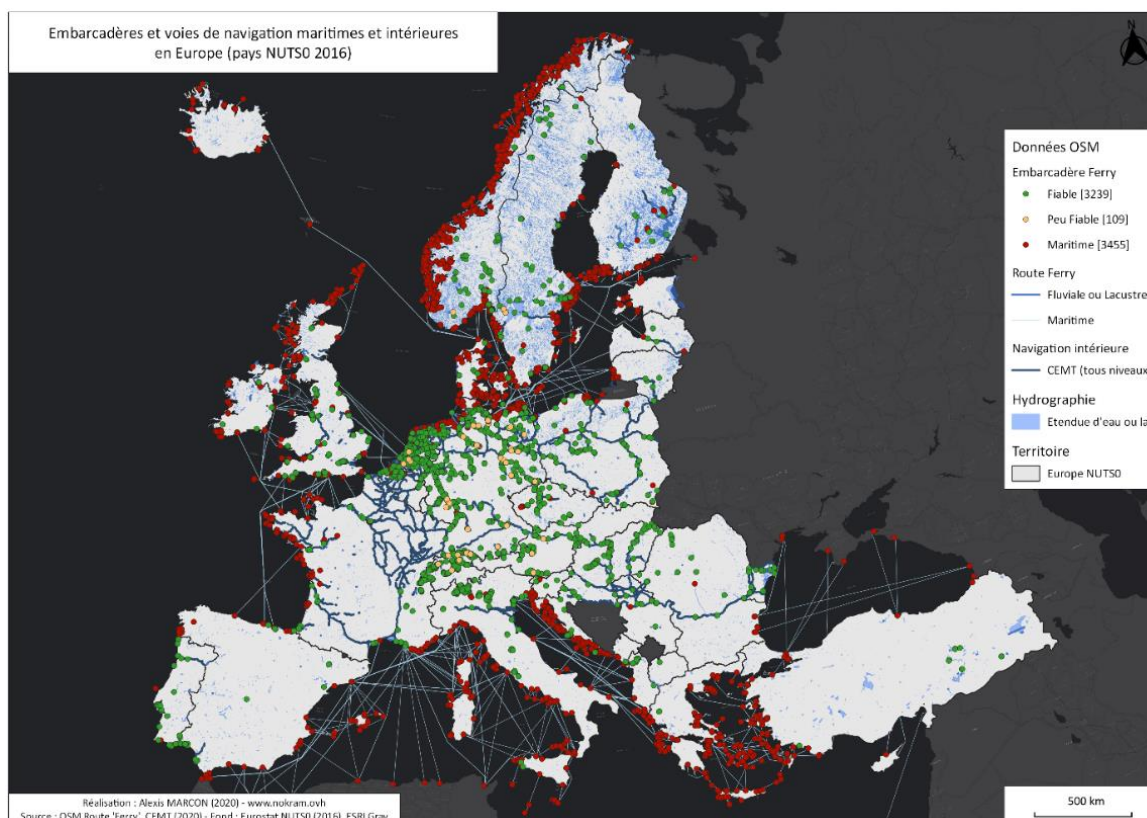


Figure 5.4 - Une inégalité spatiale de l'équipement et des routes fluviales en Europe

Il est important de rappeler que les données sont issues d'OSM. Il s'agit de contributions publiques. La représentation cartographique est donc la plus complète possible, mais il ne faut pas oublier qu'il peut exister des erreurs de renseignements ou de catégorisation de la donnée OpenStreetMap. Aussi, chaque pays n'a pas la même communauté de contributeurs et cela peut engendrer des données plus ou moins fournies selon le pays.

Pour une meilleure lecture des données, on a établi en amont une liste de valeurs déterminant des critères rendant la donnée sur l'équipement fluvial fiable, peu fiable, ou maritime. Voici la requête :

- `"name" != "" OR "amenity" = 'ferry_terminal' OR "public_transport" != "" OR "man_made" != "" OR "waterway:sign" = 'ferry' AND ("waterway" != 'weir' OR "waterway" != 'milestone' OR "waterway" != 'lock_gate' OR "waterway" != 'boatyard')`

Ces critères ont été croisés avec le réseau de voies navigables intérieures CEMT et les routes ferry en restant à l'intérieur des terres. En l'état, il n'y a pas de répartition homogène de l'équipement fluvial sur le territoire européen. Presque toute l'Europe du Sud est dépourvue d'équipements et de voies navigables intérieures. Les pays scandinaves, le Royaume-Uni et l'Irlande sont également assez pauvres en voies navigables intérieures et opèrent majoritairement sur les côtes.

L'Europe plus continentale est la partie du territoire européen la mieux dotée en équipement et en réseau de voies navigables. On relèvera cependant qu'il semble y avoir de grosses différences

quantitatives d'un pays à l'autre dans cette zone-là. C'est aussi dans cette Europe continentale que l'on retrouve l'essentiel de l'équipement fluvial et du réseau de voies navigables intérieures (Figure 5.1).

Il faut noter que le décompte d'équipements comporte des doublons, car la méthodologie utilisée a laissé supposer la cogestion entre deux pays pour la même route fluviale. Par exemple, une ligne fluviale franco-allemande peut voir son équipement dédoublé, car il est supposé être géré par les deux pays.

Statistiquement, et sans double compte cette fois, car effectué sur la donnée brute, on parvient à obtenir ces trois tableaux de classement (tableau 5.1) :

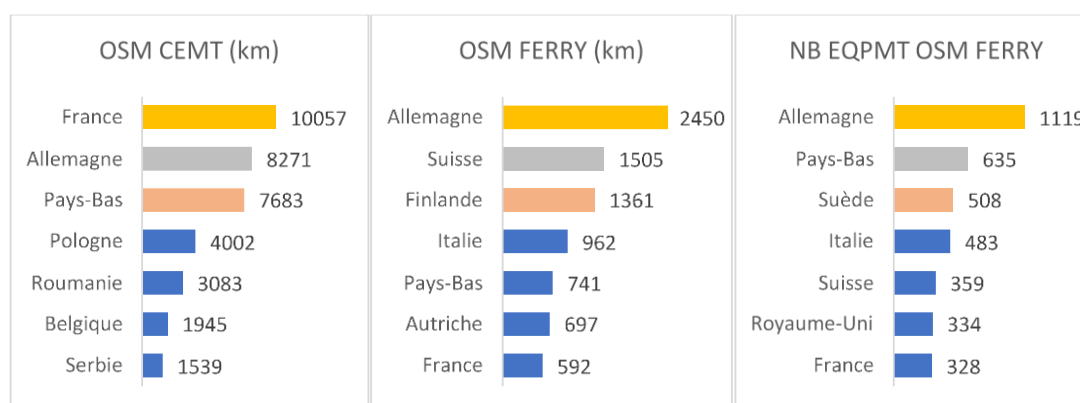


Tableau 5.1 - Les sept pays les mieux équipés pour le transport fluvial dans trois données brutes d'OSM

Si dans le cas des voies navigables intérieures CEMT la France arrive première avec plus de 10.000 km (on reviendra sur cette valeur) de voies navigables, dans les deux autres cas, la France n'apparaît qu'à la septième position. L'Allemagne se retrouve dans les trois cas dans le top 3 des pays les mieux équipés, les Pays-Bas performant par deux fois et la France une fois. Dans la suite de ce volet, nous nous focalisons sur ces deux pays-là et confrontons la France aux analyses de ces derniers.

Les valeurs de ce classement sont issues d'OSM et peuvent avoir des biais. Cependant, d'après d'autres sources (World FactBook, Eurostat, Wikipédia, VNF et équivalents d'autres pays), on ne parvient à aucun moment à trouver des valeurs réellement similaires en termes de total de voies navigables. Pour la France, cela varie entre 5000 et 10.000 km. Pour l'Allemagne et les Pays-Bas, les écarts maximaux sont moindres, mais représentent pour l'un environ 700 km et 1400 km pour l'autre.

5.2.2. Comparaison entre les leaders européens et la France

L'Allemagne, les Pays-Bas et la France sont, d'après les statistiques et les premières analyses spatiales effectuées, les leaders de l'équipement fluvial et des voies navigables dans le cadre de la définition posée pour cette étude. Il faut cependant avoir un regard plus critique quant aux résultats statistiques purs, car la topographie de chaque pays peut justifier, ou du moins encourager, une politique du transport fluvial plus poussée dans un pays par rapport à un autre. La carte en annexe 1 appuie cette idée qu'une topographie avantageuse – peu de dénivelé, territoire de plaines, pente douce sur le

réseau hydrographique – associée un réseau hydrographique maîtrisé et anthropisé a permis à l'Allemagne (Figure 5.2) et aux Pays-Bas d'être les deux véritables leaders du transport fluvial toutes activités confondues.

Un autre aspect géographique que l'on a voulu mettre à l'épreuve pour essayer de comprendre les différences en termes d'équipement fluvial entre les leaders européens est celui de l'urbanisation. Plus précisément, analyser si la forme des tâches urbaines influe sur la présence d'équipement fluvial. Pour obtenir les tâches urbaines de l'ensemble des cartes de cette étude, nous avons associé le fichier de Corine Land Cover Urbain d'Europe le plus récent avec le *landuse* « urbain » d'OSM (méthodologie en document annexe).

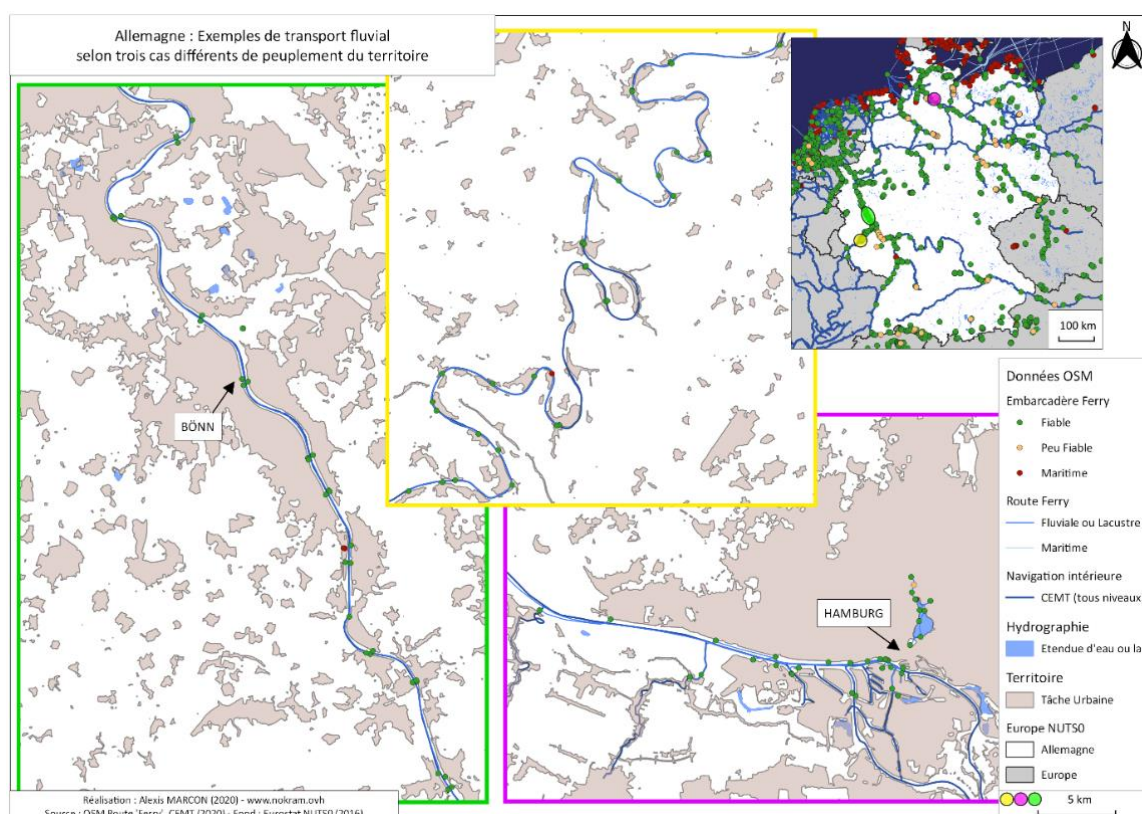


Figure 5.5 - L'Allemagne, une exploitation du fluvial dans tous les cas d'urbanisation

Lors de l'analyse pour l'Allemagne, ont été retenus trois sites comme exemples :

Le premier site (encart rose) est focalisé sur la grande ville allemande qu'est Hambourg (Hambourg en français) située sur l'Elbe et considérée comme portuaire. Le cœur de cette ville laisse pénétrer les eaux de l'Elbe en son sein et ressemble ainsi à une petite Venise. Le transport fluvial de personnes s'est extrêmement développé avec pas moins de six lignes. Il est devenu un mode de transport public au côté des bus, métros, train de banlieue, autopartage, vélopartage (voir annexe 2).

Le second site (encart vert) est celui de la tâche urbaine formée par l'agglomération de Bönn qui s'étale le long du Rhin et qui englobe plusieurs villes « banlieues ». En réalité cette tâche urbaine est beaucoup plus étendue vers le nord, car elle remonte jusqu'à Cologne, Düsseldorf, Wuppertal, Duisburg, Essen

et Dortmund. Pour l’emprise que l’on a choisie, les équipements présents sont de deux types. On retrouve des bacs pour traverser le Rhin à plusieurs reprises, à la place des ponts, et également des quais et ports fluviaux repéré dans les données OSM en *stop-position* ou *ferry terminal*.

Le troisième site (encart jaune) se concentre sur un territoire de campagne et de villages bordant la Moselle allemande, affluent du Rhin. Là, on a davantage affaire à des quais et ports qu’à des bacs, mais les deux sont présents également, alors que la densité de population est très faible.

On suppose que l'usage des bacs remonte aux périodes des guerres mondiales où, sous les bombardements, les ponts ont été volontairement détruits. Le bac s’est montré comme la solution la plus économique dans sa mise en service et dans son entretien pour traverser le Rhin. On peut tout à fait imaginer aujourd'hui que cette méthode de franchissement de cours d’eau est restée ancrée dans la culture allemande et qu’il existe de ce fait une politique d’usage de ce mode de transport.

La Moselle allemande, en plus d’être une route fluviale pour le transport de fret, possède des bacs afin de traverser le cours d’eau sur un territoire très peu dense en population où les tâches urbaines sont petites et discontinues, et possède en plus de cela des lignes de tourisme fluvial.

La présence des quais et des ports, que ce soit dans des tâches urbaines de toute taille et de toute densité, l'utilisation des différents cours d'eau, leur aménagement pour le transport de fret ou de personnes, semble véritablement indiquer que l'Allemagne utilise l'hydrographie de son territoire comme un mode de transport à part entière.

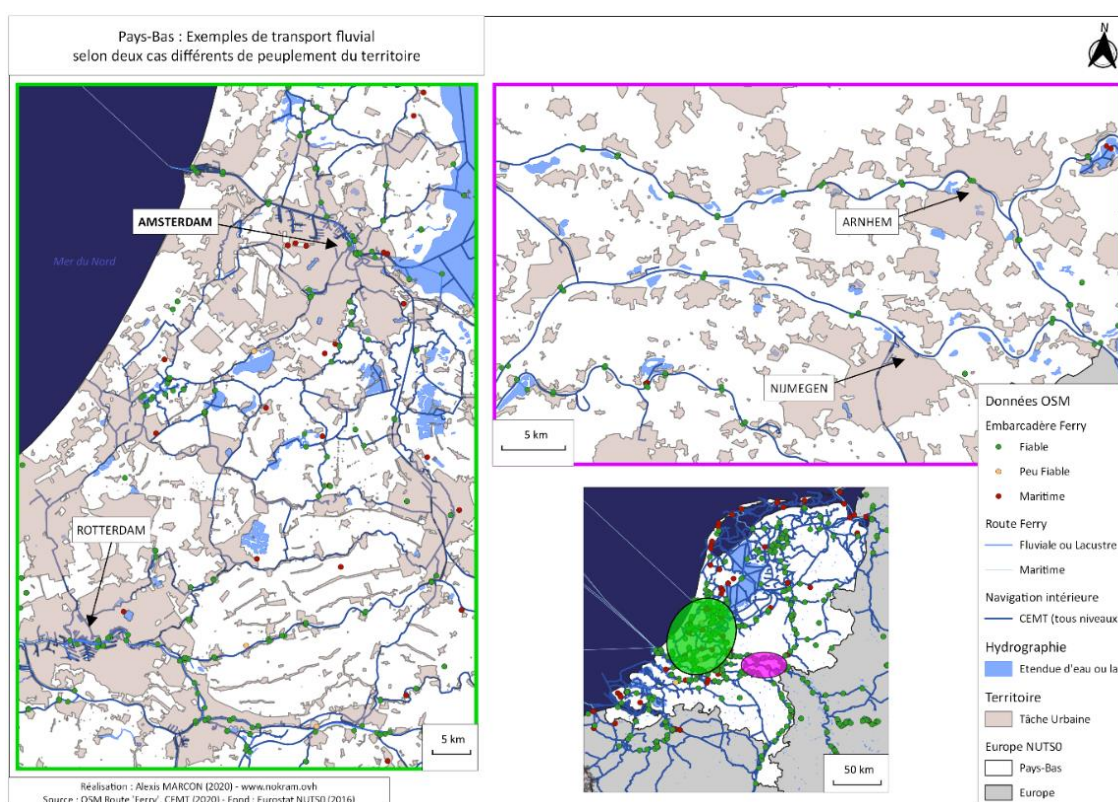


Figure 5.6 - Les Pays-Bas, une hydrographie maîtrisée pour le transport fluvial

Les Pays-Bas (Figure 5.3) étant plus petit que l'Allemagne, nous avons identifié cette fois deux exemples à analyser spatialement.

Dans le premier cas (encart vert), il s'agit d'une emprise suffisamment grande pour observer comment sont reliées les deux plus grandes villes des Pays-Bas et les deux plus grandes agglomérations de la Randstad, à savoir la capitale Amsterdam et Rotterdam au sud. La Randstad est le cœur économique des Pays-Bas et quand on connaît la maîtrise des néerlandais sur l'eau, il n'est pas étonnant d'observer autant de canaux reliant les villes, malgré une discontinuité de la tâche urbaine. L'une comme l'autre dispose de ferry-bus et de taxi-boat. La capitale dispose, à sa gare ferroviaire, de quais pour des taxi-boat, la transformant ainsi en un HUB de transport multimodal (<https://reisinfo.gvb.nl/en/lijnen?boat&show>). Rotterdam de son côté dispose d'un réseau de taxi-boat impressionnant, divisé en trois secteurs avec des coûts de transport bas (entre 4,50€ et 10€ le trajet) évoluant selon la distance parcourue (<https://www.watertaxirotterdam.nl/steigerlocaties>).

Pour ce qui est des canaux de liaison entre les deux villes, ils sont tous référencés au catalogue CEMT, donc calibrés pour le transport de fret. Le transport fluvial de personnes y a également lieu avec des quais servant d'arrêt à l'instar des bus routiers. On y repère dans les données OSM quelques bacs également.

Dans le second cas (encart rose), on retrouve deux villes moyennes et plusieurs tâches urbaines plus petites et plus éparées dans l'arrière-pays néerlandais néanmoins très bien doté en voies fluviales et en équipements. Dans ce cas de figure là, comme pour l'Allemagne, l'équipement fluvial prédominant est le bac pour traverser les cours d'eau. Ces derniers sont quant à eux extrêmement modifiés par la main de l'homme pour faciliter leur utilisation, et ce pour n'importe quelle activité.

Encore une fois, peu importe la dimension de la tâche urbaine, sa forme, et la population qu'elle contient, les voies navigables intérieures sont pratiquées pour le transport de personnes (et pas uniquement). Les bacs semblent également être une solution plus pratique à l'usage dans l'arrière-pays, en campagne, à la place des ponts même si on en compte quelques-uns.

5.3. Le cas français

5.3.1. Détail statistique complet du réseau navigable fluvial

Trouver des chiffres exacts et officiels sur le fluvial français n'est pas une chose aisée. La plupart du temps, les données sont évoquées à l'arrondi, ou en simple résumé ne permettant pas de faire une réelle analyse géographique des capacités du réseau navigable intérieur français.

Ainsi, nous avons pris le parti de lister toutes les longueurs cumulées du réseau de voies navigables fluviales, d'après les cinq différentes sources qui en traite. La base de données Eurostat annonce 5065 km de voies navigables CEMT en 2018 (5132 km en 2009). L'organisme VNF assure la gestion de 6700 km de voies navigables sur les 8500 du réseau hydrographique maîtrisé complet. Les kilomètres restants sont gérés par d'autres organismes publics ou privés. Les données géographiques disponibles sur data.gouv.fr concernant le segment du domaine public fluvial (SegDPF) indiquent que la France

possède 7895 kilomètre de voies navigables et pouvant monter jusqu'à 8070 km, si on prend en compte les segments en attente de mise à jour (ceux en travaux). La longueur du réseau navigable selon les données du World Factbook de la CIA varie entre 8100 et 8500 km. Enfin, les données extraites de OpenStreetMap avec la valeur clé CEMT donnent un réseau total de voies navigables de 10.057 km (valeur clé *route=ferry* exclu). Pour conclure, on revient sur les données géographiques SegDPF qui enregistrent un réseau total navigable et non navigable de plus de 20.000 km.

À propos du CEMT, qui est un système de normes et de gabarits pour la navigation fluviale intérieure, la France est mieux dotée en catégorie I, c'est-à-dire pour les bateaux de fret de 250 à 399 tonnes. Elle cumule alors presque 3200 kilomètres.

Même si la France possède le plus grand réseau de voies navigables d'Europe (Figure 5.4), ce dernier n'est pas interconnecté. La navigation n'est donc pas optimale, car les principales voies de navigations ne sont pas reliées pour des gabarits CEMT. Néanmoins, cette sous-exploitation rapporte à la France plus de 600 millions d'euros en transport de fret et 350 millions d'euros en tourisme fluvial (chiffre de 2014). Les autres fonctions du réseau navigable concernent l'énergie et la protection contre les crues.

5.3.2. Cas repérés de navettes fluviales en France

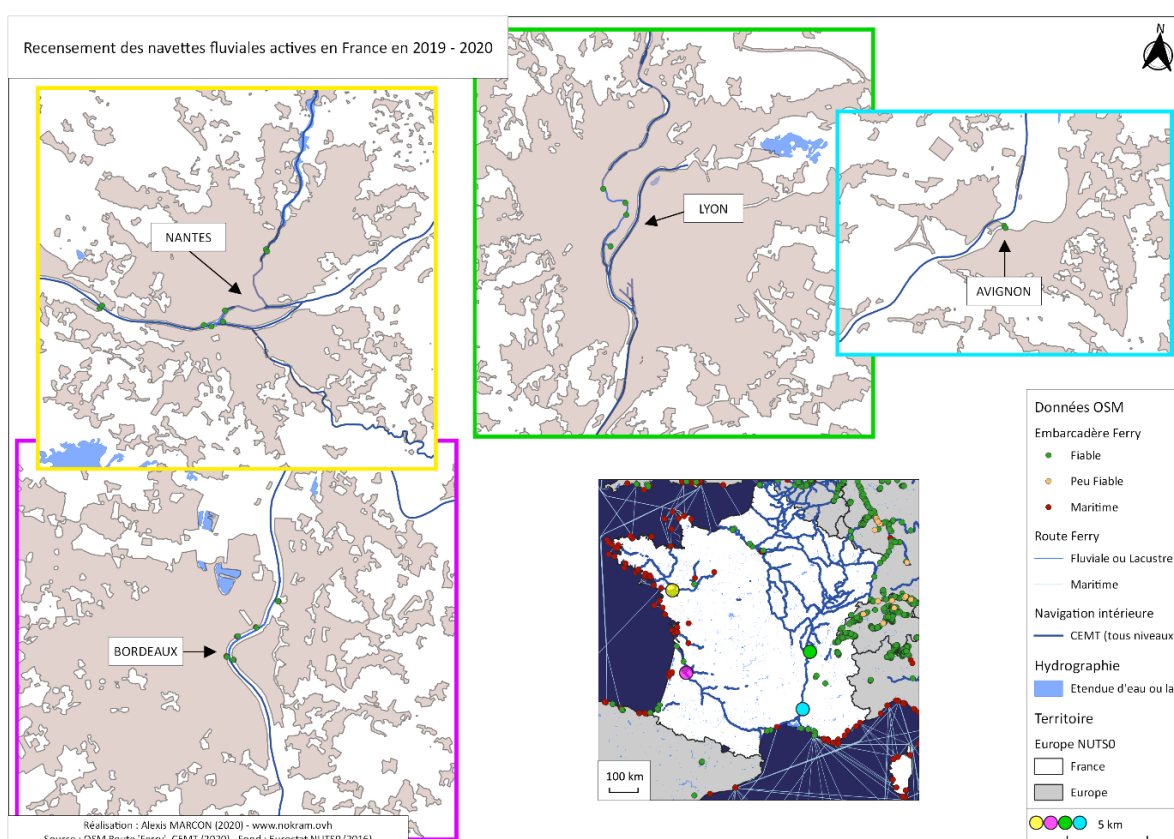


Figure 5.4 - La France, le plus grand réseau de voies fluviales d'Europe quasiment inexploité pour le transport de personnes

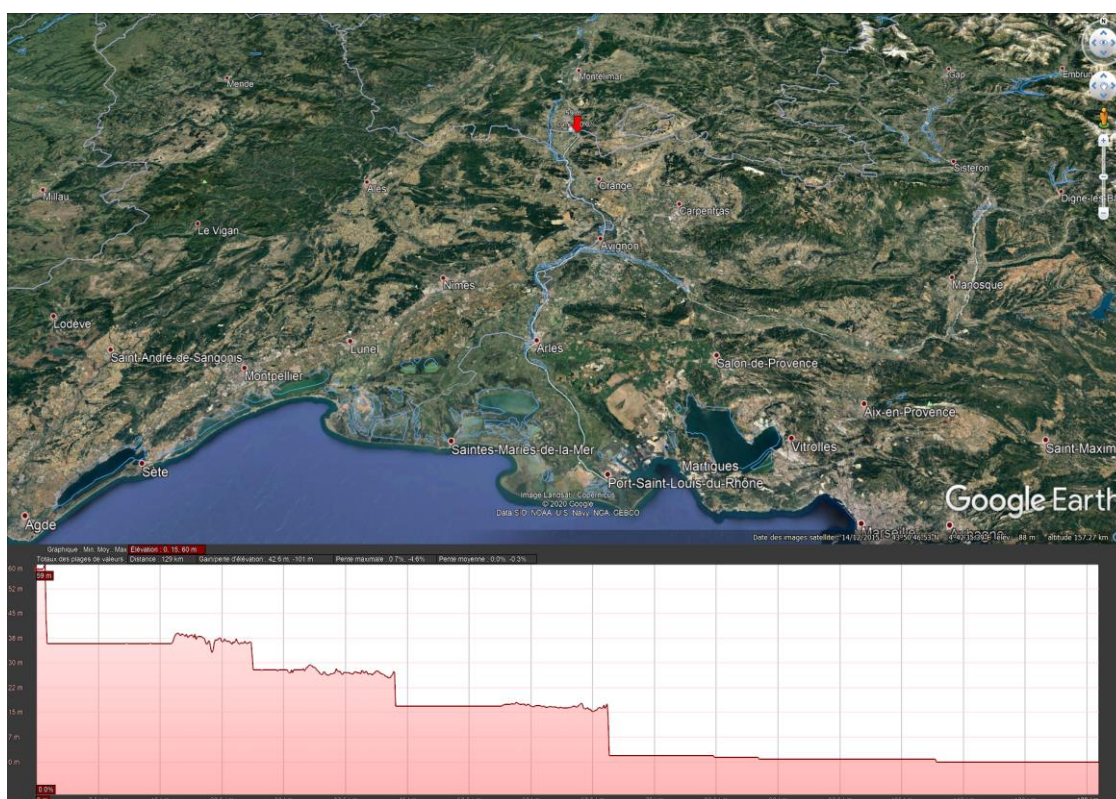


Figure 5.5 – Une difficulté majeure en France, les pentes et les ruptures de pente (ici le long du Rhône, à gauche : l’aval)

Pour réaliser une liste exhaustive des navettes fluviales en France, nous avons commencé par identifier des cas potentiels de navettes fluviales citadines dans les données d’OpenStreetMap et vérifier leur existence par des recherches internet. On a ainsi relevé quatre exemples, présents sur la carte ci-dessus. Pour deux d’entre elles, Lyon et Avignon, nous sommes parvenus à obtenir des informations et des statistiques de la part des services publics concernés.

Dans l’encart jaune, il s’agit du cas de la ville de Nantes. Traversée par la Loire et l’Erdre, la ville propose deux navettes avec un coût de trajet inférieur à deux euros. Il n’y a malheureusement aucune donnée sur la fréquentation mensuelle ou annuelle des navettes (<https://www.nantes-tourisme.com/fr/pratique/navettes-fluviales>).

Dans l’encart rose, on a le cas de Bordeaux, ville majeure de Nouvelle-Aquitaine, traversée par la Garonne. Cette fois, c’est une ligne à cinq arrêts nommée BAT3, qui suit le cours de la Garonne dans le cœur de ville. L’exploitant Keolis annonce sur son site internet une fréquentation annuelle de plus de 360.000 passagers. Les arrêts semblent être localisés à proximité de lieu de détente et de promenade dans la plupart des cas. La multimodalité est présente, mais ne semble pas être au cœur de l’exploitation de cette ligne fluviale, qui n’a un lien qu’avec la ligne de bus 91 et le tram B sur l’ensemble du réseau de transport public (<https://www.infotbm.com/fr/plans/plan-dynamique/lines/BAT3>).

Troisième cas, dans l'encart vert, la ville de Lyon et sa navette fluviale nommée « Le Vaporetto » sur la Saône. Par entretien téléphonique et échange de mail avec Olivier Pillonel, du Service des Études Urbaines et Prospective Territoriale de la Métropole de Lyon, nous avons appris que la navette était déjà en place depuis plusieurs années et qu'elle avait déjà subi une évolution de la ligne en la rallongeant jusqu'à Confluence. Ouverte de mars à décembre, sa période de fréquentation la plus élevée se situe sur les mois de juillet et d'août et cumule entre 120.000 et 180.000 passagers selon les années de fréquentation. D'après Olivier Pillonel, la SYTRAL qui s'occupe des transports publics à Lyon n'était pas particulièrement enthousiaste à l'idée d'avoir une ligne fluviale, par manque de compétences dans ce domaine et parce qu'elle jugeait suffisants les moyens déjà déployés en bus, tram et métro. C'est un opérateur privé qui s'occupe, depuis sa mise en place, de la gestion de la navette fluviale. Les prix sont volontairement bas pour entrer dans le « cadre » du transport public. L'exploitation est à perte pour cet opérateur entre la gestion et l'entretien. Néanmoins, l'engouement de ce mode de transport par les lyonnais et les retombées économiques dans les commerces qu'il peut desservir favorisent le maintien de cette navette (<https://www.lesyachtsdelyon.com/bateaux/le-vaporetto/>).

Concernant une possible extension du réseau de navettes fluviales à Lyon dans le cadre de l'évolution du PDU, la réponse d'Olivier Pillonel n'a pas été négative, mais selon lui et certains de ses contacts, déployer une navette fluviale sur le Rhône s'avérera plus compliqué que sur la Saône. Le fleuve a un tempérament beaucoup plus changeant que son affluent et cela pourrait entraîner des interruptions temporaires de l'activité de la ligne, ce qui n'est pas souhaitable pour un transport public.

Le quatrième et dernier cas, dans l'encart bleu, concerne la préfecture de Vaucluse : Avignon (Figure 5.5). En entrant en contact avec Jérémy Harismendy, du Service Mobilité de la CoGA, nous avons pu obtenir les chiffres détaillés de la fréquentation du bac à traile d'Avignon reliant l'Île de la Barthelasse à l'intra-muros. Le bac à traile est géré par la Compagnie des Grands Bateaux de Provence et est accessible entre février et décembre. Depuis 2000, il comptabilise presque 3,5 millions de passagers avec une fréquentation comprise entre 180.000 et 220.000 passagers annuels. Son pic de fréquentation se situe, comme le Vaporetto lyonnais, pendant les mois de juillet et août où il fait quasiment la moitié de son nombre de passagers chargés à l'année. Il est gratuit et s'avère être un moyen de déplacement rapide pour traverser le Rhône pour les vacanciers et les festivaliers. Pendant que l'intra-muros propose toutes les activités liées au divertissement et au tourisme, on trouve sur la Barthelasse, principalement pour ce public, des campings et des activités nautiques. L'île est aussi un lieu de promenade incontournable de la ville d'Avignon, pour les locaux comme pour les touristes.

Jérémy Harismendy a également confié que dans le cadre du PDU, il est préconisé d'accompagner la croissance de l'activité fluviale touristique, en facilitant l'accès aux embarcadères (bateaux de croisière et navette) pour les modes actifs et les PMR par le jalonnement et l'aménagement de cheminements sûrs, accessibles et qualitatifs, et qu'il était également prévu de réaliser un pôle trimodal en Courtine en complémentarité avec le port du Pontet pour développer le transport de marchandises par voie fluviale.

5.4. La région SUD, territoire propice au transport fluvial de personnes ?

5.4.1. Analyse spatiale et identification des voies navigables

La région Provence Alpes Côte d'Azur a la chance de disposer d'une panoplie de paysages et de reliefs, donnant presque l'impression que les Alpes se jettent dans la Méditerranée. Si cela est un véritable avantage touristique, le dénivelé hérité de ce relief imposant empêche souvent la formation de cours d'eau majeurs, et lorsqu'ils existent, ils ont une pente forte (Figure 5.5), un courant élevé, et sont parfois non permanents surtout en période estivale, laissant place à un lit quasiment, voire complètement sec. Cela limite de fait énormément la mise en place de voies navigables à l'intérieur du territoire de la Région Sud.

La datavisualisation interactive disponible sur <https://nokram.ovh/SUD-Navigation.html> montre cela en détail et met clairement en exergue que seul le Rhône est navigable en PACA. On peut donc se concentrer, a priori, sur cette voie d'eau là pour établir des projets de navettes fluviales pour la région.

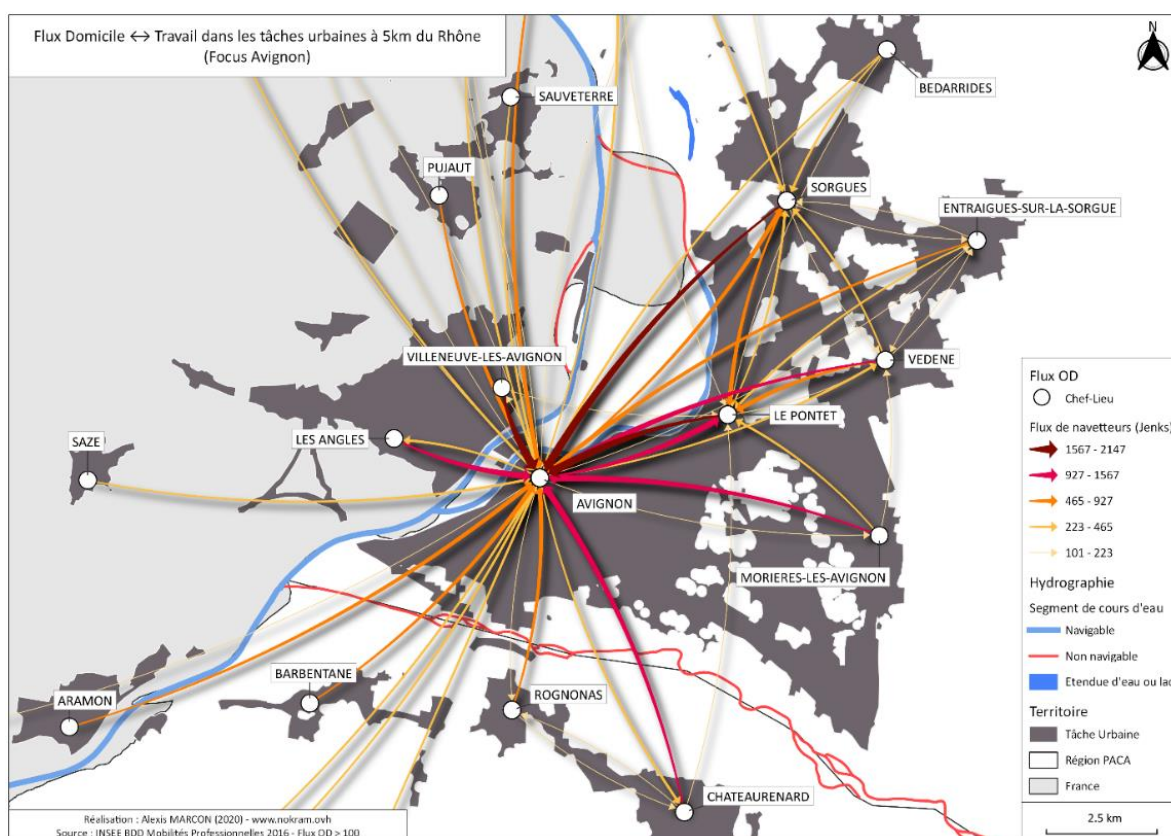


Figure 7.6 - Avignon, le pôle d'activités rhodanien de la région SUD

Les flux OD proches des voies navigables, éléments déterminants des projets

Pour déterminer si les flux origine-destination de navetteurs allaient être un élément déterminant à l'élaboration des projets de navette fluviale en région PACA, nous avons exploité les données INSEE

Mobilités Professionnelles les plus récentes, mais ne concernant que les cas où au moins cent personnes se déplaçaient d'une ville à une autre. Nous avons ensuite sélectionné tout le Rhône longeant la région PACA, et par traitement géospatial, sélectionné toutes les tâches urbaines à cinq kilomètres du fleuve.

Ont été ensuite intégrées les données INSEE à cette sélection de tâches urbaines, afin d'identifier les principaux nœuds d'échange sur la longueur du Rhône. Avignon est apparu comme le plus gros et plus important pôle d'attraction rhodanien (Figure 5.6). Il faut noter que son attractivité est bien plus large que ce que laisse paraître la carte, mais pour des questions de lisibilité et de pertinence des propos, il était préférable de se focaliser uniquement sur l'agglomération d'Avignon et ses villes proches.

Arles et Tarascon (-Beaucaire) forment les deux autres centres principaux des flux origine-destination de la Région Sud sur le long du Rhône, mais sont de tailles bien moindres. À cause de cela, le choix a été fait de ne pas les traiter et de retenir que le cas avignonnais. Les données restent néanmoins disponibles dans la base de données géopackage fournie avec ce rapport.

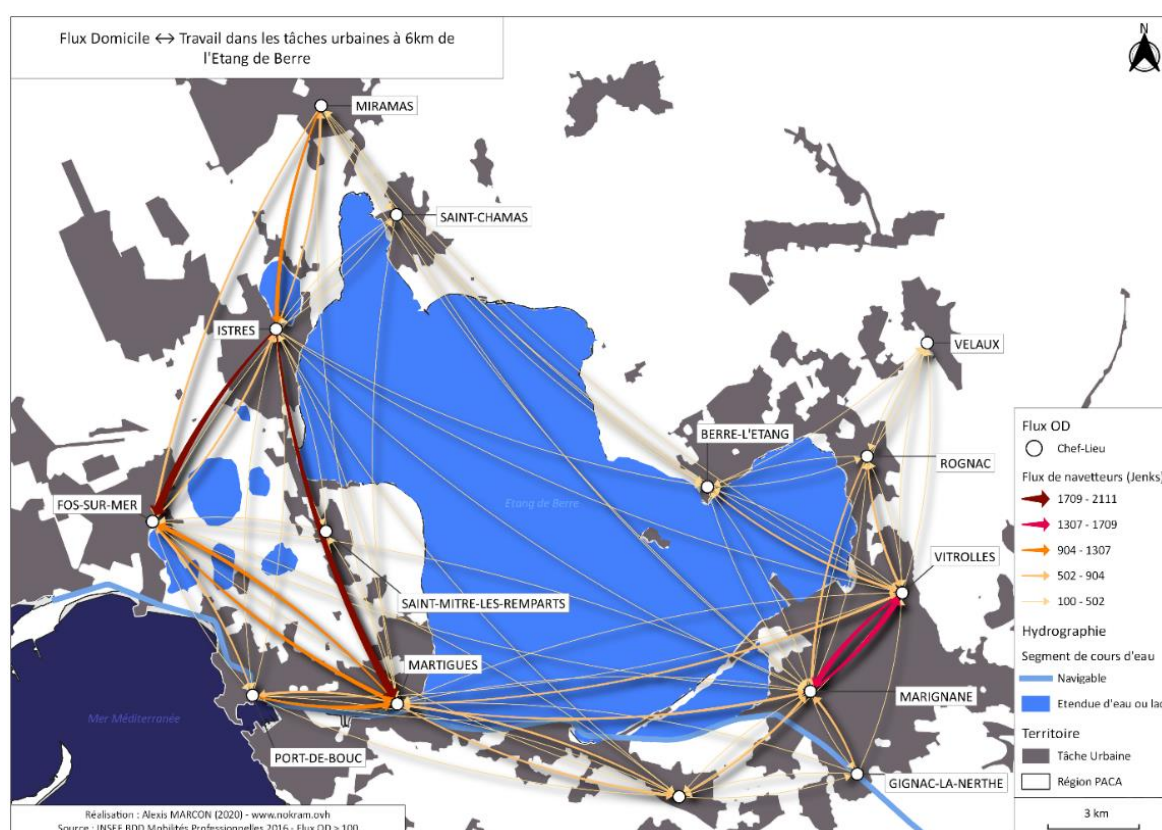


Figure 5.7 - L'Étang de Berre, un obstacle physique entre les villes qui le bordent

L'Étang de Berre et la plus grande étendue d'eau intérieure de PACA (Figure 5.7). Elle devient forcément intéressante à étudier, d'autant plus qu'un PDU existe et propose déjà la création de lignes de navigation dessus. Nous avons utilisé les données INSEE disponibles, tout comme pour le Rhône,

préparées dans une matrice avec coordonnées de départ et d'arrivée, mais cette fois en prenant en compte les villes à six kilomètres de la côte de l'étang (afin d'intégrer Fos-sur-Mer).

À l'ouest, Istres, Martigues et Fos-sur-Mer forment les échanges les plus importants de l'étang avec plus de 1700 navetteurs quotidiens, alors que ces trois villes sont dans trois tâches urbaines discontinues. À l'est, c'est Marignane et Vitrolles qui génèrent le plus d'échanges, et comme il n'y a pas de discontinuité spatiale de leur tâche urbaine, cela laisse à penser qu'il y a énormément de trafic dans cette partie du territoire.

Il existe également des échanges de navetteurs entre ces deux pôles d'attractivités, mais ils sont bien plus faibles (moins de 1000 entre deux villes), étant donné la distance à parcourir pour contourner la barrière physique que représente l'Étang de Berre.

Lieux retenus pour développer le transport fluvial en PACA

Par rapport aux flux origine-destination des navetteurs le long du Rhône, un premier projet va être proposé pour la ville d'Avignon ses communes alentours, car il s'agit du plus gros lieu de trafic domicile-travail sur les côtes rhodaniennes en PACA. Ensuite, un deuxième projet peut être proposé sur l'Étang de Berre, car c'est une zone dense d'activités et de trafic dans le département des Bouches-du-Rhône et cette étendue d'eau pourrait être judicieusement exploitée pour du transport de personnes par bateau. Enfin, un dernier projet de transport de personnes par voie fluviale pourrait voir le jour en Camargue sur les deux bras du Rhône, en prenant en compte la dimension environnementale que représente le parc.

Chaque projet peut s'inscrire dans un ou plusieurs scénarios retenus par la Région SUD.

5.4.2. Les projets potentiels de transport fluvial de personnes

Avignon

Les navetteurs qui viennent à Avignon ont principalement pour origine du côté ouest (Gard), les villes de Villeneuve-Lès-Avignon, Les Angles, et Aramon (Figure 5.8). Même si d'autres villes sont concernées, l'accès principal à Avignon depuis le Gard se fait par un pont qui est un véritable goulot d'étranglement pour la circulation lors des heures de pointe et engendre plusieurs centaines de mètres de bouchons. Les navetteurs vauclusiens viennent principalement des villes de Sorgues, Le Pontet et Morières-Lès-Avignon (en plus d'autres navetteurs plus distants), ce qui provoque de la congestion sur la voie rapide des bords du Rhône.

En utilisant le service de routing libre ORS, on arrive aux résultats statistiques suivants avec un départ en voiture à 7h30 (de chef-lieu à chef-lieu). La valeur moyenne de trajet est de 34 minutes, la valeur médiane de 28 minutes pour une distance moyenne de 17,3 km et médiane de 14,7 km pour 27 origines différentes de navetteurs. Cela équivaut à une vitesse de déplacement constant théorique d'environ 30 km/h.

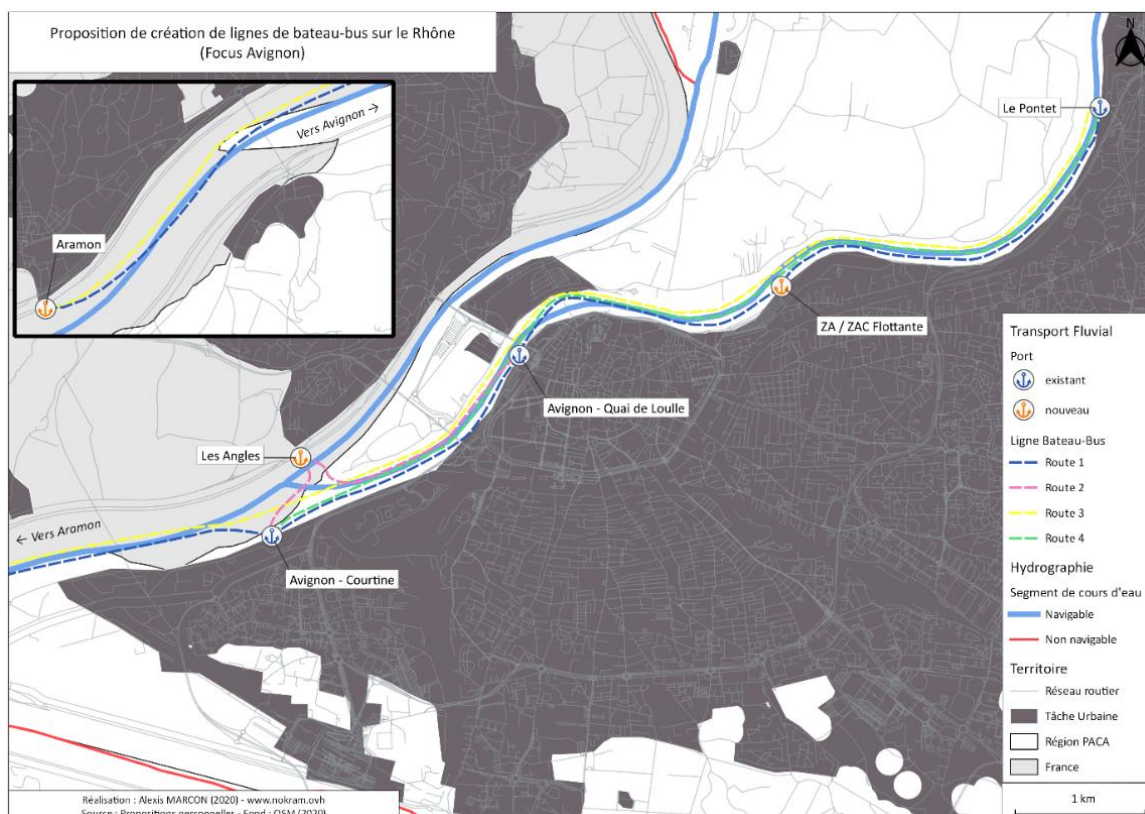


Figure 5.8 - Avignon, le bateau-bus en soutien à la LEO et comme solution de désengorgement le long du Rhône

Nous proposons donc pour l'horizon 2030 – 2050 de créer quatre routes de bateau-bus divisées en plusieurs lignes. Ces quatre routes s'appuieraient sur les 3 ports et quais déjà existants à Avignon et au Pontet. Ils seraient soutenus par la création de trois autres lieux d'embarcation à Avignon, Les Angles et Aramon. La route 1 aura pour fonction de prendre les navetteurs présents à chaque arrêt sur le Rhône vauclusien (en plus d'Aramon). La route 2 sera divisée en deux lignes et permettra de soutenir le trafic de la LEO d'une part en reliant Les Angles à Avignon Courtine et, d'autre part, de désengorger le pont Daladier menant à Avignon Centre. La route 3 sera une longue ligne « express », identique à la route 1, mais sans arrêt à Avignon. Elle reliera Aramon au Pontet dans le but de faciliter l'accès à la zone commerciale d'Auchan Avignon Nord. Enfin la route 4 sera elle aussi une « express » reliant le port du Pontet au port d'Avignon Courtine, permettant ainsi de ne pas avoir à traverser Avignon pour les navetteurs vauclusiens travaillant dans le pôle d'activité qu'est Courtine.

Chaque point d'embarcation serait, dans notre vision, multimodal, pour assurer une continuité de transport pour les individus empruntant les navettes fluviales. Parmi les points d'embarcation à créer, deux d'entre eux (Les Angles et Aramon) seront des embarcadères / débarcadères classiques. Le dernier à proximité de l'actuel parking des Italiens sera également un espace de création d'activités.

À horizon 2030 – 2050, on peut parfaitement imaginer un redécoupage administratif du Vaucluse pour englober les « villes dortoirs » gardoises hébergeant les navetteurs vers Avignon, comme le suggère le géographe Laurent Chalard lorsqu'il parle de la décentralisation, d'autant plus que la CoGA dépasse

déjà les limites de la région PACA. On aurait donc affaire à un département de Vaucluse enjambant le Rhône et complètement maître de ce territoire.

Il est possible d'intégrer le projet de transport fluvial pour Avignon dans le scénario « Proximité » de la Région SUD. Le projet se doterait de plusieurs bateaux bus à faible impact environnemental, mais auraient également une capacité de charge utile pour transporter de la marchandise. Ainsi, la nouvelle ZA « Flottante » proche du parking des Italiens pourrait devenir une « Halle Marchande » à l'instar des marchés flottants asiatiques, mais évidemment modernisés et sécurisés pour les individus par l'utilisation de péniches réhabilitées ancrées et fixes. Les maraichers locaux auraient un lieu de vente directe en circuit court pour la population de la tâche urbaine avignonnaise. Étant donné que chaque point d'embarcation sera un HUB multimodal, cela correspond très bien à ce scénario se voulant contraignant pour les mobilités « lourdes ». On imagine dans ce cas une gestion des transports complètement prise en charge par le domaine public. Une autre version de ce projet, toujours dans ce scénario, serait d'implanter sur la ZA Flottante, des activités de services, entreprises numériques et start-up, afin de créer un deuxième pôle, en plus de Courtine. On pourrait alors imaginer dans ce cas un partenariat public-privé pour la gestion du transport public multimodal et des navettes fluviales.

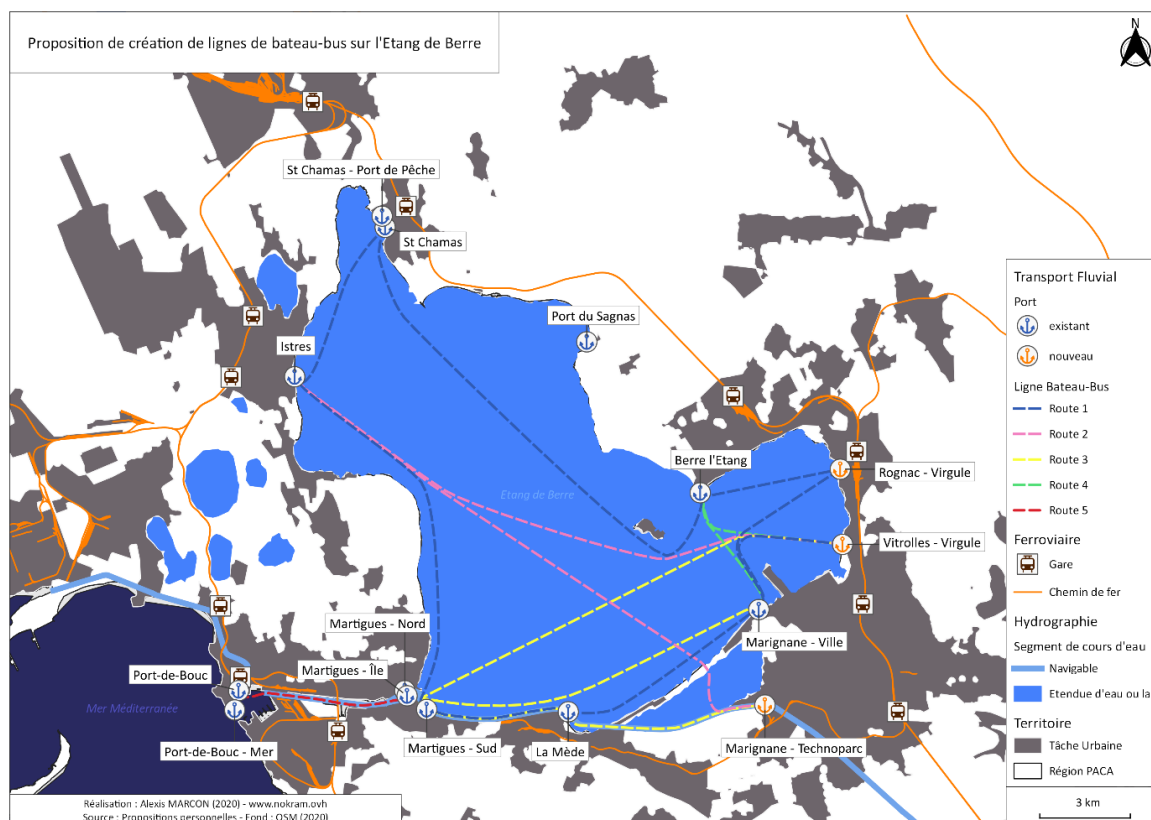


Figure 5.9 - Berre, des bateaux-bus pour de nouvelles dynamiques en supprimant une barrière physique

Le cas de l'Étang de Berre (Figure 5.9) est différent de celui d'Avignon, car ici on ne se focalise pas sur un unique pôle d'attractivité des flux origine-destination, mais bien sur l'ensemble des échanges qui se font entre les villes qui bordent l'étang. Dans ce projet, il est plutôt question de proposer de nouvelles dynamiques de déplacement qui agiraient de part en part de l'Étang de Berre pour « briser » la barrière physique qu'il représente.

Toujours via le service de routing libre ORS, nous avons estimé les plus courts chemins de plusieurs trajets, avec un départ en voiture à 7h30 (de chef-lieu à chef-lieu). Nous avons volontairement testé des villes à l'opposé l'une de l'autre autour de l'Étang de Berre, pour se rendre compte de la longueur en distance et en temps subi par l'individu sur ces flux-là. Le calcul entre villes voisines semblait moins pertinent, car l'équipement routier et ferroviaire formant une ceinture autour de l'étang est particulièrement efficace. Pour l'exemple, on citera le trajet Istres – Marignane qui, à 7h30, s'opère en 55 minutes pour une distance parcourue d'environ 40 km, soit une vitesse de déplacement constant théorique sensiblement supérieure à 40 km/h.

Pour l'horizon 2030 – 2050, et pour faire-fi des contraintes spatiales que représente l'étang, l'idée est de créer cinq routes de bateaux bus. La route 1 fait le tour de l'Étang de Berre et s'arrête à chaque port. La surface d'eau étant grande, on imagine bien l'existence de plusieurs bateaux pour assurer une

bonne fréquence. La route 2 est une « express » reliant Istres à la tâche urbaine Marignane – Vitrolles et à leurs deux ports à proximité de ZA (à créer). La route 3 est aussi une « express » reliant Martigues aux ports de Marignane ZA et ville, et à Vitrolles. La route 4, encore une « express » reliera Berre-l'Étang à Marignane Ville et Vitrolles. Enfin, en support du réseau routier, la route 5 reliera Port-de-Bouc (ville) à Martigues par le canal reliant l'Étang de Berre à la Mer Méditerranée.

Certains ports sont existants, d'autres restent à créer. On parle de Marignane Technoparc pour amener les individus directement dans leur ZA. Rognac avec une virgule ferroviaire pour faciliter la multimodalité, et enfin Vitrolles qui sera aussi équipé d'une virgule vers la gare et l'aéroport Marseille Provence.

Étant donné que les tâches urbaines qui bordent l'Étang de Berre comptent énormément d'entreprises à fort potentiel économique, le scénario le plus approprié de la Région Sud pour ce projet est celui du « Business as usual ». Ce serait alors autour d'un partenariat entre les entreprises de l'étang de gérer une flotte de bateaux-bus pour leurs employés, mais aussi pour les locaux sous l'effigie d'un PDE élargi. Le domaine public aurait dans cette situation un statut secondaire dans l'existence de ce réseau de navettes fluviales et veillerait au bon maintien du réseau et à l'attribution d'aides sur le prix des tickets pour les personnes ne travaillant pas dans les entreprises partenaires du PDE.

Les bateaux utilisés pourraient être d'un genre similaire à ceux de la société DAMEN pour les transports urbains (Fascicule p.22). Dès lors, avec des bateaux-bus pouvant se déplacer jusqu'à 45 km/h et des bateaux taxis jusqu'à 55 km/h, on peut espérer atteindre des temps de parcours plus courts avec une bonne multimodalité sur les ports ou tout du moins des trajets bien plus agréables pour les individus faisant du domicile-travail.

La Région Sud pourrait également intervenir dans un autre axe de ce projet. Elle pourrait réhabiliter et remettre en service le Tunnel du Rove afin de permettre des échanges par voie fluviale entre Marseille et l'Étang de Berre. Elle serait alors garante de l'entretien, de la gestion et du trafic sur ce canal souterrain qui était, avant son effondrement, une pépite du patrimoine des Bouches-du-Rhône.

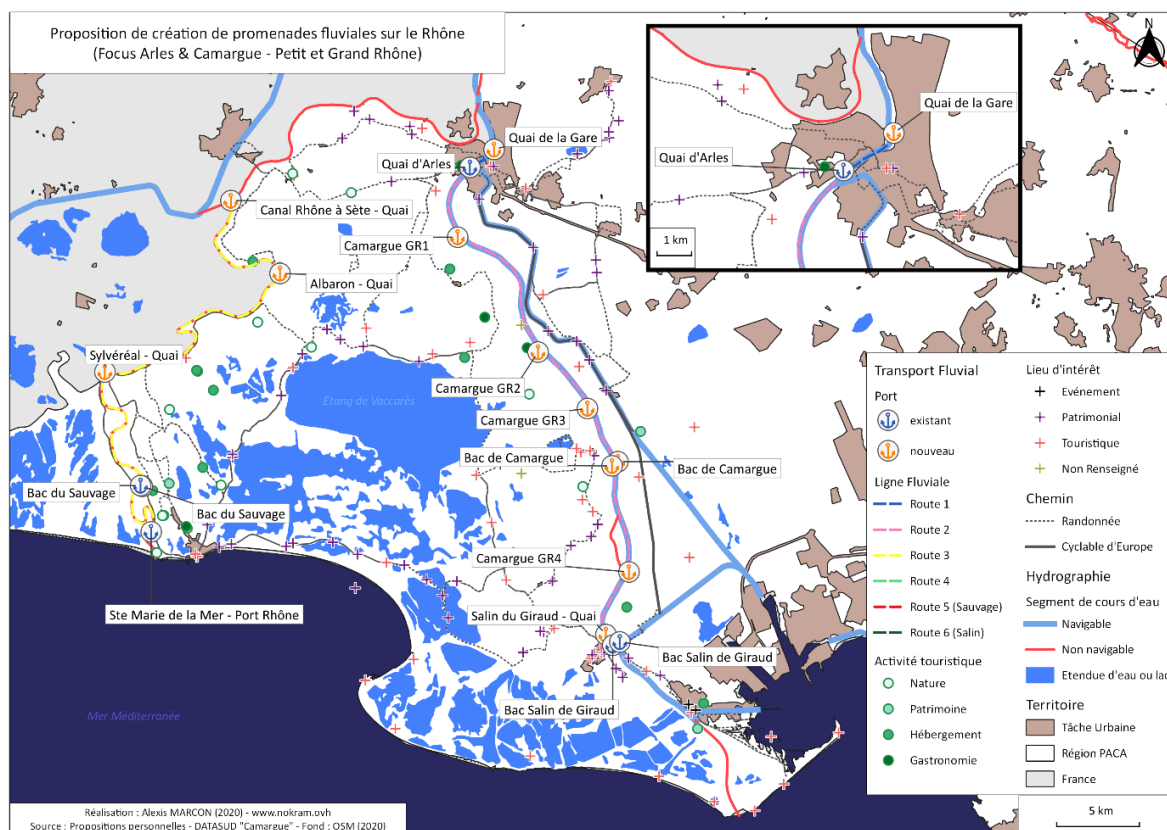


Figure 5.10 – Camargue : redécouverte du parc par le déplacement fluvial vert

Camargue

Le projet Camargue est bien différent des 2 précédents (Figure 5.10), car les propositions qu'il contient ne s'orientent pas autour d'une tâche urbaine ou d'un pôle d'activité en particulier. Il vise plutôt à donner une nouvelle dimension et une nouvelle dynamique au tourisme dans le parc régional de Camargue. Il a paru évident de faire rayonner ce joyau naturel que possède la Région PACA.

Pour ce faire, nous proposons de créer quatre routes fluviales, neuf quais et un nouveau bac à l'horizon 2030 – 2050. La route 1 est une ligne rapide entre le centre d'Arles et sa gare avec le quai de la gare à créer. La route 2 est une promenade le long du grand Rhône partant du quai d'Arles existant et arrivant au nouveau quai de Salin de Giraud. Cette route comporterait quatre quais d'arrêt pour rejoindre la Camargue et ses différentes activités de randonnée ou de centres d'intérêt. La route 3 serait également une promenade, mais cette fois sur le petit Rhône, donc avec des bateaux de gabarit plus petit. Elle partirait de l'existant port fluvial des Saintes-Maries-de-la-Mer et finira au nouveau quai qui sera créé à la jonction du petit Rhône et du canal du Rhône à Sète. D'anciens quais à Albaron et à Sylvéréal devront être réhabilités ou recréés (traces anciennes d'équipement fluvial d'après l'inventaire général du patrimoine de PACA). Enfin, la route 4 serait un bac sur le grand Rhône à presque mi-chemin entre Arles et Salin de Giraud et aurait pour fonction de relier les randonnées de Camargue avec la piste cyclable européenne 17 qui longe le canal Arles – Bouc.

Évidemment, ce projet s'inscrit dans le scénario « Bas carbone » de la Région Sud et privilégie donc l'utilisation de bateaux « vert » associés à une gestion durable du transport public fluvial. L'idée étant pour finir d'encourager la découverte de la Camargue uniquement par des moyens de mobilité douce et d'y développer un tourisme vert.

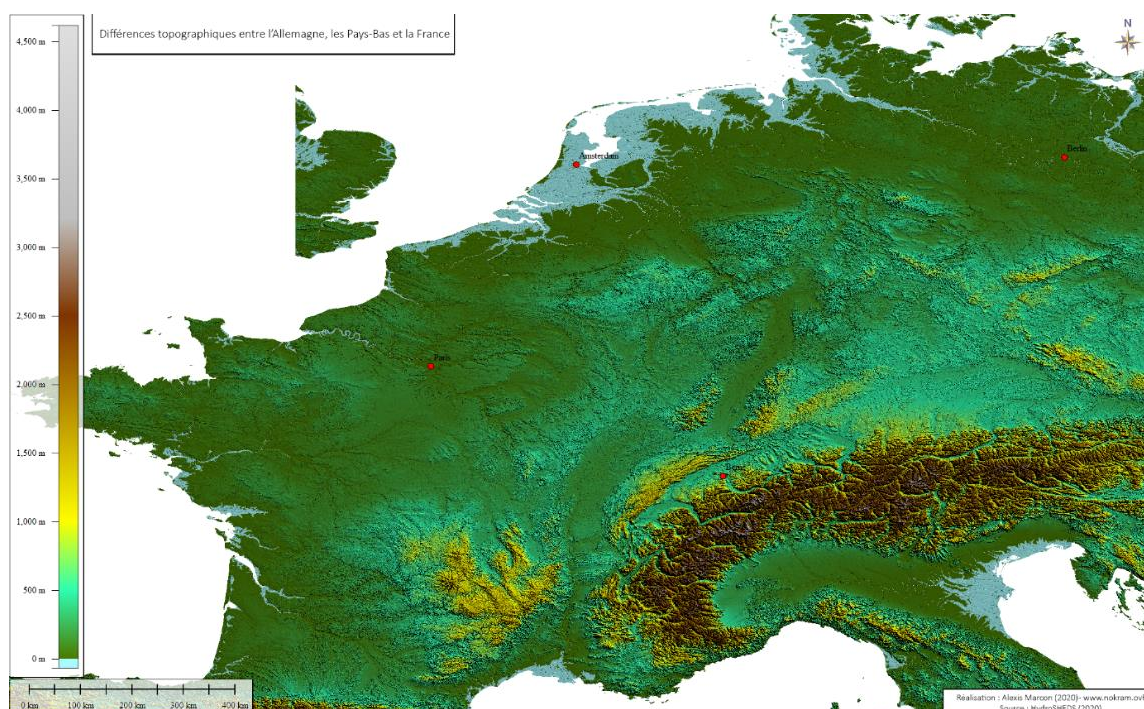
5.5. Conclusion

Même si les projets semblent séduisants, il faut se rappeler qu'à l'échelle européenne, la France préfère utiliser son réseau navigable pour l'énergie et que ce dernier n'est pas optimisé, bien qu'il soit le plus grand d'Europe. Le paradoxe réside dans le fait que la France est un pays parmi les plus riches d'Europe et pourtant aussi parmi les plus mal équipés pour le transport fluvial.

En région Provence Alpes Côte d'Azur, seule une toute petite partie du territoire est exploitable pour le transport fluvial et cela ne concerne à aucun moment les plus grandes métropoles (Aix-Marseille, Nice, Toulon). À cause de cela, même à horizon 2030 – 2050, il est difficile d'envisager sur un plan purement économique la création de tels projets uniquement par la Région étant donné l'investissement massif que cela représente pour tout mettre en place, et ensuite d'entretenir le service. Les partenariats avec le privé ou avec la Région Occitanie semblent être quelque chose d'incontournable pour la mise en place de ces projets.

Il faut cependant rester optimiste quant à l'attrait pour le public de ces modes de transport et du rayonnement qu'ils peuvent générer pour la Région à travers la France si elle en devient précurseur. Elle deviendrait ainsi un exemple pour le reste du territoire français.

Annexes



Carte topographique des leaders de l'équipement fluvial (HydroSHEDS - A. Marcon – 2020)



Lignes de ferry à Hambourg (<http://hadag.de/en/harbour-ferries.html> - 2020)

CONCLUSION

Cette étude intitulée « *Modélisation et analyse spatiales des pratiques actuelles et futures de mobilité partagée et de transports flexibles dans la région SUD* » contribue à la connaissance des « *Transports de voyageurs et de marchandises, pratiques de mobilités en PACA aux horizons 2030 et 2050* » de l'Appel à Proposition de la Fabrique des Connaissances de la région Provence Alpes Côte d'Azur. Elle s'inscrit dans l'axe 2 « *Mieux connaître les territoires de PACA* », notamment dans le thème « *Étude prospective sur les transports et pratiques de mobilités aux horizons 2030-205* ».

Plus particulièrement, cette étude a été menée en partenariat avec la Mission Prospective de la Direction des Infrastructures et des Grands Équipements (DIGE). L'Unité Mixte de Recherche (UMR) ESPACE de l'Université d'Avignon a à cet effet accueilli plusieurs stagiaires et les collègues d'Avignon, d'Aix en Provence et de Montpellier se sont associés pour suivre le travail des étudiants, dont la majeure partie a été en distanciel. Cette action a abordé la thématique des évolutions des transports flexibles et des mobilités partagées à l'échelle régionale. Outre les informations factuelles fournies, la volonté affichée des participants a été de proposer des éléments prospectifs sur les transports et les pratiques de mobilités aux horizons 2030 et 2050.

Les thématiques abordées sont au nombre de cinq. Elles ont en commun, sous différentes formes, d'explorer des alternatives aux transports terrestres éprouvés. Toutes visent à participer activement à la lutte contre l'autosolisme, sous différents aspects, par un mouvement lent mais affirmé vers un report modal pérenne. Il s'agit de développer des transports efficaces, soit individuels facilitant l'accessibilité urbaine (véhicules électriques) souvent utilisés en intermodalité, soit d'améliorer l'offre des transports collectifs (covoiturage, navettes autonomes, transports alternatifs par voie d'eau). Parmi les transports étudiés dans ce projet, les modes de lutte contre le dérèglement climatique sont variés et complémentaires : usage de véhicules électriques (navettes autonomes ou véhicules individuels légers) ou regroupement de passagers délaissant leur véhicules personnels (covoiturage, transports par navettes terrestres ou maritimes).

Il existe, dans les formes de transports alternatifs proposés, deux façons très différentes de « partager » le transport. La première consiste à partager le matériel. C'est le cas par exemple de l'autopartage, et, dans certains cas, des nouveaux véhicules électriques individuels ou du covoiturage et, éventuellement de certains véhicules autonomes connectés. La seconde approche amène les personnes en déplacement à partager leur temps de transport. Là, le covoiturage et les transports par voies aquatiques, maritimes, fluviale ou lacustre, prennent tout leur sens.

Dans le tableau conclusif, nous réalisons une synthèse croisant les transports alternatifs étudiés dans ce projet avec les 4 principaux scénarios retenus par la région, le scénario « *crises sociales et environnementales* » étant écarté de la prospective. Les modes de transport par voie d'eau sont regroupés en une seule catégorie.

	Scénario PROXIMITÉ	Scénario BUSINESS AS A MODEL	Scénario BAS CARBONE	Scénario SMART TERRITOIRE
Covoiturage en zone rurale	Intérêt s'il est local et s'il est le support des mobilités de bassin de vie	Ne participe pas de façon importante à ce scénario	Contribue fortement à la réduction des émissions par regroupement de passagers	Sollicite des méthodes d'optimisation de trajets via des centrales de mobilités
Véhicules autonomes connectés	Peut s'imaginer à travers les navettes autonomes si elles prônent les trajets courts, apport potentiel des capteurs à l'inclusivité	Constitue un levier important de développement économique, impliquant des grands groupes	Reste à étudier pour bien évaluer son apport éventuel au coût carbone, en fonction du taux de regroupement	Vecteur très important de développement de nouvelles technologies connectées (smart city)
Nouveaux véhicules électriques individuels	Semble parfaitement adapté à des distances relativement courtes	Modèles économiques fragiles mais porteurs (en développement)	L'usage privilégié de véhicules électriques réduit les émissions de polluants atmosphériques	Outils numériques élaborés de gestion et d'utilisation des engins partagés en urbain
Transports par voie maritime, fluviale ou lacustre	Peut rivaliser avec automobile personnelle selon configuration et mise en œuvre ; reste local par essence	Peut constituer une innovation génératrice de richesses à différents niveaux	Pistes crédibles de développement : aménagement de navires, propulsion électrique, regroupement de navetteurs	Pas de spécificité apparente de ce mode quant aux territoires numériques intelligents

Tableau de synthèse - Impact des transports alternatifs sur les différents scénarios de la région PACA

REFERENCES (ARTICLES, RAPPORTS, JOURNAUX, WEBOGRAPHIE)

6t-bureau de recherche 2015 - Le vélo à assistance électrique : un nouveau mode métropolitain ? 44 p.

ADEME (2015) *Leviers d'actions pour favoriser le covoiturage de courte distance, évaluation de l'impact sur les polluants atmosphériques et le CO₂ – Enquête auprès des utilisateurs des aires de covoiturage* – Etude réalisée par INDIGGO. 59 pages.

ADEME (2015) *Leviers d'actions pour favoriser le covoiturage de courte distance, évaluation de l'impact sur les polluants atmosphériques et le CO₂ – Approche méthodologique d'évaluation de l'impact du covoiturage sur les polluants atmosphériques et le CO₂* – Etude réalisée par INDIGGO et Enviroconsult. 80 pages.

ADEME (2017) *Développement du covoiturage régulier en courte et moyenne distance - Guide Méthologique* - 112 pages.

Agence Aquitaine du Numérique, 2017, Le véhicule autonome en milieu urbain : Définition, enjeux et perspectives, Dossier de Veille, décembre 2017, 20 pages. URL : <https://www.unitec.fr/wp-content/uploads/2018/11/Dossier-de-veille-Le-v%C3%A9hicule-autonome-en-milieu-urbain.pdf>

Aguilera A., Conti B., Le Néchet F., 2017, "Accompagner la transition vers des mobilités plus durables dans le périurbain". Groupement pour l'Étude des Transports Urbains Modernes, "Transports urbains"; 1 N° 130, pp. 3-9

Aliaga, A., 2019, Les expérimentations de véhicules autonomes : Parangonnage et perspectives servicielles, Cerema, Rapport d'étude, 37 pages. URL : https://www.cerema.fr/system/files/documents/2019/07/cerema_va_parangonnage-experimentations_rapport_public.pdf

Andreu, L., 2018, Des voitures autonomes : Une offre de loi, Dalloz, 212 pages.

Arnulf, S., 2020, Cinq chiffres à retenir sur le marché du véhicule électrique en France en 2019, L'usine Nouvelle. URL : <https://www.usinenouvelle.com/article/cinq-chiffres-a-retenir-sur-le-marche-du-vehicule-electrique-en-france-en-2019.N918069>

Audard F., Carpentier-Postel S., Josselin D., Marcon A., Décembre 2019 ; "Modélisation et analyses spatiales de mobilité partagée et des transports flexibles en région PACA"

AVERE, 2020 Baromètre mensuel : la France passe le cap des 300 000 véhicules électrifiés en circulation, France, 2020, AVERE. URL : http://www.avere-france.org/Site/Article/?article_id=7798&from_espace_adherent=0

Bailleul H., Cailly L., Feildel B., Fourny M-C., Gwiazdzinski L., Pradel B., (2014). *Covoiturage et territoire: quelle(s) proximité(s) dans la mobilité?*. CIST2014 Fronts et frontières des sciences du territoire. Proceeding du 2e colloque international du CIST, pp. 83-87

Baptiste H., 2003, *Evaluer la qualité d'un service de transport collectif interurbain - L'exemple du réseau ferroviaire régional*. Centre de Recherche Ville/Société/Territoire - EA 2111; École Polytechnique de l'Université de Tours, département Aménagement (CESA)

Baptiste, H. et al., 2013, Quelles mobilités en milieu rural à faible densité ?, 10 pages. URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00934778>

Bel, M., et al., 2019, Monographie : Acceptabilité du véhicule autonome, VEDECOM, pp. 128 – 129. URL : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Monographie_Acceptabilite_VA.pdf

Ben Cheikh S., 2016. *Optimisation avancée au service du covoiturage dynamique*. Automatique. Ecole Centrale de Lille, 2016. Français. NNT : 2016ECLI0002. tel-01735243

Benhamou, S., 2018, Quels impacts de l'intelligence artificielle sur l'avenir du travail ?, Revue Personnel, n°589, 4 pages. URL : https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/revue_personnel_s_benhamou-intelligence_artificielle.pdf

Binacchi, F., 2018, A Nice, on teste le service de taxi du futur, sans chauffeur, 20 minutes. URL : <https://www.20minutes.fr/high-tech/2397527-20181217-video-nice-teste-service-taxi-futur-chauffeur>

Borne, E., 2019, Développement des véhicules autonomes : l'État s'engage dans 16 nouvelles expérimentations, Dossier de presse, Gouvernement de la République, 9 pages. URL : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/9918029_D%C3%A9veloppement-VA_Vdef2.pdf

Boulanger A. 2018 - Nouvelles mobilités et mutation de l'espace public parisien, *Le nouveau monde de la mobilité*, pp. 179-192

Brenac T. 2015 - Sécurité et nouvelles pratiques de l'espace public : le cas des trottinettes, skateboards et autres engins à roulettes, *Carnets d'accidentologie*, pp. 15-31

Brimont, L. et al., 2016, Les nouveaux acteurs de la mobilité collaborative : des promesses aux enjeux pour les pouvoirs publics, IDDRI Study n°2, 40 pages. URL : <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/study/les-nouveaux-acteurs-de-la-mobilite-collaborative-des-promesses>

Brimont, L., et al., 2016, Les nouveaux acteurs de la mobilité collaborative : des promesses aux enjeux pour les pouvoirs publics, IDDRI Study, n°2, 40 pages. URL : https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/st0216_lbrimont-et-al_mobilite-collaborative.pdf

CASA, 2018, Plan de Déplacements Urbains, Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, 2018, PDU CASA. URL : <http://www.pdu-casa.fr/>

Castex E., 2015. *Organisation des pratiques de covoiturage entre inconnus dans les territoires*, Netcom [En ligne], 29-1/2, pp. 153-176

CBINSIGHTS, 2020, 40+ Corporations Working On Autonomous Vehicles, CBINSIGHTS. URL : <https://www.cbinsights.com/research/autonomous-driverless-vehicles-corporations-list/>

CCI Nice Côte d'Azur, Le pôle Technologies de l'Information et de la Communication, 2016, Rapport n°19, 6 pages. URL : <http://www.economie06.fr/ReadBinaryItem.asp?DocumentId=%2F%2F%2Fsidlv4%2Fdocuments%2Findustrie%2Fetudefiliereticcotedazurdonnees2017>

CERTU, 2008. *L'autopartage en France et en Europe*. État des lieux et perspectives. Lyon : Certu

CERTU-CETE Nord Picardie, le transport collectif urbain par voie d'eau, quel potentiel en France ?, Juillet 2012

Champagne, E., Negron-Poblete, P., 2012, La mobilité urbaine durable : du concept à la réalité, Vertigo, Hors-série n°11, 5 pages. URL : <https://journals.openedition.org/vertigo/11779>

Charlet, M., Chaufrein, M., 2017, Benchmark des expérimentations véhicules autonomes et connectés, Mov'eo, BMCP, 164 pages. URL : <https://pole-moveo.org/wp-content/uploads/2017/07/TEVAC-WP1-Benchmark->

[experimentations vehicule-autonome-et-connecte Vallee-de-la-Seine v2 %C2%A9Moveo Imagine-Mobility.pdf](#)

Cheemakurthy Harsha, Tanko Michael, K. Garne « (PDF) Urban Waterborne Public Transport Systems: An Overview of Existing Operations in World Cities », Février 2018.

Chong, J., 2016, Véhicules autonomes et connectés : état d'avancement de la technologie et principaux enjeux stratégiques pour les pouvoirs publics au Canada, Publication n°2016-98-F, 24 pages. URL : <https://lop.parl.ca/staticfiles/PublicWebsite/Home/ResearchPublications/BackgroundPapers/PDF/2016-98-f.pdf>

Citepa, 2019, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France, Rapport n°1632sec, 70 pages. URL : https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Secten-2019_20_Emissions-par-secteur.pdf

Communauté d'Agglomération Sophia Antipolis, 2018, Plan de Déplacement Urbain, 180 pages. URL : http://www.pdu-casa.fr/document_pdu.html

Cour des comptes, 2019, *L'accès aux services publics dans les territoires ruraux*, p. 123 (159 p.), URL : <https://www.ccomptes.fr/system/files/2019-03/20190320-acces-services-publics-territoires-ruraux.pdf>

Crocco, F., 2019, Assurance automobile : tous les chiffres de 2018, Décision Atelier.URL : <https://www.decisionatelier.com/Assurance-automobile-tous-les-chiffres-de-2018,13085>

David, A., 2019, Prix des autoroutes 2019 : les péages les moins chers... et les plus coûteux, Auto-Moto.com, URL : <https://www.auto-moto.com/actualite/en-chiffres/prix-autoroutes-2019-peages-chers-plus-couteux-214540.html#item=31>

Delaunay T., Baron N., 2020, « Le service public de covoiturage : vers quelles formes de gouvernance, de régulation et de modèles d'affaires ? », Belgeo [En ligne], 4 | 2019, mis en ligne le 09 février 2020, consulté le 13 février 2020. URL : <http://journals.openedition.org/belgeo/36497>

Delaunay T., Ray J-B., Lesteven G., 2017. *Qui sera le "Blablacar du quotidien" ? Pour un covoiturage des courtes distances ancré dans les territoires*, Métropolitiques

Délégation à la sécurité routière, 2019, Bilan définitif de l'accidentalité routière 2018, Sécurité routière. URL : <https://www.securite-routiere.gouv.fr/actualites/bilan-definitif-de-laccidentalite-routiere-2018>

Demoiselle, Trainar, N., Blaise, J., 2018, TheCamp. URL : <https://thecamp.fr/fr/projets/demoiselle>

Denis, J., Pontille, D., 2010, La ville connectée, Annales des Mines – Réalités industrielles, volume novembre 2010, n°4, pp. 69 – 74. URL : <https://www.cairn.info/revue-realites-industrielles1-2010-4-page-69.htm?contenu=resume>

Desjardins X., 2014, « Se déplacer sans voiture dans les espaces périurbains : panne d'idées ou de volonté ? », URL : <http://www.encyclopedie-dd.org/>

Desjardins X., 2017, « Les espaces périurbains : une marge urbaine à soigner ou une nouvelle banalité territoriale ? », Bulletin de l'association des géographes français, 2017/3, pp. 489-50.

Diaz, D., 2014, Comparer les mobilités contraintes, Hypothèses, volume 17, n°1, pp. 145 – 155. URL : <https://www.cairn.info/revue-hypotheses-2014-1-page-145.htm>

Dolianitis, Alexandros, Socrates Basbas, Magda Pitsiava-Latinopoulou, George Mintsis, et Ioannis Politis, 2015, « Attitudinal Survey for the Urban Maritime Transport in the City of Thessaloniki, Greece », Novembre 2015.

Dumont, G. F., 2010, Déclin ou renouveau des centres-villes ?, Armand Colin – Sedes CNED, pp. 269 – 276. URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01865082>

Editorial de la rédaction 2019 - Nouvelles mobilités : Et si on réfléchissait avant de s'emballer ?, *Groupe pour l'Etude des Transports Urbains Modernes - Transports Urbains*, 2019/1 N°134. 1 p.

Élections Régionales 2015. « Élections Régionales 2015 | Créer le service public régional de la desserte maritime des îles | Institut Montaigne ». Consulté le 19 mai 2020.

European Union Agency for Network and Information Security, 2016, Cyber Security and Resilience of smart cars: Good practices and recommendations, ENISA, 84 pages. URL : <https://www.enisa.europa.eu/publications/smart-cars>

Faivre d'Arcier B., Bouteiller C., Ippoliti L., Regouby R., Khomenko V., et al.. *Mesure de la performance des lignes de transport public urbain. Projet APEROL : Amélioration de la performance économique des réseaux par l'optimisation des lignes*. Rapport final. [Rapport de recherche] CONVENTION DE SUBVENTION N° 09 MT CV 17, LET. 2012, pp.103. halshs-01709064

Fédération Nationale des Métiers du Stationnement, 2019, Le stationnement en quelques chiffres FNMS. URL : http://www.fnms.fr/431_p_41172/themes-et-chiffres.html

France 3 Provence-Alpes-Côte d'Azur. « Marseille : le cobaturation ou l'esprit du covoiturage en mer ». Consulté le 14 mai 2020.

Franceinfo. « Après la voiture, le cobaturation arrive en force », 14 juin 2015.

Gagatsi, Eliza, Thomas Estrup, et Aristos Halatsis. « Exploring the Potentials of Electrical Waterborne Transport in Europe: The E-Ferry Concept », Janvier 2016.

GERPISA, 2012, La voiture électrique comme artéfact d'une transition vers une économie écologique ?, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, 34 pages. URL : http://gerpisa.org/system/files/Rapport_Final_VE_projet_TEE_0.pdf

Gouvernement de la République, 2018, Loi PACTE : les 6 mesures qui vont dynamiser l'innovation en France, Gouvernement de la République, 2018, Economie.Gouv. URL : <https://www.economie.gouv.fr/loi-pacte-encourager-innovation-france>

Greenblatt, J.B., Shahenn, S., 2015, Automated Vehicles, On-Demand Mobility, and Environmental Impacts, *Curr Sustainable Renewable Energy Rep* 2, pp. 74 – 81. URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s40518-015-0038-5>

Guelton S., Poinot P., 2020. *Mobilités urbaines : quels modèles de financement?* Alternatives économiques, L'Économie politique, 1 N°85, pp.36-46

Hautiere, N., et al., 2017, Véhicules connectés et autonomes : quels enjeux technologiques, juridiques et de sécurité routière ?, *Hygiène et sécurité du Travail*, pp. 100 – 103. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01560201/>

Hawkes, Peter, Gernot Pauli, Hans Moser, Øivind Arntsen, Pierre Gaufres, Stephan Mai, et Kathleen White. « Impacts of climate change on waterborne transport », Mai 2010.

Heran F. 2018 - Les nouvelles formes de la mobilité : trottinettes électriques, hoverboards, bicyclettes électriques, *Annales des Mines - Réalités industrielles*, 2018/2 Mai 2018, pp. 36-40

Héron A., Jean A., Zemmouri J., 2019, *Bonnes nouvelles de l'innovation citoyenne*, Association des amis de l'École de Paris, Le Journal de l'école de Paris du management, 5 N° 139, pp.15-21

Hure M., 2018, Le développement du vélo en libre-service en Europe : Innovations et changements de modèle, *Le nouveau monde de la mobilité*, pp. 117-126

Hure M., 2019, *Les mobilités partagées : Régulation politique et capitalisme urbain* (nouvelle édition mise à jour), *Édition de la Sorbonne*, 188 p.

Huyghe, M., 2017, Développer une approche complexe de la mobilité pour faire évoluer l'usage de la voiture dans les territoires ruraux et périurbains, *Transport urbains*, volume 130, n°1, pp. 18 – 21. URL : <https://www.cairn.info/revue-transports-urbains-2017-1-page-18.htm>

Idrac, A. M., 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l'action publique, Document de synthèse, Gouvernement de la République, 8 pages. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/vehicules-autonomes>

IFSTTAR, 2017, Regards croisés sur le véhicule autonome, Dossier thématique, n°8, 17 pages. URL : [https://www.ifsttar.fr/fileadmin/redaction/dossiers-thematiques/Mobilites/vehicule autonome/10169 MOB VA FR interactif.pdf](https://www.ifsttar.fr/fileadmin/redaction/dossiers-thematiques/Mobilites/vehicule_autonome/10169_MOB_VA_FR_interactif.pdf)

INRIA, 2019, Véhicules autonomes et connectés : Les défis actuels et les voies de recherche, Livre blanc n°2, 49 pages. URL : <https://www.inria.fr/sites/default/files/2019-10/inrialivreblancvac-180529073843.pdf>

Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France, 2019, Expérimentation et déploiement du véhicule autonome et Île-de-France : Le rôle facilitateur des pouvoirs publics, 100 pages. URL : [https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_1804/rapport Vehicule autonome et r ole des pouvoirs publics 7mai2019.pdf](https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_1804/rapport_Vehicule_autonome_et_role_des_pouvoirs_publics_7mai2019.pdf)

Institut National de la Consommation, 2017, Comment fonctionnent une trottinette et une monoroue électrique ?, *Date publication : 18/11/2017 - Automobile / 2 roues*

Institut National de la Consommation, 2019, Quelle réglementation pour les engins de déplacement personnel ?, *Date de publication : 13/09/2019 - Automobile / 2 roues*

Institut National de la Consommation, 2020, Nouveaux véhicules électriques individuels : s'assurer, c'est obligatoire ! avec la FNAUT, *Date de publication : 17/03/2020 – Assurance*

International Energy Agency, 2017, Key world energy statistics, IEA, 97 pages. URL : <https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/keyworld2017.pdf>

Jacquot M., 2018. *Quel futur pour le covoiturage? Comment surmonter les obstacles?* F.F.E, Annales des Mines - Réalités industrielles, 2 Mai 2018, pp.52-55

Josset J-M. 2015. *Le covoiturage domicile-travail : De l'approche technico-économique classique à une approche comportementale*. Recherche Transports Sécurité, NecPlus, 2016, 2015 (03-04), pp.137-151. 10.4074/S0761898016004015. hal-01670599

Journal de la République Française, 2016, Ordonnance n°2016-1057 du 3 août 2016 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, Légifrance. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032966695&categorieLien=id>

Journal officiel de la République Française, 2015, LOI n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Légifrance. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031044385&categorieLien=id>

Journal officiel de la République Française, 2019, LOI n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, Légifrance.

URL : https://www.legifrance.gouv.fr/affichLoiPreparation.do;jsessionid=A7B4458A48B0F14CB83D8C405E2478A8.tplgr41s_3?idDocument=JORFDOLE000037646678&type=contenu&id=2&typeLoi=proj&legislature=15

Journal officiel de la République Française, 2019, LOI n°2019-486 du 22 mai 2019 relative à la croissance et la transformation des entreprises Légifrance.

URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000038496102&categorieLien=id#JORFARTI000038496320>

Junel, B., Pougnaud, J., 2015, Communauté d'agglomération Sophia Antipolis : Une croissance démographique au ralenti, INSEE Analyses n°24, 4 pages. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1521257>

Lamblin V. 2018 - Panorama des véhicules routiers électriques, *Futuribles*, 2018/2 N°423, pp. 27-37

Lammoglia A. Analyse et modélisation multi-agents de transports flexibles : Comparaison de services français et sénégalais. Géographie. Université d'Avignon, 2013. Français. NNT : 2013AVIG1120. tel-00903655v2

Lammoglia, A., 2011, Évolution spatio-temporelle d'une desserte de transport flexible simulée en SMA, *Cybergeo : European Journal of Geography*, Document 555, 18 pages. URL : <https://journals.openedition.org/cybergeo/24720?lang=fr>

Lammoglia, A., 2019, Comparison of Multi-Agent Systems and scheduling tools for assessing on-Demand Mobility Scenario of Autonomous Vehicles, *STSM, Action n°16222*, 4 pages.

Lammoglia, A., et al., 2014, Les taxis clandos à Dakar : quel avenir pour ces Transports A la Demande (TAD) urbain, *CODATU XV*, octobre 2012, 22 pages. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01061225>

Lammoglia, A., Josselin, D., 2013, Simulation multi-agents d'un transport à la demande dynamique : l'exemple du Modulobus, *ThéoQuant* 2013, 23 pages. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01061245>

Laurent S. Muratet A. Riou D. 2019 - Mobilité et biodiversité, un espace commun : Le Trottoir, *Groupeement pour l'Etude des Transports Urbains Modernes - Transports Urbains*, 2019/2 N°135, pp. 10-12

Le breton E. 2019 - Comment la mobilité fracture les villes, *Editions de l'Attribut - DARD / DARD*, 2019/1 N°1, pp. 50-57

Le Pèlerin. « Après le covoiturage, le "cobaturage" ! », 7 août 2015.

Leurent F. 2018 - Numérique et mobilité : Technologies et potentialités pour les acteurs et les organisations, *Le nouveau monde de la mobilité*, pp. 127-139

Lieswyn J. Fowler M. Koorey G. Wilke A. Crimp S. 2017 - Regulations and safety for electric bicycles and other low-powered vehicles , *NZ Transport Agency research report 621*. 182 p.

Loubié S., 2019, « *Fondements et perspectives d'une mobilité durable dans le périurbain – le cas de l'aire métropolisée montpelliéraine* ». Thèse de géographie et d'aménagement de l'espace, Université Paul-Valéry Montpellier 3, 436 p.

Louiselle Sioui et Morency Catherine, 2012, « *Où en sommes-nous dans la conception d'indicateurs de développement durable en transport ?* », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/11769> ; DOI : 10.4000/vertigo.11769

Mani Z., 2016, *Quel 'partage' dans un voyage en covoiturage ?*. 2016. hal-01281595

McCourt, D., 2018, Audi investit 16 milliards de dollars dans les voitures électriques et la conduite autonome, *AndroidPit*. URL : <https://www.androidpit.fr/audi-investissement-voitures-electriques-conduite-autonome>

Mediavilla, L., 2019, Voiture autonome : Waymo fait la course en tête, Apple et Uber à la traîne, LesEchos. URL : <https://www.lesechos.fr/industrie-services/automobile/voiture-autonome-waymo-fait-la-course-en-tete-apple-et-uber-a-la-traine-965017>

Meissonnier J., 2011, *Pour un accès aux ressources urbaines plus équitables : la piste du covoiturage dynamique sur le territoire d'un PRU*. Mobilités spatiales et ressources métropolitaines : l'accessibilité en questions / 11ème colloque du groupe de travail "Mobilités Spatiales et Fluidité Sociale" de l'AISLF, Mar 2011, Grenoble, France. halshs-00626544

Métropole Aix Marseille Provence 2019 - Mobilité Métropolitaine, L'Agenda : Rapport du suivi 2018/2019, *Marseille, un ambitieux plan vélo*, pages 10 et 11

Monaco Hebdo. « « Le projet monégasque est tout à fait réalisable » », 7 février 2019.

Munoz, F., 2019, Electric cars cost double the price of other cars on the market today, Jato. URL : <https://www.jato.com/electric-cars-cost-double-the-price-of-other-cars-on-the-market-today/>

Murat, R., 2017, Les navettes autonomes, un nouveau mode de transport en commun : la place et le rôle des navettes autonomes au sein des services et des réseaux de transport en commun, Architecture, aménagement de l'espace, 107 pages. URL : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01591431>

My Sophia Antipolis, 2019, Le coût des bouchons à Sophia : 3 millions d'heures / 100 millions d'euros par an, My Sophia Antipolis. URL : <https://mysophiaantipolis.org/2019/02/01/le-co%C3%BBt-des-bouchons-%C3%A0-sophia-3-millions-d-heures-100-millions-d-euros-par-an/>

Nice-Matin. « Bientôt une navette maritime pour relier les différents ports de la Côte d'Azur? »,

Nice-Matin. « Deux Toulonnais ont lancé un site de "covoiturage" pour les bateaux », 6 juin 2018

ObSoCo, 201,- L'observatoire des mobilités émergentes : partages, multimodalité, report modal, connexion généralisée... Comment les Français réinventent-ils leurs pratiques de mobilité ?, *Deuxième édition - Mai 2017*. 23 p.

Orfeuil J-P., 2018, Mobilités : De l'âge des possibles à un nouveau monde de la mobilité ?, *Le nouveau monde de la mobilité*, pp. 19-28

Passalacqua A. 2019 - Le trottoir, espace partagé ?, *Les mobilités partagées : Régulation politique et capitalisme urbain* (nouvelle édition mise à jour), *Édition de la Sorbonne*, pp. 163

Paul-Dubois-Taine, O., et al., 2016, Véhicule autonome : accompagner la transition, IESF-VEDECOM, Cahier IESF, n°23, 24 pages. URL : https://www.iesf.fr/offres/doc_inline_src/752/Cahier_23_Vehicule_autonome.pdf

Plan Déplacement Urbain Métropole Aix Marseille Provence (2020 – 2030)

Plan Déplacement Urbain Toulon Provence Métropole (2015 – 2020)

Préfet de la Région PACA, 2017, Dire de l'État sur le SRADDET, Région PACA, 46 pages. URL : [https://connaissance-territoire.maregionsud.fr/fileadmin/user_upload/Annuaire/Ressources/9 - Dire Etat SRADDET.pdf](https://connaissance-territoire.maregionsud.fr/fileadmin/user_upload/Annuaire/Ressources/9_-_Dire_Etat_SRADDET.pdf)

Pro L'argus. La Rédaction, 2019, La voiture moyenne neuve en France 2018 en chiffres, URL : <https://pro.largus.fr/actualites/exclusif-la-voiture-moyenne-neuve-de-france-2018-en-chiffres-9835395.html>

Raballand, W., Laharotte, A., 2020, Évaluation *a priori* de services de covoiturage la modélisation des déplacements, 47^e Congrès ATEC ITS France – Les Rencontres de la Mobilité Intelligente, Montrouge, France, 11 pages. URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02453112/document>

Raoul J-C., 2018, Pour une nouvelle approche de la mobilité, *Annales des Mines - Réalités industrielles*, 2018/2 Mai 2018, pp. 6-11

Raseta, A., 2018, 16 millions de kilomètres parcourus pour les voitures autonomes Waymo (Google), Caradisiac.com. URL : <https://www.caradisiac.com/16-millions-de-kilometres-parcourus-pour-les-voitures-autonomes-waymo-google-171962.htm>

Région Sud Provence-Alpes-Côte d’Azur, 2017, Schéma régional 2017-2025, *Mobilité durable Tourisme actif Itinérance* – 5 p.

République française, 2014, La nouvelle France industrielle : Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle, Gouvernement de la République, 78 pages. URL : <https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf>

République française, 2018, Développement des véhicules autonomes : Orientations stratégiques pour l’action publique, Gouvernement de la République, 96 pages. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/90p%20VDEF.pdf>

Réseau de Transport d’Électricité, 2019, Enjeux du développement de l’électromobilité pour le système électrique, RTE, 82 pages. URL : https://www.rte-france.com/sites/default/files/rte_-_mobilit_electrique_-_principaux_resultats_-_vf.pdf

Roche. E., et al., 2018, La prochaine génération de téléphonie mobile (5G) et ses implications (Infrastructure, Réglementation), Netcom, 32-1/2, pp. 139 – 162. URL : <https://journals.openedition.org/netcom/2869#quotation>

Rouen Normandy Autonomous Lab, 2018, Un service à la demande de véhicules autonomes électriques à Rouen, Rouen Normandy Autonomous Lab. URL : <https://www.rouennormandyautonomouslab.com/>

Sartor, O., et al., 2017, Electric vehicles in France: A fifteen-year financing plan for massive rollout, IDDRI Study n°8, 26 pages. URL : https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/st0817_os-et-al._evs-financing.pdf

Saujot, M., et al., 2018, Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable, IDDRI Study, n°2, 48 pages. URL : <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/mettons-la-mobilite-autonome-sur-la-voie-du-developpement-durable>

SCOOP : véhicules et routes connectés, 2016, Présentation du projet SCOOP, Développement-Durable.gouv. URL : <http://www.scoop.developpement-durable.gouv.fr/presentation-du-projet-scoop-a29.html>

Shanker, S. et al., 2013, Autonomous Cars: Self-Driving the New Auto Industry Paradigm, Morgan Stanley Blue Paper, New York, 109 pages. URL : <https://orfe.princeton.edu/~alaink/SmartDrivingCars/PDFs/Nov2013MORGAN-STANLEY-BLUE-PAPER-AUTONOMOUS-CARS%EF%BC%9A-SELF-DRIVING-THE-NEW-AUTO-INDUSTRY-PARADIGM.pdf>

Sophia Club Entreprises, 2016, PDIE Sophia Antipolis – Les entreprises se mobilisent, Newsletter n°1, 6 pages. URL : http://www.greencode.fr/wp-content/uploads/2017/03/2016.01_Newsletter-Sophia-n1_Actu-mobilit%C3%A9.pdf

Soriano, S., 2019, Deux tiers de la population aura accès à la 5G en 2050, Arcep. URL : <https://www.arcep.fr/actualites/les-prises-de-parole/detail/n/deux-tiers-de-la-population-aura-acces-a-la-5g-en-2025.html>

Syndicat des équipements de la route, 2019, La gestion du patrimoine des équipements de la route d'invite au Sénat, SER. URL : <https://www.equipements-routiers-et-urbains.com/content/la-gestion-du-patrimoine-des-equipements-de-la-route-sinvite-au-senat>

Thébert, M., Levesten, G., 2018, Le véhicule autonome comme objet médiatique, scientifique et social (VACOM), IFSTTAR, 4 pages. URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01989297>

UNECE, 2016, La UNECE ouvre la voie à la conduite automatisée en modifiant la Convention de Vienne sur la circulation routière, United Nations Economic Commission for Europe, URL : <https://www.unece.org/fr/info/media/presscurrent-press-h/transport/2016/unece-paves-the-way-for-automated-driving-by-updating-un-international-convention/la-unece-ouvre-la-voie-a-la-conduite-automatisee-en-modifiant-la-convention-de-vienne-sur-la-circulation-routiere.html>

Verry D., Nicolas J-P., 2005, *Indicateurs de mobilité durable : de l'état de l'art à la définition des indicateurs dans le projet Simbad*. Rapport intermédiaire n°2. 2005.

Vincent S., 2008, *Les " altermobilités " : analyse sociologique d'usages de déplacements alternatifs à la voiture individuelle. Des pratiques en émergence ?*. Sciences de l'Homme et Société. Université René Descartes - Paris V, 2008. Français. tel-00331659

Vincent S., 2008-a, *La structuration de la pratique du covoiturage en France : jeu d'acteurs et institutionnalisation*. ASRDLF, CRDT. Territoires et action publique territoriale : nouvelles ressources pour le développement régional - 45e colloque de l'ASRDLF, 25, 26 et 27 août 2008, Rimouski (UQAR), 2008, Rimouski, Canada. 12 p. halshs-00330357

Wagner, I., 2018, Number of vehicles in use worldwide 2006 – 2015, Statista. URL : <https://www.statista.com/statistics/281134/number-of-vehicles-in-use-worldwide/>

Zanellato, R., Gombault, B., 2019, Étude de la durabilité de la voiture autonome, 143 pages. URL : <https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/fr/object/thesis%3A19573>