



expérimentations
navettes autonomes

Synthèse sur la collecte de Données nécessaires à l'Analyse Socioéconomique et Environnementale des Expérimentations

Ce projet a été financé par le Gouvernement dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir désormais intégré à France 2030, et opéré par l'ADEME



Appel à projet EVRA Expérimentation du véhicule routier autonome
Convention de contractualisation n° 1982C0050

Projet labellisé par 

Information

Livrable L.5.3.1&5.4.1.

Version 1.1 : Approuvée Copil ENA

Date : 15.03.2023

Niveau de diffusion : Public

Auteurs

Louafi Bouzouina – ENTPE

Olivier Klein – ENTPE

Natalia Kotelnikova-Weiler -

Rayan Djeridi – ENTPE

Michel Dauvergne - Université Gustave Eiffel

Daniel Blaustein – ENTPE

Manel Soury – ENTPE

Benoit Lecureux – ENTPE

Chloé Morhain – ENTPE

Relecteurs

Philippe Vezin – Université Gustave Eiffel

Astrid Bocher – Université Gustave Eiffel

Coordinateur

Philippe Vezin – Université Gustave Eiffel

Université Gustave Eiffel

Cité des mobilités - 25 av. François Mitterrand, Case 24

69675 Bron Cedex

France

Tel: +33 4 72 14 23 79

Email : philippe.vezin@univ-eiffel.fr

www.experimentations-navettes-autonomes.fr

Avertissement

Les informations contenues dans ce document sont fournies « en l'état » et aucune garantie n'est donnée quant à leur adéquation à un usage particulier. Les membres du consortium ne seront pas responsables des dommages de toute nature, y compris, sans limitation, les dommages directs, spéciaux, indirects ou consécutifs qui peuvent résulter de l'utilisation de ces matériaux, sous réserve de toute responsabilité obligatoire en raison de la loi applicable. Bien que les efforts aient été coordonnés, les résultats ne reflètent pas nécessairement l'opinion de tous les membres du consortium ENA.

© 2020 Consortium ENA

RESUME EXECUTIF

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre du projet national d'Expérimentation de Navettes Autonomes (ENA) qui participe au développement des véhicules autonomes routiers, et plus particulièrement à leur introduction au sein des réseaux de transports en commun.

Ce livrable a pour objectif de restituer les données recueillies pour l'exercice de l'évaluation socioéconomique et environnementale liée à l'expérimentation de navette autonome, mettant également l'accent sur les méthodes et les outils mobilisés pour obtenir ces données. Ces deux formes d'évaluation étant conduites de manière articulée et concomitante sur les terrains d'étude de Sophia-Antipolis et Cœur de Brenne, nous avons choisi de constituer une synthèse commune sur la collecte de données. Ainsi, ce livrable est le résultat de l'articulation des deux livrables, L5.3.1 et L5.4.1, annoncés en début de projet. Il vient également compléter le livrable L1.2.1, posant le cadre méthodologique de l'évaluation socioéconomique et environnementale avant la mise en place de l'expérimentation, en restituant les données permettant d'affiner les hypothèses et les scénarios initiaux.

Après une brève présentation du contexte de l'étude 1), ce livrable présente successivement 2) les méthodologies mobilisées, notamment l'Analyse Coût-Avantage (ACA) et l'Analyse en Cycle de Vie (ACV), et 3) la définition des scénarios d'étude sur les deux territoires. La collecte des données nécessaires aux analyses, établie à travers un dispositif mixte, est présentée dans la partie 4). Ce recueil est composé d'entretiens auprès d'acteurs et de données quantitatives obtenues via la diffusion d'un questionnaire sur les deux sites d'expérimentation. Les parties 5) et 6) présentent les différentes données recueillies sur les deux terrains d'expérimentation de Sophia Antipolis (CASA) et Cœur de Brenne (CdB).

TABLES DES MATIERES

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	3
2. MÉTHODOLOGIES D'ÉVALUATION	5
2.1. ANALYSE COÛT AVANTAGE (ACA)	5
2.2. ANALYSE EN CYCLE DE VIE (ACV)	7
3. ÉLÉMENTS NÉCESSAIRES À LA CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS	11
3.1. SCÉNARIOS D'USAGE	11
3.2. NATURE DES DONNÉES RECUEILLIES : UNE COMBINAISON ENTRE DES ENTRETIENS ET UNE ENQUÊTE AUPRÈS DES POPULATIONS	12
4. MÉTHODOLOGIE DU RECUEIL DE DONNÉES : UN DISPOSITIF MIXTE	17
4.1. LES ENTRETIENS AUPRÈS D'ACTEURS	17
4.2. L'ENQUÊTE PAR QUESTIONNAIRE	18
4.2.1. Dimensions de la mobilité actuelle	18
4.2.2. Choix des variables et hypothèses	19
4.2.3. Hypothèse d'influence des variables	21
4.2.4. Expérience de choix : préférences déclarées	23
4.2.5. Adaptation du questionnaire à chaque site	24
4.2.6. Redressement de l'échantillon issu des enquêtes par questionnaires	25
5. RESTITUTION SUR LE TERRITOIRE D'APPLICATION DE SOPHIA ANTIPOLIS (CASA)	27
5.1. CONTEXTE ET SERVICE MIS EN PLACE	27
5.2. L'ENQUÊTE PAR QUESTIONNAIRE À CASA	29
5.3. REDRESSEMENT DE L'ENQUÊTE À CASA	33
5.4. STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'ÉCHANTILLON REDRESSÉ	35
5.5. DONNÉES NÉCESSAIRES À L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE	39
5.5.1. Données recueillies via l'enquête	39
5.5.2. Données recueillies par les entretiens	42
5.5.3. Données issues de la bibliographie et des hypothèses	45
5.6. DONNÉES NÉCESSAIRES À L'ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE	45
5.6.1. Scénario de référence	45
5.6.2. Scénario projet	48
6. RESTITUTION SUR LE TERRITOIRE D'APPLICATION DE CŒUR DE BRENNE (CdB)	55
6.1. CONTEXTE ET SERVICE MIS EN PLACE	55
6.2. L'ENQUÊTE PAR QUESTIONNAIRE À CdB	57
6.3. REDRESSEMENT DE L'ENQUÊTE À CdB	59

6.4. STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'ÉCHANTILLON REDRESSÉ	61
6.5. DONNÉES NÉCESSAIRES À L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE	64
6.5.1. Données recueillies via l'enquête.....	64
6.5.2. Données recueillies par les entretiens.....	65
6.6. DONNÉES NÉCESSAIRES À L'ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE	65
6.6.1. Scénario de référence.....	65
6.6.2. Scénario projet.....	67
7. CONCLUSION GÉNÉRALE	73
8. RÉFÉRENCES	75
ANNEXE A : LISTE DES VARIABLES À INTEGRER LORS DE LA MODELISATION DU SYSTÈME TECHNIQUE DE LA NAVETTE A CASA ISSUES DE KOTELNIKOVA (2022)	77
ANNEXE B : DICTIONNAIRE DES VARIABLES UTILISÉES DANS LE QUESTIONNAIRE	97
ANNEXE C : FLYER D'INVITATION À PARTICIPER À L'ENQUÊTE CASA.....	99
ANNEXE D : COURRIERS ENVOYÉS AUX RÉSIDENTS POUR LA PARTICIPATION À L'ENQUÊTE CŒUR DE BRENNE	101
ANNEXE E : MANUEL DE L'ENQUÊTEUR.....	103
➤ Pensez à proposer un rendez-vous à un autre horaire si la personne n'est pas disponible dans l'instant. .	112

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

En France, des mesures législatives ont permis la mise en place des modes de transport automatisés sur le territoire, uniquement à des fins d'expérimentation. L'État cherche également à apporter un soutien financier aux projets de transport automatisé. C'est de cette manière qu'a été créé le projet « Expérimentations Navettes Autonomie » (ENA), dont le but était de réaliser l'expérimentation d'un transport public automatisé grâce à une navette sur deux territoires : un service du dernier kilomètre pour compléter l'offre de transport en commun dans la technopole située dans la communauté d'agglomération de Sophia Antipolis (CASA), et un service de courte distance afin de relier quatre communes dans un environnement rural au sein de la communauté de commune de Cœur de Brenne (CdB) dans l'Indre.

Un des objectifs finaux dans ce projet est de proposer une méthodologie permettant de réaliser l'évaluation socioéconomique et environnementale d'un système de transport avec une délégation de conduite totale. Les véhicules automatisés étant encore en expérimentation, la réalisation de ces deux évaluations avec les méthodologies actuelles associées comporte certaines limites et incertitudes, car ces dernières ne prennent pour le moment pas en compte les aspects liés à la délégation de conduite au véhicule.

Pour rappel, un précédent travail portant sur la définition du cadre méthodologique de l'évaluation socioéconomique et environnementale d'un service de navette automatisée et pour lequel une première évaluation socioéconomique *ex ante* a été réalisée sur le territoire de CASA ainsi que les projections du service sur différents horizons temporels, a été livré (Bouzouina et al. 2021). Nous avons fait le choix de conserver la base méthodologique indiquée dans ce livrable concernant les évaluations à savoir l'Analyse Coût-Avantage (ACA) et l'Analyse de Cycle de Vie (ACV).

Cependant, quelques éléments ont changé depuis la réalisation de ce rapport, dont le cadre méthodologique reposait sur des hypothèses et des estimations avant l'expérimentation du service de navette automatisée. Nous avons depuis eu accès à de nouvelles informations, notamment grâce à la réalisation des enquêtes sur le territoire, mais également sur les retours issus de l'expérimentation du service par les individus et par l'exploitant. Par exemple, nous avons réalisé lors des entretiens avec les acteurs du territoire de CASA que le scénario de référence retenu, qui consistait à mettre en place une flotte de vélos en libre-service, pourrait poser des problèmes de réalisation à cause des déplacements pendulaires qui entraînerait un manque d'offre à certains endroits selon l'heure de la journée. Une redéfinition du scénario de référence initial a donc été nécessaire. D'autres adaptations du cadre méthodologique initial, viennent de la volonté de mener les deux analyses socioéconomique et environnementale, conçues de manière complémentaire et interactive, avec un niveau d'imbrication plus important et suivant les mêmes hypothèses et scénarios plausibles.

Pour le territoire de Cœur de Brenne, aucune évaluation *ex ante* n'avait été encore réalisée et un changement a été effectué au niveau du constructeur en charge de fournir la navette automatisée. Ce territoire rural, dans lequel les différentes communes desservies pour l'expérimentation sont reliées, par des routes départementales où la vitesse maximale autorisée est de 80km/h. Il a donc fallu faire appel à un constructeur capable de fournir une vitesse de service suffisante pour pouvoir circuler sur des départementales avec un temps de parcours permettant limiter les problèmes sur la route à la suite d'un écart de vitesse important. L'exploitant Berthelet s'est donc orienté vers le constructeur de navette Milla Group qui a pu fournir une navette automatisée pouvant atteindre les 50 km/h.

De plus, l'expérimentation du service sur le territoire ainsi qu'une enquête ont pu être réalisées, ce qui nous permettra comme pour CASA de réaliser les évaluations indiquées dans le précédent livrable est de mettre en commun certains éléments de ces dernières pour parvenir à une analyse plus détaillée du service automatisé.

L'objectif de ce livrable est de restituer les données nécessaires à la réalisation des évaluations socioéconomique et environnementale et d'explicitier les modifications apportées suite aux nouvelles connaissances produites à l'issue des deux expérimentations. Pour parvenir à mettre en place cette méthodologie, et suivant le parti-pris consistant à mener les deux types d'évaluation de manière concomitante et communicante, nous avons décidé de mutualiser les comptes rendus d'investigation pour l'évaluation socioéconomique (livrable 5.3.1) et les rapports de collecte et de traitement de données pour l'évaluation environnementale (livrable 5.4.1). Ce choix de regrouper ces deux livrables est cohérent avec le cadre méthodologique élaboré dans le livrable précédent, qui avait fait lui-même l'objet d'un regroupement des deux volets socioéconomique et environnemental de l'évaluation (Bouzouina et al., 2021).

Afin de préparer les inputs nécessaires à la réalisation des évaluations du service de navettes automatisées, il est nécessaire de recueillir des données de natures multiples, suivant différentes méthodes d'acquisition :

- La réalisation d'entretiens avec les différents acteurs concernés par la réalisation du projet de navette automatisée afin de pouvoir intégrer les éléments relatifs aux coûts de la mise en place du service, ainsi que les effets attendus par ce dernier en retour.
- L'élaboration d'une revue de la littérature scientifique et de la littérature grise sur les coûts/effets d'un service de navette automatisée, ainsi que les facteurs déterminants de son usage.
- La mise en place d'enquêtes sur les pratiques de mobilité, de manière générale, et sur l'usage du service de la navette automatisée, en particulier, auprès de l'ensemble de la population du territoire. Ces enquêtes contiennent une partie consacrée à saisir les préférences déclarées des individus (scénarios hypothétiques), ce qui permet d'établir des modèles de prévision de la demande et de mettre en place les différents scénarios d'évolution du service/usage et les bilans socioéconomiques et environnementaux associés.

Au cours de ce rapport, nous allons tout d'abord effectuer un bref rappel sur les méthodologies d'évaluation de manière à pouvoir rappeler leurs objectifs ainsi que les données nécessaires à collecter pour leur réalisation. Ensuite, nous présenterons les différentes méthodologies utilisées en lien avec le recueil, le traitement ainsi que l'usage des données qui seront mobilisées. Puis, nous porterons les deux prochaines parties sur les deux terrains d'étude et plus précisément sur les données spécifiques à chacun de ces territoires et à leurs utilisations dans la perspective de calibrage de la méthode d'évaluation socioéconomique et environnementale d'un service de navette automatisée. Enfin, nous présenterons les statistiques descriptives issues des enquêtes réalisées sur les deux terrains afin de fournir quelques éléments de connaissance sur les populations interrogées et leurs pratiques de mobilité, à travers une focale sur la pratique modale et le potentiel de l'usage des transports collectifs, de manière générale, et de la navette automatisée, en particulier.

Objectifs du Livrable

- Restituer les données nécessaires à la réalisation des évaluations socioéconomique et environnementale
- Explicitier les modifications apportées suite aux nouvelles connaissances produites à l'issue des deux expérimentations de Sophia Antipolis et Cœur de Brenne

2. METHODOLOGIES D'ÉVALUATION

2.1. ANALYSE COUT AVANTAGE (ACA)

Le travail d'évaluation peut se dérouler durant trois temps différents :

- 1) Avant la réalisation du projet (ex ante), de cette manière l'évaluation apparaît comme un outil d'aide à la prise de décision permettant d'anticiper aussi bien les avantages que les inconvénients du projet afin de pouvoir décider si ce dernier est réalisable ou non et à quelles conditions ;
- 2) Au cours du projet (in itinere), dans le but de faire une mise au point sur la cohérence et la pertinence des choix et les aspects du projet à améliorer ;
- 3) À la fin du projet (ex post) pour laquelle l'objectif est de dresser un bilan du projet à partir des données produites et de faire une comparaison avec les précédentes évaluations, afin d'observer les différents écarts obtenus et réaliser un retour d'expérience permettant d'améliorer les futures évaluations à réaliser. L'évaluation de projet de transport est donc toujours améliorée grâce aux précédents travaux permettant de mettre en lumière certaines limites de la méthodologie ainsi que des pistes permettant de les contourner.

Dans le cadre du travail d'évaluation socioéconomique, nous souhaitons savoir si la mise en place d'un système de transport public, via un service de navette automatisée de niveau 4 (délégation de conduite totale), serait rentable pour un début d'exploitation prévu pour 2022 et sous quelles conditions. Nous nous positionnons donc sur une évaluation socioéconomique via la réalisation d'une analyse coût-avantage (ACA) en nous appuyant sur la méthodologie du précédent livrable (Bouzouina et al., 2021).

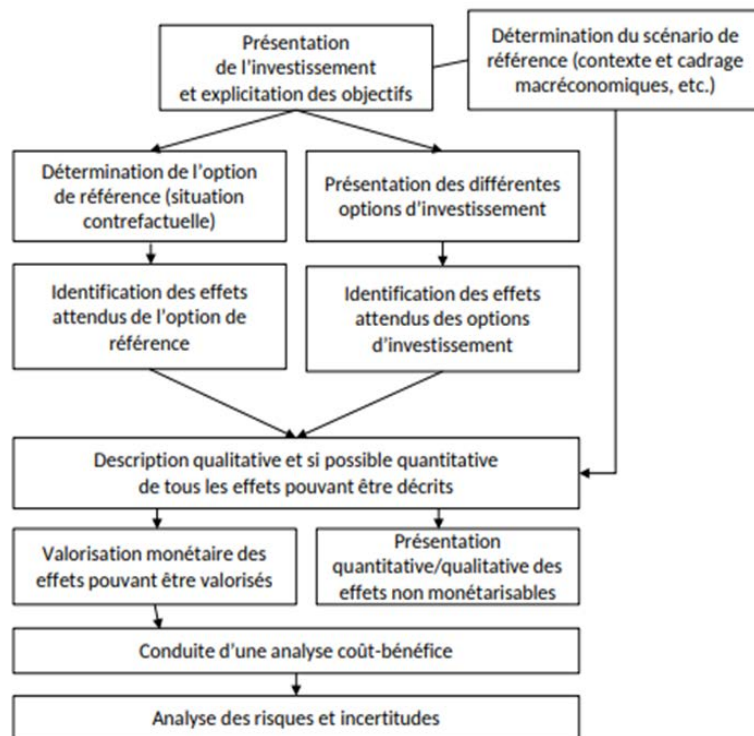


FIGURE 1 : ÉTAPES DE LA DEMARCHE D'ÉVALUATION SOCIOÉCONOMIQUE PAR FRANCE STRATÉGIE (2017)

Le travail d'évaluation socioéconomique n'est que partiellement couvert dans ce rapport. En effet, la partie conduite de l'analyse coût-avantage ainsi que la partie d'analyse des risques et incertitudes montrées sur la Figure 1 feront partie du rapport illustrant les résultats des différentes évaluations réalisées et seront donc présentées dans ce dernier.

Au cours du précédent livrable portant sur le cadrage méthodologique des différentes évaluations, nous avons posé la méthodologie de l'analyse socioéconomique via l'ACA, pour laquelle, les hypothèses suivantes ont été réalisées :

- Contrairement à la précédente évaluation, nous n'évaluons plus le service avant son expérimentation, mais après exploitation.
- Nous réaliserons une évaluation socioéconomique ex post, avec un bilan avant-après, mais s'agissant d'une expérimentation, elle s'apparente davantage à une évaluation de suivi. Ensuite, nous établirons des évaluations sur la base de scénarios construits à partir de l'évolution du système technique (niveau 4...).
- Nous avons constaté une plus grande implication du constructeur dans l'exploitation, ce qui engendre des coûts supplémentaires par rapport à ceux envisagés dans la première évaluation.
- Le périmètre d'évaluation se situant sur l'Avenue Roumanille, nous prenons donc en compte tous les déplacements ayant pour destination cette dernière peu importe le point de départ et peu importe le motif pour CASA.
- Le périmètre d'évaluation de CdB est le même que celui de l'expérimentation c'est-à-dire une desserte de quatre communes: Mézières-en-Brenne, Martizay, Azay-le-Ferron et Paulnay. Tous les motifs sont également pris en compte pour cette évaluation.
- Pour permettre une réalisation conjointe des deux méthodologies d'évaluation, socioéconomique et environnementale, une nouvelle durée d'évaluation fixée à 2 ans a été décidée.
- Dans le cas de CASA, une nouvelle situation de référence plus représentative de la mobilité actuelle du territoire a été réalisée, car l'ancien scénario portant sur l'usage d'un service de vélos en libre-service (VLS) pour compléter le service de bus à haut niveau de service (BHNS) en site propre est considéré comme peu réaliste.
- Nous avons fait le choix de conserver les données financières obtenues au cours du dernier rapport pour la situation de projet en prenant en compte les différents taux d'évolution indiqués de manière à mettre à jour les valeurs. De plus, dans le cas de CDB, certaines données seront conservées et d'autres mises à jour en raison d'un constructeur de navette différent.
- Les données liées à la performance du service sont identiques à celles observées dans le cas de l'expérimentation du service et seront modifiées dans les différents scénarios mis en place dans le prochain livrable
- Certaines données issues de l'analyse environnementale du service seront intégrées dans l'ACA si ces dernières peuvent être monétarisées à l'aide de valeurs tutélaires. De cette manière, il sera possible d'intégrer des effets propres aux véhicules automatisés.

2.2. ANALYSE EN CYCLE DE VIE (ACV)

L'analyse de cycle de vie est une méthode d'évaluation environnementale permettant de quantifier les impacts potentiels d'un produit ou d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie de la production à la fin de vie des matériaux et suivant une approche multicritère. Cette méthode est normalisée et procède en 4 étapes : définition de l'objectif et du champ de l'étude (étape de cadrage), construction de l'inventaire de flux prélevés ou émis vers les milieux naturels, et quantification des impacts associés et interprétation des résultats.

Le livrable L1.2.1 présente les choix méthodologiques fixant le cadrage de la présente étude. En résumé :

- Le choix a été fait de se placer dans le cadre d'une ACV-C, c'est-à-dire une évaluation de cycle de vie conséquentielle qui s'attache à quantifier les impacts des conséquences directes et indirectes de l'introduction du service automatisé dans le territoire étudié. Pour cela, l'évaluation par ACV-C du service automatisé procède par une comparaison entre la situation de projet, ses scénarios et la situation de référence afin de quantifier les impacts environnementaux du service et de ses conséquences et ce pour les deux terrains d'étude, CASA et Cœur de Brenne.
- Le périmètre géographique auquel se limite l'étude porte sur la "zone d'influence" du service, c'est-à-dire la partie du territoire pour lequel l'introduction du service automatisé est susceptible de modifier la répartition modale des déplacements.
- Le cadre temporel de l'évaluation est fixé à une durée de 2 ans avec une mise en service des navettes automatisées en 2022.
- Dans la logique conséquentielle, seuls les déplacements affectés par le service automatisé sont étudiés.
- Le dispositif technique mobilisé pour réaliser cet ensemble de déplacements couvre à la fois le système existant dans la situation de référence auquel vient s'ajouter, dans la situation de projet, le service automatisé. Nous avons cherché à harmoniser le périmètre technologique entre les différents modes utilisés : sans chercher l'exhaustivité, nous avons privilégié l'introduction dans le périmètre d'étude des systèmes techniques différenciant les modes - les véhicules de capacités différentes, l'infrastructure passive et connectée et les moyens de supervision supplémentaires qui diffèrent entre les modes conventionnels et le mode automatisé. Cette harmonisation est délicate à réaliser en pratique par manque de données notamment concernant les systèmes de supervision des transports en commun conventionnels.
- Enfin, les conséquences directes et indirectes de l'introduction du service automatisé sur le territoire sont décrites dans les diagrammes de causalité présentés dans le livrable 1.2.1 (Bouzouina et al., 2021) pour le court, moyen et long terme. En pratique, compte tenu de la durée d'observation permise par les expérimentations, seuls le report modal et la demande induite ont pu être intégrés dans le périmètre d'étude. Ces phénomènes sont quantifiés, pour la situation de projet et ses scénarios, grâce à la modélisation transport réalisée dans le cadre de l'ACA.

- L'unité fonctionnelle choisie pour cette étude s'exprime comme suit : "assurer le transport de l'ensemble de passagers X sur une période donnée " et est précisée suivant le terrain d'étude. Pour le territoire de Cœur de Brenne, où le service automatisé est conçu pour donner accès aux habitants à l'ensemble des aménités des 4 communes, l'UF est d'"Assurer le transport de passagers entre les communes de Martizay, Azay-le-Ferron, Paulnay et Mézières-en-Brenne ". Tandis que sur CASA le service automatisé est conçu comme un service de dernier kilomètre pour les déplacements pendulaires de travailleurs de l'avenue Roumanille, alors l'UF est définie comme "Assurer le transport des employés de l'avenue Roumanille (entre les 5 arrêts définis) aux heures de pointe (du lundi au vendredi, de 7h30-9h30 ;11h45-14h15 ;16h30-19h30). Dans la situation de référence ces déplacements sont réalisés avec les transports collectifs (TC) et les voitures particulières (VP) tandis que dans la situation de projet, la navette automatisée reprend une partie de ces déplacements et elle est susceptible de générer des déplacements supplémentaires.

Une fois le cadre de l'étude clairement défini, la méthodologie guide l'étape de l'inventaire de cycle de vie, i.e. la collecte des données nécessaires à l'évaluation. Ces dernières sont de deux types. Certaines concernent les caractéristiques du dispositif technique, c'est-à-dire des différents modes de transports utilisés (dont les navettes automatisées dans la situation de projet), et d'autres relèvent des « données d'usage », i.e. les données d'utilisation de ces différents modes de transports dans les situations étudiées. Ceci permet de déterminer les impacts produits par le système technique et de le ramener à l'usage via l'unité de référence choisie - le passager.kilomètre (cf. schéma ci-dessous).

Tout cela va nous permettre, grâce à un logiciel et une base de données d'ACV, de modéliser l'inventaire de cycle de vie pour l'unité fonctionnelle dans la situation de référence et dans la situation de projet afin d'en quantifier les impacts environnementaux puis les résultats pourront être comparés.

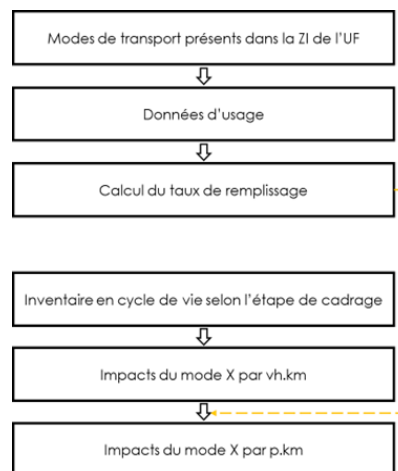


FIGURE 2 : MODELISATION DE L'INVENTAIRE DE CYCLE DE VIE DE L'UNITE FONCTIONNELLE PAR BOUZOUINA ET AL. (2021)

Les caractéristiques du dispositif technique récoltées via l'enquête mobilité portent sur l'ensemble des modes de transport du périmètre d'étude, c'est-à-dire l'ensemble des modes de transport de la zone d'influence du service automatisé dont l'usage est modifié suite au déploiement de celui-ci. Ces caractéristiques permettront de déterminer les impacts environnementaux de ces différents modes. Il s'agit donc essentiellement de données concernant le type de véhicules (car, bus, véhicules légers, navettes), leur taille ou capacité, leur motorisation (diesel, essence, électrique), l'année de leur immatriculation donnant des indications sur leurs niveaux d'émissions ainsi que leur durée de vie. Il s'agit également de caractériser les autres dispositifs techniques, équipant l'infrastructure ou utilisés pour la supervision, mobilisés dans le fonctionnement de ces modes.

Pour la situation de référence, l'ensemble des véhicules de transports en commun de la zone d'influence, ainsi que le parc roulant de véhicules particuliers permettant d'effectuer les déplacements tels que définis dans le périmètre d'étude doivent être caractérisés. En ce qui concerne l'infrastructure et la supervision des services de transport en commun, les données n'étant pas disponibles, ces dispositifs n'ont pas pu être caractérisés ce qui risque d'introduire une distorsion des résultats d'évaluation environnementale en faveur des transports en commun puisque les impacts du système de supervision et d'exploitation des services ne sont pas évalués. Cependant nous faisons l'hypothèse que, compte tenu de la forte mutualisation de ces équipements, la part des impacts environnementaux qu'ils sont susceptibles de représenter est faible.

Pour la situation de projet, la navette automatisée s'ajoute au dispositif technique existant. Le système technique de la mobilité automatisée repose sur un ensemble de composants - capteurs, calculateurs et systèmes de télécommunication embarqués sur le véhicule, débarqués sur l'infrastructure ou implantés dans le centre de supervision.

La construction de l'inventaire de cycle de vie du système technique de la navette automatisée s'appuie sur le modèle générique et paramétré présenté dans le rapport technique "Analyse de cycle de vie des systèmes techniques de la mobilité automatisée" (Kotelnikova Weiler et Feraille Fresnet, 2022). Ce modèle est conçu pour évaluer les impacts environnementaux de véhicules légers et de navettes automatisées dans leur usage comme véhicules particuliers ou au sein de services de mobilité. Son instanciation nécessite la collecte de données caractérisant les composants, les architectures (assemblages de composants permettant de réaliser une fonction mobilisée dans l'automatisation) et le cas d'usage du service automatisé.

L'ensemble des sous-systèmes pouvant être mobilisés est représenté dans la figure ci-dessous.

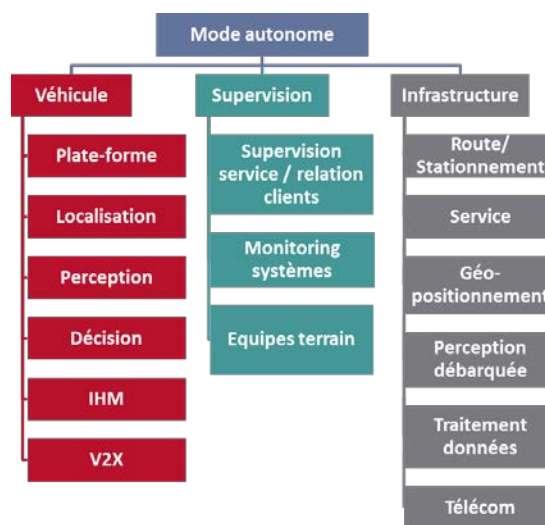


FIGURE 3 : SYSTEMES TECHNIQUES DE LA MOBILITE AUTOMATISEE. REALISATION KOTELNIKOVA -WEILER

Afin de caractériser les navettes automatisées déployées, il s'agit donc dans un premier temps d'identifier quels systèmes techniques sont effectivement mobilisés dans le service déployé, puis de les caractériser à travers plusieurs paramètres. On identifie des caractéristiques comme le poids, la puissance électrique et la durée de vie des composants, le nombre et le type de composants (capteurs, calculateurs, unités de télécommunication) dans les sous-systèmes mobilisés, l'usage fait du véhicule (sa vitesse, son itinéraire) et les volumes de données transmises via différentes technologies de télécommunication ainsi que des éléments de contexte comme le flux de trafic de véhicules connectés afin d'évaluer le niveau de mutualisation des équipements de l'infrastructure.

Les données d'usage collectées portent également sur l'ensemble des modes du périmètre d'étude. Premièrement, il s'agit de données sur les taux de remplissage des véhicules. Elles permettront de ramener les impacts environnementaux de chaque mode utilisé à l'unité de référence, le passager.kilomètre. Deuxièmement, il s'agit des caractéristiques, répartition modale et distances parcourues, des déplacements effectués correspondant à l'unité fonctionnelle décrite plus haut.

Dans la situation de référence, les taux de remplissage des véhicules de transport en commun et des voitures particulières permettent de déterminer leurs performances environnementales unitaires (pour l'unité de référence, le passager.kilomètre). Puis, les caractéristiques des déplacements effectués (nombre de passagers.kilomètre par mode) permettront de déterminer les impacts environnementaux totaux pour l'ensemble des déplacements de l'unité fonctionnelle dans cette situation sans service automatisé.

Dans la situation de projet, les conséquences (report modal et demande induite) du déploiement du service automatisé doivent être quantifiées. Elles sont susceptibles de modifier les performances environnementales des modes conventionnels (leur taux de remplissage pouvant être modifié) et la répartition modale de l'ensemble des déplacements de l'unité fonctionnelle (nombre de passagers.kilomètre par mode). La demande induite vient s'ajouter à la demande de déplacements de la situation de référence. Nous ferons l'hypothèse que dans la situation de référence ces déplacements n'avaient pas lieu en véhicule.

La collecte de données concernant les dispositifs techniques s'est appuyée sur :

- L'enquête de mobilité (présentée dans la suite) qui a permis d'identifier les modes utilisés pour les déplacements de l'unité fonctionnelle ainsi que les caractéristiques techniques des VP ;
- Les entretiens d'acteurs du territoire, notamment l'exploitant du réseau de TC, qui nous ont permis de récolter les caractéristiques techniques des TC ;
- Un questionnaire auprès du constructeur de la solution d'automatisation, Navya, afin de caractériser les dispositifs techniques des navettes automatisées ;
- Les données dites "passives" issues de l'exploitation des navettes automatisées par Navya et initialement prévues dans le projet n'ont pas pu être exploitées faute de transmission ;
- Les données manquantes, notamment concernant les systèmes techniques de l'automatisation, ont été récoltées dans la littérature scientifique et technique.

En ce qui concerne les données d'usage, la collecte de données s'est appuyée sur :

- Les entretiens d'acteurs du territoire afin de collecter les taux de remplissage des TC ;
- L'enquête mobilité pour caractériser les déplacements de l'unité fonctionnelle dans la situation de référence ;
- L'enquête mobilité, pour caractériser les préférences déclarées des usagers de la navette qui seront utilisées dans un modèle de choix du mode de transport, afin de déterminer l'usage de la navette automatisée et ses conséquences sur le territoire pour différents scénarios.

Ce recueil de données permettra de modéliser le système de l'étude et d'appréhender les impacts de ce dernier. L'ACV étant une démarche itérative, les résultats sont cependant modifiés au gré des scénarios envisagés, eux-mêmes découlant d'une réflexion formalisée. Chaque nouveau scénario implique des modifications dans les données considérées et aboutit à une nouvelle modélisation et donc à de nouveaux impacts.

3. ÉLÉMENTS NECESSAIRES A LA CONSTRUCTION DES SCENARIOS

3.1. SCENARIOS D'USAGE

La situation de projet est un scénario basé sur la définition d'une nouvelle offre de service de navette avec conduite automatisée, et son évolution au cours de sa durée de vie. Les différentes options de projet permettent de réaliser des études de sensibilité aux variables de conception de ce service. Ces scénarios sont élaborés par l'équipe des évaluateurs lors d'ateliers collectifs à partir de l'offre expérimentée dans le projet ENA. L'élaboration des scénarios passe notamment par la définition des variables suivantes: coût du déplacement, temps d'accès, temps d'attente, temps de parcours, étendue du système. Cette scénarisation permet de construire les données caractérisant les systèmes techniques et l'usage des services pour différentes options de projet.

Concernant les dispositifs techniques, les scénarios de projet doivent préciser les hypothèses portant sur les systèmes techniques mobilisés. Il s'agit, notamment de l'évolution du système d'automatisation des véhicules, de l'usage fait des infrastructures connectées et des modifications du système de supervision induites par le passage vers des niveaux d'automatisation plus élevés et plus matures. Ces hypothèses doivent être cohérentes avec le cadre temporel (la durée de vie du service) plus long que pour l'expérimentation, la portée géographique de la nouvelle offre (qui peut également être plus grande que celle du service expérimenté), la qualité de service attendue (par exemple une conduite plus fluide ou plus rapide pour la nouvelle offre imaginée que celle expérimentée) et les performances techniques des composants mis en œuvre (des composants produits en série par exemple par opposition aux composants prototypes).

Afin de construire les données d'usage et quantifier les conséquences du déploiement du service automatisé sur le système de transport dans lequel il s'inscrit, nous allons implémenter les données de préférences déclarées récoltées lors de l'enquête dans un modèle multiagent afin d'obtenir les nouvelles parts modales hypothétiques en tenant compte de la nouvelle offre. Nous pourrions alors avoir les p.km pour chaque mode ce qui constituera les données d'usage du scénario envisagé. L'ensemble du processus du cadrage de l'étude à l'évaluation des impacts est représenté schématiquement dans la figure ci-dessous :

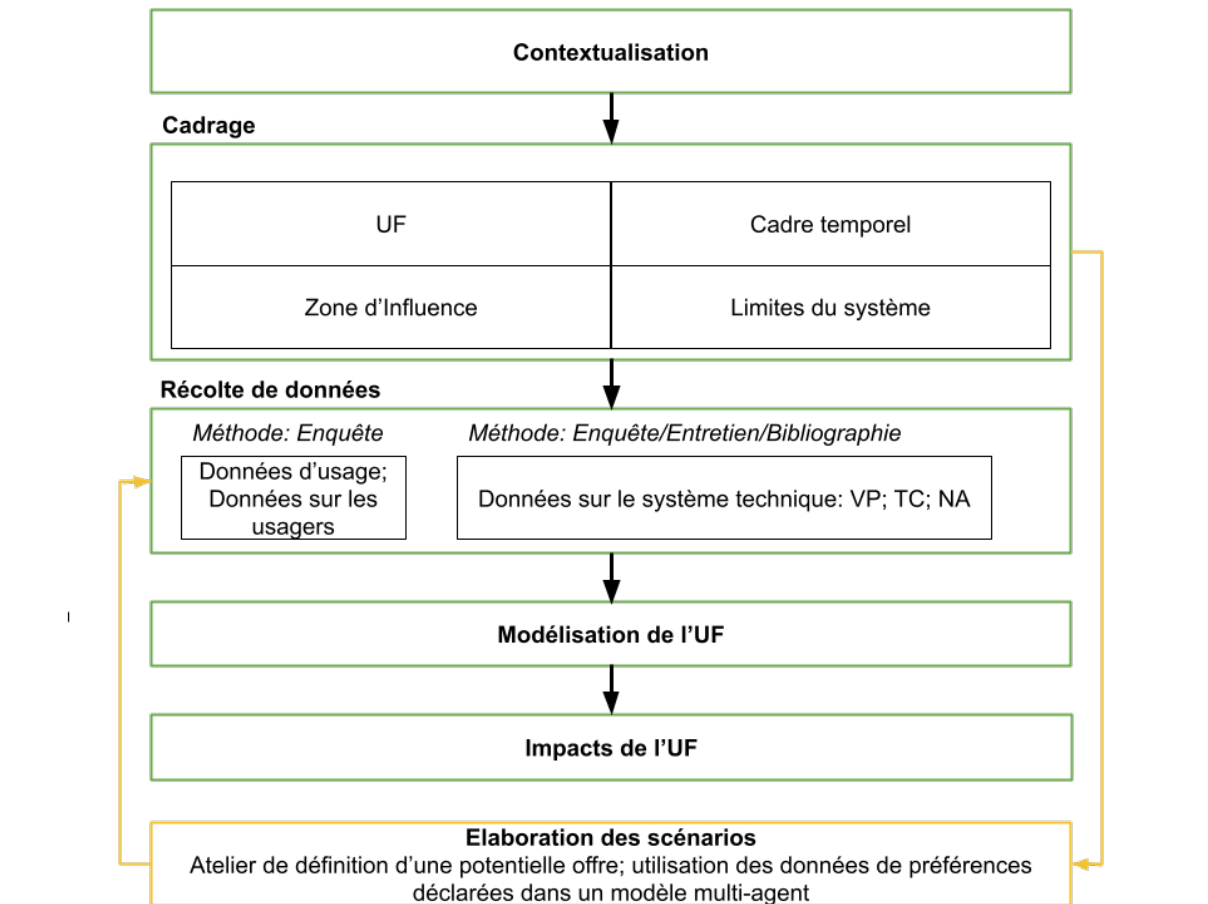


FIGURE 4 : ENSEMBLE DES ETAPES D'UNE ACV ENRICHI A PARTIR DE BOUZOUINA ET AL. (2021)

3.2. NATURE DES DONNEES RECUEILLIES : UNE COMBINAISON ENTRE DES ENTRETIENS ET UNE ENQUETE AUPRES DES POPULATIONS

Les données collectées pour le besoin d'évaluation socioéconomique (ACA) et environnementale (ACV) sont de nature et de source différentes. Pour faciliter la coordination de cette collecte, nous avons réalisé un tableau dans lequel nous avons séparé les différentes données à collecter en différentes catégories comme les informations sur les usagers, les modes de transport présent sur le territoire ou bien encore des données sur la navette autonome. Nous avons ensuite indiqué les objectifs recherchés de la collecte, en spécifiant dans quel type d'évaluation ces données seront intégrées, de manière à voir quels seront les données communes aux deux méthodes d'évaluation.

TABLEAU 1 : DONNEES NECESSAIRES A L'ANALYSE SOCIOECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

	Données à collecter	Intérêt de la donnée	Usage en ACA	Usage en ACV	Méthode de recueil
Données d'usage	Nombre d'usagers total du système de transport Nombre d'usagers dans chaque mode (dont la navette automatisée) Nombre de véhicules pour chaque mode (dont la navette automatisée) Nombre de kilomètres parcourus pour chaque mode (dont la navette automatisée) Temps de parcours pour chaque mode de transport Coût d'usage des différents modes utilisés	Intégrer des paramètres d'initialisation dans les modèles d'évaluation propre au territoire étudié	OUI	OUI	Traitement de données à partir de l'enquête de mobilité Littérature pour certaines valeurs
Données sur le système technique (pour les VP)	Taille du véhicule Première année d'immatriculation Carburant du véhicule	Adapter les procédés utilisés dans la modélisation	NON	OUI	Enquête auprès des utilisateurs de VP parmi les étudiants, actifs et les habitants
Données sur le système technique (pour les TC)	Durée de vie du véhicule Capacité du véhicule Fréquentation par véhicule (journalière) Nombre de kilomètres parcourus par véhicule Carburant du véhicule Nombre de véhicules affectés ?	Vérifier que les procédés utilisés dans la modélisation sont pertinents	OUI	OUI	Entretien avec l'exploitant du réseau de TC
Données sur le système technique (pour la NA)	Le nombre, la durée de vie, le poids et la consommation/capacité ainsi que la quantité de données transmises des composants techniques du système qu'ils soient embarqués ou débarqués, de la batterie ou encore de la plateforme Coûts et fréquences de la maintenance du véhicule lié à la technologie automatisée Influence du constructeur sur la qualité de l'exploitation proposée par le véhicule automatisé Infrastructure mise en place pour faciliter l'exploitation du véhicule automatisé	Adapter les méthodologies de l'évaluation en intégrant les caractéristiques propres à la mobilité automatisée	OUI	OUI	Entretiens avec le constructeur et l'exploitant de la NA

	Données à collecter	Intérêt de la donnée	Usage en ACA	Usage en ACV	Méthode de recueil
Données sur l'offre mise en place	Infrastructure (type d'aménagement, longueur, coût...) Navette (nombre, heure de fonctionnement, capacité, coûts, effets du service...) Main-d'œuvre (nombre, coût ...)	Réaliser une analyse socioéconomique liée à la mise en place du service de navette automatisée selon le territoire étudié	OUI	NON	Entretiens avec les acteurs du projet (exploitant, constructeur, territoire...) Rapport et littérature scientifique
Données sur les usagers	Caractéristiques sociodémographiques (Âge, genre, CSP...) Motif de déplacement Nombre de déplacements Origine-destination (Coordonnées XY si possible) Raisons de non-usage de la navette automatisée (sécurité, confort...) Facteurs jouant sur un potentiel usage de la technologie (amélioration du service...)	Établir la population susceptible d'utiliser la navette automatisée Connaître les déplacements favorisant l'usage de la navette	OUI	OUI	Enquête de mobilité (base personne et base déplacement)

À partir de ce tableau des données nécessaires, voici un bref descriptif des variables décrites :

Les données d'usages :

- Le nombre d'usagers total du système de transport est obtenu en comptabilisant le nombre de personnes se déplaçant dans la zone d'influence du service étudié.
- Le nombre d'usagers dans chaque mode est obtenu via la collecte du mode utilisé pour chaque déplacement.
- Le nombre de véhicules dans chaque mode est obtenu en comptabilisant le nombre de véhicules utilisés afin d'effectuer la totalité des déplacements.
- Le nombre de kilomètres parcourus dans chaque mode est obtenu via la collecte du nombre de kilomètres parcourus pour chaque déplacement.
- Le temps de parcours est obtenu via l'enquête de mobilité réalisée sur chacun des territoires dans lequel ces derniers ont dû renseigner le temps de chacun des trajets réalisés. Une vérification de ces temps a été réalisée via un scrapping de certaines OD avec des temps de parcours déclarés incohérents avec le trajet réalisé.
- Le coût d'usage du mode de transport est calculé avec le scrapping Mappy des OD indiquées dans l'enquête et pour lesquels Mappy indique le coût de transport pour l'usage de la voiture au km. Pour l'usage TC, nous avons attribué le coût d'usage d'un ticket à l'unité si l'enquêté indiquait ne pas avoir d'abonnement et le coût d'un abonnement mensuel divisé par le nombre de jours pour obtenir un coût journalier dans le cas contraire.

Les données sur le système technique pour les véhicules personnels :

- La taille du véhicule en 3 modalités : Small, Medium, Large.
- La première année d'immatriculation du véhicule en 3 modalités : Euro 3, Euro 4, Euro 5.
- Le carburant du véhicule en 4 modalités : Diesel, Petrol, Electric, GPL.

Les données sur le système technique pour les transports en commun :

- Durée de vie du véhicule en année
- Capacité du véhicule en nombre de personnes
- Fréquentation par véhicule est obtenue en comptabilisant le nombre de passagers par jour par véhicule
- Le nombre de kilomètres parcourus par véhicule peut être donné par jour ou sur toute la durée de vie.
- Le type de carburant du véhicule
- Le nombre de véhicules affectés par ligne de TC

Les données sur le système technique pour la navette autonome :

- Le nombre et la durée de vie des équipements d'automatisation du véhicule (capteurs, calculateurs).
- Le poids et la durée de vie du véhicule sans la batterie et de la batterie.
- La consommation électrique du véhicule et des équipements d'automatisation (par exemple au kWh/100km).
- La quantité de données échangées entre le véhicule et le centre de supervision.
- Le nombre et la durée de vie des équipements d'automatisation de l'infrastructure (capteurs, calculateurs, télécommunication).

Les données sur la mise en place du service de navette autonome :

- Pour estimer la rentabilité du projet pour les différents acteurs, il est important de connaître les différents investissements réalisés sur l'infrastructure routière pour permettre l'exploitation du service comme le montant de ces derniers, les différents ajouts, la distance...
- Il est également nécessaire d'avoir accès à certains éléments financiers de la navette comme son prix d'acquisition, le nombre de navettes achetées, la main-d'œuvre nécessaire pour permettre son exploitation ou bien encore les coûts liés au fonctionnement du service.

Les données sur les usagers de la navette autonome :

- Les données sociodémographiques (Âge, genre, CSP...) indiquées dans l'enquête de manière à pouvoir établir un profil d'utilisateur ou de non-utilisateur du service de navette automatisée.
- Le motif de déplacement permet de savoir quels sont les trajets types réalisés avec la navette et permet également d'attribuer une valeur du temps à ces différents trajets.
- Le nombre de déplacements est utilisé pour déterminer une fréquence d'usage du service par les enquêtés.
- L'origine et la destination permettent de connaître le trajet des individus, mais également de pouvoir déterminer les différentes alternatives de transport à leur disposition, puis de comparer les effets de ces différents trajets sur l'utilisateur.
- Les raisons du non-usage et facteurs jouant sur le potentiel usage de la navette sont des questions que nous avons posées dans l'enquête afin de déterminer quels sont les facteurs jouant le plus sur l'intention d'usage du service de navette automatisée afin de pouvoir baser des scénarios d'amélioration du service sur ces différentes raisons.

4. METHODOLOGIE DU RECUEIL DE DONNEES : UN DISPOSITIF MIXTE

4.1. LES ENTRETIENS AUPRES D'ACTEURS

La réalisation d'entretiens auprès d'acteurs permet de recueillir des données qui n'auraient pas été possible d'obtenir de manière aussi complète à l'aide d'un questionnaire.

Nous avons des objectifs différents selon la personne interrogée. Nous souhaitons tout d'abord obtenir des informations sur le service de navette automatisée et son fonctionnement du service sur un territoire. Pour cela nous préférons nous diriger vers l'exploitant du système de transport qui possède les informations sur la fréquentation du service, sur sa vitesse moyenne ou bien encore sur limites du service. Nous cherchons également des informations sur le véhicule automatisé en général. Ces informations sont disponibles à l'échelle du constructeur du véhicule, qui détient des données en matière de hardware et de software. Enfin, la réalisation des évaluations nécessite également d'avoir accès à des informations sur le territoire comme les conditions de mobilité au sein de ce dernier et notamment l'offre de transport (actuel comme futur). Pour cela, nous avons préféré nous orienter sur les personnes en charge de la mobilité sur les deux territoires d'études dans le but de comprendre l'intérêt du choix du véhicule automatisé, mais également quelles pourraient être les alternatives envisagées en cas d'échec.

L'ensemble des entretiens ont été réalisés à distance. Nous avons réalisé deux entretiens avec l'opérateur de transport quant à l'expérimentation sur les deux territoires d'étude. Nous avons également effectué un entretien avec les personnes en charge de la mobilité à CASA. Nous n'avons pas réussi à obtenir d'entretien avec le constructeur Navya. Cependant, ces derniers ont accepté de recevoir le guide d'entretien de manière à pouvoir répondre aux questions que nous souhaitons leur poser.

Nous avons fait le choix de mutualiser les guides d'entretien pour l'analyse socioéconomique et environnementale de manière à éviter de devoir réaliser plusieurs entretiens avec les mêmes personnes. Cette mutualisation a également permis d'éviter une répétition de question en modifiant certaines d'entre elles pour pouvoir obtenir des questions portant à la fois sur les aspects économiques et environnementaux. Le guide d'entretien utilisé est disponible en annexe.

Concernant les entretiens réalisés avec l'exploitant nous avons décomposé le guide d'entretien en deux grands thèmes : la situation d'expérimentation, et la projection de l'exploitant sur ce genre de service. Chacun de grands thèmes contenant des sous-thèmes comme les performances du véhicule, les difficultés rencontrées, les coûts d'exploitation ou bien encore des questions sur les équipements permettant l'automatisation de la navette. Du fait de la connaissance réduite de l'exploitant sur les caractéristiques précises du véhicule, ce guide d'entretien porte davantage sur les aspects socioéconomiques qu'environnementaux.

Pour les entretiens avec le constructeur du véhicule, nous avons fait le choix de réaliser un guide d'entretien portant uniquement sur la navette automatisée. Nous avons développé les questions portant sur les aspects environnementaux du véhicule avec les équipements du véhicule, leur durée de vie et à la consommation électrique. Concernant les aspects socioéconomiques, nous avons cherché à connaître l'implication du constructeur dans l'exploitation de la navette, notamment au niveau de la maintenance spécialisée du véhicule et de la supervision à distance réalisée par ce dernier. Certaines informations supplémentaires sur le fonctionnement de la navette ainsi que les projections du constructeur sur les améliorations de ce service ont aussi été abordées.

Lors de l'entretien avec un des représentants d'Envibus, réseau de transport en commun de CASA, nous avons pu récolter des renseignements utiles à l'analyse socio-économique et environnementale. Les informations demandées portent notamment sur la situation actuelle avec des renseignements sur l'offre ainsi que sur la demande de réseaux (données de comptage des bus, nombre de véhicules nécessaires, capacité des véhicules, sources d'énergie utilisées), sur l'infrastructure (profil en travers pour le BHNS et structure de la chaussée pour la navette automatisée), ainsi que sur les problèmes de congestion ayant incité la mise en place d'un BHNS. De plus, nous avons évoqué les scénarios futurs envisageables en termes de mobilité dans la zone concernant les bus, la navette automatisée, les voitures particulières, la potentielle mise en place d'un réseau de vélo en libre-service ainsi que le BHNS.

TABLEAU 2 : SYNTHÈSE DES ENTRETIENS RÉALISÉS AUPRÈS DES ACTEURS

Organisation	Fonction	Date de réalisation	Durée de l'entretien
Berthelet	Chef de projet	9 mai 2022	1h
CASA	Direction Adjointe sur service Mobilité	8 juillet 2022	1h
CdB	Responsable Numérique	2 juin 2022	1h
Berthelet	Chef de projet	8 novembre 2022	55 min
Navya	Chef de projets institutionnels	15 novembre 2022	(échanges par mail)

4.2. L'ENQUÊTE PAR QUESTIONNAIRE

L'enquête par questionnaire est le mode de recueil de données principal pour les deux terrains d'études à CASA et Cœur de Brenne. Cette méthodologie nécessite d'explicitier les choix effectués lors de la conception de l'enquête. Nous aborderons successivement: les dimensions de la mobilité actuelle des usagers, le choix des variables et des hypothèses, l'hypothèse d'influence des variables, les préférences déclarées. Enfin, nous envisagerons les modalités d'adaptation du questionnaire à chaque terrain d'enquête et le redressement de l'échantillon.

4.2.1. Dimensions de la mobilité actuelle

Aux dimensions prévues dans la méthodologie de recueil initiale (données sociodémographiques, ressources de mobilité, pratiques de mobilité, utilisation de la navette), se sont ajoutées des dimensions relatives à l'impact de la crise sanitaire, ainsi qu'une partie expérience de choix. Le public visé s'étant élargi à l'ensemble des deux terrains, cette dernière vise notamment à mettre en situation de pouvoir choisir la navette les personnes n'ayant pas l'usage de la navette au quotidien dans sa configuration actuelle (parce que trop éloignés par exemple).

La partie relative à l'expérience de choix est moins impactante pour une évaluation de projet reposant sur la connaissance des pratiques de mobilité avant et après mise en service de navette autonome. Néanmoins, elle permet de modéliser les comportements de choix modal, d'estimer des variations de la demande et de simuler des bilans suivant différents scénarios. En revanche, il est toujours possible de remplacer la modélisation par des hypothèses sur la base des questions posées dans l'enquête. C'est la raison pour laquelle la partie sur l'expérience du choix est placée en dernière position du questionnaire, afin que les répondants ayant complété au moins les parties précédentes puissent être pris en compte dans l'analyse de la mobilité existante.

4.2.2. Choix des variables et hypothèses

Afin d'identifier les variables de pratiques, de ressources de mobilité ainsi que les caractéristiques sociodémographiques susceptibles d'avoir un impact sur l'usage des services de navettes autonomes, une revue de littérature a été menée conjointement avec le laboratoire Védécom (Lécureux et al., 2022). Le niveau de consensus sur l'effet de ces variables, leurs significativités ainsi que leur effet principal ont été estimés.

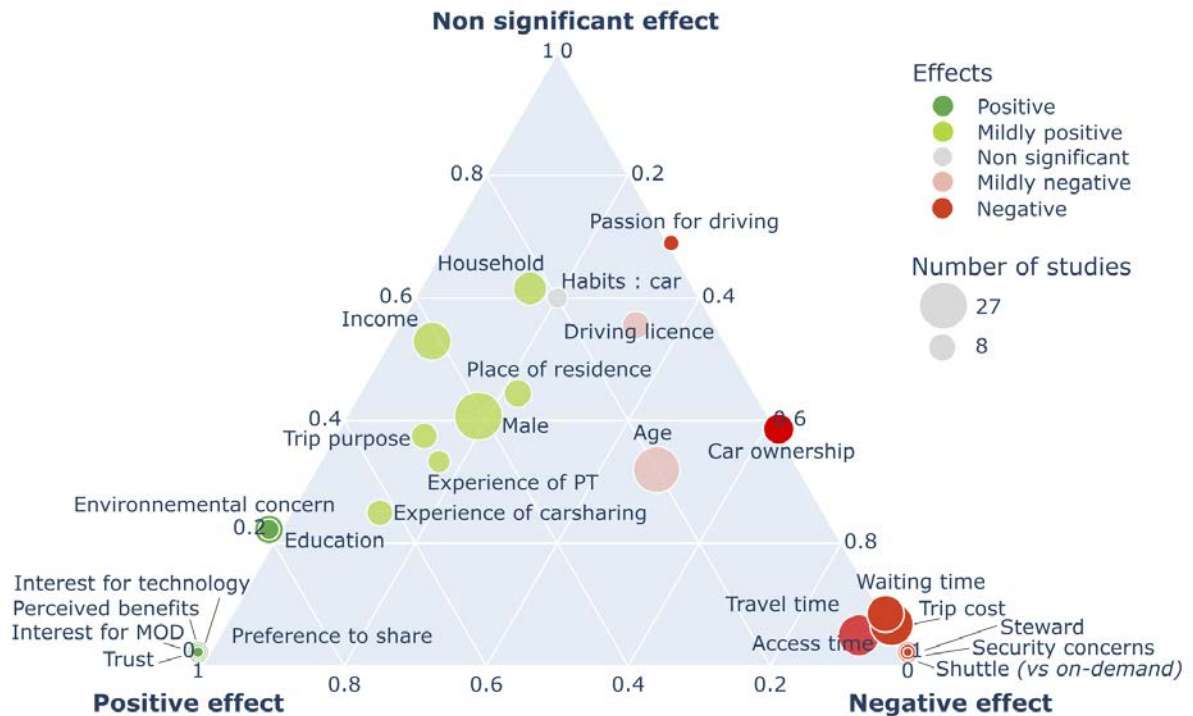


FIGURE 5 : VARIABLES ISSUES DE LA REVUE DE LITTÉRATURE PAR LECUREUX ET AL. (2022)

À ces variables essentielles à la modélisation de l'usage de la navette autonome, ont été introduites les variables relatives à l'impact de la crise sanitaire, ainsi qu'au niveau d'expérience de l'enquêté avec la navette. L'impact de la crise est observé au travers du changement des habitudes de mobilité (fréquence des déplacements, part du télétravail), et de mode principal utilisé. Le niveau d'expérience de la navette autonome permet d'alimenter les réflexions à la fois sur les freins et les leviers à l'usage de la navette, ainsi que sur les choix modaux effectués dans le cadre de l'expérience de choix. Toutes choses égales par ailleurs, le fait d'avoir déjà utilisé la navette a-t-il un impact positif sur la probabilité de choisir de nouveau la navette?

TABLEAU 3 : CHOIX DES VARIABLES DU QUESTIONNAIRE

Dimensions		Variables
Pratiques de mobilité	Habitudes de déplacements	Motifs de déplacements Origine/destination Mode(s) utilisés Temps de parcours Fréquence du trajet Rythme et horaires d'activité Jours de présence Horaire de départ et d'arrivée
	Conditions de mobilité : satisfaction	Temps de parcours Fréquence (TC) Coût Facilité d'accès ou de stationnement Sécurité Confort
Ressources de mobilité	Disponibilité d'un véhicule personnel	Vélo, y compris électrique 2RM Voiture
	Abonnements	TC Covoiturage
	Autres	Permis de conduire
Impact de la crise sanitaire	Changement de mode	
	Changement d'habitudes	Horaires Télétravail
Utilisation de la navette	Si pas expérimentée, pourquoi ?	
	Quelles mesures permettraient un usage plus fréquent ?	
Caractéristiques socio démographiques		Âge Genre CSP Diplôme Situation familiale Revenus Lieu de résidence Handicap Expériences d'accidents
Préférences déclarées	Expérience de choix	
	Variables attitudinales	

4.2.3. Hypothèse d'influence des variables

La revue de littérature effectuée (Lécureux et al., 2022) a permis d'identifier des niveaux de consensus sur l'impact de certaines variables. Pour la plupart des variables, le consensus est modéré voir absent. Ainsi, si les hommes jeunes, aux revenus et au niveau d'éducation les plus élevés semblent être la cible privilégiée des services de véhicules autonomes, dans le cas de navettes, qui s'apparentent à un service régulier de transport, l'effet du genre tend à s'estomper.

De même si l'âge semble être un facteur négatif de l'usage du véhicule autonome, cet effet n'a pas été étudié, à notre connaissance, pour un service de navettes autonomes régulières. Si l'intention d'usage de services de véhicules autonomes croît quand les revenus augmentent, les services proposant un partage du véhicule (notamment les navettes) n'attirent pas les plus hauts revenus. Le niveau d'éducation, toutes choses égales par ailleurs, est positivement associé à l'usage de la navette.

TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES D'INFLUENCE DES VARIABLES SUR LA PROBABILITÉ D'UTILISER LA NAVETTE

Hypothèse	Variable	Effet
H1	Individu, Genre = homme	↗
H2	Individu, Niveau d'études = diplôme du supérieur	↗
H3	Individu, Niveau de revenus = élevés	↗
H4	Individu, Âge = croissant	↘
H5	Individu, Situation de famille = contraintes (couples, enfants)	↘
H6	Individu, Situation physique = contrainte (handicap, ...)	↗
H7	Individu, Habitat = hors urbain	↘
H8	Sensibilité à l'accidentologie routière = expérience d'accidents	↗
H9	Habitudes de mobilité = permis de conduire	→
H10	Habitudes de mobilité = usage préalable des TC	↗
H11	Moyens de mobilité = usage préalable du covoiturage	↗
H12	Moyens de mobilité = voiture à disposition	↘
H13	Expérience = test préalable de la navette	↗
H14	Conditions de transport = coût du trajet	↘
H15	Conditions de transport = temps de trajet	↘
H16	Conditions de transport = temps d'attente	↘
H17	Motifs de déplacement = déplacement contraint (domicile-travail)	↘
H18	Individu, Genre = homme	↗

Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, nous faisons les hypothèses suivantes :

- L'intention d'usage de la navette croit pour les hommes (**H1**), disposant d'un diplôme du supérieur (**H2**), aux revenus élevés (**H3**), et décroît avec l'âge (**H5**).
- Si la possibilité d'utilisation par des personnes ne pouvant pas conduire peut sembler une opportunité, nous faisons l'hypothèse que les personnes subissant moins de contraintes familiales (célibataires ou en couple sans enfants) utiliseront toutefois plus la navette (**H6**), du fait de sa moindre efficacité par rapport au mode voiture personnelle qui pèse plus fortement quand les contraintes de temps sont importantes. Concernant les personnes souffrant d'un handicap impactant leur mobilité, la revue de littérature n'apporte pas d'éléments quant à leur intention d'usage du véhicule autonome. Nous supposons que ceux-ci sont plus susceptibles d'utiliser le service (**H7**).
- Si le fait de résider en milieu urbain dense semble avoir un impact positif sur l'intention d'usage de service de véhicules autonomes par rapport au périurbain, la revue de littérature n'a pas permis de conclure sur l'intention d'usage en milieu rural. Nous faisons toutefois l'hypothèse que l'intention d'usage de la navette décroît pour les personnes résidant hors milieu urbain, de manière générale (**H8**).
- Un autre bénéfice potentiel des véhicules autonomes est le gain de sécurité routière. La sécurité du service est par ailleurs une préoccupation importante des utilisateurs. Nous faisons ici l'hypothèse que les personnes ayant déjà été victimes d'un accident (que nous supposons plus sensibles à l'accidentologie routière) privilégieront le service de véhicules autonomes (**H9**).
- De plus, concernant les ressources de mobilité, le fait de disposer du permis de conduire paraît ne pas avoir d'impact dans la plupart des cas. À contrario, le fait d'avoir l'habitude d'utiliser les transports en commun ou les services de covoiturage favorise l'usage d'un service de véhicules autonomes partagés, tandis que le fait de posséder une voiture le freine. Nous prolongeons ces hypothèses pour un service de navettes autonomes (**H10, H11, H12, H13**).
- Par rapport à la littérature, où les enquêtés sont souvent placés en situation hypothétique face à un service de transport qui n'est pas encore en fonctionnement, les personnes interrogées dans le cadre d'ENA ont accès à la navette autonome, ou en ont généralement entendu parler. Nous formulons ici l'hypothèse d'une intention d'usage plus forte chez les personnes ayant déjà essayé la navette (**H14**).
- Dans la revue de littérature, un fort consensus et une forte significativité sont généralement trouvés concernant les variables relatives au service: le coût du trajet, les temps de parcours et d'attente ont un effet négatif sur l'acceptation des services de véhicules autonomes (**H15, H16, H17**). Nous étendons ici ces hypothèses à un service de navettes autonomes, et formulons l'hypothèse nouvelle que les motifs de déplacement ont un impact différencié (**H18**).

La fréquence des trajets, les jours de présence, et les horaires d'arrivées et de départ sont inclus dans ce questionnaire, car ils peuvent apporter des éléments d'estimation de la temporalité de la charge sur le réseau de transports.

Enfin, les variables relatives aux conditions de mobilité et à la satisfaction du mode généralement utilisé sont d'ordre plus qualitatif et doivent permettre d'émettre des hypothèses sur la capacité au changement de la mobilité.

4.2.4. Expérience de choix : préférences déclarées

La première partie de l'enquête est consacrée aux habitudes de mobilité des usagers, c'est-à-dire leur mobilité réelle. Un des risques de se limiter à cette mobilité existante est qu'elle ne soit pas assez variée pour en identifier les déterminants, ou que le nombre d'usagers de la navette soit trop limité pour en tirer des conclusions statistiques. Une alternative à l'usage de cette mobilité révélée est de recueillir des préférences de mobilité déclarées au travers d'une expérience de choix.

Principe

L'expérience consiste en la proposition de contextes de choix présentant différentes alternatives de transport pour un trajet identifié. Ces alternatives sont caractérisées par différents attributs qui varient entre chaque alternative et chaque contexte de choix. En multipliant les contextes de choix proposés à chaque répondant ainsi que le nombre de répondants, on obtient une base de choix modaux dans un univers contrôlé, de laquelle on peut tirer l'impact de chaque attribut dans le choix modal.

Ces choix déclarés sont sujets à un biais hypothétique. Il est cependant possible de les corrélérer aux choix réellement effectués par l'utilisateur (préférences révélées) afin de minimiser cette source de biais (Cherchi & Ortuzar, 2002).

Pour votre trajet habituel pour aller travailler, quel mode de transport utiliseriez-vous parmi ceux là ?

	Navette autonome 	Robotaxi 	Taxi autonome partagé 
Temps du trajet 	accès à pied à la navette : 6mn, trajet en navette : 38mn, soit au total : 44mn	trajet à bord : 28mn	trajet à bord : 33mn, détour pour aller chercher un autre passager : 3mn, soit au total : 36mn
Coût du trajet 	2€	10€	5€
Caractéristiques du service	fréquence du service : 4 passages par jour, vous avez 2 correspondance au cours de votre trajet	délai de réservation : 1 jour	délai de réservation : 1h, vous êtes accompagné.e de 4 autres passagers
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

FIGURE 6 : EXEMPLE DE CONTEXTE DE CHOIX PROPOSE AU REpondant A CŒUR DE BRENNE

Contextes de choix et alternatives

- Le cadre méthodologique prévoit l'exploration de différents contextes de choix de services de transport (caractérisés par leurs: parcours/zones de déploiement, plages horaires de fonctionnement, fréquence, vitesse commerciale, nombre de jours de service annuels). Il suggère une comparaison à :
 - L'absence de service ;
 - Un service comparable, mais réalisé grâce à des véhicules différents ;
 - D'autres applications de l'automatisation: véhicules privés ou véhicules partagés.

Au-delà de ce cadre, les contextes de choix définis dans la cadre de l'enquête de préférences déclarées ont été adaptés aux sites de CASA et Cœur de Brenne.

Attributs

Les caractéristiques principales des services proposés aux répondants, outre leurs types de dessertes précisés dans chaque contexte de choix, sont le temps de parcours, le temps d'attente et le coût du service. Dans le cadre de Cœur de Brenne, y ont également été ajoutées des caractéristiques relatives à l'adaptabilité du service, en lien avec le format « à la demande ».

Les niveaux des attributs ont été définis afin de respecter les critères suivants :

- Réalisme: les niveaux ne doivent pas amener le répondant à s'éloigner trop d'une situation qui ne lui serait pas familière ou qui lui paraîtrait irréaliste.
- Capacité à capturer les facteurs de choix : la variabilité des niveaux des attributs est nécessaire afin de pouvoir observer la variabilité des facteurs de choix dans la population observée. C'est ce qui différencie l'expérience de choix qui permet de collecter les préférences déclarées du recueil de la mobilité réelle et de mettre à jour les préférences révélées. La variabilité de ces dernières est parfois trop faible et ne permet pas toujours la modélisation du choix de mode (en particulier dans une population relativement homogène comme celle de CASA ou CdB).

4.2.5. Adaptation du questionnaire à chaque site

Pour chaque site le questionnaire a été adapté à la situation locale : choix des modes disponibles, critères de satisfactions, etc. De plus, des évolutions plus significatives ont été réalisées entre les deux questionnaires, pour tenir compte des particularités du site, du public visé, des hypothèses de l'expérience de choix.

Enjeux de l'enquête

L'enjeu principal de la méthodologie de recueil des données est d'adapter le dispositif utilisé au public visé afin de maximiser le niveau de retour, tout en assurant la représentativité de l'échantillon enquêté.

Les deux sites d'enquête étant très distincts tant en termes d'usagers, de typologie de territoire et de services que de géographie, les dispositifs de recueil ont été largement différenciés.

À CASA, la période d'enquête (pendant l'été) et la difficulté de disposer de statistiques sur la population présente sur le périmètre d'étude n'a pas permis de pouvoir s'assurer de la représentativité de l'échantillon interrogé a priori. La stratégie mise en place a alors consisté à interroger un maximum d'enquêtés (salariés, étudiants, habitants), en multipliant les sites d'enquête, les canaux de contacts, afin de toucher un public le plus varié possible, et de redresser les données récoltées par la suite. À Cœur de Brenne, le territoire ciblé étant bien identifié (un EPCI), et la population du territoire se déplaçant en majorité au sein du territoire (notamment les salariés), la méthodologie a été adaptée pour maximiser la représentativité de l'échantillon. Les détails des méthodologies employées sur chaque territoire sont indiqués dans la suite de ce document.

Mise en place d'un dispositif incitatif

Du fait de difficultés rencontrées lors de la préparation et des premiers tests de l'enquête (accès aux entreprises sur un terrain sur sollicité), un dispositif incitatif a été mis en place afin de maximiser le nombre de retours. Celui-ci a été réalisé sous la forme d'un jeu-concours permettant à chaque participant ayant complété intégralement l'enquête (et disposant alors d'un numéro de participant) de gagner un bon d'achat de 100€ (20 gagnants au total à CASA et 10 gagnants au total à Cœur de Brenne).

Ce choix a été réalisé sur la base de plusieurs arguments. Sans connaître le taux de réponse à l'avance, il s'agissait de maîtriser le montant global du dispositif. Par ailleurs, la probabilité de gagner étant de toute façon faible, il est apparu judicieux de proposer un gain substantiel (10 bons d'achat de 100€ plutôt que 100 bons d'achat de 10€).

4.2.6. Redressement de l'échantillon issu des enquêtes par questionnaires

Afin de pouvoir appliquer les données collectées aux différents travaux d'évaluation, nous devons redresser l'échantillon. L'objectif du redressement est d'affecter un poids aux individus enquêtés à partir de différents critères notamment des critères sociodémographiques (genre, CSP...) afin que l'échantillon redressé soit représentatif de la population totale du territoire.

Dans le cadre de ce rapport, nous nous appuyerons sur la méthode IPF « iterative proportional fitting » (Deming et Stephan, 1940). L'application de cette méthode nécessite d'avoir accès à certaines données:

- Un échantillon de données sur lequel nous allons affecter un poids aux individus présents dans la base.
- Une base « mère » qui est une base de données possédant les informations complètes sur le sujet étudié ici, nous utiliserons donc des bases de données permettant d'avoir des informations sur la totalité des individus des territoires concernés. Cette base va donc servir de référence concernant la valeur des différentes pondérations à appliquer de manière que notre échantillon possède les mêmes répartitions de population.

Une fois les différentes bases de données à disposition, il est nécessaire de passer par une phase de nettoyage des données de notre échantillon, de manière à conserver uniquement les individus sur lesquels un coefficient de redressement est applicable. L'identification de ces individus dépend des variables choisies pour le redressement, il faut donc s'assurer que les individus conservés possèdent bien des informations renseignées au niveau de ces variables. Cette phase de nettoyage de données peut également être suivie d'une phase de retraitement des variables choisies pour le redressement pour différents motifs :

- En cas d'absence de répondants concernant certaines modalités, il peut être intéressant de regrouper certaines modalités de manière à conserver le plus d'individus possible et éviter d'appliquer des coefficients de pondération trop importants. Cette modification doit s'appliquer à l'échantillon et à la base mère.
- Afin d'avoir les mêmes modalités de réponses au sein des différentes bases de données utilisées pour pouvoir par la suite calculer les coefficients de redressement adéquats.

TABEAU 5 : EXEMPLE DE TABLEAU DE REDRESSEMENT EN DEUX DIMENSIONS AVANT REDRESSEMENT

	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3	Total
Modalité 4	n_{11}	n_{12}	n_{13}	$N_{1.}$
Modalité 5	n_{21}	n_{22}	n_{23}	$N_{2.}$
Modalité 6	n_{31}	n_{32}	n_{33}	$N_{3.}$
Modalité 7	n_{41}	n_{42}	n_{43}	$N_{4.}$
Modalité 8	n_{51}	n_{52}	n_{53}	$N_{5.}$
Total	$N_{.1}$	$N_{.2}$	$N_{.3}$	N

Le Tableau 5 montre un exemple simplifié d'un tableau de contingence en deux dimensions répertoriant les données nécessaires au redressement des données de l'échantillon avec :

- n : valeur issue du croisement des modalités à l'intérieur de notre échantillon.
- N : Valeur des totaux de chaque modalité choisie issus de la base mère.

Pour obtenir la pondération adéquate, la somme des $n_{i.}$ et $N_{i.}$ doit respectivement être égale la somme des $N_{i.}$ et $N_{i.}$ Pour parvenir à ce résultat, il est nécessaire de s'appuyer sur deux calculs permettant de redresser notre échantillon selon le total des différentes modalités. Pour ce faire, nous commençons tout d'abord par effectuer un redressement par colonne :

$$x_{ij} = \frac{n_{i.}}{\sum n_{i.}} * N_{i.}$$

Avec :

- x_{ij} : valeur prise par n_{ij} une fois le premier redressement effectué
- n_{ij} : nombre d'individus de l'enquête appartenant à deux modalités précises
- $N_{i.}$: nombre d'individus total de la base mère appartenant à la modalité i

TABLEAU 6 : EXEMPLE DE TABLEAU DE REDRESSEMENT EN DEUX DIMENSIONS AVEC UN PREMIER REDRESSEMENT

	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3	Total
Modalité 4	x11	x12	x13	N1.
Modalité 5	x21	x22	x23	N2.
Modalité 6	x31	x32	x33	N3.
Modalité 7	x41	x42	x43	N4.
Modalité 8	x51	x52	x53	N5.
Total	N.1	N.2	N.3	N

À la suite du premier redressement, nous obtenons un tableau de contingence avec des nouvelles valeurs dont la somme des $x_{i.}$ est égal au $N_{i.}$, mais pas aux $N_{i.}$, le redressement effectué n'est pas encore valide et nécessite d'effectuer un second redressement par ligne avec les valeurs obtenues au cours du précédent redressement :

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum x_{.j}} * N_{i.}$$

Avec :

- n_{ij} : valeur prise par x_{ij} à la suite du redressement

Une fois le second redressement effectué, on effectue des itérations de ces deux calculs jusqu'à arriver à des valeurs redressées dont la somme est à la fois égale aux $N_{i.}$ et aux $N_{i.}$. Le coefficient de pondération attribué aux individus de notre échantillon peut être calculé de manière relativement simple :

$$Coeff = VF / VD$$

Avec :

- *Coeff* : coefficient de pondération attribué à l'individu
- *VF* : valeur redressée finale de l'échantillon
- *VD* : valeur de départ de l'échantillon (avant redressement)

5. RESTITUTION SUR LE TERRITOIRE D'APPLICATION DE SOPHIA ANTIPOLIS (CASA)

5.1. CONTEXTE ET SERVICE MIS EN PLACE

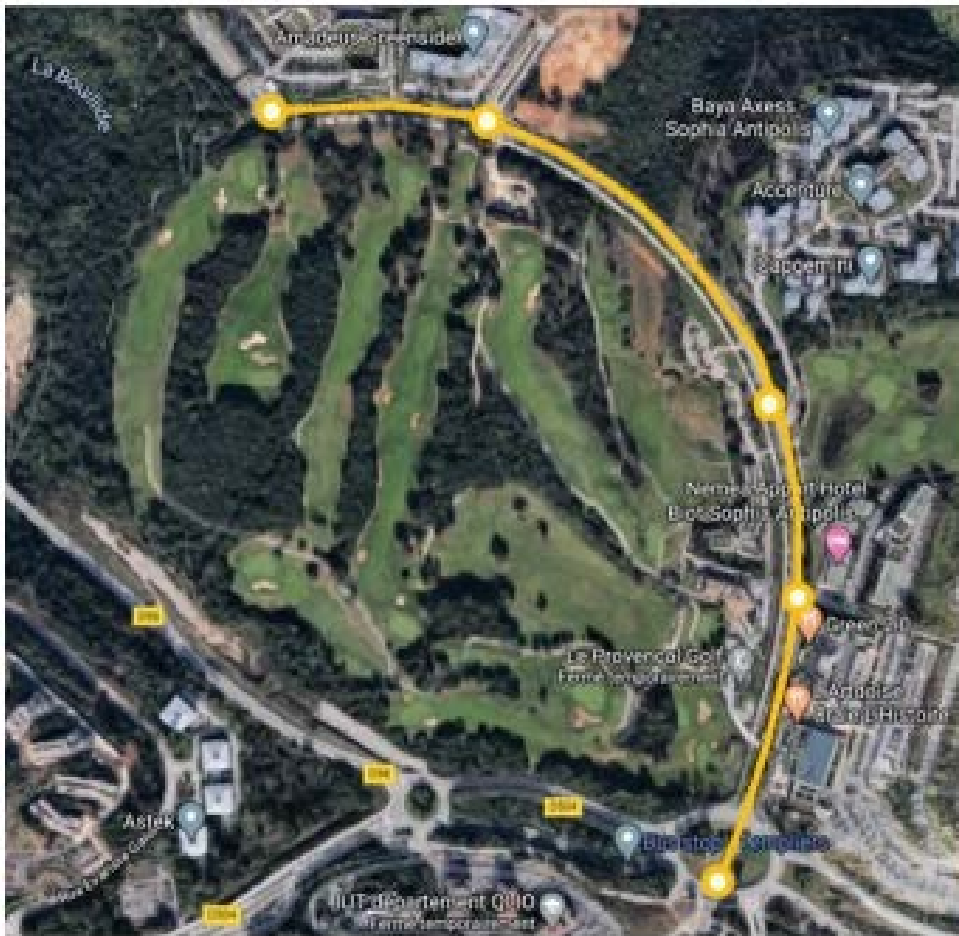
L'expérimentation de la navette automatisée qui a eu lieu sur CASA, dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, du mois d'avril au mois de septembre a eu pour objectif d'assurer la desserte du dernier kilomètre au sein de la technopole et plus précisément au niveau de l'avenue Roumanille. On retrouve dans la technopole près de la moitié des actifs de l'ensemble de la CASA. Cependant, le nombre d'habitants (4 600 habitants d'après l'enquête réalisé et notre périmètre de définition de la technopole) dans la technopole est relativement faible comparé au nombre d'actifs (40 000 actifs d'après le site de la technopole sophia-antipolis.fr (2022)).

La mise en place de la navette automatisée sur ce lieu devrait permettre de favoriser l'intermodalité, notamment pour les déplacements pendulaires, entre l'usage du BHNS dont la mise en site propre devrait avoir lieu fin 2022 et l'usage de la navette automatisée pour compléter le trajet.



FIGURE 7 : LIGNE DU BUS-TRAM EN SITUATION DE SITE PROPRE SUR SOPHIA-ANTIPOLIS, SOURCE : CASA

La Figure 7 représente la mise en site propre de la voie du BHNS, qui se termine au niveau de l'avenue Roumanille, point de départ de la navette. Concernant les nouvelles performances prévues pour le BHNS, nous pouvons noter une importante amélioration du temps de parcours de ce dernier passant de 50 minutes à seulement 20 minutes. Cette privatisation de voie devrait également avoir un impact négatif sur les autres usagers de la route et plus particulièrement sur les utilisateurs de la voiture. En effet, la réduction de l'espace de circulation pour les voitures entraînera des risques de congestion plus élevés et donc une hausse des temps de parcours pour leurs usagers. Cette hausse du temps de parcours pourrait éventuellement entraîner un report des usagers de la voiture vers l'utilisation des transports en commun pour les individus avec une forte valeur du temps. Cette expérimentation vise donc bien à mettre en lien un réseau de transport en commun existant avec une navette automatisée pour irriguer une zone économique comprenant plusieurs îlots dispersés. Il s'agit de la problématique du dernier kilomètre.



**FIGURE 8 : DESSERTE DU DERNIER KILOMETRE AU NIVEAU DE L'AVENUE ROUMANILLE SUR OPENSTREETMAP
ISSUE DE BOUZOUINA ET AL., (2021)**

Comme le montre la Figure 8, la desserte de la navette automatisée commence à proximité de l'arrêt de la ligne A du BHNS, et plus précisément à l'intérieur du rond-point de façon à faciliter la circulation de la navette au niveau du départ. De plus, Eiffage Energies Systems nous a informés que deux feux connectés ont été mis en place dans le cadre de l'expérimentation. La navette permet de desservir l'ensemble de l'avenue, avec la mise en place de 5 arrêts permettant à la fois de rejoindre le lieu d'emploi des individus, mais des lieux commerciaux au second arrêt de la navette automatisée. Concernant son exploitation, cette dernière a été effectuée avec une méthode similaire à celle d'un bus classique, avec une desserte à des horaires et points fixes, mais à des périodes bien précises dans la journée: le matin de 7h30 à 9h30, le midi de 11h45 à 14h15 et le soir de 16h30 à 18h30. La fréquence du service est de 10 minutes.

Dans le cadre de cette expérimentation, deux navettes automatisées de niveau 3 ont été mises en place pour réaliser l'exploitation. Il s'agit d'un véhicule contenant 11 places assises et 4 places debout, pour lequel la présence d'un opérateur à bord est obligatoire afin de respecter la réglementation de l'expérimentation.



**FIGURE 9 : IMAGE DE LA NAVETTE AUTOMATISEE EN EXPERIMENTATION SUR L'AVENUE ROUMANILLE,
SOURCE : CASA**

Contrairement aux performances initiales prévues (chiffre), la vitesse de la navette est bien plus faible avec une vitesse moyenne de 9km/h. Cette limitation de la vitesse est liée au besoin de garantir au maximum la sécurité et le confort des usagers. Concernant la durée d'exploitation, cette dernière a également été surestimée, car l'utilisation importante de la climatisation empêche les navettes automatisées d'effectuer l'ensemble de leur exploitation journalière. Enfin, la fréquentation journalière de la navette avoisine les 10 personnes par véhicule, selon les données transmises par l'exploitant. L'expérimentation s'effectue dans un contexte de crise Covid, entraînant un développement important du télétravail et une baisse de la demande potentielle sur le territoire d'expérimentation. Elle a également eu lieu dans une situation où la ligne de BHNS en site propre, dont l'objectif est de réduire l'usage de la voiture pour le trajet domicile-travail, n'est toujours pas mise en place sur le territoire.

5.2. L'ENQUETE PAR QUESTIONNAIRE A CASA

Le service réalisé par la navette avenue de Roumanille relève du service du dernier kilomètre, d'abord à destination des salariés et étudiants de la zone. Afin de pouvoir toucher tous les répondants, les contextes de choix proposés dans le cadre de l'enquête de préférences déclarées supposent l'extension du service à l'ensemble de la technopole.

Deux situations sont proposées successivement à chaque répondant. Une situation où il réalise un trajet court à l'intérieur de la technopole (15min) et peut réaliser ce trajet soit en voiture, en combinaison transport et marche (tel qu'actuellement) ou en navette autonome. Dans l'autre situation, il réalise un trajet plus long, en voiture, combinaison transports en commun et marche, ou transports en commun avec la navette pour le dernier kilomètre.

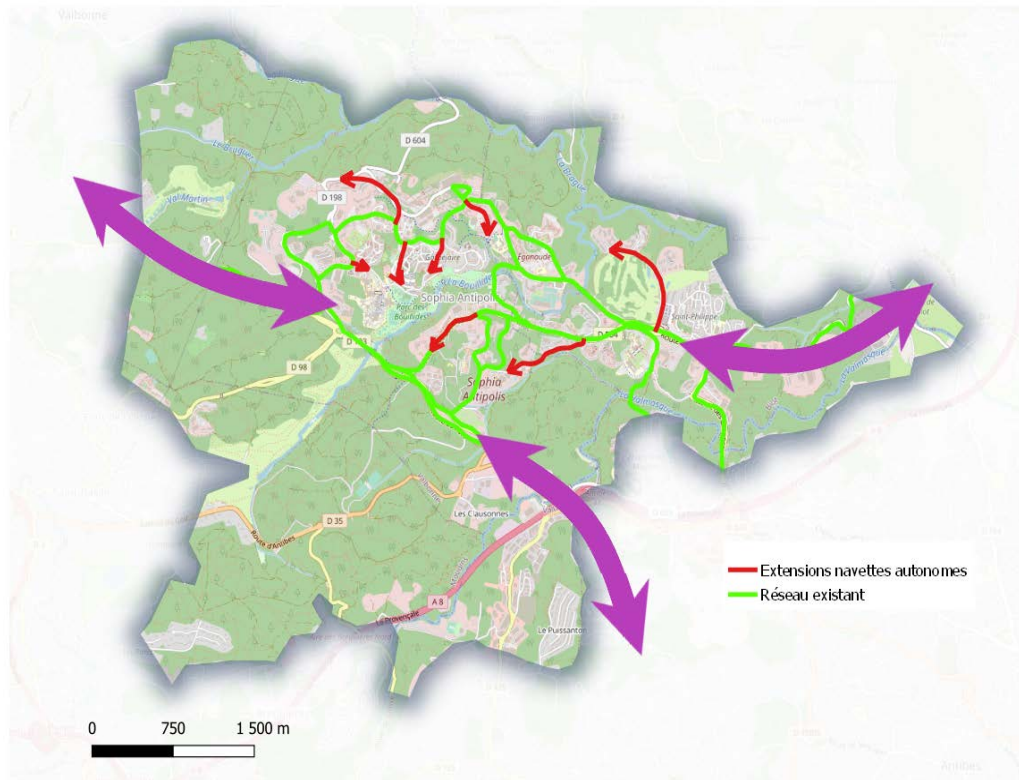


FIGURE 10 : CARTE SCHEMATIQUE PRESENTANT LE SCENARIO D'EXTENSION DU RESEAU

L'objectif est de confronter la possibilité de l'usage du service de véhicules automatisés avec les services existants (transport en commun) et avec l'usage de la voiture. Ce dernier mode est prépondérant sur le territoire et le plus impactant en termes d'émissions. C'est donc à la possibilité de report modal depuis ce mode que l'on s'intéresse.

Ainsi, à Sophia-Antipolis, les motifs de déplacements ont été adaptés à une zone d'activité et un public visé, principalement jeune et actif (le motif « accompagnement de personnes » a été exclu des choix possibles malgré le fait qu'il représente 17% des déplacements à l'échelle de CASA).

La population cible sur le territoire de CASA était la population salariée et étudiante, dont le mode de déplacements contraint est en grande majorité la voiture (80%), et qui représente une part importante des flux motorisés aux heures de pointe. Cette population est également celle pour laquelle un service de navette autonome étendu à l'ensemble du territoire de la technopole serait susceptible d'apporter une solution alternative au VP, en complément des lignes fortes existantes ou projetées (notamment le BHNS). Dans cette optique, la méthodologie de recueil était principalement calibrée sur cette population. Néanmoins, une démarche de recueil auprès de la population résidente a été mise en œuvre.

Des tests internes au LAET, sous format web, ont permis de vérifier le fonctionnement du questionnaire, la cohérence et la pertinence des questions. Une quinzaine de personnes ont participé à la revue du questionnaire.

Un test grandeur nature des questionnaires en face à face a été administré aux étudiants de Polytech Nice Sophia. L'objet de ce test était de vérifier la faisabilité de l'enquête dans un format face à face, et d'ajuster le temps d'enquête. Cette étape devait également permettre de vérifier la pertinence des contextes de choix de l'expérience et d'ajuster les niveaux d'attributs (nombre d'étudiants/scénarios testés).

Ce test a permis de constater un temps d'enquête administré en face à face, beaucoup plus long que prévu, du fait de l'intégration de la partie sur l'expérience du choix (moyenne de 40mn, temps complet entre chaque personne interrogée: 60mn). Afin d'optimiser le recueil de données (en fonction des moyens préalloués à cette tâche), il a alors été décidé d'écourter en partie le questionnaire, d'abandonner le recueil en face à face et de mettre en place des dispositifs alternatifs suivants: un recueil sous format web auto administré, et une diffusion large du questionnaire par le biais de flyers munis d'un QR code, ainsi que par le biais des entreprises de la technopole.

Pour compléter l'administration des questionnaires, plusieurs méthodes ont été mises en place sur le territoire de CASA. Une distribution de flyers a été mise en œuvre du 20 juin au 1er juillet 2021, impliquant 10 enquêteurs à temps plein, sur les tranches horaires de 7h30 à 10h, de 11h45 à 14h15, et de 16h30-19h.



FIGURE 11 : DISTRIBUTION DE FLYERS SUR LES LIEUX DE PASSAGES (CREDIT PHOTO : INKIDATA)

Les lieux de distributions ont été déterminés lors d'une visite de terrain, sur les lieux de passages et parkings: arrêt de transports en commun importants, zones commerciales ou de restauration le midi. Les parkings ciblés étaient soit des parkings publics, soit des parkings privés pour lesquels les entreprises contactées ont accepté de permettre le démarchage.

Une distribution de courriers a été effectuée pour les résidents. Le dispositif d'enquête à CASA, ciblé sur les employés et étudiants, a été adapté afin de recueillir également les usages des résidents. Un total de 9000 courriers a été distribué dans les boîtes aux lettres de Valbonne et Biot. Le courrier précisait les objectifs, les conditions d'enquête et le dispositif incitatif mis en place. Ce courrier venait en complément de la campagne de distribution de flyers sur les lieux de passage. Malgré les moyens mis en œuvre, une part relativement faible des résidents a complété l'enquête: 50 réponses de résidents exploitées sur 850 réponses au total. Une explication possible est que les résidents ne se sentaient pas concernés. La méthode de diffusion de l'enquête n'a en effet pas ciblé prioritairement les résidents et la période de déroulement en début d'été a pu être un frein (moins de présence sur site).

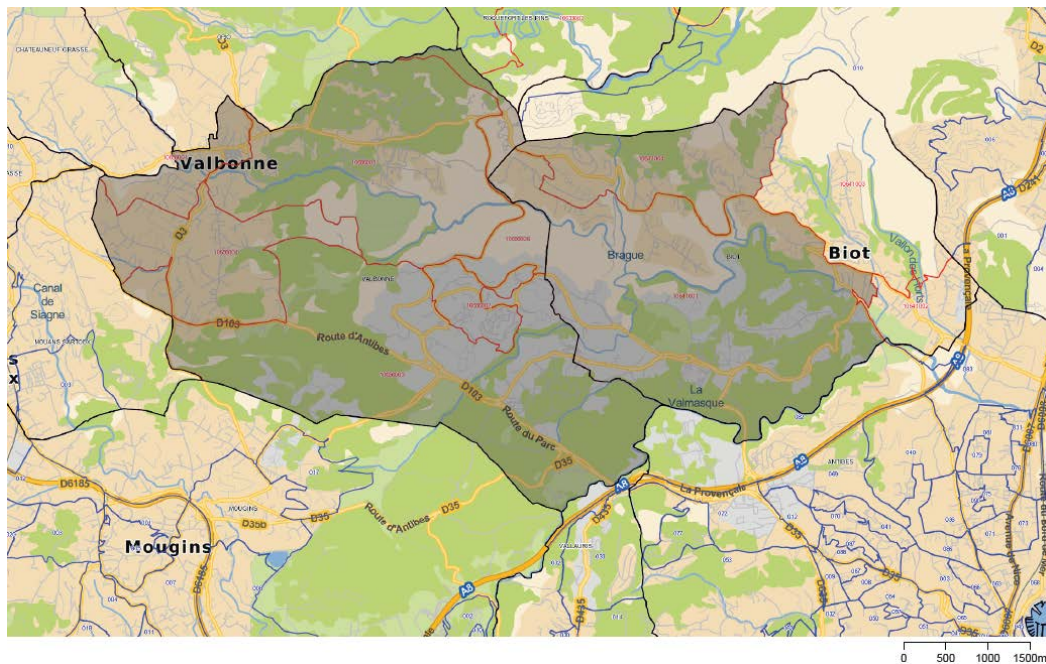


FIGURE 12 : PERIMETRE DE DISTRIBUTION DU COURRIER AUX RESIDENTS (SOURCE : LA POSTE)

Enfin, des appels ont été effectués auprès des entreprises de la zone de diffusion afin qu'elles diffusent le questionnaire web à leur salarié. Afin de maximiser le retour des salariés, 140 entreprises ont été contactées directement dans la semaine du 20 au 24 juin, afin de recueillir l'autorisation de distribuer les flyers d'invitation à l'enquête sur leur parking, à l'heure d'arrivée ou de départ des salariés, ou de distribuer le lien vers l'enquête via les réseaux internes à l'entreprise. 47 d'entre elles ont refusé.

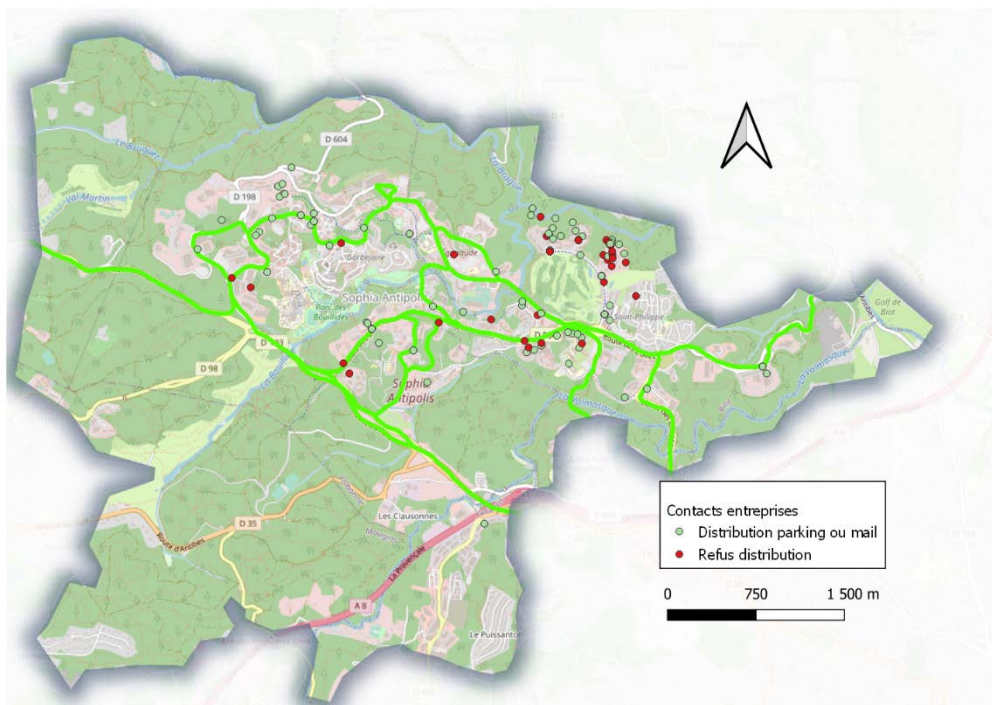


FIGURE 13 : PERIMETRE DE DISTRIBUTION DES FLYERS APRES L'ACCORD DES ENTREPRISES

Ces dispositifs ont été complétés par une diffusion de l'invitation à répondre au questionnaire dans la newsletter du club entreprise de Sophia du 27 juin 2022. Un seul lien a été diffusé pour l'ensemble des questionnaires, il n'a donc pas été possible de différencier précisément les impacts des différents moyens de mise en œuvre. Toutefois, les moyens ont été lancés à des intervalles de temps différents par difficulté à coordonner les différents lancements: par exemple distribution des courriers par la poste sur une période de 5 à 7 jours.

La grande majorité des questionnaires ont été remplis lors des deux semaines de la campagne lors du démarchage téléphonique des entreprises de la technopole, et de la distribution de flyers sur les sites de passages importants. 703 questionnaires sur 830 exploitables sont remplis lors des deux premières semaines d'enquête soit 85%, et 48% sur la 1^{re} semaine.

5.3. REDRESSEMENT DE L'ENQUETE A CASA

À la suite de la circulation de l'enquête web sur le territoire, nous sommes parvenus à collecter 850 réponses entre le 20 juin et le 31 juillet 2022. Cependant, toutes ces réponses ne sont pas exploitables à cause de l'absence de certaines réponses pour des questions que nous avons jugées nécessaires dans la suite du travail à réaliser.

Nous avons tout d'abord séparé les commentaires laissés par les répondants à la fin du questionnaire afin de conserver l'ensemble de ces derniers pour une analyse qualitative concernant l'avis des individus sur la mobilité au sein du territoire. Nous avons par la suite retiré les réponses qui ne sont pas allées jusqu'aux questions concernant les caractéristiques sociodémographiques des individus interrogés (âge, genre, CSP...). Conserver ces répondants ne nous permettait pas de réaliser le travail de redressement des données de cette enquête nécessaire pour les différents travaux d'évaluation.

En conservant uniquement les individus qui ont répondu aux questions obligatoires de l'enquête concernant la partie préférences révélées, ainsi qu'aux questions concernant le genre, la localisation de la zone de résidence ainsi que leur CSP, nous obtenons un total de 613 réponses qui peuvent être exploitées dans le cadre du redressement des données d'enquête.

Il est donc nécessaire que l'échantillon et la base de référence possèdent des modalités similaires afin de réaliser un tableau croisé identique pour les bases de données. Dans le cas de CASA, nous avons fait le choix d'utiliser deux bases de données en référence :

- La base des mobilités professionnelles de 2018 de l'Insee pour connaître tous les déplacements domicile-travail des individus travaillant au sein de la technopole de Sophia-Antipolis, nous avons fait le choix de retirer l'ensemble des déplacements ayant pour destination Antibes (environ 29 883 actifs avec redressement), car seulement une faible part de cette dernière fait partie de la technopole dont le nombre d'actifs total s'élève à environ 60 637 actifs (49% des actifs sur Antibes). L'intégration de cette commune risque donc de fausser les résultats obtenus. Nous conservons donc 30 753 actifs pour le redressement de nos données d'enquête.
- La base des mobilités scolaires de 2019 de l'Insee compte environ 30 339 étudiants réalisant leur trajet pour motif étude dans l'une des communes composants Sophia-Antipolis. En effectuant la même hypothèse que pour la base des mobilités professionnelles, nous avons fait le choix de retirer les 15 300 étudiants dont le lieu d'étude se trouve sur Antibes (50% des étudiants). Nous allons donc conserver 15 039 étudiants pour réaliser le redressement de ces derniers dans notre échantillon.

Afin d'obtenir des modalités uniformes au niveau des trois bases de données, nous avons dû effectuer un recodage des modalités issues de la CSP des individus ainsi que de la zone de localisation. Pour les CSP, nous avons décidé de mettre en place 3 modalités: les actifs-cadres, les actifs hors-cadres et les étudiants, nous avons fait le choix de retirer les inactifs et les retraités de notre échantillon, car ces derniers ne pouvaient pas être redressés à partir des bases de données utilisées. Du fait des faibles réponses dans l'échantillon, notamment celles des résidents, d'une part, et de l'absence de ces catégories des bases de données qui ciblent les actifs. Pour la zone de résidence, nous avons procédé à un découpage de la CASA en différentes couronnes comme montré sur la Figure 14.

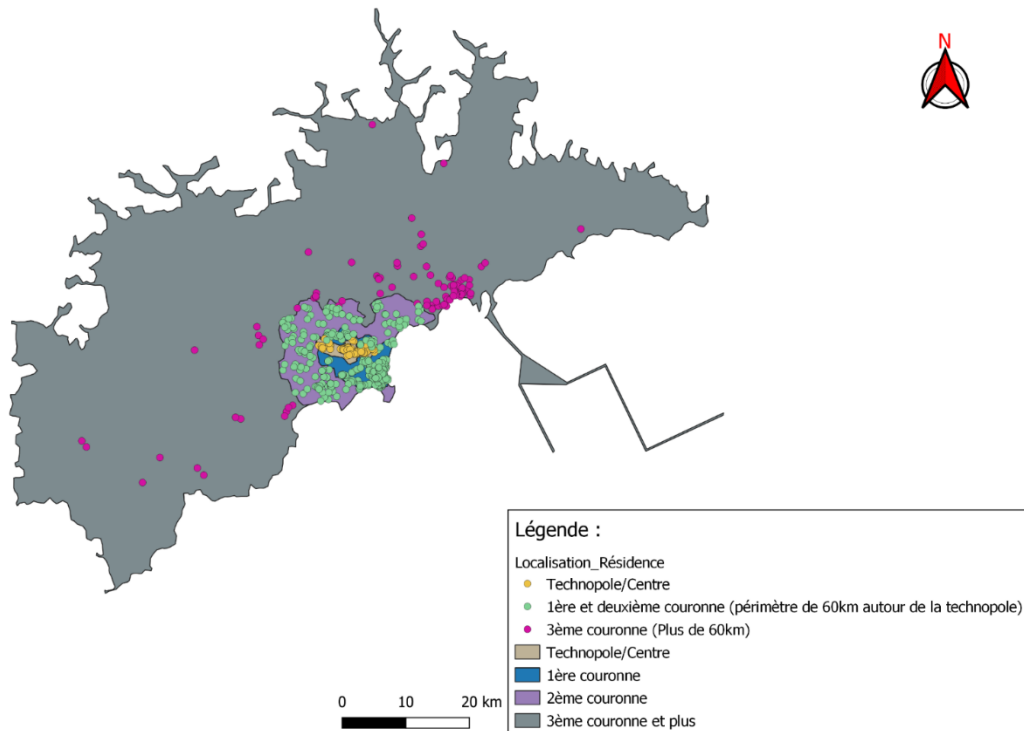


FIGURE 14 : LOCALISATION DES ZONES DE RESIDENCE ISSUES DE L'ENQUETE ENA PAR RAPPORT A UN DECOUPAGE EN COURONNE A PARTIR DE L'ENQUETE ENA (2022) ET KOCI (2020)

Ce découpage a permis de créer une variable de localisation de la zone de résidence séparée en 3 modalités: le centre de la technopole (lieu où se situent majoritairement les emplois), la première et la seconde couronne et enfin, la troisième couronne et ceux résidant en dehors de CASA. La même variable a été créée pour les bases Insee à partir des communes de résidence indiquées par les répondants.

Nous pouvons voir à l'aide des Figures 15 et 16 que notre échantillon ne possède pas les mêmes parts de population que dans la base mère, notamment au niveau des actifs résidants au niveau de la 3e couronne, qui va au-delà des limites de la technopole. En effet, les analyses des bases de données de l'Insee montrent qu'environ 55% des actifs et étudiants résidaient au niveau de la 3e couronne. La diffusion de notre enquête s'étant principalement située au niveau du bassin d'entreprises de Sophia-Antipolis, nous n'avons pas pu obtenir un échantillon suffisant des individus résidant dans cette couronne, ce qui explique une telle sous-représentation par rapport à la population mère. En prenant en compte les trois catégories de statut (actifs cadres, hors cadres et étudiants), les trois zones de localisation résidentielle (Technopole, première et deuxième couronne) et la distinction homme-femme, un redressement de l'échantillon issu de l'enquête a pu être établi.

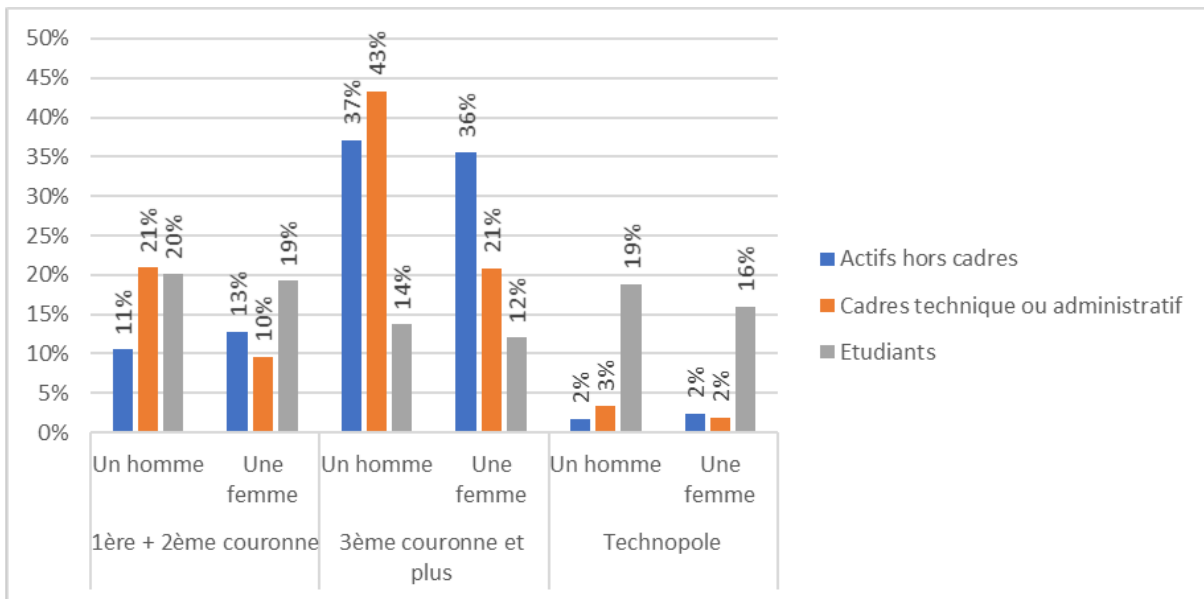


FIGURE 15 : REPARTITION DE LA POPULATION ENQUETEE SUR CASA SELON LE GENRE, LA CSP ET LA LOCALISATION (%) A PARTIR DE L'ENQUETE ENA

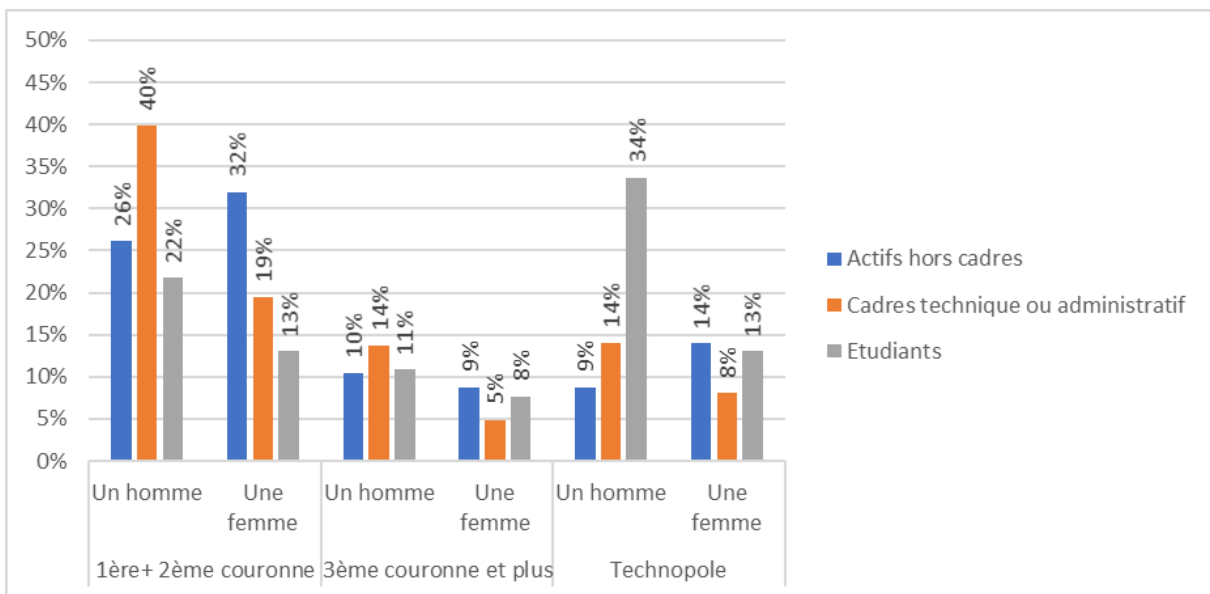


FIGURE 16 : REPARTITION DE LA POPULATION SELON LES BASES DE MOBILITES PROFESSIONNELLES ET SCOLAIRES SELON LE GENRE, LA CSP ET LA LOCALISATION A PARTIR DE L'INSEE

5.4. STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'ECHANTILLON REDRESSE

Le Tableau 17 présente les caractéristiques sociodémographiques de la population redressée à CASA.

On constate que les hommes sont légèrement plus représentés que les femmes dans l'échantillon : 56% d'hommes contre 44% de femmes. Concernant l'âge des individus, la majorité d'entre eux sont repartis entre les classes d'âge de 18-29 ans (47%) et 30-44 ans (26%) respectivement. On retrouve la même structure d'âge dans une autre enquête à CASA effectuée en 2014 (69% ont entre 20 et 45 ans, et 24% ont entre 45 et 55 ans).

Concernant le statut de la population enquêtée, les salariés sont les plus représentés à 67%. Le statut étudiant (33%) est deuxième statut le plus représenté à CASA. Les campus étant plus ciblés, les étudiants sont plus nombreux dans cette enquête que dans les enquêtes de mobilité CASA 2014 (93% salariés et 6% étudiants) et l'enquête MOBPRO CASA 2019. Tout comme le contexte du Covid, la différence dans la prise en compte de la population étudiante peut être à l'origine des différences de comportements de mobilité entre les deux enquêtes 2014 et 2022 (moins de voiture et plus de transport en commun).

Nous utilisons les catégories issues de l'INSEE pour l'analyse des catégories socioprofessionnelles (CSP). La population de CASA est composée essentiellement de cadres (51%), représentant la catégorie socioprofessionnelle la plus aisée.

Concernant la situation familiale des enquêtés, les personnes seules sont majoritaires à CASA (51%). La prédominance de cette structure familiale est en partie liée au profil de la population enquêtée, majoritairement âgée de 18 à 29 ans. Dans l'enquête mobilité réalisée à CASA en 2019, la part des individus sans enfants était égale à 50%. Dans cette enquête, elle atteint ici 70%, en additionnant les personnes seules et les couples sans enfants.

À partir de ces premiers éléments sociodémographiques, nous allons à présent analyser les modes et les motifs de déplacements des enquêtés sur le territoire de CASA.

La répartition modale des déplacements à CASA est très marquée par l'usage des modes motorisés: 44% des enquêtés utilisent la voiture en tant que conducteur, 1% pratiquent le covoiturage et 3% les deux roues motorisées. Les transports en commun arrivent en deuxième position dans la distribution modale avec 20% des déplacements. La pratique intermodale est importante et représente 18% des déplacements. La marche à pied constitue quant à elle 12% des déplacements déclarés. Si l'on envisage les motifs de déplacements à pied, il s'agit de trajets courts pour aller se restaurer. Enfin, l'usage du vélo reste minoritaire et représente 2% des déplacements.

En comparant ces résultats avec ceux de la mobilité professionnelle issue du recensement de la population (base MOBPRO) de CASA - 2019 et l'enquête de mobilité CASA réalisée en 2014, on constate une sous-représentation de l'usage de la voiture et une surreprésentation des modes alternatifs et notamment le transport en commun. L'usage du transport en commun ne représente que 7% des déplacements dans la base MOBPRO-2019 et 5% seulement à partir de l'enquête sur CASA 2014. Cela étant, la comparaison comporte plusieurs limites puisque la base issue du recensement ne concerne que les déplacements des actifs entre la commune du domicile et celle du travail. Dans notre enquête, tous les déplacements sont inclus, y compris ceux effectués pour les autres motifs pendant la journée, et la population étudiante est bien prise en compte. Par ailleurs, la crise du Covid-19 a fortement encouragé la pratique du télétravail, notamment chez les populations les plus éloignées du lieu de travail qui ont recours à la voiture. Comme mentionné précédemment, ces dernières n'ont pas pu être suffisamment touchées par notre dispositif d'enquête, par rapport aux populations habitants à proximité de la Technopole.

TABLEAU 17 : DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION ENQUETEE A CASA

Variables	Modalités	Pourcentage
Statut	Salariée (et autres actifs)	67%
	Étudiant	33%
	Sans activité ou retraité	-
	Total	100%
Genre	Homme	56%
	Femme	44%
	Total	100%
CSP	Cadres	30%
	Étudiant	33%
	Employés	22%
	Techniciens et Professions intermédiaires	10%
	Chefs d'entreprise, artisans, commerçants	3%
	Ouvriers	2%
	Retraités	-
	Total	100%
Âge	0-18	3%
	18-29	47%
	30-44	26%
	45-59	22%
	60 et plus	2%
	Total	100%
Situation familiale	Personne seul(e)	51%
	Personne seul(e) avec enfant(s) à charge	4%
	En couple avec enfant(s) à charge	26%
	En couple sans enfant(s) à charge	19%
	Total	100%
Résidence	Technopole	14%
	Couronne 1+2	31%
	Couronne 3 et +	55%
	Total	100%

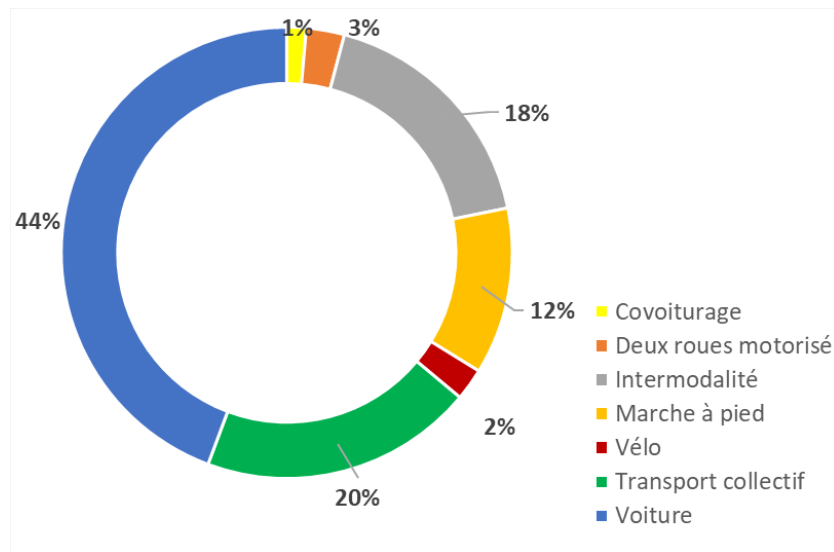


FIGURE 18 : REPARTITION MODALE A CASA

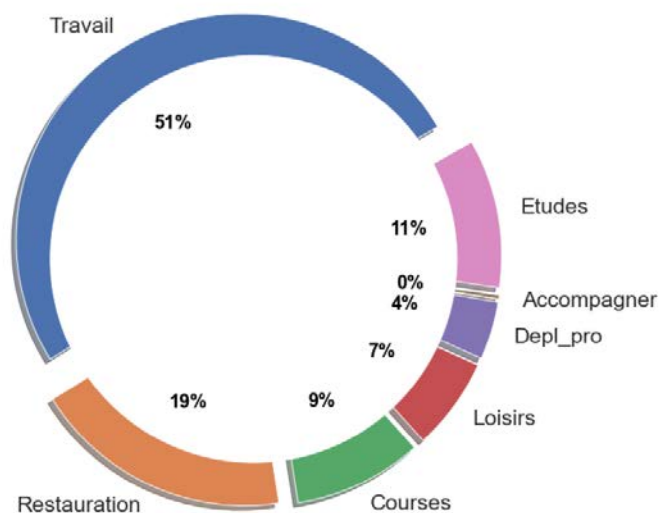


FIGURE 17 : REPARTITION DES MOTIFS DES DEPLACEMENTS A CASA

Pour compléter la répartition modale, nous illustrons ensuite les motifs de déplacements dans la technopole de CASA. Les déplacements réalisés sont en majorité des déplacements pour le travail (51%) : CASA constitue un des pôles d'emploi de l'aire urbaine de Nice. Par ailleurs, on note une forte représentation du motif de déplacements domicile-travail dans l'enquête de mobilité CASA en 2014 (70%) par rapport à notre enquête.

En deuxième position, les déplacements pour se restaurer représentent 19% des trajets, et sont pour la plupart liés au motif travail et/ou études. En troisième position, le motif études représente 11% des déplacements. Le reste des motifs de déplacements sont les courses, les loisirs et les déplacements professionnels (9%, 7% et 4% respectivement).

Ainsi, on peut regrouper les différents motifs de déplacements en deux sphères selon la répartition des activités des répondants. Une sphère professionnelle (travail y compris stages et alternances, études) qui représente 62% des déplacements, et une sphère sociale/vie quotidienne (restauration, courses, loisirs) qui représente 38% des déplacements.

5.5. DONNEES NECESSAIRES A L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

5.5.1. Données recueillies via l'enquête

Les données récoltées grâce à l'enquête permettant de constituer des inputs pour l'évaluation environnementale (ACV). Elles correspondent aux données sur les usages ainsi qu'aux données sur le système technique pour les véhicules particuliers (VP). Les données sur les usages comprennent une description claire des trajets effectués comportant l'origine et la destination (OD) de chaque déplacement, ainsi que la fréquence des déplacements. Les distances parcourues ont été calculées via un scrapping des données de Mappy (<https://fr.mappy.com/>) pour chaque OD. Les données relatives au système technique sont issues des réponses sur les caractéristiques des véhicules particuliers (VP). Pour les véhicules de transport en commun (TC), un travail de caractérisation a été effectué.

Deux types de TC sont disponibles dans cette zone : les bus urbains (Envibus, Lignes d'azur, Palm Bus, Sillages) et les autocars interurbains (scolaires, ZOU ! Alpes Maritimes). Tous deux n'ayant pas les mêmes caractéristiques techniques (capacité, durée de vie en kilomètre, etc.), ils n'ont pas les mêmes impacts environnementaux. Il nous faut donc, pour les deux types de TC, le total de kilomètres parcourus afin de modéliser leur impact.

Lorsqu'au moins une partie du trajet est effectuée en VP, nous avons besoin de données sur le véhicule afin de pouvoir quantifier ses émissions. Ces données sont la taille du véhicule, le carburant utilisé et la première année d'immatriculation. Ainsi, nous avons divisé les VP en 20 groupes distincts selon trois critères : la taille du véhicule (en 3 modalités), son carburant (en 4 modalités) et pour finir sa première année d'immatriculation (en 3 modalités). Nous avons supposé que le taux d'occupation était de 2 lorsque le mode renseigné était le covoiturage. Nous avons ainsi pu obtenir les p.km effectués pour chaque type de VP.

La taille du véhicule

Pour ce critère, l'enquête propose aux personnes ayant à disposition un véhicule particulier de répondre à la question suivante : « De quel type de voiture disposez-vous ? » À cela, l'enquêté peut choisir dans un menu déroulant parmi les 5 propositions suivantes : Berline, Citadine, Familiale, Utilitaire et enfin SUV. Pour les besoins d'évaluation, nous avons regroupé ces 5 modalités en 3 catégories :

- « Small » : équivalent à Citadine
- « Medium » : équivalent à Berline
- « Large » : équivalent à Familiale, Utilitaire et enfin SUV.

Le carburant utilisé

Le carburant utilisé par le véhicule est lui réparti en 4 modalités distinctes. L'enquêté pouvait répondre à la question suivante s'il a à disposition un véhicule personnel : « Quel est le type de carburant employé ? » Les choix proposés dans le menu déroulant étaient alors au nombre de 5 : Électrique, Essence sans plomb (SP95-SP98), Gazole (Diesel), Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) et enfin Superéthanol (E85). Puis, nous avons constaté un nombre important de commentaires à cette question indiquant que le véhicule était hybride. Nous avons donc finalement 6 modalités différentes pour le type de carburant. Pour les hybrides, nous avons recodé la variable par le carburant s'il était indiqué et par « Petrol » sinon. Cela ne concernait que 23 des 486 répondants à cette question soit moins de 5%.

Pour les besoins d'évaluation, nous avons regroupé ces 6 modalités en 4 catégories :

- « Diesel » : équivalent au Gazole
- « Petrol » : équivalent à l'Essence ainsi qu'au Superéthanol
- « Electric »
- « GPL »

La première année d'immatriculation

Pour cette variable aussi, nous avons dû effectuer un recodage. Même si les véhicules électriques et roulants au GPL sont tous jeunes, ce n'est pas le cas des autres. Pour catégoriser les véhicules en fonction de leur première année d'immatriculation, nous avons utilisé les normes européennes d'émissions, également appelées normes Euro.

Ce sont des normes visant à limiter les émissions de polluants liées au transport routier. Elles ont été mises en place par l'Union européenne en 1988 pour les poids lourds et sont également appliquées aux véhicules légers depuis 1993. Ces normes fixent les limites maximales de rejets de polluants pour les véhicules neufs et sont de plus en plus restrictives avec le temps. Il en existe plusieurs selon la taille du véhicule et le carburant qui lui est nécessaire. Pour les besoins de l'évaluation, nous avons donc réparti les véhicules en 3 catégories selon leur année d'immatriculation :

- « Euro 3 » : pour les véhicules dont l'année d'immatriculation est antérieure à 2006,
- « Euro 4 » : pour les véhicules dont l'année d'immatriculation est entre 2006 et 2011,
- « Euro 5 » : pour les véhicules dont l'année d'immatriculation est postérieure à 2011.

Nous n'avons pas pris en compte les normes antérieures à la 3^e ainsi que celles postérieures à la 5^e. Nous avons donc pu catégoriser les différents véhicules parmi les modes utilisés. Puis l'enquête nous a permis de récolter les données d'usages associées, présentées dans le tableau ci-dessous. Les données comprennent les allers et retours de chaque déplacement.

De la même manière que précédemment, nous avons calculé les véhicules.km d'une aire d'étude plus restreinte, à savoir les déplacements passants par l'Avenue Roumanille. Cependant, les données ne sont pas sur la même échelle temporelle par rapport au Tableau 19 ci-après. En effet, on peut trouver ici les v.km des actifs et étudiants de la zone considérée sur une période de deux ans. Les données comprennent les allers et retours de chaque déplacement.

TABLEAU 18 : RECAPITULATIF DES DONNEES D'USAGES (ALLER ET RETOUR) DANS LA ZONE D'INFLUENCE, POUR CHAQUE TYPE DE VEHICULE SUR UNE PERIODE D'UNE SEMAINE

(En V.km)		Norme Euro		
Type de véhicule	Carburant	3	4	5
SMALL	Diesel	46 475	6 506	31 659
	Petrol	3 551	29 681	339 222
MEDIUM	Diesel	0	4 764	153 338
	Petrol	0	3 282	8 403
LARGE	Diesel	899	3 357	119 815
	Petrol	0	60 424	63 532
ELECTRIC		0	0	14 089
GPL		0	0	51 707
Scooter (en P.KM)		7 299		
BUS (en P.KM)		81 404		
AUTOCAR (en P.KM)		68 168		

TABLEAU 19 : RECAPITULATIF DES DONNEES D'USAGES (ALLER ET RETOUR) DES DEPLACEMENTS PASSANTS PAR L'AVENUE ROUMANILLE, POUR CHAQUE TYPE DE VEHICULE SUR UNE PERIODE DE DEUX ANS.

En V.KM		Norme Euro		
Type de véhicule	Carburant	3	4	5
SMALL	Diesel	18 906	108 165	187 590
	Petrol	10 319	141 855	1 403 461
MEDIUM	Diesel	0	15 411	466 224
	Petrol	23 515	29 154	332 987
LARGE	Diesel	6 441	9 938	359 172
	Petrol	0	177 486	348 809
ELECTRIC		0	0	88 212
GPL		0	0	0
Scooter (P.KM)		16 588		
BUS (P.KM)		0		
AUTOCAR (P.KM)		0		

5.5.2. Données recueillies par les entretiens

Données sur le système technique pour les TC

Lors de l'entretien réalisé avec l'exploitant du réseau de TC de la zone, Envibus, nous avons récolté des informations sur les véhicules utilisés (capacité, carburant, durée d'usage), mais aussi sur leur fréquentation respective. Ces éléments peuvent servir à adapter les procédés de transport qui sont exprimés en fonction du flux de référence retenu soit la personne par km (p.km).

TABLEAU 20 : SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LE SYSTÈME TECHNIQUE DES TRANSPORTS EN COMMUN

Ligne	Km de la ligne	Nombre de bus affectés	Type de carburant	Capacité	Nombre d'aller-retour par jour type	Voyages ensemble de la ligne moyenne journalière PS	Voyages arrêt St Philippe moyenne journalière PS
À (2019)	1940	10	Thermique	102	115	4795	
À (2022 avant exp)	1930	9.5	GNV	145	108	4755	179
À (2022 pendant exp)	1930	9.5	GNV	145	108	5122	159
9 (2019)	609.36	3.5	Thermique	102	70	1457	
9 (2022 avant exp)	584	4.5	GNV	102	65	818	3
9 (2022 pendant exp)	584	4.5	GNV	102	65	792	6
12 (2019)	320	2	Thermique	102	26	377	
12 (2022 avant exp)	337	2	Thermique	102	26	171	11
12 (2022 pendant exp)	337	2	Thermique	102	26	332	2

Ligne	Km de la ligne	Nombre de bus affectés	Type de carburant	Capacité	Nombre d'aller-retour par jour type	Voyages ensemble de la ligne moyenne journalière PS	Voyages arrêt St Philippe moyenne journalière PS
21 (2019)	97	1	Thermique	67	6	26	
21 (2022 avant exp)	98	1	Thermique	67	6	38	1
21 (2022 pendant exp)	98	1	Thermique	67	6	21	NSP
22 (2019)	767	3	Thermique	86	41	481	
22 (2022 avant exp)	742	3	Thermique	86	37	425	18
22 (2022 pendant exp)	742	3	Thermique	86	37	639	19
26 (2019)	325	2	Thermique	102	12	338	
26 (2022 avant exp)	325	2	Thermique	102	12	272	NSP
26 (2022 pendant exp)	325	2	Thermique	102	12	439	NSP

Données sur le système technique pour la navette autonome

Tout d'abord, nous avons obtenu l'information par l'intermédiaire d'un des représentants d'Eiffage, que deux feux connectés avaient été installés spécifiquement pour l'expérimentation de la navette autonome. Ces équipements ont été installés au carrefour Saint-Philippe, point de départ de la navette autonome. Il s'agit de la seule intersection que rencontre la navette sur son tracé.

Puis, malgré de nombreuses tentatives, nous n'avons pas réussi à effectuer un entretien avec l'entreprise Navya, responsable de la construction de la navette. Nous leur avons donc transmis un fichier à remplir qu'ils nous ont retourné avec les réponses qu'ils étaient prêts à nous donner.

Nous avons pu demander des informations à une personne en charge des projets institutionnels sur les caractéristiques techniques liées à la navette et à son automatisation, à savoir :

- Le nombre et la durée de vie des capteurs embarqués (Caméra ; « large » and « small » lidar ; OBU ; Radar ; Sonar ; Récepteur GNSS) et du/des ordinateurs embarqués.
- Le nombre et la durée de vie des capteurs connectés débarqués (Barrière ; Caméra ; Lidar ; UBR) par place de parking.
- Le nombre et la durée de vie des éléments techniques liés à l'automatisation de la navette sur les infrastructures (Serveur agrégateur ; Calculateur ; Contrôleur de carrefour connecté ; Caméra connecté ; Lidar ; UBR).
- Le poids et la durée de vie du véhicule sans batterie et de la batterie.
- La consommation électrique nominale du véhicule (par exemple au kWh/100km).
- La quantité de données générées par le véhicule transmis au centre de supervision

Comme présenté dans le tableau suivant, seul le nombre de capteurs et d'ordinateurs embarqués nous ont été transmis.

TABLEAU 21 : DONNEES TRANSMISES PAR NAVYA SUR LE SYSTEME TECHNIQUE DE LA NAVETTE AUTONOME

	Nombre	Durée de vie
<i>Par véhicule</i>		
Caméra	3	NSP
Large Lidar	2	NSP
Small Lidar	8	NSP
OBU	1	NSP
Radar	0	NSP
Sonar	0	NSP
Ordinateur	2	NSP
Récepteur GNN+SS	2	NSP
<i>Par place de parking</i>		
Barrières connectées	/	/
Caméras connectées	/	/
Lidar connecté	/	/
UBR	/	/
<i>Sur les infrastructures</i>		
Serveur agrégateur	/	/
Calculateur	/	/
Contrôleur de carrefour connecté	/	/
Caméra connectée	/	/
Lidar	/	/
UBR	/	/

Les informations sur la consommation nominale du véhicule, le poids et la durée de vie du véhicule et des batteries ainsi que les données générées par le véhicule et transmises au centre de supervision n'ont pas non plus été communiqués. Nous allons donc tenir compte des informations transmises par le constructeur puis nous nous baserons sur la littérature scientifique pour formuler des hypothèses pour le reste des variables.

5.5.3. Données issues de la bibliographie et des hypothèses

La modélisation des émissions liées à la navette nécessite des informations sur le système technique nécessaire à l'automatisation de la navette, notamment au niveau de l'infrastructure, de la supervision et du véhicule.

Pour cela, en complément des informations récoltées auprès du constructeur et de l'exploitant, nous avons eu recours à une bibliographie spécifique (Gawron, 2018 ; Huber, 2019, 2022a, 2022b ; Kotelnikova-Weiler et Feraille-Fresnet, 2022). La modélisation des émissions de la navette suit la méthodologie développée par Kotelnikova-Weiler et Feraille Fresnet (2022). Dans ce rapport, les variables sont décrites de manière exhaustive. Toutes les valeurs n'ayant pas été transmises par Navya ont été tirées de la littérature. La liste des variables à modéliser se trouve en annexe [1].

5.6. DONNEES NECESSAIRES A L'EVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE

5.6.1. Scénario de référence

Le travail d'évaluation socioéconomique nécessite de poser une situation de référence dans le but de déterminer la rentabilité du projet par rapport à cette dernière. Dans le cadre de la précédente évaluation socio-économique de la navette automatisée réalisée à CASA, il a été décidé de construire un scénario de référence combinant la future ligne de BHNS avec un service de VLS.

La mise en place d'un système de Vélos en Libre-Service (VLS) pour l'Avenue Roumanille présente de nombreux avantages. Tout d'abord, il s'agit d'un investissement peu coûteux. De plus, le système de VLS présente également des avantages pour les usagers, mais aussi pour les autres usagers de la route. Cependant, d'après les entretiens réalisés avec les acteurs de la mobilité sur le territoire, le scénario de VLS pose problème concernant le système d'exploitation. L'objectif est d'offrir une nouvelle forme de mobilité pour les actifs effectuant leur trajet domicile-travail. Le système de VLS serait donc vulnérable du fait de la pendularité des déplacements des actifs. Une fois les vélos utilisés, ils seraient déposés à proximité des différentes entreprises. Il n'y aurait alors potentiellement plus de vélo au début de l'avenue Roumanille aux heures de pointe. Une des solutions envisagées serait de renforcer l'offre de VLS au niveau de l'exploitation, en intégrant des personnes chargées de ramener les vélos au niveau des différentes bornes. De plus, le relief de l'avenue nécessiterait la mise en place de vélos électriques pour éviter de rendre ce dernier kilomètre trop contraignant pour les usagers. La mise en place de vélos uniquement électriques représente un coût bien plus important pour la collectivité. Ce scénario, bien qu'il soit porté par les acteurs locaux, ne s'avère pas être la meilleure solution compte tenu de certains aspects spécifiques du territoire.

Dans le cadre de ce livrable, nous avons décidé d'envisager un nouveau scénario de référence, dans lequel nous considérons un investissement permettant un début de développement vers le passage futur à la voiture électrique partagée.

Ce choix a été réalisé pour plusieurs raisons :

- Les entretiens réalisés avec les personnes en charge de la mobilité dans la CASA nous ont indiqué que les entreprises souhaitent remplacer leurs places de parking laissées vides à la suite du développement du télétravail par des bornes électriques ;
- Le Conseil des ministres européen souhaite commencer une transition des véhicules thermiques pour des véhicules plus favorables pour l'environnement et se donne donc pour objectif de se séparer de 55% des véhicules thermique d'ici 2030 et de la totalité pour 2035. Nous pouvons supposer que les usagers des véhicules thermiques s'orientent davantage vers des véhicules électriques, et qu'il serait intéressant de commencer à mettre en place des infrastructures permettant de faciliter leur usage.

L'investissement considéré dans le cadre de ce scénario de référence sera l'installation de bornes électriques à la place de certaines places de parking pour les entreprises se situant au niveau de l'avenue Roumanille. Nous ne possédons malheureusement pas l'information du nombre de places de parking totales au sein de chacune des entreprises. Nous avons donc décidé de réaliser une hypothèse assez forte, selon laquelle les places de parking modifiées en bornes de rechargement devraient dépendre du nombre de voitures électriques possédées par les travailleurs. Par ailleurs, d'après l'hypothèse avancée dans un article de presse issue de l'Échos planète, nous pouvons supposer qu'une borne permettra d'assurer la recharge de 10 véhicules (P. Fortin, 2022).

D'après les données issues de notre enquête de mobilité, 104 usagers de voiture électrique réalisent un trajet domicile-travail à destination de l'avenue Roumanille, l'installation de 11 nouvelles bornes sera nécessaire au niveau du parking des entreprises.

Pour connaître le prix de cet investissement, nous avons basé nos hypothèses sur le rapport « Infrastructure de recharge pour les véhicules électriques » publié par le Ministère de la transition écologique en 2019. Ce rapport indique les prix liés à l'installation et l'usage des bornes électriques à chargement normal et rapide (M-G. Pinart et al., 2019). Dans notre cas, nous supposons que les bornes de rechargement mises à disposition sur l'avenue Roumanille seront toutes des bornes de recharge rapide.

Voici le détail des prix estimés :

- Pour l'investissement, le prix supposé serait de 25 313€/borne soit 278 443€ pour l'installation des 11 bornes de recharge supplémentaires pour 2022. Ces coûts seront donc supportés par les entreprises cherchant à modifier certaines de leurs places de parking.
- Pour l'exploitation et la maintenance des bornes, il y a une incertitude dans le rapport concernant le montant exact nécessaire pour assurer cette tâche. Les prix sont compris entre 1 066€ et 5 000€. Nous utilisons une valeur moyenne de 3 033€/borne par an. Les coûts de maintenance pour les 11 bornes de rechargement concernées par notre étude en 2022 sont de 33 363€ par an. Ces coûts seront à la charge des entreprises ayant remplacé leur place de parking actuel par des places de recharge pour véhicule électrique.
- Un coût pour la recharge des véhicules est également à prendre en compte. Nous faisons l'hypothèse que cette dépense sera également supportée par les entreprises de l'avenue Roumanille. Pour déterminer le nombre de recharges effectuées par les véhicules, nous nous appuyons tout d'abord sur l'autonomie moyenne qui est de 350km (automobile-propre.com, 2019). Nous supposons que deux recharges par semaine seront nécessaires pour chacun des véhicules électriques, soit 208 recharges (la recharge s'effectuera vers l'usage de la moitié du carburant). Le prix moyen attribué pour la recharge d'un véhicule est de 0.0325€ pour 1km (EDF.fr, 2023) soit 5.70€ pour la recharge de la moitié de la batterie.

TABLEAU 22 : HYPOTHESE DE LA MISE EN PLACE DU SCENARIO VOITURE PERSONNELLE ELECTRIQUE SUR CASA POUR 2022

Hypothèses situation de référence	Valeurs 2022	Financier(s)
Prix de la borne	25 313€	Entreprises
Nombre de bornes installées	11	X
Investissement total	278 443€	Entreprises
Exploitation et maintenance	33 363€/an	Entreprises
Recharge par véhicule	5,70€	Entreprises

Dans le cadre de la réalisation de l'évaluation socioéconomique pour la situation de référence, nous avons posé des hypothèses à partir des externalités indiquées dans « Les valeurs de références prescrites pour le calcul économique » réalisé en 2019 (E. Quinet et al., 2019), et des valeurs propres à l'usage d'un véhicule électrique par rapport à un véhicule thermique à partir de différents rapports :

- La fédération européenne pour le transport et pour l'environnement indique que les émissions de CO₂ liées à l'utilisation d'un véhicule électrique seraient 77 % plus faibles que celles liées à l'usage d'un véhicule thermique. D'après le rapport « Consommations conventionnelles de carburant et émissions de CO₂ - véhicules particuliers neufs vendus en France » (ADEME, 2018), un véhicule diesel rejette 0,000135t de CO₂/km. Afin d'intégrer l'évolution de la consommation en CO₂ durant la durée de l'évaluation, nous allons faire une hypothèse sur l'évolution moyenne annuelle de la consommation des véhicules particuliers à partir de « L'évolution du taux moyen d'émissions de CO₂ en France – véhicules particuliers neufs vendus en France ». Nous avons à disposition les données entre 1995 et 2020 qui nous donnent un taux d'évolution annuel moyen de -2% (ADEME, 2022). En appliquant ce taux à notre cas, nous obtenons pour 2022 une émission de 0.000124t de CO₂/km pour les véhicules thermiques et 0,000062t de CO₂/km pour les véhicules électriques.
- D'après le site Reporterre, le véhicule électrique participe également à la pollution atmosphérique de l'environnement via l'émission de particules fines (PM_{2.5} et PM₁₀) liée au poids important de la batterie dans le véhicule obligeant les constructeurs à utiliser des pneus plus grands et renforçant donc les émissions de particule fines via le frottement des pneus sur le sol (H. Chauvin, 2022). Nous faisons donc l'hypothèse que les particules fines émises par un véhicule thermique et électrique sont similaires.
- Concernant la nuisance sonore, pour des raisons de sécurité, à une vitesse dépassant les 20km/h, les véhicules électriques doivent émettre du bruit de manière à pouvoir être entendus par les autres usagers de la route. La mise en place de véhicules électriques n'aura donc pas d'avantages d'un point de vue de la nuisance sonore.
- Pour ce qui est des gains de temps, il n'y a pas de changements de l'infrastructure routière du dernier kilomètre modifiant le temps de parcours des conducteurs. Cependant, la mise en place de la ligne de BHNS en site propre devrait augmenter le temps de parcours des usagers de la voiture, à cause d'une réduction de leur voie de circulation. Nous supposons que les déplacements à destination de la technopole le seront pour la réalisation de plusieurs motifs : travail, déplacements professionnels, restauration et réalisation des courses. Ces déplacements sont valorisés de manière différente selon le motif.

TABLEAU 23 : IMPACTS SOCIOECONOMIQUES DU PASSAGE DE LA VOITURE THERMIQUE A LA VOITURE ELECTRIQUE DANS LE CAS DE CASA

Hypothèses socioéconomique	Valeurs 2022	Acteur(s) impacté(s)
Gains de temps domicile-travail	11,56 €/voy/h	Usager
Gains de temps déplacements professionnels	20,28€/voy/h	Usager
Gains de temps autres motifs	7,85€/voy/h	Usager
CO2 voiture thermique	0,000124t.CO2/km	Environnement
CO2 voiture électrique	0,000062t.CO2/km	Environnement
Prix CO2	117€/t	Usagers
Nuisance sonore	0,0061€/veh.km	Usagers / non-usagers
Pollution atmosphérique	0,0011€/veh.km	Environnement

5.6.2. Scénario projet

Afin de déterminer les usagers de la navette automatisée, nous avons décidé de nous appuyer sur les données de fréquentation indiquée par Berthelet, ainsi que de notre enquête de mobilité. On cherche à identifier la nature du report modal, ainsi que les temps de parcours moyens réalisés sur le dernier kilomètre par mode, afin de les comparer avec ceux pouvant potentiellement être réalisés en navette. D'après l'opérateur du service, la demande moyenne journalière est de 11 voyageurs. Notre enquête indique que l'ensemble des reports effectués vers la navette sont effectués depuis la marche à pied, nous supposons donc qu'il n'y aura pas d'abandon de la voiture au profit de la navette.

Pour déterminer le temps de parcours avec la navette automatisée, il a été nécessaire de prendre contact avec l'opérateur Berthelet afin d'obtenir des informations sur les performances de cette dernière durant la phase d'expérimentation à Sophia-Antipolis. D'après les informations issues de l'équipe en charge de la supervision du projet de navette automatisée chez Berthelet, ainsi que les membres du personnel présents sur place, nous avons appris que la navette automatisée circule à une vitesse moyenne d'environ 9km/h pour un temps de parcours de 8.5 minutes sur le dernier kilomètre (6.5 minutes pour le trajet et 2 minutes pour les arrêts). Nous avons ensuite déterminé quel serait l'arrêt de destination en fonction de la zone d'emploi, afin d'estimer un temps de parcours avec la navette.

Nous avons rencontré des difficultés pour identifier les déplacements réalisés à l'intérieur du dernier kilomètre. On dispose des coordonnées de destination, mais pas celles de l'origine. Nous avons donc fait le choix d'attribuer les coordonnées liées à la zone d'emploi comme point de départ, et les coordonnées associées aux autres motifs que le travail comme destination. Nous avons ensuite comparé le temps de parcours entre le temps issu des applications comme Google Maps ou Mappy avec le temps indiqué dans l'enquête, pour valider les déplacements réalisés dans le périmètre de la navette.

Pour permettre la réalisation et l'exploitation du projet, il est tout d'abord nécessaire d'assurer le financement du projet pour que ce dernier puisse fonctionner de manière optimale. Nous avons identifié trois acteurs qui participent à ce financement : Berthelet (opérateur), la CASA (autorité organisatrice de transport) et l'Agence de la transition écologique (Financier public).

Malgré une prise de contact avec le constructeur de la navette automatisée dans le cas de Sophia-Antipolis, nous n'avons pas pu obtenir des coûts précis liés à l'exploitation de la navette en raison de la confidentialité de ce type de données. Nous avons donc supposé certaines valeurs concernant les coûts de la navette pour une situation de 2022, elles comportent donc des incertitudes. L'investissement concernant la navette automatisée peut-être décomposé en deux aspects, le véhicule et l'infrastructure permettant son fonctionnement, dont voici le détail des coûts :

- Pour la navette automatisée, en raison d'une mise en service similaire à l'année d'exploitation et d'une absence d'information sur l'évolution du prix d'une navette automatisée, nous allons conserver le prix d'achat énoncé au cours du dernier rapport (Bouzouina et al., 2021) : soit 300 000 € par navette.
- Concernant la durée de vie de la navette, il existe encore une part importante d'incertitude, car les phases d'expérimentation ne sont pas assez longues pour permettre de se rendre véritablement compte de la durabilité réelle du véhicule. Au cours du précédent livrable, nous avons fait l'hypothèse que la durée de vie de la navette automatisée serait similaire à celle d'un bus c'est-à-dire 15 ans (L. Bouzouina et al., 2021).
- En ce qui concerne l'infrastructure, l'expérimentation offre l'avantage d'avoir déjà nécessité la réalisation d'une partie importante des travaux pour permettre la circulation de la navette automatisée, notamment au niveau du rond-point, permettant d'attendre la navette et la faire démarrer, tout assurant un maximum de sécurité. Le montant de cet investissement est estimé à 500 000€.

TABLEAU 24 : RECAPITULATIF DES HYPOTHESES DE 2030 DES COÛTS D'INVESTISSEMENT POUR LA MISE EN PLACE DU SERVICE SUR CASA

Hypothèses du service	Valeurs 2022	Financier(s)
Prix d'une navette autonome de niveau 4	300 000 €	Opérateur
Investissement pour l'infrastructure	500 000 €	CASA
Durée du service journalier	7h	X
Durée de vie du service	2 ans	X

Concernant l'exploitation d'un service de navette automatisée, nous avons pu grâce à l'aide de Berthelet et à des informations obtenues via nos recherches, fixer certains prix sur les coûts de fonctionnement d'un service de navette automatisée.

Tout d'abord, les salaires de la main-d'œuvre assurant l'exploitation du service. Un des objectifs de la mobilité automatisée pour l'exploitant est de pouvoir réduire les coûts liés à la masse salariale. En effet, l'usage du véhicule automatisé devrait en théorie réduire les coûts liés au personnel d'environ 40%, sachant que ces derniers occupent 60% des coûts d'exploitation. Nous considérons que seulement un superviseur à distance sera suffisant pour assurer l'exploitation des deux navettes automatisées avec un salaire annuel de 60 960€ en 2022 toutes charges comprises. Nous prendrons en compte une hausse du salaire de 1,6% par an comme indiqué dans le rapport « Évolution des salaires par branche professionnelle en 2018 » publié en août 2019 par le ministère du Travail (M. Maderia et al., 2019).

Concernant les coûts liés à la consommation électrique du véhicule, on considère une valeur de 0,17€/KWH pour 2022, avec une augmentation de cette valeur de 4% par an. Ce prix nous permet d'estimer les coûts d'exploitation de la consommation électrique du service à 2 864€ par an par navette automatisée. Nous avons fait le choix de ne pas prendre en compte la hausse importante des coûts de l'énergie dans notre évaluation.

Contrairement à un service de transport non automatisé, l'utilisation de la navette automatisée nécessite de passer par l'achat d'une licence afin de pouvoir utiliser le logiciel permettant la délégation de conduite. Le prix qui nous a été donné est de 1 010€ par mois pour 2022, avec une hypothèse d'une hausse du prix de 1% par an. Cette licence offre également la possibilité d'assurer la maintenance spécialisée du véhicule par le constructeur à travers toutes les problématiques liées à l'autonomie du véhicule.

La maintenance du véhicule devient un procédé d'autant plus important une fois automatisé. Il est nécessaire d'effectuer une maintenance régulière, car il n'y aura plus d'opérateur à bord pouvant identifier des problèmes au niveau du véhicule pouvant perturber son fonctionnement. Au cours du précédent livrable, la valeur de la maintenance était estimée à 500€ par mois avec une augmentation annuelle de 1% par an (Bouzouina et al., 2021). En plus de la maintenance « classique » du véhicule, la licence payée au constructeur de la navette inclut un service de maintenance spécialisé c'est-à-dire la maintenance de tous les éléments garantissant l'automatisation du véhicule (capteurs, ordinateur de bord, caméra...) et pour lequel seul le constructeur possède les compétences nécessaires pour effectuer ce service. Le montant de ces coûts ne nous a malheureusement pas été transmis, car ces derniers ne sont pas représentatifs du véhicule cible selon les informations transmises par Navya.

Sans opérateur à bord, une supervision à distance est nécessaire pour garantir le bon fonctionnement du service, et pouvoir agir en cas de problème repéré au cours des différents trajets. Le principal avantage avancé par ce système de gestion est la possibilité pour une personne de superviser plusieurs véhicules. Il n'est pas possible pour le moment de déterminer quel est le nombre de véhicules supervisables par un seul individu, car le service totalement automatisé n'a pas été suffisamment expérimenté dans ces conditions. Cependant, la littérature fixe des objectifs de supervision allant de 5 à 10 véhicules par une seule personne. Le montant de cette supervision est estimé à environ 12 000€ par an pour l'opérateur. Nous avons pu apprendre que le constructeur réalise également une supervision à distance du véhicule pour laquelle ses possibilités de manœuvres sont plus importantes que celles de l'opérateur.

Il y a donc un coût de supervision à intégrer chez le constructeur de la navette tout d'abord, en intégrant un superviseur dans leur coût, mais également des frais fixes de supervision comme pour l'opérateur en supposant que ces derniers soient plus élevés pour permettre un meilleur contrôle du véhicule. Nous allons donc supposer des frais fixes de supervision de 1 250€ par mois pour le constructeur de la navette. De plus, le constructeur doit également s'acquitter de dépense de personnel qui sera en charge de la supervision à distance et pour lesquels les coûts ne nous ont pas été communiqués.

Nous incluons également une rémunération versée par la CASA à l'opérateur pour le service d'exploitation réalisée pour lequel nous avons supposé une valeur de 8 000€ par mois au cours du dernier livrable, avec une hausse de 1% par an. L'utilisateur de la navette autonome ne devra s'acquitter d'aucun achat de titre de transport pour utiliser la navette, mais ce dernier devra utiliser l'application afin de valider son passage dans la navette. Le tableau ci-dessous présente la synthèse des hypothèses liées aux coûts d'exploitation de la navette à CASA.

TABLEAU 25 : HYPOTHESES SUR LES COUTS D'EXPLOITATION DE LA NAVETTE AUTOMATISEE SUR CASA

Hypothèses coûts d'exploitation	Valeurs 2022	Taux d'évolution	Financier(s)
Superviseurs	60 960€	+1,6%	Opérateur
Consommation électrique	2864€	+1%	Opérateur
Licence	1010€	+1%	Opérateur
Assurance	950€	-5%	Opérateur
Rémunération de l'opérateur	8080€	+1%	CASA
Maintenance	500€	1%	Opérateur
Maintenance spécialisée	Non connue	X	Constructeur
Supervision à distance opérateur	12 000€	1%	Opérateur
Supervision à distance constructeur	15 000€	1%	Constructeur

L'application de la méthodologie de l'évaluation sur l'aspect financier du projet nous montre certaines limites dans la prise en compte de l'automatisation du véhicule. Nous avons des incertitudes concernant l'implication monétaire du constructeur de la navette automatisée dans le processus d'exploitation et de maintenance. Ces absences d'informations sont un biais dans le cadre du travail d'évaluation d'une navette automatisée, car il s'agit d'un poste de dépense qui est propre à cette mobilité et qui n'est malheureusement pas possible de prendre en compte dans son intégralité.

Dans le cadre de la réalisation de l'évaluation socioéconomique, nous avons posé des hypothèses à partir des externalités issues de « Les valeurs de références prescrites pour le calcul économique » (E. Quinet et al., 2019). Nous avons également utilisé les commentaires laissés par les répondants concernant leur mobilité sur le territoire à partir de l'enquête.

Enfin, les données produites dans le cadre de l'ACV alimentent certains aspects de l'ACA dans la mesure où ils peuvent être monétarisés. Concernant les effets monétarisables, nous avons décidé d'intégrer les cinq suivants :

- Les émissions de CO2. Cette valeur sera estimée en fonction du report modal de la voiture vers l'usage de la navette avec une valeur de 117€/t en 2022, d'après les estimations prescrites par les recommandations de la commission Quinet (E. Quinet et al, 2019). Cette valeur augmentera d'environ 16€ par an durant l'évaluation.
- La pollution atmosphérique via les particules fines (PM2.5 et PM10). Nous nous intéresserons uniquement à celles réalisées par les véhicules légers, qui sont les seuls à avoir l'espace de circuler au niveau du dernier kilomètre. La valeur prescrite est de 0,0011€/véh.km et sera estimée en fonction du report modal de la voiture vers la navette automatisée. Concernant les émissions réalisées par la navette, nous nous servirons des résultats obtenus dans l'ACV pour évaluer leur impact d'un point de vue socioéconomique au cours du prochain livrable.
- La nuisance sonore. Nous suivons le même raisonnement que pour la pollution atmosphérique, la valeur fixée pour ce dernier est de 0.0061€/véh.km dans un territoire urbain sur une route de type nationale ou départementale.

- L'accidentalité. Nous avons fait l'hypothèse que la présence de la navette automatisée réduirait de 20% les risques d'accident. Le coût de la vie statistique est estimé à 3 325 978€/mort/an en 2022, avec une évolution de cette valeur basée sur l'évolution du PIB/tête dont les valeurs jusqu'en 2060 ont été estimées dans le rapport « Prospective 2040-2060 des transports et des mobilités ». Dans le cas de CASA, nous allons nous appuyer sur le rapport "Sécurité routière en France : bilan de l'année 2020" publié par l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR) en 2021 qui nous indique qu'il y a eu à Sophia-Antipolis 3 accidents mortels en 2020.
- Les gains de temps. Ils sont calculés par rapport à la valeur du temps d'un individu pour le trajet domicile-travail en milieu urbain, dont la valeur fixée en 2022 est de 11,56€₂₀₁₅/voyageur/heure. La valeur du temps pour les autres motifs est de 7,85€₂₀₁₅/voyageur/heure en 2022. Ces valeurs évoluent en fonction du PIB/tête.

La consommation de données nécessaire pour l'exploitation du service est difficile à estimer, car le système de service automatisé demande une importante circulation de données entre le véhicule et différents "récepteurs" de données (infrastructures, centre de supervision...). La littérature indique différentes valeurs concernant l'émission de données d'un service de véhicule automatisé. Ainsi, nous avons fait le choix de mobiliser les résultats qui seront indiqués par l'ACV en termes de transfert de données avec la navette automatisée. Pour valoriser de manière monétaire cette consommation de données, nous estimerons les émissions de CO2 qui découlent du partage de données entre la navette et les autres éléments diffusant et recevant des données à partir de la valeur de référence attribuée à l'émission de CO2. Le tableau ci-dessous présente une synthèse des hypothèses formulées.

TABLEAU 26 : HYPOTHESES SUR LES EXTERNALITES ASSOCIEES A L'EXPLOITATION D'UN SERVICE DE NAVETTE AUTOMATISEE SUR CASA

Hypothèses socioéconomiques	Valeurs 2022	Évolution annuelle	Acteur(s) impacté(s)
Gains de temps domicile-travail	11,56 €/voy/h	+0,97 %	Usager
Gains de temps déplacements professionnels	20,28€/voy/h	+0,97 %	Usager
Gains de temps autres motifs	7,85€/voy/h	+0,97 %	Usager
CO2	117€/t	+16€	Environnement/ Individu
CO2 liées à la circulation de données	À déterminer avec l'ACV	X	Environnement/ Individu
Pollution atmosphérique (particules fines)	0,0011€/veh.km	+0,97%	Environnement/ Individu
Nuisance sonore	0,0061/veh.km	+0,97%	Individu
Accidentalité mortel	3 325 978 €/mort/an	+0,97%	Individu

Certains effets liés à l'automatisation du véhicule ne sont pour le moment pas intégrés dans l'évaluation socioéconomique à cause d'une absence de valeurs tutélaires attribuées à ces derniers. Nous avons pu identifier ces effets via les commentaires des enquêtés. Nous avons récolté 161 commentaires dans l'enquête, puis nous avons effectué un nettoyage des réponses de manière à conserver uniquement les questions en lien avec la mobilité des individus.

De cette manière, nous avons pu conserver 13 commentaires portant sur des aspects propres aux véhicules automatisés. Nous avons ensuite catégorisé ces réponses en trois différentes catégories d'effets liés à l'automatisation :

- Retirer le conducteur du véhicule ;
- Les impacts de l'automatisation de la navette sur la situation d'expérimentation ;
- La perception sur l'évolution de cette technologie.
-

6. RESTITUTION SUR LE TERRITOIRE D'APPLICATION DE CŒUR DE BRENNE (CDB)

6.1. CONTEXTE ET SERVICE MIS EN PLACE

Le second territoire d'expérimentation du projet ENA est celui de Cœur de Brenne, une communauté de commune composée de 11 communes, située en milieu rural dans le département de l'Indre. Ce territoire possède 4715 habitants en 2018 d'après l'Insee.

Concernant la mobilité des Brennoux, ces derniers sont très peu desservis par le réseau de transport en commun de la région, avec seulement deux lignes du réseau Remi permettant de relier CdB aux autres villes avoisinantes :

- La ligne R qui relie Le Blanc à Chatillon sur Indre et passant par Martizay et Azay-le-Ferron.
- La ligne Q qui fait la liaison entre Tournons-St-Martin et Châteauroux et passant par Azay-le-Ferron, Paulnay et Mézière en Brenne.

Cette faible desserte en transports en commun impacte la mobilité des habitants. Pour les déplacements domicile-travail, la base des mobilités professionnelles de 2019 de l'Insee indique que sur les 1 200 actifs résidants dans CDB, 72% d'entre eux utilisent la voiture pour réaliser leur trajet et qu'aucun n'utilise les TC.

La mise en place d'un service de navette automatisée permettrait donc de fournir une nouvelle offre de transport collectif comme solution pour les usagers de la voiture, mais également de permettre aux ménages non motorisés (10,6% de la population en 2017) de pouvoir se déplacer et réduire leur enclavement. La carte ci-dessous présente le tracé de la navette sur le terrain d'expérimentation de Cœur de Brenne.

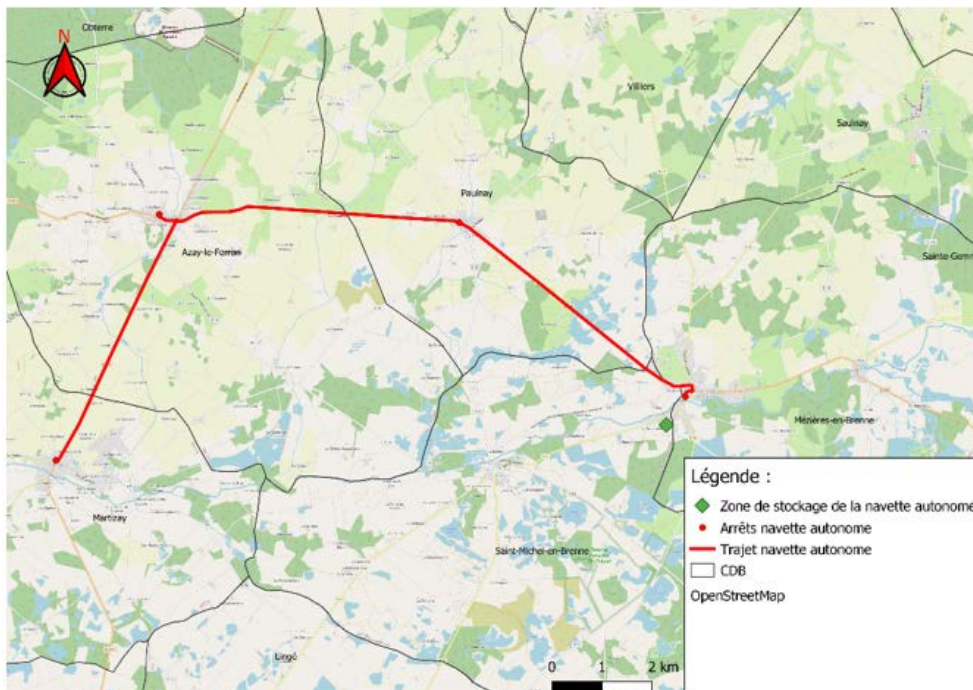


FIGURE 18 : PARCOURS REALISE PAR LA NAVETTE AUTOMATISEE DE CŒUR DE BRENNE AU COURS DE L'EXPERIMENTATION A PARTIR DES DONNEES DE BERTHELET

L'expérimentation de la navette automatisée sur le territoire de Cœur de Brenne a commencé durant la mi-juillet 2022 pour une fin en décembre 2022. La circulation d'une navette automatisée dans un tel espace rural est totalement inédite au niveau des expérimentations pour ce genre de service. L'expérimentation se déroule sur 4 des 11 communes composant CdB : Martizay, Paulnay, Mézières-en-Brenne et Azay-le-Ferron. Le premier départ de la journée a lieu à Mézières-en-Brenne qui est la commune d'expérimentation la plus proche de l'espace de stockage de la navette automatisée.

Contrairement à CASA, ce service de navette automatisée opère sur une plus longue distance. En effet, la navette automatisée effectue 18 kilomètres pour chacun de ses trajets et propose un service le matin, un service le midi et un ou deux services l'après-midi. Depuis le 1er août, la navette fonctionne durant les 7 jours de la semaine de 7h à 18h30 avec un système d'horaires fixes, mais déterminés en fonction des besoins des habitants. De plus, une offre touristique payante est également disponible le mardi sur réservation durant l'après-midi.

Pour réaliser le service, Berthelet a fait appel à un second constructeur de navette automatisée pour obtenir un véhicule plus adapté au territoire. Milla Group qui a fourni le véhicule automatisé pour cette expérimentation. Contrairement aux navettes de Navya, il ne s'agit pas d'un véhicule automatisé créé de toute pièce par le développeur de l'autonomie du véhicule, mais d'un véhicule non automatisé modifié de manière à permettre une délégation de conduite totale.

Cette expérimentation est réalisée avec une seule navette automatisée. Le véhicule choisi est un Renault-Master dans lequel la place du passager à l'avant sert désormais de stockage pour les ordinateurs permettant l'autonomie du véhicule, La navette automatisée peut accueillir 7 usagers installés à l'arrière.



FIGURE 19 :: NAVETTE AUTOMATISEE UTILISEE POUR L'EXPERIMENTATION SUR CDB.

SOURCE : PARC NATUREL DE BRENNNE

Concernant les performances de la navette, cette dernière réalise son trajet du point de départ au terminus en 36 minutes (12 minutes par arrêt) avec des vitesses différentes selon l'infrastructure routière. Cette dernière circule à 30km/h sur les routes limitées à 50 km/h, à 40km/h sur les routes limitées à 70km/h et à 50km/h sur les routes limitées à 80km/h.

La navette est en mesure d'assurer l'ensemble du service journalier sans avoir à effectuer un rechargement au cours de la journée, mais une recharge peut être réalisée vers midi pour s'assurer qu'il n'y aura pas de problème d'autonomie vers la fin du service. Berthelet indique qu'au cours des trois premiers mois d'expérimentation, la demande moyenne pour de la navette était de 264 individus par mois. De plus, les jeudis sont les jours avec la fréquentation la plus importante grâce à la présence du marché de Mézières-en-Brenne qui représente un motif de déplacement important.

6.2. L'ENQUETE PAR QUESTIONNAIRE A CDB

À Cœur de Brenne, l'enjeu de mobilité est de l'ordre de la desserte locale, de la mise en relation entre les centres-bourgs et de la liaison directe avec les centralités voisines. La littérature identifie à ce titre deux formes de services pertinentes dans ce type d'espace: les transports express (rapides et capacitaires), et les transports à la demande (moins rapides et peu capacitaires, mais faciles à mettre en œuvre et adaptables).

La mise en situation proposée aux répondants comprend donc trois types de services, reprenant les qualités de rapidité et adaptabilité :

- Un service de taxi autonome, assimilable à un service de taxi existant, mais potentiellement moins cher.
- Un service de taxis partagés, capable de réaliser un détour pour aller chercher un autre utilisateur sur la route, donc moins cher, mais avec un temps de trajet allongé/
- Une navette autonome réalisant un trajet direct, ou éventuellement en correspondance avec d'autres services de navettes autonomes (le moins cher, mais le moins rapide).

Le délai de réservation des différents services est questionné, car traditionnellement, un service plus prévisible est plus rentable, mais aussi moins intéressant pour l'utilisateur.

La population cible à Cœur de Brenne est très différente de celle de CASA, avec une population active localement, et fortement dépendante de la voiture au vu de la faiblesse du réseau de transport existant. Ici, l'enjeu est bien plus de l'ordre de la mise en connexion des centres-bourgs, de l'accès aux différents services éparpillés sur le territoire (commerces, emplois et services à Mézière ou Martizay, services publics ou de santé à Azay-le-Ferron ou Saint-Michel). En particulier, c'est la population âgée, ou inapte à la conduite qui est visée (jeunes, personnes sans permis).

À Cœur-de-Brenne, le choix d'une méthodologie d'enquête différente, induisant un temps de complétion des questionnaires plus long et une intelligibilité parfois compliquée par le fait de la médiation par un enquêteur pour certaines questions, a fortement influencé les évolutions ci-après. Ainsi, les questions portant sur les conditions de mobilité et la satisfaction du mode utilisé, présentant notamment des tableaux de fréquences ou de niveau de satisfaction, ont été jugées à la fois complexes à présenter à l'oral, et moins pertinentes dans un territoire où le mode de déplacement quasiment unique est la voiture (sur le domaine de pertinence de la navette c'est-à-dire entre les cœurs de bourg). Les motifs de déplacements ont également été adaptés à un public visé plus centré sur les retraités et personnes ne disposant pas du permis de conduire. À noter enfin que le mode de détermination des origines destination qui avait été jugée parfois difficile à utiliser dans le cas de CASA (notamment sur smartphones/tablettes), a été simplifié sur Cœur-de-Brenne en ne proposant en premier abord que de choisir dans la liste des communes. Les déplacements intracommunaux sont jugés moins importants car ils sont de faible distance dans les cœurs de bourg du fait des dimensions des territoires, et potentiellement de plus longues distance, mais inaccessibles à une alternative au mode automobile du fait de leur dispersion. Le questionnaire étant le même que celui utilisé à CASA, les tests internes ont été moins largement pratiqués, car il s'agissait de l'administration du questionnaire sur un second territoire d'étude.

Afin de parfaire l'expérience de choix, 20 résidents ou usagers du territoire ont été interrogés, pour un total de 160 expériences de choix, du 12 au 13 juillet 2022. Si les niveaux d'attributs issus de ce test n'ont pas été utilisés, l'expérience ayant finalement été modifiée par rapport au test, les échanges et les choix relevés ont permis de modeler l'expérience finalement élaborée.

Sur ce territoire, il a été décidé de privilégier le questionnaire en face à face pour favoriser les réponses des personnes moins technophiles et maximiser le taux de réponse des personnes âgées et des autres possibles bénéficiaires du service (sans permis, sans véhicule). Ce choix a également été réalisé après l'expérience de CASA, où le taux de retour du questionnaire web était plus faible que prévu.

Pour améliorer la qualité des données et la représentativité de l'échantillon, on a effectué un échantillonnage par stratification en se basant sur les zones géographiques représentées par les 11 communes de CDB. Une liste d'adresses a été tirée au hasard dans la base de données ADRESSE (BD TOPO IGN REF) pour les différentes communes de la communauté de communes, avec une proportion de 60% d'adresses tirées dans le centre-ville de chaque commune, et 40% à l'extérieur (afin de minimiser les déplacements tout en assurant une représentativité des personnes habitant différents espaces). Cette liste a été complétée par plusieurs tirages en cours d'enquête au fur et à mesure de l'avancée des enquêteurs. Au total 595 adresses ont été visitées.

Le recueil a été réalisé du 10 octobre au 10 novembre 2022, par une équipe de 2 à 3 personnes, recrutées par le biais d'une agence d'intérim. Compte tenu des circonstances au moment du début de l'enquête (crise du carburant et situation de l'emploi dans l'Indre), il n'a pas été possible de recruter les enquêteurs dans les délais initialement prévus, ce qui a entraîné le décalage de l'enquête de 2 semaines (début décalé du 26 septembre au 10 octobre). De plus, alors que l'équipe devait être initialement constituée de 10 personnes, il n'a finalement pas été possible de recruter plus de 3 enquêteurs, malgré le contact des agences d'intérim situées dans un périmètre de 30min de trajet, de la mission locale du Blanc et de nombreux appels à recrutement diffusé via les réseaux sociaux de la collectivité (relances les 4, 13, et 20 octobre). De ce fait, la durée d'enquête a été allongée à 5 semaines au lieu de 2 afin d'atteindre l'objectif quantitatif.

Les enquêteurs étaient précédés d'un courrier d'invitation à répondre à l'enquête, signé par le Président de la communauté de communes, et distribué en boîte aux lettres. Ils étaient munis du même courrier, ainsi que d'un badge et d'un sac les identifiant comme participants à l'expérimentation de navette autonome. L'enquête était conduite à l'aide d'une tablette tactile munie d'une puce 4G. Des questionnaires papier étaient fournis aux enquêteurs en cas de défaillance des tablettes ou de la connexion mobile (cela a été le cas 2 jours sur les 22 jours d'enquête, soit 39 questionnaires papier).

Les enquêteurs ont été formés aux objectifs et à la méthodologie de l'enquête pendant la première journée, avec une étape de mise en pratique. Par la suite, un superviseur parmi eux assurait la conduite de l'enquête sur le terrain et était en communication quotidienne avec l'équipe de recherche. Un livret de formation distribué à chaque enquêteur est annexé à ce livrable.

Lors de la période de test initiale, il a été estimé que les enquêteurs étaient en mesure de faire passer environ 1 questionnaire par heure, comprenant : le temps moyen d'interrogatoire (15min), le temps de prise de contact et d'explication, et le temps pour passer d'un enquêté à l'autre.

Ce temps est cohérent avec celui des enquêtes EMC². Pour le volet face-à-face, on considère qu'un enquêteur réalise, en moyenne 3,5 enquêtes par jour, le temps pour lui de prendre contact avec le ménage et de réunir l'ensemble de ces membres, via une prise de rendez-vous notamment. Pour le volet téléphonique, on considère qu'un télé-enquêteur réalise en moyenne 5 enquêtes par jour.

Les consignes générales étaient de faire preuve d'une attitude neutre et objective, en particulier avec les enquêtés réticents, et notamment qu'il était interdit de répondre à la place des enquêtés. Au cours des deux premières semaines d'enquête, il a été déterminé que les consignes ne permettaient pas d'atteindre le rythme d'un questionnaire par heure et par enquêteur. Notamment, les enquêteurs se sont heurtés à de nombreux refus de répondre (41% des enquêtés rencontrés). De plus, le nombre d'enquêteurs a chuté à 2 personnes. Afin de maximiser le nombre de questionnaires complétés, il a été décidé de permettre aux enquêteurs de compléter les questionnaires à l'issue d'une conversation avec les enquêtés, lorsque ceux-ci ne souhaitent pas répondre au questionnaire directement, avec leur accord. La consigne était alors de ne compléter que les informations directement indiquées par les répondants. Notamment, la partie « choix discrets » (permettant la modélisation) ne pouvait pas être complétée de cette manière. Les questionnaires complétés de cette manière devaient être signalés dans les commentaires (22 questionnaires complétés de cette manière soit environ 5,5%).

En complément de l'enquête en face à face, un questionnaire web a été diffusé, comportant les mêmes questions, afin de compléter les résultats en touchant un autre public plus technophile. Le lien vers le questionnaire de l'enquête web n'est pas le même que celui de l'enquête face à face, afin de pouvoir différencier les deux canaux de distribution. Ce lien a été diffusé via les réseaux sociaux de la communauté de communes, ainsi que par mail après une campagne d'appels téléphoniques auprès des entreprises du territoire (150 entreprises – dont 45% ont répondu positivement). Au total, ce procédé a permis de recueillir une vingtaine de réponses supplémentaires.

6.3. REDRESSEMENT DE L'ENQUETE A CDB

L'enquête réalisée du 10 octobre au 10 novembre 2022 a permis de récolter 482 réponses en cumulant l'enquête sur le terrain et l'enquête web. Sur l'ensemble de ces réponses, nous avons conservé uniquement les individus ayant répondu aux questions sociodémographiques obligatoires, ce qui laisse un échantillon redressable de 367 individus (343 réponses en face à face et 24 réponses web).

Contrairement à CASA, dans lequel nous avons étudié un espace essentiellement fréquenté par des actifs, ce territoire comporte un nombre d'emplois relativement faible sur le territoire et une population représentée en majorité par des retraités. L'utilisation des bases de données des mobilités professionnelles et scolaires nous paraît donc moins pertinente comme base de référence du territoire.

Nous avons donc fait le choix de nous orienter vers l'usage des données de recensement de la population par IRIS réalisé par l'Insee en 2018. Bien que le recensement soit effectué à l'IRIS, la faible part de la population observée sur le territoire donne uniquement un recensement par commune. Concernant la base de données de l'Insee, nous avons procédé à la création manuelle d'un tableau de contingence permettant de séparer les données du recensement à l'aide de trois variables : la localisation, le genre et la CSP. Cependant, les informations fournies par l'Insee ne sont pas assez précises pour pouvoir intégrer l'âge dans les variables de redressement puisque la tranche d'âge n'est pas donnée par le croisement avec la CSP.

Concernant le redressement de notre échantillon, l'objectif principal était d'effectuer un redressement sur l'ensemble des communes de Cœur de Brenne, mais l'absence de répondants sur certaines catégories d'individus a nécessité un recodage des données issues de l'échantillon.

Nous avons tout d'abord recodé les CSP de l'enquête pour y inclure la CSP « Retraité.e » à l'aide de la question portant sur l'activité de l'individu. Nous avons également fait le choix de retirer les étudiants de l'enquête en raison de leur faible nombre (seulement 3 enquêtés), mais aussi du fait que ces derniers ne sont pas représentatifs de la population étudiante sur le territoire.

D'après l'enquête des mobilités scolaires, la population étudiante serait plutôt composée d'écoliers et de collégiens alors que nos enquêtés sont des étudiants de niveau lycée minimum. Nous avons par la suite procédé à plusieurs recodages de la variable CSP de manière à avoir un échantillon suffisamment important pour pouvoir effectuer le redressement des données. Nous sommes parvenus à établir un recodage de cette variable en 3 modalités : « Employés, Ouvriers et Artisans, commerçants et chef d'entreprise », « Autres actifs » qui contient le reste des CSP des actifs ainsi que les individus sans-emploi (nous faisons l'hypothèse que ces derniers cherchent un emploi et sont donc actifs au sens de l'Insee) et enfin « Retraité.es »

Le dernier recodage effectué a été réalisé sur la variable de localisation des individus. En effet, nous avons très peu de répondants dans les communes non traversées par la navette. Nous avons donc fait le choix de regrouper dans une modalité « Autres-communes » les communes qui ne font pas partie du tracé de la navette. Nous avons également intégré la commune de Paulnay à cette modalité à cause de l'absence d'une catégorie de répondant qui nous empêchait d'effectuer le redressement.

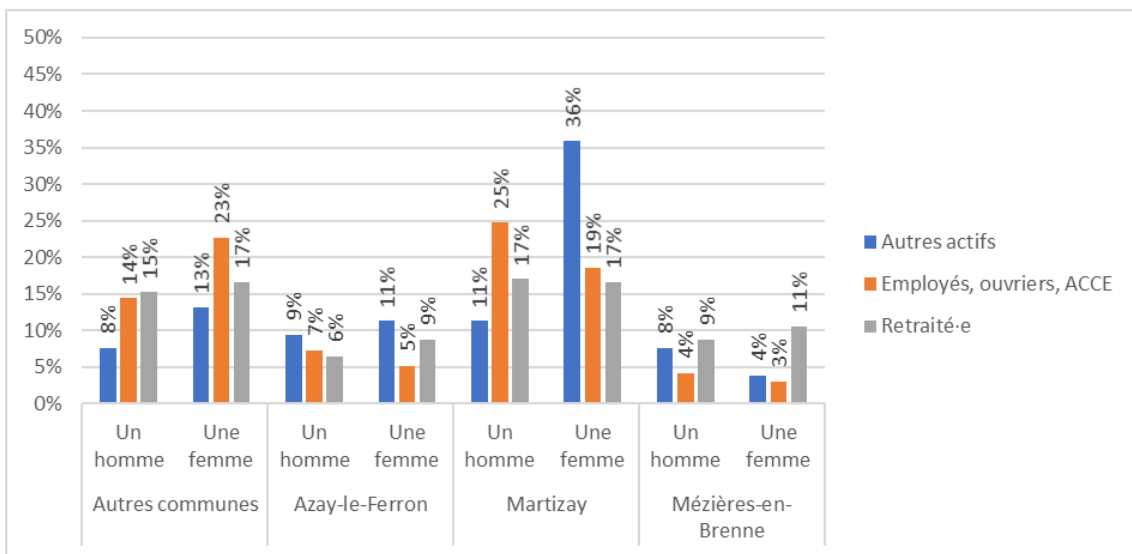


FIGURE 20 : REPARTITION DE LA POPULATION ENQUETEE SUR CDB SELON LE GENRE, LA CSP ET LA LOCALISATION

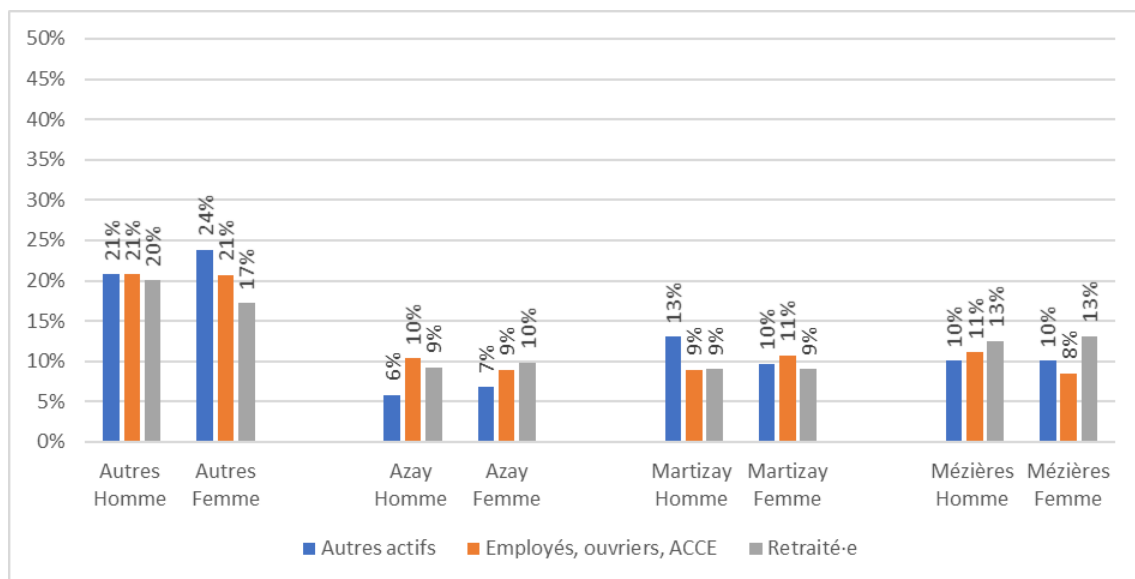


FIGURE 21 : REPARTITION DE LA POPULATION DE CDB SELON LE GENRE, LA CSP ET LA LOCALISATION A PARTIR DE L'INSEE (2018)

Les Figures 20 et 21 montrent un écart entre les résultats issus de notre échantillon et ceux issus du recensement de l'Insee. Nous observons un écart important au niveau de la commune de Martizay, avec une surreprésentation dans notre échantillon allant jusqu'à une différence d'environ 25 points de pourcentage. Cela est dû à la passation de l'enquête plus importante dans les communes d'expérimentation du service de navette dans lesquelles nous avons eu plus de réponses de la part des répondants de Martizay. Nous avons également une sous-représentation au niveau des autres communes en raison d'un nombre plus faible de répondants au niveau des communes non concernées par l'expérimentation ainsi que Paulnay. En s'appuyant sur les trois catégories de statut (employés-ouvriers-artisans, autres actifs et retraités), les communes de résidence (Azay-le-Ferron, Martizay, Mézières-en-Brenne et Autres communes) et la distinction homme-femme, le redressement a été effectué sur l'échantillon enquêté.

6.4. STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE L'ÉCHANTILLON REDRESSE

Le Tableau 28 présente les caractéristiques sociodémographiques de la population redressée à CdB.

La répartition des individus est équilibrée sur le plan du genre. Concernant l'âge des enquêtés, on remarque que la plupart sont repartis entre les classes d'âge 45-59 ans, et 60 ans et plus. En effet 80% de la population sont âgés de plus que 45 ans.

En comparant avec les résultats obtenus sur l'échantillon de CASA, on remarque que la structure des âges sur les classes d'âge intermédiaires (30-44 ans et 45-59 ans) est assez similaire entre CASA et CdB. Des différences remarquables s'observent sur les valeurs extrêmes, notamment les individus entre 18 et 29 ans et les plus de 60 ans. Concernant la situation familiale des enquêtés, les couples sans enfants sont majoritaires sur CdB, tandis que les célibataires sont majoritaires sur CASA (73% vs 55%).

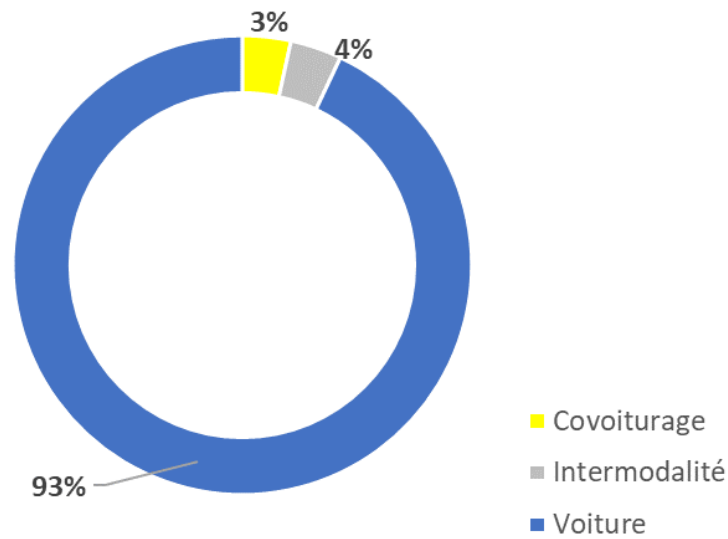
Pour le statut d'activité, les individus sont repartis essentiellement entre salarié et retraité ou sans activité. Ainsi, la population salariée et étudiante est plus importante à CASA (67% et 33% respectivement) que à CdB (43% et 0%). Contrairement à CASA, composée essentiellement de cadres, la population de CdB se compose principalement de catégories socioprofessionnelles plus modestes (ouvriers, retraités, employés).

La Figure 22 présente les parts modales redressées sur le terrain d'étude de Cœur de Brenne. Sur le plan de la mobilité quotidienne, les modes motorisés sont prédominants : la voiture individuelle représente 93% des déplacements, à laquelle on ajoute 3% de covoiturage. La marche à pied et l'usage des transports en commun sont résiduels, et sont souvent en intermodalité avec (4% des déplacements).

Selon les résultats de l'enquête mobilité MOBIPRO 2019 dans le territoire de CdB, 72% des déplacements s'effectuent en voiture, 4% en mode marche à pied, et le reste des trajets est partagé entre les deux roues motorisées et le vélo. Les transports en commun sont pratiquement inexistantes. Les tendances globales sont relativement similaires. Mais, il est également important de rappeler les limites de cette comparaison, déjà mises en avant pour CASA. Ces différences peuvent être liées à la population cible du dispositif de recueil qui vise exclusivement les actifs dans la base de données de la mobilité professionnelle du recensement (MOBPRO). Elles peuvent venir également des biais méthodologiques de l'enquête ou du changement du contexte lié à la crise du Covid-19 et son impact sur les pratiques de mobilité.

TABLEAU 28 : DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION ENQUETEE A CŒUR DE BRENNE

Variables	Modalités	Pourcentage
Statut	Salariée (et autres actifs)	43%
	Étudiant	-
	Sans activité ou retraité	55%
	Autre	2%
	Total	100%
Genre	Homme	50%
	Femme	50%
	Total	100%
CSP	Cadres	5%
	Étudiant	-
	Employés	17%
	Techniciens et Professions intermédiaires	7%
	Chefs d'entreprise, artisans, commerçants	9%
	Ouvriers	13%
	Agriculteurs exploitants	4%
	Retraités	41%
	Autre	4%
	Total	100%
Âge	0-18	-
	18-29	4%
	30-44	16%
	45-59	35%
	60 et plus	45%
	Total	100%
Situation familiale	Seul(e)	24%
	Seul(e) avec enfant(s) à charge	1%
	En couple avec enfant(s) à charge	26%
	En couple sans enfant(s) à charge	44%
	Ménages complexes	3%
	Autre	2%
	Total	100%



v

FIGURE 22 : REPARTITION MODALE A CŒUR DE BRENNNE

Il convient à présent d’envisager les motifs de déplacements des individus sur le territoire de Cœur de Brenne. Leur répartition est présentée dans la figure ci-dessous.

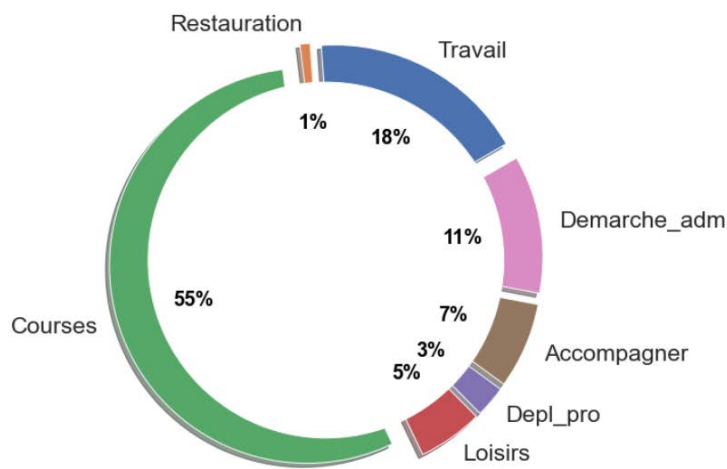


FIGURE 23 : REPARTITION DES MOTIFS DE DEPLACEMENTS A CŒUR DE BRENNNE

La majorité des déplacements réalisés sont attribués au motif courses (55%). Le deuxième motif, le travail, est sous représenté comparé à CASA : 18% à CdB contre 50% à CASA. Le reste des déplacements sont répartis entre les démarches administratives, la visite des proches et les loisirs (11%, 7% et 5% respectivement). Du fait de la structure de la population, la répartition des motifs de déplacements à Cœur de Brenne est radicalement différente de celle observée à CASA.

Dans la commune de CdB, on peut regrouper les motifs de déplacement en trois sphères : une sphère principale vie quotidienne (les courses et démarches administratives) à 66%, une sphère professionnelle représentant 18%, et une sphère sociale (visite, loisirs) beaucoup moins apparente.

6.5. DONNEES NECESSAIRES A L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

La méthodologie utilisée reste la même que dans le cas de CASA. Nous allons développer cette partie en faisant référence à la partie "5.5. Données nécessaires à l'analyse environnementale à CASA".

6.5.1. Données recueillies via l'enquête

Les données d'usages renvoient à la répartition modale, ainsi qu'à la fréquence des déplacements effectués actuellement sur le territoire. Ces données ont été récoltées de la même manière que dans le cas de CASA via une enquête.

Les données sur le système technique pour les véhicules particuliers nous proviennent aussi de l'enquête. Ce sont les mêmes données que nous avons utilisées pour CASA à savoir : la taille du véhicule, la première année d'immatriculation ainsi que le carburant utilisé.

Les résultats de l'enquête sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Les données comprennent les allers et retours de chaque déplacement.

TABLEAU 29 : RECAPITULATIF DES DONNEES D'USAGES (ALLER ET RETOUR) DANS LA ZONE D'INFLUENCE, POUR CHAQUE TYPE DE VEHICULE SUR UNE PERIODE D'UNE SEMAINE.

(En V.km)		Norme Euro		
Type de véhicule	Carburant	3	4	5
SMALL	Diesel	178	1 730	427
	Petrol	0	490	1 463
MEDIUM	Diesel	274	1 200	2 488
	Petrol	0	148	492
LARGE	Diesel	4 721	193	7 399
	Petrol	0	0	0
ELECTRIC		0	0	0
GPL		0	0	0
Scooter (en P.KM)		0		
BUS (en P.KM)		0		
AUTOCAR (en P.KM)		0		

6.5.2. Données recueillies par les entretiens

L'entretien nous permettant de récolter les informations sur le système technique pour les transports en commun n'a pas encore été réalisé. Les informations demandées à l'exploitant du réseau seront les mêmes que dans le cas de CASA à savoir : la durée de vie des véhicules, leurs fréquentations ainsi que leurs carburants.

Pour le système technique du service automatisé, nous allons devoir récupérer des informations sur la navette Milla, dont le constructeur n'est pas partenaire du projet. Le fait que le constructeur de la navette ne soit pas un acteur direct du projet pourrait être un frein à une réponse riche en informations. L'entretien n'étant pas encore réalisé, nous n'avons pour l'instant que très peu d'informations sur ce véhicule. Cependant, au cours d'un entretien avec un représentant de Berthelet, l'exploitant de la navette, nous avons pu obtenir les informations suivantes :

- L'infrastructure n'a été que très légèrement modifiée. Les seules modifications sont le changement du sens de circulation d'une des rues que la navette emprunte. Et la seconde modification comprend l'installation de 4 poteaux de repérage (=amer) pour la navette. Il n'y a donc pas eu d'installation d'équipement connecté sur l'infrastructure.
- La navette n'émet pas de données vers un quelconque centre de supervision. Deux types de données sont enregistrés dans la navette au sein d'une boîte noire. Certaines données sont peu agrégées et ne sont conservées que 48h. D'autres, plus agrégées, sont conservées pendant 2 semaines.

Enfin, la modélisation de la navette suivra la même méthodologie déployée sur le territoire CASA (Kotelnikova-Weiler et Feraille Fresnet, 2022). De plus, si l'une des informations nécessaires à l'élaboration de l'ACV ne nous était pas transmise, nous nous appuyerons sur les mêmes articles que dans le cas de CASA. La liste des variables à modéliser se trouve en annexe [A].

6.6. DONNEES NECESSAIRES A L'EVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE

6.6.1. Scénario de référence

Dans le cas de non-réalisation du projet de navette automatisée, une solution serait la mise en place d'un service de transport à la demande au sein de la communauté de Cœur de Brenne. Un système d'accompagnement solidaire est déjà mis en place sur le territoire depuis l'année 2020 pour les adhérents de l'association « Familles rurales ». On considère que ce système peut être utilisé pour les personnes à mobilité réduite sur le même périmètre d'étude que celui de la navette.

Le choix de scénario de référence a été effectué pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le covoiturage permet aux habitants de réaliser des déplacements entre les communes avec un temps de parcours quasi similaire à celui réalisé avec l'usage d'un véhicule personnel. De plus, cette offre de covoiturage est utilisable dans le cadre de motif de déplacement similaire à ceux proposés dans notre enquête déplacement, il sera donc possible d'estimer la demande pour ce service à partir de cette dernière. Enfin, cette offre semble être la plus réalisable sans difficulté notamment grâce à des coûts de mise en place plus faible que le développement de nouvelles lignes de bus ou bien d'augmentation de la fréquence de ces derniers. Le service ne nécessite aucune infrastructure supplémentaire pour permettre aux véhicules de circuler.

Il s'agit d'une offre de covoiturage planifiée, puisque cette dernière nécessite de prendre contact avec les conducteurs participant aux services entre 12h et 14h pour pouvoir organiser un trajet entre Mézières-en-Brenne et Saint Michel-en-Brenne. Il s'agit d'une distance maximale de 36 kilomètres, et un temps de parcours moyen de 6 minutes entre chaque commune. Dans le cas d'une mise en place de ce service sur une zone plus vaste, nous pouvons en premier lieu supposer une mise en place sur mêmes communes traversées par la navette automatisée.

Afin d'estimer la demande potentielle pour ce scénario, on s'appuie sur l'enquête réalisée sur le territoire. Nous allons tout d'abord identifier les trajets pouvant être réalisés avec l'hypothèse d'extension du service puis rechercher dans ces déplacements, ceux réalisés par des personnes en situation de handicap physique (pas de précision sur le type de handicap). Ce travail effectué sur la base de données nous donne environ 10 usagers. Nous conservons la même hypothèse sur le taux de remplissage du véhicule que dans le cas de CASA, 5 véhicules seront donc nécessaires pour assurer le service.

La mise en place de ce scénario nécessite un investissement pour l'infrastructure dans le cas de mise en place d'aires de covoiturage afin de permettre la récupération facile des passagers et éviter les détours pour le conducteur. Nous considérons que les coûts liés à cet investissement peuvent être liés à la mise en place de places de parking dédiées à la desserte et la récupération des passagers du covoiturage. Le rapport de route de France de 2015 indique que le coût nécessaire à la réalisation d'une place de parking est de 2 500€. Nous supposons qu'une mise en place de deux places de parking par communes traversées serait nécessaire au bon fonctionnement du projet.

Concernant l'exploitation, les coûts liés à l'utilisation des voitures des conducteurs sont fortement liés au prix de l'énergie. Ces coûts seront estimés à l'aide de l'application Mappy sur des trajets potentiellement réalisés en covoiturage (environ 0,11€/km). Nous prendrons également en compte les coûts de maintenance du véhicule pour lesquels nous utilisons des informations sur les véhicules obtenus dans l'enquête afin de pouvoir estimer une valeur moyenne. L'utilisation de ce service possède également un coût pour les passagers de 0,25€/km, qu'ils doivent verser au conducteur du véhicule pour couvrir une partie des dépenses liées à l'utilisation de son véhicule. Enfin, nous prendrons en compte les coûts d'entretien des véhicules particuliers, dont le montant annuel moyen est estimé à environ 1 250€ par véhicule sur le site Vroomly.fr. La synthèse des hypothèses financières liées à l'usage du service de covoiturage à Cœur de Brenne est présentée dans le tableau suivant.

TABLEAU 30 : HYPOTHESES FINANCIERES ASSOCIEES A L'USAGE DU SERVICE DE COVOITURAGE MIS EN PLACE SUR CDB

Hypothèses du service	Valeurs	Financier(s)
Place de parking exclusif	20 000€	CdB
Coût voiture au kilomètre	0,11€	Conducteurs
Maintenance par véhicule	1250€	Conducteurs
Prix du service au kilomètre	0,25€	Usagers

L'utilisation d'un service de covoiturage sur le territoire de CdB devrait avoir des effets positifs sur la collectivité, notamment par la réduction du nombre de voitures en circulation sur le territoire. Pour rappel, il n'existe pas d'alternative viable à la voiture pour les trajets entre communes sur ce territoire, l'ensemble des usagers de ce service sont donc d'anciens usagers de la voiture. Les effets observés par le covoiturage sont multiples :

- Une réduction de la congestion. La baisse du nombre de voitures en circulation sur le territoire devrait permettre de réduire à la fois les risques de congestion, qui sont actuellement relativement faibles, mais également la congestion au niveau des places de parking qui peuvent être utilisées pour la mise en place d'autres infrastructures comme des espaces verts par exemple.
- Une réduction des émissions de CO2. Le choix de renoncer à l'usage de son véhicule personnel au profit d'une place passager permet d'éviter des émissions de CO2, ces dernières sont donc estimées en fonction du report entre l'utilisation de la voiture en tant que conducteur à passager avec une valeur de 117€/t en 2022.
- Une réduction de la pollution atmosphérique. Tout comme le CO2, la réduction du nombre de voitures sur le territoire devrait permettre de réduire les émissions de pollution atmosphérique via les particules fines (PM2.5 et PM10). Dans notre cas, nous nous intéresserons uniquement aux émissions des véhicules légers en milieu rural la valeur prescrite est de 0,008€/véh.km.
- Une réduction de la nuisance sonore. La nuisance sonore suit le même raisonnement que pour la pollution atmosphérique, la valeur fixée pour ce dernier est de 0.002€/véh.km dans un territoire rural sur une route de type nationale ou départementale pour les véhicules légers.
- Création du lien social. Bien que cet aspect ne possède pas de valeur monétaire, nous pouvons supposer que le fait de réaliser ses trajets de manière collective plutôt joue positivement sur la perception de ces derniers et permet aux usagers d'apprendre à connaître d'autres personnes. On suppose que ce gain de sociabilité impacte positivement le gain de temps de l'usager, en jouant non pas sur sa valeur du temps, mais sur sa perception du temps de parcours. Le Tableau 31 synthétise ces hypothèses.

TABLEAU 31 : HYPOTHESES SOCIOECONOMIQUES DE L'USAGE DE L'OFFRE DE COVOITURAGE A CDB EN 2022

Hypothèses socioéconomiques	Valeurs 2022	Évolution annuelle	Acteur(s) impacté(s)
Gains de temps motif achat	7,85 €/h	+0,97%	Usagers
Gain de temps motif domicile-travail	9,16€/h	+0,97%	Usagers
CO2	117€/t	+16€	Environnement
Pollution atmosphérique (particules fines)	0,0008€/veh.km	+0,97%	Environnement
Nuisance sonore	0,002€/veh.km	+0,97%	Environnement

6.6.2. Scénario projet

Dans le cas de la situation projet, nous allons déterminer les usagers du service de navette automatisée en trois étapes. Tout d'abord, nous allons attribuer une localisation plus fine pour les enquêtés. Puis, nous allons déterminer les potentiels usagers du service de navette automatisée à l'aide de l'accessibilité par rapport aux arrêts de la navette. Enfin, nous étudierons les caractéristiques de ces potentiels usagers par rapport aux données issues de l'enquête de mobilité afin d'obtenir une population cible.

Nous devons tout d’abord localiser de manière plus fine les enquêtés. Contrairement à l’enquête réalisée à CASA, nous avons fait le choix de localiser les individus en fonction de leur commune plutôt qu’une localisation fine avec les coordonnées XY, de manière à fluidifier le déroulé de l’enquête. Cependant, cette méthode de localisation n’est pas assez précise pour déterminer l’accessibilité au service de navette automatisée. Nous avons donc fait le choix d’attribuer des coordonnées XY en fonction des adresses sur lesquelles nos enquêteurs se sont rendus pour faire passer le questionnaire. Nous faisons donc l’hypothèse que les individus de l’échantillon se localisent dans les adresses présentes dans la liste des enquêteurs. Cette attribution d’adresse a été réalisée de manière aléatoire, en effectuant un tirage d’adresses dans chacune des communes égales au nombre d’enquêtés à l’intérieur de ces dernières.

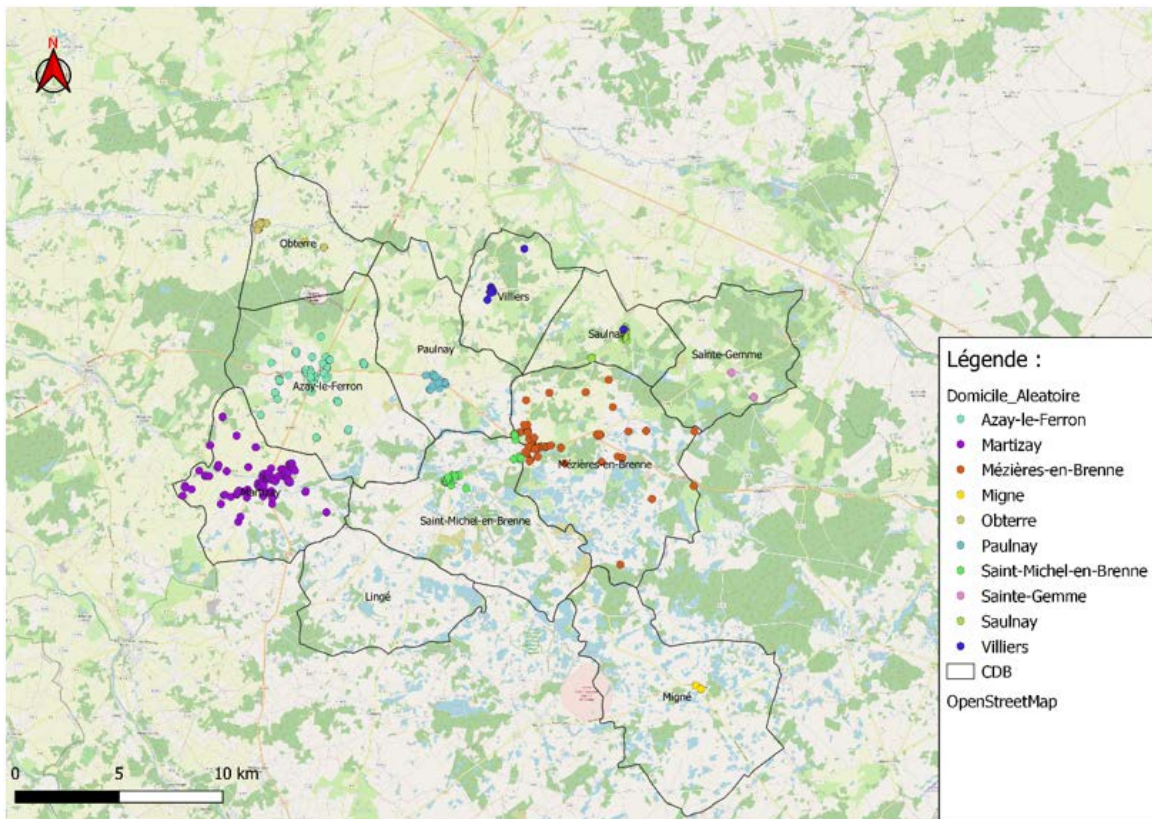


FIGURE 24 : ADRESSES ATTRIBUEES AUX ENQUETES SUR LE TERRITOIRE DE CDB A PARTIR DE L’ENQUETE ENA

Une fois la liste des adresses distribuée, nous pouvons désormais déterminer l’accessibilité de ces zones de résidence par rapport aux arrêts du service de navette automatisée présent sur CdB. Pour déterminer cette accessibilité, nous allons procéder à une mise en tampon de 400m des arrêts de la navette choisis pour l’expérimentation.

À la suite de ce ciblage de population, nous obtenons un échantillon de 144 individus localisés à proximité des arrêts de la navette automatisée sur les 367 individus représentant notre échantillon (39% de l’échantillon). On attribue ces adresses aux individus de notre enquête afin de pouvoir déterminer quelles sont les personnes susceptibles d’utiliser ce service. Afin de cibler une population de référence, nous avons fait le choix de filtrer notre base de données de manière à conserver uniquement des individus ayant une origine-destination à l’intérieur de Cœur de Brenne, de manière à capter au maximum les trajets pouvant être réalisés avec la navette. Ce filtre permet un nouvel échantillon de 59 individus sur les 367 disponibles à l’origine (16%).

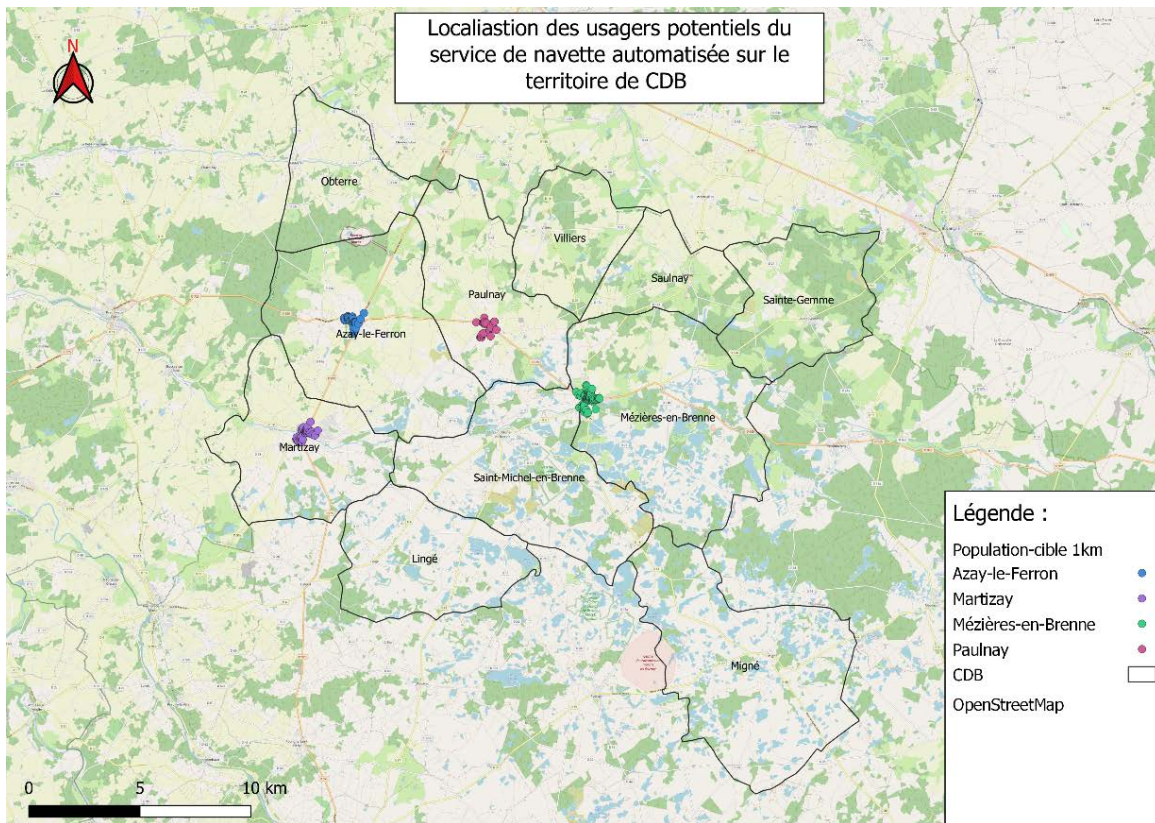


FIGURE 25 : ZONE DE RESIDENCE SE SITUANT DANS UN RAYON DE 1KM D'AU MOINS UN ARRET DE LA NAVETTE AUTOMATISEE DE CDB A PARTIR DE L'ENQUETE ENA

La création de cette base constitue un échantillon de 63 déplacements sans prendre en compte la pondération : on comptabilise 590 déplacements avec la pondération.

Afin d'estimer la demande pour le service, nous allons nous appuyer sur la même méthode que celle utilisée pour CASA. Berthelet a indiqué une demande mensuelle moyenne de 263 usagers entre le mois de juillet et d'octobre, soit une demande journalière d'environ 9 voyageurs. Notre enquête indique un report total de la voiture vers la navette pour les individus ayant expérimenté le service.

Pour permettre la mise en de ce projet au sein d'une zone rurale, nous avons basé nos hypothèses de coût du projet à partir des données issues de notre entretien avec Berthelet, ainsi que sur des données issues de la littérature grise en rapport avec les véhicules particuliers se rapprochant du véhicule utilisé sur le territoire d'expérimentation et des données obtenues du territoire.

TABLEAU 32 : HYPOTHESES SUR L'INVESTISSEMENT PERMETTANT LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME DE NAVETTE AUTOMATISEE A CDB

Hypothèses du service	Valeurs	Financier(s)
Prix d'une navette autonome de niveau 4	24 000 €	Opérateur
Investissement pour l'infrastructure CDB	363 247€	CdB et opérateur

Concernant l'investissement, 363 247 € ont été nécessaires pour la mise en place du service de navette automatisée sur le territoire. Ce coût comprend l'étude de réalisation et la mise en place du service sur le territoire réalisé par l'opérateur, ainsi que les travaux d'infrastructure par Eiffage.

Pour la navette automatisée, nous avons appris que le système d'investissement est différent que dans le cas de CASA. En effet, le service proposé par Milla Group ne comprend pas l'achat du véhicule automatisé, mais un système d'abonnement incluant à la fois : le véhicule, la licence du logiciel d'autonomie et le service de maintenance spécialisée du véhicule.

Ce système d'abonnement limite notre analyse des coûts d'exploitation en lien avec l'usage de la technologie automatisée. Ces derniers étant inclus dans l'abonnement proposé par Milla Group il est difficile de séparer les coûts d'exploitation en différentes catégories. Nous allons donc inclure les coûts liés à la licence et à la maintenance spécialisée du véhicule dans une seule catégorie dont le prix sera égal à l'investissement initial de la navette automatisée en y intégrant une hausse de 1% par an.

Pour les coûts liés à la supervision à distance, nous conserverons la même hypothèse que dans le cas de CASA, à savoir un salaire annuel de 60 960€ en 2022 toutes charges comprises et un taux d'évolution annuelle de +1,6% comme indiqué dans le rapport « Évolution des salaires par branche professionnelle en 2018 » (M. Maderia et al., 2019).

Concernant les coûts liés à la consommation électrique du véhicule, nous conservons la valeur de 0,17€/kWh supposée dans le cas de CASA pour 2022, avec une différence sur la valeur totale liée à la plus grande distance parcourue par la navette automatisée sur CdB. Nous supposons une distance parcourue par la navette de 342 576 kilomètres par an avec une consommation de 0,15Kwh/km qui est la valeur indiquée pour la consommation en kWh pour un véhicule particulier électrique sur le site d'EDF en 2020. Nous avons donc une consommation électrique pour le service de 6350 Kilowatts et un coût pour cette consommation estimée à environ 1 080€ pour une navette automatisée.

Pour la maintenance du véhicule liée aux aspects non automatisés, nous faisons une hypothèse liée aux révisions des véhicules particuliers. Pour rappel, cette navette automatisée est un Renault Master modifié, pour lequel nous pouvons supposer une maintenance identique à un Renault Master ordinaire sur les aspects non automatisés du véhicule. Le site Vroomly.fr indique un prix moyen pour la révision d'un Renault Master de 145€ par révision. Cette révision s'effectue à un rythme qui peut changer en lien avec le kilométrage du véhicule (entre 15 000 et 45 000km).

Nous avons fait le choix de supposer une révision tous les 15 000 km comme indiqué sur le site Avantagecar.com pour s'assurer d'avoir une maintenance plus fréquente et éviter au maximum des problèmes empêchant l'exploitation du véhicule. Comme vu précédemment, la navette parcourt environ 342 576 km par an, soit 3 révisions du véhicule à effectuer pour un coût de 3 335€ en 2022. On suppose une augmentation de ce coût de +1% par an lié au vieillissement du véhicule.

TABLEAU 33 : HYPOTHESES DES COUTS D'EXPLOITATION DE LA NAVETTE AUTOMATISEE SUR CDB EN 2022

Hypothèses coûts d'exploitation	Valeurs 2022	Taux d'évolution	Financier(s)
Superviseurs	60 960 €	+1,6%	Opérateur
Consommation électrique	1080 €	+1%	Opérateur
Maintenance du véhicule	3335€	+1%	Opérateur
Licence	24 000€	+1%	Opérateur
Maintenance spécialisée	Inconnue	X	Constructeur

L'exploitation du service de navette automatisée sur le territoire entraîne des effets sur le territoire que nous allons quantifier à partir des hypothèses issues du rapport « Les valeurs de références prescrites pour le calcul économique » (E. Quinet et al., 2019). La quantification de ces effets sera estimée en fonction des valeurs tutélaires, des données issues de notre enquête sur le territoire de CdB, les données issues des hypothèses d'exploitation ainsi que les données issues de l'évaluation environnementale réalisée sur le territoire de CdB. L'usage de la navette automatisée devrait entraîner les effets monétarisables suivants :

- Les émissions de gaz à effet de serre. Cette valeur sera estimée en fonction du report modal de la voiture vers l'usage de la navette avec une valeur de 117€/t en 2022, les gains et/ou pertes liés à la consommation du CO2 devront donc être estimés en fonction des trajets auparavant réalisés avec la voiture (Voir les OD les usagers).
- La pollution atmosphérique via les particules fines (PM2.5 et PM10). On s'intéresse à celle réalisée par les véhicules légers, mais également par rapport aux véhicules lourds comme les bus qui circulent au niveau de certaines communes. La valeur prescrite est de 0,008€/véh.km et sera estimée en fonction du report modal de la voiture vers la navette automatisée, ainsi qu'avec les émissions de la navette estimée grâce à l'ACV.
- La nuisance sonore suit le même raisonnement que pour la pollution atmosphérique. La valeur fixée à 0,002€/véh.km dans un territoire rural sur une route de type nationale ou départementale pour les véhicules légers.
- Les gains de temps. Ils sont calculés par rapport à la valeur du temps d'un individu pour les trajets domicile-travail, ainsi que les trajets pour motif achat qui est le principal motif de déplacement sur le territoire. Il n'existe pas de valeur du temps attribué au milieu rural dans le rapport consulté. Nous avons donc fait le choix de considérer les trajets entre chaque commune comme des déplacements interurbains pour lesquels une valeur 7,85€2015/h pour les trajets domicile achat dont la distance est inférieure à 20km en 2022. Une valeur moyenne de 9,16€2015/h est attribuée pour les trajets domicile-travail inférieurs à 20km en 2022. Cette valeur évolue en fonction du PIB/tête dont la valeur change en fonction de l'année d'étude.
- Concernant la réduction du nombre d'accidents de la route, nous allons conserver la même hypothèse que dans le cas de Sophia-Antipolis à savoir une réduction 20%. Nous nous appuyons sur les chiffres issus de l'observatoire départemental de la sécurité routière (ODSR) qui nous donne le nombre d'accidents survenus au cours d'une année, avec également le nombre de morts. Nous allons faire une hypothèse relativement forte en prenant le nombre d'accidents qui ont eu lieu sur l'ensemble du département pour le cas de CDB en 2021. Nous obtenons donc un total de 97 accidents pour 11 morts et 112 blessés (pas d'information sur la gravité de la blessure).

TABLEAU 34 : HYPOTHESES SOCIOECONOMIQUES DE L'EXPLOITATION D'UN SYSTEME DE NAVETTE AUTOMATISEE SUR CDB EN 2022

Hypothèses socioéconomiques	Valeurs 2022	Évolution annuelle	Acteur(s) impacté(s)
Gains de temps motif achat	7,85 €/h	+0,97%	Usagers
Gain de temps motif domicile-travail	9,16€/h	+0,97%	Usagers
CO2	117€/t	+16€	Usagers
Pollution atmosphérique (particules fines)	0,0008€/veh.km	+0,97%	Environnement
Nuisance sonore	0,002€/veh.km	+0,97%	Résidants
Accidentalité mortel	3 325 978€/mort/an	+0,97%	Usagers

7. CONCLUSION GENERALE

La réalisation d'une évaluation d'un service de navette automatisée du point de vue environnemental et socioéconomique peut mobiliser de manière articulée une Analyse Coût-Avantage (ACA) et une analyse en Cycle de Vie (ACV), à travers la conception d'un cadre d'analyse commun. Elle nécessite également la mobilisation de méthodologies mixtes, à travers les entretiens et la passation d'enquêtes, permettant une collecte fine de données tant sur les navettes autonomes que leur usage par les habitants. Le recours à ce dispositif mixte de recueil de données est à privilégier pour plusieurs raisons : le cadre d'analyse encore non-stabilisé, la diversité des données à mobiliser, la sensibilité de certaines informations et la rareté des sources disponibles. Trois principaux types de données sont à recueillir pour alimenter l'évaluation du cas d'usage : les données techniques et financières, les données d'exploitation du service et les données de mobilité.

Les entretiens qualitatifs auprès des acteurs sont indispensables pour recueillir les différentes informations utiles à différentes étapes de l'évaluation a priori ou a posteriori. Ils constituent également une première étape nécessaire pour la préparation de l'enquête quantitative auprès des usagers potentiels. Combinées à l'analyse de données disponibles sur le territoire (recensement, données administratives...), les données issues des entretiens permettent notamment de cibler les populations à enquêter et faciliter les prises de contacts.

L'enquête de mobilité est nécessaire pour l'alimentation des deux évaluations, socioéconomique et environnementale, d'un point de l'usage des modes et notamment pour la quantification de la demande pour le nouveau service de navette automatisée. Une analyse fine des effets de cette dernière nécessite la prise en compte des comportements des usagers, mais également ceux des non-usagers. Plusieurs étapes sont à prévoir pour la réalisation de l'enquête de mobilité et l'usage de la navette :

- Définition du type et la période d'enquête en fonction du territoire et l'expérimentation ;
- Prise de contact et ciblage des enquêtés à l'aide des acteurs du territoire (dans l'idéal mailing-List avec quelques variables clés) ;
- Préparation du questionnaire avec les différentes rubriques (socio-démographique, localisation GPS, mobilité, usage des nouvelles technologies...) à partir de la revue de la littérature consacrée aux nouveaux services de navette autonome ;
- Intégration d'une partie sur les intentions d'usage à partir des questions sur les préférences déclarées ;
- Tests/adaptations du questionnaire auprès des acteurs et usagers du territoire ;
- Préparation de la base de sondage à partir de la méthode des quotas ;
- Administration du questionnaire et gestion des relances ;
- Nettoyage des données et redressement au cas de non-respect des quotas fixés ou d'écart important avec les données de fréquentation fournies par l'opérateur ;
- Enrichissement des données recueillies (calcul des distances et des accessibilité, établissement des normes Euro pour les véhicules...) ;

Pour autant, trois principales sources d'incertitude/risques liées au recueil des données nécessaires à l'élaboration de l'évaluation socioéconomique et environnementale sont à relever.

La première est liée à l'évolution des caractéristiques du système technique et du modèle économique associé à ce nouveau service de navette automatisée. Par exemple, des éléments liés à l'autonomisation du véhicule, comme la durée de vie, la maintenance et les coûts sont difficile à obtenir. Des hypothèses ont été formulées à partir de la littérature scientifique afin de permettre l'évaluation, et elles pourront être complétées de manière plus précise au fur et à mesure de la stabilisation du cadre d'analyse.

La deuxième concerne la confidentialité de certaines données techniques et financières que l'industriel est supposé fournir pour la réalisation de l'évaluation. Les entretiens ont montré que le constructeur joue également un rôle dans l'exploitation du véhicule dans le cas de la mobilité automatisée. Dans ce contexte, le partage des données de la part des constructeurs est stratégique pour l'évaluation, notamment sur l'autonomisation du véhicule (coût de maintenance, durée de vie des composants, durée de vie du véhicule, coût d'exploitation, transmission de données, projection possible pour le service etc.).

La troisième source de risque est liée à la lourdeur des multiples dispositifs de recueil de données sur un territoire d'expérimentation souvent restreint. Plusieurs points de fragilité liés à ce point sont à relever :

- La saturation du vivier des populations à enquêter du fait des multiples sollicitations des différentes équipes, même si elles sont coordonnées ;
- La difficulté de passation des parties de l'enquête dédiées aux préférences déclarées en face-à-face ;
- L'arrivée de l'enquête en bout de chaîne des autres dispositifs de recueil et à un moment très avancé de l'expérimentation limite le potentiel de l'enquête et impose le recours à des dispositifs d'incitation pour « booster » le taux de réponse ;
- La qualité de service de la navette autonome est susceptible d'influencer fortement le taux de participation à l'enquête surtout quand elle est perçue négativement (cas de CASA) ;
- La difficulté de recruter des enquêteurs notamment dans les territoires éloignés des villes.

Cette collecte de données nécessaires à l'analyse socioéconomique et environnementale des expérimentations de CASA et de CdB a été réalisée dans un contexte particulier marqué notamment par la crise du Covid-19. Ce dernier a eu une influence sur le déroulement des expérimentations et sur le dispositif conçu initialement. Au lieu de réaliser deux enquêtes de mobilité, avant et après mise en place du nouveau service, une seule enquête a été effectuée sur chaque territoire, en incluant quelques questions sur les pratiques avant expérimentation pour les usagers de la navette. Cette crise a également modifié les comportements de mobilité, notamment dans le territoire de CASA, où les rythmes de travail ont été modifiés à travers l'installation du télétravail en particulier. Ainsi, une bonne partie de la population n'a pas pu être touchée par l'enquête de mobilité.

8. REFERENCES

- ADEME (2018), Consommations conventionnelles de carburant et émissions de CO₂ - véhicules particuliers neufs vendus en France.
- Auverlot D. et al. (2022), *Prospective 2040-2060 des transports et des mobilités*, France Stratégie.
- Avatacar (2022), Fréquence des révisions : âge ou kilométrage ?. Avatacar.com, consulté le 16/01/2023.
- Bouzouina L., Buisson L., Klein O., Nicolas J-P., Zoubir A., Dauvergne M., Buronfosse M., Deep A., Gaudé A., Maltête D., Pioli R. (2021). Evaluation socioéconomique et environnementale : cadre méthodologique, Livrable 1.2.1, Expérimentations Navette Autonome, 72p.
- Chauvin, H. (2022). *Pollution de l'air : les voitures électriques émettent beaucoup de particules fines*. Reporterre, le quotidien de l'écologie, consulté le 03/08/2022.
- Cherchi, E., & Ortúzar, J. d. D. (2002, November). Mixed RP/SP models incorporating interaction effects. *Transportation*, 29 (4), 371–395. Retrieved from <https://doi.org/10.1023/A:1016307308723> doi: 10.1023/A:1016307308723.
- Communauté d'agglomération de Sophia-Antipolis (2017), *Dossier d'évaluation socioéconomique Bus-Tram*.
- Communauté d'agglomération de Sophia-Antipolis (2011), *Bilan de la concertation pour le Bus-Tram*.
- De Thé P. (2015), *Focus sur les chiffres ou éléments clés sur la gestion et l'entretien routier*, Routes de France.
- Deming E. & Stephan F. (1940), *On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table When the Expected Marginal Totals are Known*, *The Annals of Mathematical Statistics*, Dec., 1940, Vol. 11, No. 4 (Dec., 1940), pp. 427-444.
- Demony A. (2016), La recherche qualitative : introduction à la méthodologie de l'entretien Qualitative research : Introduction to interview methodology, *Kinesither Rev* 2016 ;Volume 16, Issue 180, December 2016, Pages 32-37.
- Djeridi R. (2022), *Evaluation socioéconomique de la navette autonome dans le cas d'une réelle mise en exploitation*, Mémoire de fin d'étude.
- Gawron, J.H., Keoleian, G.A., De Kleine, R.D., Wallington, T.J., Kim, H.C., (2018). Life Cycle Assessment of Connected and Automated Vehicles: Sensing and Computing Subsystem and Vehicle Level Effects. *Environ. Sci. Technol.* 52 (5), 3249–3256.
- Huber D., Nemoto E., Viere T., Papadakis A., (2019). AVENUE, D8.1 First Iteration Environmental Impact.
- Huber D., Viere T., Nemoto E., Jaroudi I., Korbee D., Fournier G., (2022). Climate and environmental impacts of automated minibuses in future public transportation.
- Huber D., Viere T., Nemoto E., Jaroudi I., Korbee D., Fournier G., (2022). Supplementary material, Climate and environmental impacts of automated minibuses in future public transportation.
- Kelwatt (2022), *Prix de l'électricité en 2022 : tarifs et évolution depuis 10 ans*, Kelwatt.fr, consulté le 25/05/2022.

- Kotelnikova-Weiler N., Feraille Fresnet A., (2022). “Analyse de cycle de vie des systèmes techniques de la mobilité automatisée”, Rapport Technique, Laboratoire Ville Mobilité Transport, Ecole des Ponts, Université Gustave Eiffel. 2022. (hal-03827916v2).
- Lécureux B., Bonnet A., Manout O., Berrada J., Bouzouina L. (2022), Acceptance of Shared Autonomous Vehicles: A Literature Review of stated choice experiments, <https://hal.science/hal-03814947>.
- Leroy, C. (2022). *Le conseil de l'Union européenne adopte la fin des ventes de véhicules thermiques en 2035*. Journal Auto.fr, consulté le 25/07/2022.
- Maderia M. et al. (2019), *Évolution des salaires par branche interprofessionnelle en 2018*, Ministère du travail.
- Ni J., Gostner C., Williencourt C. (2017), *Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics*, France Stratégie (2017).
- Ni J., Gostner C., Williencourt C. (2017), *Paramétrage macroéconomique du scénario de référence, Complément Opérationnel A1*, France Stratégie (2017).
- Pinart M-G et al. (2019), *Infrastructure de recharge pour les véhicules électriques*, Ministère de la transition écologique.
- Tavernier R. (2022), Combien coûte un panneau routier ?, HelloPro.fr, consulté le 16/01/2023.
- Tavernier R. (2022), Combien coûte un panneau de signalisation ?, HelloPro.fr, Consulté le 16/01/2023.
- Quinet E. et al. (2019), *Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique*, Ministère de la transition écologique.
- Van der Maren, J.-M. (2010). La maquette d'un entretien. Son importance dans le bon déroulement de l'entretien et dans la collecte de données de qualité. *Recherches qualitatives*, 29(1), 129–139.
- Vroomly (2022), Quel est le prix pour faire la révision de votre Renault Master ? Vroomly.com, consulté le 18/01/2023.

ANNEXE A : LISTE DES VARIABLES A INTEGRER LORS DE LA MODELISATION DU SYSTEME TECHNIQUE DE LA NAVETTE A CASA ISSUES DE KOTELNIKOVA (2022)

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Architectures	CentrAgregNb	nb	0,00		0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022
		CentrCalcNb	Nb	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022
		DensCTLightsPark	nb/place	0,00		0,00	Hypothèse	0,00	Scénario	0,00	Scénario
		DensLinCTLightsA utoroute	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		DensLinCTLightsR ural	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		DensLinCTLightsU rb	nb/km	0,00		1,82	Eiffage: 2 feux connectés sur 1,1km de parcours	1,82	Hypothèse de maintient du nombre de carrefours équipés de feux tricolores	1,82	
		DensLinRSCamer aAutoroute	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Architectures	DensLinRSCameraRural	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		DensLinRSCameraUrb	nb/km	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	1,00	Kotelnikova 2022
		DensLinRSLiDARAutoroute	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		DensLinRSLiDARUrbal	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		DensLinRSLiDARUrb	nb/km	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	2,00	Kotelnikova 2022
		DensLinRSUAutoroute	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		DensLinRSURural	nb/km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Architectures	DensLinUBRTot	nb/km	Se calcule tout seul		Se calcule tout seul		Se calcule tout seul		Se calcule tout seul	
		DensRSCameraPark	nb/place	0,00		0,00	Hypothèse	0,00	Scénario	0,00	Scénario
		DensRSLiDARPark	nb/place	0,00		0,00	Hypothèse	0,00	Scénario	0,00	Scénario
		DensRSUPark	nb/place	0,00		0,00	Hypothèse	0,00	Scénario	0,00	Scénario
		PartRSUFibre		0,00		1,00	Hypothèse	1,00	Hypothèse	1,00	Hypothèse
		DensLinRSUUrb	nb/km	0,00		1,82	Egale à la densité des feux connectés	1,82	Egale à la densité des feux connectés	4,55	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Cas d'usage modes	CentrAgregMut	nb	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée
		CentrCalcMut	nb	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée	2,00	Ne peut pas être nul même si la valeur n'est pas utilisée
		DataTempsCTLights	Go/h	0,00		36,000	Kotelnikova 2022	36,000	Kotelnikova 2022	36,000	Kotelnikova 2022
		DataTempsCamera	Go/h	0,00		0,00		180,00	Kotelnikova 2022	180,00	Kotelnikova 2022
		DataTempsLiDAR	Go/h	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	3,24	Kotelnikova 2022
		DataTempsTracking	Go/h	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	3,24	Kotelnikova 2022
DatakmCPMUL	Go/km	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022		

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Cas d'usage modes	MHSAutoroute	km/h	70,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être égal à 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0
		MHSRural	km/h	56,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être égal à 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0
		MHSStationnement	km/h	5,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être égal à 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0
		MHSUrb	km/h	23,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être égal à 0	23,00	Kotelnikova 2022	23,00	Kotelnikova 2022	23,00	Kotelnikova 2022
		MHTAutoroute	veh/h	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		MHTRural	veh/h	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		MHTServiceAutoroute	veh/h	0,97	Reprise valeur pour scénario XP, ne peut pas être nul	2,50	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Cas d'usage modes	MHTServiceRural	veh/h	0,97	Reprise valeur pour scénario XP, ne peut pas être nul	2,50	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être 0
		MHTServiceStationnement	stationnement/h	0,09	Reprise valeur pour scénario XP, ne peut pas être nul	0,09	Hypothèse	0,09	Hypothèse	0,09	Hypothèse
		MHTServiceUrb	veh/h	0,97	Reprise valeur pour scénario XP, ne peut pas être nul	0,97	Calculé à partir des données d'exploitation	5,00	Calculé à partir des caractéristiques du service	5,00	Calculé à partir des caractéristiques du service
		MHTStationnement		0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		MHTUrb	veh/h	0,00		256,00	Kotelnikova 2022	256,00	Kotelnikova 2022	256,00	Kotelnikova 2022
		PartVehConnectés	nb	0,00		0,005	ASFA	0,005	ASFA	0,005	ASFA
		RSCameraMut		0,00		0,00		0,00		1,00	Kotelnikova 2022
		RSLiDARMut		0,00		0,00		0,00		1,00	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Composants	CentrAgregPower	W	0,00		0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain	0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain	0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain
		CentreAgregWeight	kg	0,00		0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain	0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain	0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain
		CentrCalcPower	W	0,00		0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Composants	CentrCalcWeight	kg	0,00		0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022-cf modélisation implémentée dans le contexte urbain
		EnergyDataCellular	kWh/Go	0,00		0,1622	Kotelnikova 2022	0,1622	Kotelnikova 2022	0,1622	Kotelnikova 2022
		EnergyDataDataCentre	kWh/Go	0,00		0,044	Kotelnikova 2022	0,044	Kotelnikova 2022	0,044	Kotelnikova 2022
		EnergyDataNetwork	kWh/Go	0,00		0,001422	Kotelnikova 2022	0,001422	Kotelnikova 2022	0,001422	Kotelnikova 2022
		LSCentrAgreg	an	5,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être nul	10,00	Kotelnikova 2022	10,00		10,00	Kotelnikova 2022
		LSCentrCalc	an	5,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être nul	5,00		5,00		5,00	

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Composants	LSRSCalculator	an	10,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être nul	10,00	Hypothèse reprise de Kotelnikova 2022	10,00	Hypothèse reprise de Kotelnikova 2022	10,00	Kotelnikova 2022
		LSRSCamera	an	10,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être nul	10,00		10,00		10,00	Kotelnikova 2022
		LSRSLidar	an	10,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être nul	10,00		10,00		10,00	Kotelnikova 2022
		LSRSU	an	10,00	Kotelnikova 2022, ne peut pas être nul	10,00	Kotelnikova 2022	10,00	Kotelnikova 2022	10,00	Kotelnikova 2022
		RSCalculatorPower	W	0,00		15,00	Hypothèse	15,00	Hypothèse	34,00	Kotelnikova 2022
		RSCalculatorWeight	kg	0,00		1,00	Hypothèse	1,00	Hypothèse	4,40	Kotelnikova 2022
		RSCameraPower	W	0,00		0,00		0,00		8,50	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Infrastructure	Composants	RSCameraWeight	kg	0,00		0,00		0,00		0,50	Kotelnikova 2022
		RSLidarPower	W	0,00		0,00		0,00		10,00	Kotelnikova 2022
		RSLidarWeight	kg	0,00		0,00		0,00		0,93	Kotelnikova 2022
		RSUPower	W	0,00		15,00	Kotelnikova 2022	15,00	Kotelnikova 2022	15,00	Kotelnikova 2022
		RSUWeight	kg	0,00		2,20	Kotelnikova 2022	2,20	Kotelnikova 2022	2,20	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"		
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	
Supervision	Architectures											
		NbCamSup	nb	0,00		0,00		1,3	Kotelnikova 2022	1,3	Kotelnikova 2022	
		PersonnelMonitorVeh	nb	0,00		0,50	Hypothèse	0,20	Kotelnikova 2022	0,20	Kotelnikova 2022	
	PersonnelOperationVeh	nb	0,00		0,00	Hypothèse	0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022		
	Cas d'usage modes											
		DataTempMonitor	Go/h	0,00		18,000	Kotelnikova 2022	18,000	Kotelnikova 2022	18,000	Kotelnikova 2022	
		DataTempOper	Go/h	0,00		0,00		0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022	
DataTempsVideo	Go/h	0,00		0,00		180,00	Kotelnikova 2022	180,00	Kotelnikova 2022			

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Architectures	NbCamera	nb	0,00		3,00	Réponse Navya	3,00	Scénario Expérimental	3,00	Scénario Expérimental
		NbComputer	nb	0,00		2,00	Réponse Navya	2,00	Scénario Expérimental	2,00	Scénario Expérimental
		NbGNSS	nb	0,00		1,00	Hubert et al. 2022	1,00	Hubert et al. 2022	1,00	Hubert et al. 2022
		NbHarness	nb	0,00		2,00	Article Huber et al. 2022	2,00	Scénario Expérimental	2,00	Scénario Expérimental
		NbLidar	nb	0,00		2,00	Réponse Navya	2,00	Scénario Expérimental	2,00	Scénario Expérimental
		NbOBU	nb	0,00		1,00	Réponse Navya	1,00	Scénario Expérimental	1,00	Scénario Expérimental
		NbRadar	nb	0,00		0,00	Réponse Navya	0,00	Scénario Expérimental	0,00	Scénario Expérimental
		NbSLiDAR	nb	0,00		8,00	Réponse Navya	8,00	Scénario Expérimental	8,00	Scénario Expérimental
		NbSonar	nb	0,00		0,00	Réponse Navya	0,00	Scénario Expérimental	0,00	Scénario Expérimental

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Cas d'usage modes	AvSpdAutoroute Veh	km/h	9,00	Reprise de la valeur pour le scénario XP, ne peut pas être nul	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul
		AvSpdParkingVeh	km/h	9,00	Reprise de la valeur pour le scénario XP, ne peut pas être nul	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul	5,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul
		AvSpdRuralVeh	km/h	9,00	Reprise de la valeur pour le scénario XP, ne peut pas être nul	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul	1,00	Territoire urbain, mais ne peut pas être nul
		AvSpdUrbVeh	km/h	9,00	Reprise de la valeur pour le scénario XP, ne peut pas être nul	9,00	Berthelet	30,00	Scénario partagé	30,00	Scénario partagé

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Cas d'usage modes	DataTempCPMDL	Go/h	0,00		0,00	Kotelnikova 2022	0,00	Kotelnikova 2022	3,60	Kotelnikova 2022
		DataTempsIHM	Go/h	0,00		0,00	Kotelnikova 2022	3,63	Kotelnikova 2022	3,63	Kotelnikova 2022
		DatakmLoc	Go/km	0,00		0,0005	Kotelnikova 2022	0,0005	Kotelnikova 2022	0,0005	Kotelnikova 2022
		DatakmMap	Go/km	0,00		0,000541	Kotelnikova 2022	0,000541	Kotelnikova 2022	0,000541	Kotelnikova 2022
		DureeMoyPKI	h	1,00	Ne peut pas être nul	1,00	Kotelnikova 2022	1,00	Kotelnikova 2022	1,00	Kotelnikova 2022
		IHMTemps	h/j	0,00		0,00	Expérimentation avec opérateur à bord	0,44	Kotelnikova 2022	0,44	Kotelnikova 2022
		LSVehPF	an	0,00		7,00	Hubert et al. 2022	7,00	Hubert et al.2022	7,00	Hubert et al.2022
		MKmDrivingTime		Se calcule seul		Se calcule seul		Se calcule seul		Se calcule seul	

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Cas d'usage modes	ParkingRate	nb stationnement/veh.km parcourus	0,00		0,00	Pas de parcs de stationnements équipés pour le stationnement automatisé	0,00	Pas de parcs de stationnements équipés pour le stationnement automatisé	0,00	Pas de parcs de stationnements équipés pour le stationnement automatisé
		PartAutoroute		Se calcule seul		Se calcule seul		Se calcule seul		Se calcule seul	
		PartParking	%	0,00		0,00	Pas de parcs de stationnements équipés pour le stationnement automatisé	0,00	Pas de parcs de stationnements équipés pour le stationnement automatisé	0,00	Pas de parcs de stationnements équipés pour le stationnement automatisé
		PartRural	%	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		PartUrb	%	0,00		1,00	Territoire urbain sur l'ensemble du parcours	1,00	Territoire urbain sur l'ensemble du parcours	1,00	Territoire urbain sur l'ensemble du parcours
		TailleLog	Go/j	0,00		1,00	Kotelnikova 2022	1,00	Kotelnikova 2022	1,00	Kotelnikova 2022
		TaillePKI	Go	0,00		6.4E-08	Kotelnikova 2022	6.4E-08	Kotelnikova 2022	6.4E-08	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Composants	CameraPower	W	0,00		1,00	Article Huber et al. 2022	1,00	Scénario Expérimental	1,00	Scénario Expérimental
		CameraWeight	kg	0,00		0,1	Article Huber et al. 2022	0,10	Scénario Expérimental	0,10	Scénario Expérimental
		ComputerPower	W	0,00		80,00	Article Huber et al. 2022	80,00	Article Huber et al. 2022	80,00	Article Huber et al. 2022
		ComputerWeight	kg	0,00		10,125	Article Huber et al. 2022	10,125	Article Huber et al. 2022	10,125	Article Huber et al. 2022
		DistTotBatU	km	34 300,00	Reprise des hypothèses pour le scénario XP, ne peut pas être nul	34 300,00	Article Huber et al. 2022	168 168,00	Article Huber et al. 2022	168 168,00	Article Huber et al. 2022
		DistTotVehU	km	34 300,00	Reprise des hypothèses pour le scénario XP, ne peut pas être nul	34 300,00	Hypothèse: durée de vie=7ans; km/an=4900	168 168,00	Scénario probable	168 168,00	Scénario probable

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Composants	EffBattery		0,90	Reprise des hypothèses pour le scénario XP, ne peut pas être nul	0,90	Kotelnikova 2022	0,90	Scénario Expérimental	0,90	Scénario Expérimental
		GNSSPower	W	0,00		8,30	Article Huber et al. 2022	8,30	Article Huber et al. 2022	8,30	Article Huber et al. 2022
		GNSSWeight	kg	0,00		4,80	Article Huber et al. 2022	4,80	Article Huber et al. 2022	4,80	Article Huber et al. 2022
		HarnessWeight	kg	0,00		0,75	Article Huber et al. 2022	0,75	Scénario Expérimental	0,75	Article Huber et al. 2022
		LLidarPower	W	0,00		12,00	Article Huber et al. 2022	12,00	Scénario Expérimental	12,00	Scénario Expérimental
		LLidarWeight	kg	0,00		1,50	Article Huber et al. 2022	1,50	Scénario Expérimental	1,50	Scénario Expérimental
		LSCamera	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Composants	LSComputer	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022
		LSGNSS	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022
		LSELLiDAR	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022
		LSOBU	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022
		LSRadar	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022
		LSSLiDAR	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022
		LSSonar	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	4,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022	8,00	Kotelnikova 2022

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Composants	LSStructure	an	5,00	Non applicable, mais ne peut pas être nul	7,00	Egal à la durée de vie du véhicule	7,00	Egal à la durée de vie du véhicule	7,00	Egal à la durée de vie du véhicule
		OBUPower	W	0,00		36,50	Article Huber et al. 2022	36,50	Article Huber et al. 2022	36,50	Article Huber et al. 2022
		OBUWeight	kg	0,00		4,25	Article Huber et al. 2022	4,25	Article Huber et al. 2022	4,25	Article Huber et al. 2022
		PoidsBat	kg	0,00		350,00	Article Huber et al. 2022	350,00	Scénario Expérimental	350,00	Scénario Expérimental
		PoidsVehSsBat	kg	0,00		2 050,00	AVENUE D8.1	2 050,00	Scénario Expérimental	2 050,00	Scénario Expérimental
		PtPowerAutoroute	kWh/100 km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		PtPowerParking	kWh/100 km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain
		PtPowerRural	kWh/100 km	0,00		0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain	0,00	Territoire urbain

Paramètres pour la modélisation ACV				Référence		Expérimentation		Scénario "Probable"		Variante "high tech" du scénario "hyper-optimiste"	
Système	Niveau	Paramètre	Unité	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur	Valeur	Référence valeur
Vehicule	Composants	RadarPower	W	0,00		4,00	Gawron 2018	4,00	Gawron 2018	4,00	Gawron 2018
		RadarWeight	kg	0,00		0,285	Gawron 2018	0,285	Gawron 2018	0,285	Gawron 2018
		SLiDARPower	W	0,00		8,00	Article Huber et al. 2022	8,00	Scénario Expérimental	8,00	Scénario Expérimental
		SLidarWeight	kg	0,00		1,10	Article Huber et al. 2022	1,10	Scénario Expérimental	1,10	Scénario Expérimental
		SonarPower	W	0,00		0,13	Gawron 2018	0,13	Gawron 2018	0,13	Gawron 2018
		SonarWeight	kg	0,00		0,05	Gawron 2018	0,05	Gawron 2018	0,05	Gawron 2018
		StructureWeight	kg	0,00		0,00	Hypothèse	0,00	Scénario Expérimental	0,00	Scénario Expérimental
		EfficienceAutonomie	%	0,00		0,90	KPI Opérationnels Berthelet	1,00	Scénario	1,00	Scénario

ANNEXE B : DICTIONNAIRE DES VARIABLES UTILISEES DANS LE QUESTIONNAIRE

ANNEXE C : FLYER D'INVITATION A PARTICIPER A L'ENQUETE CASA



Suite à l'expérimentation de navettes autonomes déployée à Sophia Antipolis dans le cadre du projet ENA d'avril à août 2022 sur l'avenue Roumanille, des recherches universitaires sont menées pour évaluer l'impact de cette solution innovante de mobilité douce.



Pour vous remercier de votre participation à cette étude



20 gagnants tirés au sort !

Aidez l'équipe de recherche !

Tout simplement, en répondant à un questionnaire

sur le site : <https://bit.ly/enquetelaet>

ou le QR Code :



Ne pas jeter sur la voie publique

ANNEXE D : COURRIERS ENVOYES AUX RESIDENTS POUR LA PARTICIPATION A L'ENQUETE CŒUR DE BRENNE

**Coeur de Brenne**
13 octobre 2022 · 



"Bonjour, l'enquête mobilité prévue dans le cadre de l'expérimentation de navette autonome ENA a débuté cette semaine. Des enquêteurs sont susceptibles de venir vous interroger sur vos déplacements, merci de les accueillir avec bienveillance. Tous les avis sont importants, quel que soit le votre sur la navette, nous en avons besoin !
Vous pouvez également participer à l'enquête en ligne : <https://bit.ly/enquetemobiliteCDB>.
Pour toute remarque ou question, merci de contacter l'équipe projet à ena@entpe.fr"

Dans ce cadre nous cherchons aussi a recruter des enquêteurs de terrain : <https://www.synergie.fr/.../enqueteur-f-h.../offre-333-496>


MOBICAMPUS-UDL.ENTPE.FR
ENA - Enquête de mobilité (Coeur de Brenne)

 7 2 commentaires 1 partage

 J'aime  Commenter  Partager


**Coeur de Brenne**
24 octobre 2022 · 




Vous pouvez gagner des bons d'achat en participant à une enquête :

L'enquête de mobilité réalisée dans le cadre de l'expérimentation de navette autonome se poursuit. Tous les avis sont importants, n'hésitez pas à remplir le questionnaire! Participation à un jeu concours permettant de gagner 10 bons d'achat de 100€ en fin de questionnaire"

lien vers l'enquête en ligne : <https://bit.ly/enquetemobiliteCDB>

Merci de votre participation !!!


MOBICAMPUS-UDL.ENTPE.FR
ENA - Enquête de mobilité (Coeur de Brenne)

 J'aime  Commenter  Partager

ANNEXE E : MANUEL DE L'ENQUÊTEUR

Cette enquête a comme objectif de connaître les comportements de mobilité des résidents et usagers de la communauté de commune de Cœur de Brenne à travers différents thèmes : leurs habitudes de déplacements, leurs rythmes et horaires d'activité, leurs conditions de mobilité, leurs moyens de déplacements, leurs caractéristiques socio-économiques ainsi qu'une partie expérimentale de choix de scénarios de déplacements. L'enquêteur doit bien préciser qu'il s'agit d'une **enquête universitaire**.

Le succès de l'enquête repose sur la qualité des données qui seront recueillies. C'est de vous, enquêteurs, **chargés de la collecte des données**, que dépend la réussite de cette enquête.

Ce **manuel de l'enquêteur** a été rédigé pour vous guider et vous aider dans votre tâche. Il vous est donc conseillé de le lire attentivement pour vous familiariser avec les objectifs de l'enquête ainsi que les concepts et définitions essentiels qui sont utilisés. Si vous avez des doutes, quels qu'ils soient, vous devez consulter les responsables de l'enquête.

Le temps de formation initial est aussi l'occasion d'élaborer ensemble des stratégies pour rendre l'entretien plus acceptable à l'enquêté comme à vous. Afin de favoriser la participation des individus à l'enquête, une liste d'arguments est constituée pour faire face aux différents motifs de refus avancés par les personnes appelées (intérêt de l'enquête, possibilité de prendre rendez-vous, jeu-concours...).

1. Règles de conduite

L'efficacité du processus de collecte dépend dans une très large mesure de votre participation et de votre collaboration. Il vous est donc demandé d'observer les règles suivantes :

- Vous êtes tenu de participer à toute la séance de formation.
- Votre présence est nécessaire pour chaque jour de travail sur le terrain pendant les horaires indiqués et aux lieux indiqués.
- Les personnes enquêtées devront être assurées que le caractère anonyme et confidentiel des informations sera strictement respecté.
- Vous ne devez jamais montrer les réponses d'un enquêté à d'autres personnes. Vous ne devez pas discuter ou divulguer des renseignements figurant dans les questionnaires remplis.
- Les données enregistrées dans le questionnaire doivent être valables et exactes. Il vous est interdit de répondre à la place des enquêtés.
- La passation du questionnaire d'enquête doit être faite uniquement par les enquêteurs. L'enquêteur ne doit pas confier les questionnaires aux enquêtés pour qu'ils les remplissent eux-mêmes ou qu'ils le regardent avant de répondre aux questions.
- Vous ne devez pas engager de débats de type politique, syndical ou religieux avec les enquêtés.

Lorsque vous approchez un enquêté potentiel, vous devez avoir un ton courtois. Vous lui précisez qu'il s'agit d'une enquête universitaire. Vous lui expliquez quel est l'objectif de l'enquête (*connaître la mobilité des habitants et usagers de la communauté de communes de Cœur de Brenne, leurs conditions de déplacements, leurs critères de choix*). Si la personne approchée est réticente, vous devez lui préciser que toutes les informations recueillies sont strictement confidentielles, que l'enquête prendra une vingtaine de minutes. Les informations recueillies permettront de constituer des statistiques utiles pour comprendre et tenter d'améliorer les conditions de mobilité sur le territoire.

Vous devez sélectionner les personnes à enquêter selon les consignes des responsables de l'enquête : en fonction de leurs caractéristiques socio-économiques : âge, genre, catégorie socioprofessionnelle, afin de respecter les quotas d'enquête. Vous devrez respecter également la correspondance entre le calendrier d'enquête et les lieux d'enquête.

1.1. Principes généraux de l'interview

Pour recueillir efficacement l'information nécessaire à cette enquête, il est nécessaire de comprendre la manière de poser chaque question, l'information que la question vise à recueillir et comment enregistrer correctement les réponses de l'enquêté. Vous devez aussi respecter scrupuleusement les renvois liés aux questions filtres.

- Commencer en posant les questions exactement telles qu'elles sont écrites dans le questionnaire. Ne jamais poser une question de mémoire.
- Si l'enquêté ne comprend pas la question, reprendre celle-ci en répétant lentement. S'il ne comprend toujours pas, vous pouvez poser la question de manière à lui permettre de la comprendre plus facilement, tout en évitant d'en modifier le sens ou l'objectif.
- Maintenir une attitude neutre et objective en posant les questions. Les enquêtés ont parfois tendance à vouloir faire plaisir à l'enquêteur et à donner les réponses qu'ils pensent que l'enquêteur veut entendre. Vous ne devez jamais suggérer de réponses à l'enquêté, ni le harceler pour obtenir de lui une réponse au point qu'il refuse de participer au reste de l'interview. Ne jamais se montrer étonné, surpris, déçu ou content de la réponse de l'enquêté.
- Pour la plupart des questions, il n'est pas nécessaire d'avoir lu au préalable la liste des modalités. Si sa réponse n'est pas suffisamment claire pour que vous puissiez sélectionner la ou les modalités correspondantes, vous pouvez lui demander de préciser ou également lire les modalités (sauf la modalité « Autre »). Si aucune ne correspond à sa situation, cochez alors la modalité « Autre » et précisez sa réponse en clair (si indiqué).
- Faire preuve de tact en face des enquêtés « difficiles ». Si l'enquêté semble s'ennuyer ou se désintéresser, essayer de l'intéresser, par exemple en parlant brièvement d'autre chose. Si ses réponses sont hors de propos ou trop longues, ne pas l'arrêter brusquement ; il faut ramener adroitement la conversation à l'interview.
- Utiliser adroitement la technique d'interview. Il arrive qu'un enquêté prétende qu'il ne se souvient pas ou qu'il ne sait pas. Par exemple, en réponse à la question sur ses revenus, l'enquêté déclare « Je ne sais pas ». Vous devez en l'occurrence essayer de les estimer avec lui, en commençant par une fourchette de revenus d'argent et en affinant ensuite. Si l'enquêté ne souhaite malgré tout pas répondre, n'insistez pas au point qu'il refuse de participer au reste de l'interview.
- Dans les questions, nous demandons des renseignements sur des lieux : la localisation du domicile de l'enquêté, celles de ses différentes activités (travail, loisirs, shopping...). La plupart du temps on ne demande que de compléter par le nom de la commune. Si néanmoins la commune d'origine et de destination du déplacement est la même, il est nécessaire de préciser les lieux de départ et d'arrivée : nom d'une rue, lieu-dit.

1.2. Le contrôle de la qualité de remplissage des questionnaires

S'agissant d'une enquête sur tablette, l'enquêteur doit vérifier avant de valider chaque page par un rapide coup d'œil les questions complétées. Toutes les questions obligatoires doivent être complétées pour passer à la page suivante (statut, motifs de déplacements, temps de trajet, communes d'origine/destination, âge, genre, catégorie socioprofessionnelle, commune de résidence, expériences de choix). L'enquêteur doit nécessairement indiquer en début de questionnaire, les informations demandés (son numéro d'identifiant et lieu d'enquête). Les responsables d'enquête effectueront un contrôle régulier du respect des consignes (lieux et quotas).

Nous vous rappelons que toute enquête remplie incorrectement est inutilisable, donc éliminée et non prise en compte.

Les responsables de l'enquête pourront se rendre sur les lieux d'enquête pendant le travail des enquêteurs sur le terrain.

2. Les types de questions

Beaucoup des réponses sont codées d'avance. Cela veut dire que les réponses possibles sont déjà listées par les *modalités*. Pour la grande majorité des questions, la liste des réponses figure dans la question.

Pour faciliter la lecture et le remplissage du questionnaire, nous avons adopté la convention suivante :

- les questions avec un n'appellent qu'**une seule réponse** (cf. par ex., « vous êtes : étudiant, salarié, retraité ... »)
- les questions avec un peuvent avoir **plusieurs réponses** (cf. par ex., « Utiliseriez-vous la navette si : elle desservait mieux votre domicile, elle était plus confortable, elle était plus rapide... »). Le nombre maximum de réponses est indiqué dans l'aide sous la question, *en bleu et en italique*. Il n'est pas possible de valider la page si ce nombre est dépassé. Dans ce cas, demander à l'enquêté de choisir les plus importantes parmi les différentes réponses qu'il a fournies. L'enquêté peut aussi donner moins de réponses que le nombre maximum de réponses possibles.

Dans les deux types de questions, il faut cocher la ou les cases correspondantes.

- les questions avec des réponses du type « _____ » nécessitent du texte ou des chiffres. Exemple :
 - o les noms des lieux (ex : « Pouvez-vous préciser votre adresse d'origine pour ce trajet ? »),
 - o des nombres (par ex., âge de l'enquêté, ses temps de parcours).

En particulier, les réponses de la modalité « Autre » nécessitent une précision supplémentaire, à écrire en clair. Par ex., « Pourquoi n'utilisez-vous pas la navette autonome » la modalité « Autre ⇒ **Précisez** : _____ ».

Pour plus de simplicité, quelques questions ont été regroupées sous la forme de tableaux (« Indiquez votre niveau de satisfaction vis-à-vis de l'usage du vélo ? »), comme pour les autres questions, pour chaque ligne, vous devez cocher la case correspondant à la réponse.

Filtre : Dans de nombreuses questions, selon la réponse donnée, ou bien à la suite d'une question, quelle que soit la réponse, un filtre est appliqué et renvoie à une question spécifique. Certaines questions peuvent apparaître sur la page suite à l'application d'un filtre (par ex : Si à « *Avez-vous déjà utilisé la navette en expérimentation ?* » vous répondez « *Non* », alors la question suivante : « *Pourquoi* » s'affiche). Si la question n'est pas obligatoire, aucune alerte ne sera donnée avant de passer à la page suivante. Il faut donc bien balayer l'ensemble de la page afin de s'assurer de ne pas oublier de questions, avant de valider la page.

Les consignes pour l'enquêteur sont écrites *en bleu et en italique*, en dessous de la question.

3. Le contenu du questionnaire

3.1. Encadré Identification du questionnaire

Au début du questionnaire, apparaît un « chapeau » de renseignements (Q.1 et Q.2). Ces informations doivent impérativement être remplies par l'enquêteur pour chaque questionnaire.

Q1. Nom enquêteur.

Q2a. **Lieu - commune.** Vous devez indiquer la commune (sélectionner parmi les réponses possibles, ou « *Autre : précisez* »)

Q2b. **Lieu - adresse.** Vous devez indiquer un nom de rue, de lieu-dit.

3.2. Questions filtres initiales

Les premières questions visent à filtrer les répondants en fonction de leur statut, afin de leur proposer un questionnaire adapté.

Personnes réalisant régulièrement des déplacements en Cœur de Brenne : il s'agit d'identifier et retirer de l'enquête les personnes qui sont présentes le jour d'enquête de manière anecdotique (en visite non régulière, de passage, touristes ...) Le questionnaire s'adresse aux habitants et usagers du territoire.

Statut : le statut salarié (et autres actifs) concerne l'ensemble des actifs occupés, y compris entrepreneurs, artisans non-salariés. Si un enquêté est étudiant salarié, ou en alternance ou apprentissage : il entre dans la catégorie étudiant à partir du moment où une partie de son activité est une activité d'études. Il est possible pour les étudiants de renseigner un trajet pour aller travailler. Pour les personnes parent au foyer, ou sans emploi rémunéré : cocher la case « Sans activité ou en recherche d'emploi ».

Motifs de déplacement : la personne enquêtée peut indiquer jusqu'à 3 motifs de déplacements (correspondant à ses trois déplacements les plus courants, en particulier les déplacements impliquant l'usage d'un mode autre que la marche à pied). Les motifs déclarés déclenchent chacun un module supplémentaire sur les détails du déplacement.

Les modules du questionnaire

LES HABITUDES DE DEPLACEMENTS

L'objectif de ce module est de déterminer les habitudes de déplacements de la personne enquêtée. On va s'intéresser à ses trajets les plus fréquemment réalisés, ceux-ci ayant été identifiés, par motifs, lors de l'étape précédente. On s'intéresse en particulier aux modes (moyens de transports) utilisés, aux caractéristiques du trajet réalisé (origine, destination, temps de parcours, fréquence).

Il est souhaitable de commencer ce groupe de questions en rappelant à la personne enquêtée que les prochains points portent sur son trajet habituel ou récurrent pour le motif ciblé (la personne aura pu indiquer plusieurs motifs de déplacements, auquel cas elle devra répondre à ce groupe de question pour chaque motif déclaré). Toutes les questions font référence à un sens de trajet (trajet aller).

Mode de transport : Commencez par demander quel moyen de transport la personne utilise pour ce trajet habituel. Si ce ou ces moyens de transport varient dans le temps, indiquer le plus fréquent. Il n'est pas nécessaire de poser directement les questions suivantes, en revanche elles doivent être remplies par l'enquêteur.

- **Mode unique ou combiné :** La première chose à déterminer est si la personne enquêtée réalise ce trajet habituel avec un seul mode (cas le plus fréquent : voiture personnelle), ou en enchaînant plusieurs modes (ex : vélo jusqu'à l'arrêt de bus puis autocar Rémi puis marche jusqu'à destination)
- **Si mode unique : quel mode ?** Renseigner le mode utilisé. Il est à noter que la marche à pied n'est pas considérée comme un mode combiné si le déplacement à pied dure moins de 5 min avant et après l'autre mode utilisé. Dans ce cas le mode intermédiaire est considéré comme mode unique (ex : Marche de 5mn – Bus de 23 min – Marche de 3mn = mode unique Bus)
- **Si modes combinés : quels modes ?** Renseigner les modes utilisés à chaque étape du trajet. Il est à noter que la marche à pied n'est pas considérée comme un mode combiné si le déplacement à pied dure moins de 5 min. Dans ce cas n'indiquer que les autres modes utilisés + la marche (si plus de 5min) (ex : Marche de 4min – Bus de 15 min – Train pendant 12mn – Marche de 8mn = mode combiné Bus – Train – Marche)

Temps de parcours : Il faut indiquer ici la durée totale du trajet en minutes, de porte à porte de l'origine jusqu'à la destination finale. Ex : si le trajet est constitué de Marche (5min) depuis la maison, Bus (23min) puis Marche (8min) jusqu'à destination, alors le temps à déclarer est (5+23+8) 36 minutes (le format de réponse est numérique : indiquer 36)

Fréquence du trajet : Demander à la personne combien de fois en moyenne elle réalise ce trajet par semaine. Si la fréquence est de moins d'un par semaine, reformuler la question pour établir cette fréquence avec la personne enquêtée selon les modalités proposées.

Origine / Destination : Indiquer ici la commune d'origine et puis la commune de destination du trajet dans la question suivante. Si la personne enquêtée n'a pas un trajet fixe, lui demander l'origine/destination la plus fréquente. À défaut, s'il n'est pas possible de déterminer celle-ci, demander à la personne une origine destination représentative de ses déplacements habituels pour ce motif.

Si les lieux d'origine et de destination sont sur la même commune pour ce trajet, il est demandé de préciser ces lieux par : une adresse, un nom de rue, ou un nom de lieu-dit. Deux cadres de réponse supplémentaire apparaissent pour cela dans le questionnaire, le cas échéant.

LES RYTHMES ET HORAIRES D'ACTIVITE

Ici le module a pour but de comprendre l'impact du rythme hebdomadaire de l'enquêté sur ses choix de mode de transport : temps partiel, télétravail, jours d'activité, heures d'arrivée et de départ habituelle. Cette rubrique est filtré et ne s'adresse qu'aux personnes qui travaillent ou étudient.

Jour de présence à l'activité : en fonction de la réponse à la question précédente :

- si l'enquêté a une activité à temps plein : lui demander si ses jours de travail sont habituellement du lundi au vendredi (les noter), sinon noter les jours de présence ;
- si l'enquêté a une activité à temps partiel, demander les jours de présence habituels.

Dans les deux cas : si l'enquêté indique que ces jours varient : l'indiquer dans la question suivante, et noter pour les deux cas précédents la situation de la dernière semaine d'activité.

Heure de départ / arrivée : Demander l'heure de départ et d'arrivée habituelle (ou la plus fréquente si cela varie) et noter les catégories correspondantes.

Nombre de jours de distanciel : il n'est pas nécessaire de reposer la question si la personne l'a déjà indiqué lors de la question sur ses jours de présence. On peut demander à la place une confirmation de la catégorie retenue.

LES CONDITIONS DE MOBILITE

Ce module permet de relever le niveau de satisfaction de l'enquêté quant aux conditions d'utilisation des différents modes de transport qu'il utilise régulièrement. Les questions sont conditionnelles aux modes de transport déclaré précédemment par le répondant.

De manière générale, il faut proposer à l'enquêté une première question, et lui indiquer les différents niveaux de satisfaction qu'il peut exprimer : de très insatisfait à très satisfait. À la suite de quoi il est conseillé d'énumérer les propositions et de recueillir pour chacune le niveau de satisfaction du répondant.

LES MOYENS DE DEPLACEMENTS

L'objectif de ce module est de connaître les moyens relatifs à la mobilité à disposition du répondant, qu'il s'agisse de moyens physiques ou de services numériques.

Vélo : le répondant dispose-t-il d'un vélo personnel, à sa disposition à tout moment pour ses déplacements ? Question suivante : ce vélo est-il électrique ?

Deux-roues : le répondant dispose-t-il d'un deux-roues motorisé personnel (moto, scooter, mobylette), à sa disposition à tout moment pour ses déplacements ?

Abonnement aux transports en commun : si le répondant dispose d'un titre spécial, déterminer avec lui s'il s'agit d'un abonnement (nombre de voyages illimités), ou d'un carnet de ticket (décompté à chaque voyage)

Permis de conduire : laisser la personne répondre. Il n'est pas nécessaire de relancer pour savoir si la personne est en train de passer le permis.

Voiture : demander en premier lieu si le répondant dispose d'une voiture, puis s'il s'agit d'une voiture personnelle ou de fonction. S'il s'agit d'une voiture personnelle, demander si l'usage en est partagé ou individuel. On considère l'usage comme individuel si la personne en est utilisatrice principale (la plupart du temps).

Les questions suivantes visent à préciser le modèle de voiture et en déterminer l'impact environnemental : type de véhicule, carburant, date de première immatriculation du véhicule. Concernant ce dernier point : il s'agit de la date de mise en service du véhicule utilisé principalement par le répondant (son année de production).

Appareils mobiles et applications : indiquer au répondant que pour les 3 questions suivantes, il lui suffit de répondre « oui » ou « non » à chaque proposition. Proposer l'ensemble des modalités.

L'IMPACT DE LA CRISE SANITAIRE SUR LA MOBILITE

Le but de ce module est de savoir si les habitudes de mobilités de l'enquêté étaient différentes (et en quoi) avant la crise sanitaire.

Impact de la crise sanitaire : il y a-t-il eu un impact de la crise sanitaire sur le mode utilisé ou le rythme des déplacements ?

Mode utilisé : quel était le mode utilisé avant la crise.

Télétravail / Distanciel : Quelle était la quantité de télétravail ou d'études en distanciel avant la crise.

L'IMPACT DE LA NAVETTE AUTONOME SUR LA MOBILITE

Dans ce module, on cherche à identifier le niveau d'expérience de l'enquêté de la navette autonome en cours d'expérimentation, les éventuels freins ou opportunités pour son utilisation, ainsi que l'impact de la présence de la navette sur la mobilité de l'enquêté, même s'il ne l'utilise pas.

Utilisation : Question filtre qui déclenche les questions suivantes

Raison de non utilisation : écouter les raisons spontanées proposées par l'enquêté et cocher les cases correspondantes (ne pas chercher à l'influencer). Une réponse « Autre » est possible (préciser).

Raison de l'utiliser plus : écouter les raisons spontanées proposées par l'enquêté et cocher les cases correspondantes (ne pas chercher à l'influencer). Une réponse « Autre » est possible (préciser).

Mode remplacé si utilisation : Indiquer le mode habituellement utilisé pour le trajet réalisé en navette.

Non-utilisateurs, impact sur le quotidien : Il faut énumérer chaque proposition, et indiquer un niveau d'accord (de tout à fait d'accord à pas du tout d'accord).

LA PERSONNE ENQUETEE

L'objectif de ce module est de connaître les caractéristiques socio-économiques de la personne enquêtée.

Age : Âge de l'enquêté en années révolues. Par ex, au 12 octobre 2022, un individu né le 11 novembre 1952 a 69 ans. Si la personne ne souhaite pas donner son âge, indiquer un âge approximatif (ex : pour la même personne : 70 ans)

Genre : noter sans demander.

Groupe socio-professionnel : si la personne ne sait pas, lui demander son métier. Les groupes socio-professionnels s'entendent au sens de l'INSEE :

- Agriculteurs/trices exploitants/exploitantes (pour leur compte ou dans une structure familiale)
- Artisans.es, Commerçant.es, Chefs.es d'entreprise de plus de 10 pers (pour leur compte)
- Cadres et professions intellectuelles (cadres privés et publics (cat A), techniques ou administratifs, profession de l'information, de l'art, du spectacle, ingénieurs.es, enseignement supérieur)
- Professions intermédiaires (enseignement et éducation, santé et travail social, techniciens.ennes, agents de maîtrise, responsables de gestion, du transport, chefs.fes de cuisine, cat B de la fonction publique ...)
- Employé.es (administratifs, policiers, militaires du rang, sécurité, employés de commerce, service aux particuliers)
- Ouvriers.ères (industriel, agricole, conducteur/trice)

Niveau d'étude : Pour les étudiants, il s'agit du cycle dans lequel ils sont inscrits. Pour ceux qui ne sont plus scolarisés, il s'agit alors du dernier diplôme obtenu.

Situation familiale : Il s'agit de décompter les personnes présentes au foyer du ménage. La modalité Ménage complexe correspond à une situation où la composition du ménage est différente de « couple » ou « parents/enfants » : présence de plus de 2 générations, ménages de plusieurs personnes sans liens familiaux ...)

Niveau scolaire des enfants à charge : Il faut indiquer toutes les situations des enfants présents au foyer, y compris les enfants présents de manière intermittente (garde partagée)

Revenus du ménage : Laisser l'enquêté déclarer un revenu global pour le ménage (incluant uniquement les revenus salariés et revenus d'activité (y compris allocations chômage, retraite, mais sans aides sociales du type aides familiales, aides au logement). Si l'enquêté ne souhaite pas répondre, n'insistez pas au point qu'il refuse de participer au reste de l'enquête.

Commune de résidence : la liste déroulante contient la liste des communes les plus probables dans l'ordre alphabétique. Sinon choisir « Autres » et renseigner la commune (en indiquant le nom de la commune et le département s'il s'agit d'une commune hors Indre). Dans le cas d'une personne ayant deux domiciles (ex. : étudiant), indiquer le domicile en rapport avec les déplacements effectués sur la communauté de commune de Cœur de Brenne.

Depuis quelle année : Cette question nous renseigne sur l'ancrage de l'enquêté dans ses habitudes de mobilité.

Difficultés physiques : Il n'est pas nécessaire de poser la question si la réponse « Oui » est évidente. Il est possible en revanche de demander s'il s'agit d'un état temporaire ou des difficultés persistantes. Il faut en revanche poser la question s'il n'y a pas de difficulté physique pour se déplacer qui soit évidente.

Accident de voiture : Si l'enquêté ne souhaite pas répondre, n'insistez pas au point qu'il refuse de participer au reste de l'enquête.

L'EXPERIENCE DE CHOIX

Ce module est un test d'économie expérimentale. Il s'agit de proposer à la personne enquêtée une série de situations aux paramètres contrôlés, où elle a le choix entre plusieurs modes de transport. On recueille alors son choix pour chaque situation donnée. Les situations font référence à des trajets réalisés par la personne enquêtés (parmi ceux qu'elle a déclaré dans le module 1). De manière générale, après avoir présenté le dispositif expérimental et les situations à la personne enquêtée, il s'agit de la laisser faire son choix en éliminant au mieux toute influence extérieure (y compris de l'enquêteur).

Ainsi, vous commencerez par expliquer que la partie suivante constitue presque la fin du questionnaire (plus que deux parties). Vous indiquerez que vous allez présenter à la personne plusieurs de choix (1 à 3), et que la personne devra dans chacune de ces situations faire 3 à 9 choix de mode de transport utilisé.

Pour présenter chaque situation, il suffit de lire l'énoncé de la question. La première étape est de demander à la personne si un des trajets qu'elle a décrit lors du premier module du questionnaire correspond à cette situation. Auquel cas les choix proposés par la suite seront basé sur ce trajet. Si la personne n'a pas décrit de trajet qui corresponde à cette situation, elle est alors renvoyée à la seconde situation. Puis, vous présenterez à l'aide de la tablette le tableau représentant le choix qui s'offre à la personne enquêtée. Vous pouvez expliquer le fonctionnement du tableau si besoin, mais de manière générale vous devez inviter la personne à prendre connaissance des informations du tableau et effectuer son choix par elle-même.

LES CONVICTIONS ET PERCEPTIONS sur LA MOBILITE

Ce module est le dernier module de l'enquête. Son objectif est de déterminer les opinions de la personne enquêtées sur des sujets liés à l'usage du véhicule autonome (rapport à la sécurité, à la nouveauté, au partage du véhicule...) et à sa mobilité (nouvelles technologies, environnement, rapport à l'automobile).

Il est important de rappeler au début de cette partie qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, et que seul l'avis de la personne nous intéresse.

Les personnes enquêtées disposent pour répondre d'une échelle en 5 points qui va de « 1 » - qui correspond à « pas du tout d'accord » - à « 5 » - qui correspond à « tout à fait d'accord ». Les autres chiffres étant là pour leur permettre de nuancer leur jugement. Il est recommandé ici de lire l'énoncé de chaque question, puis de lire chaque proposition en laissant la personne enquêtée indiquée à sa réponse à chaque fois (de « Pas du tout ... » à « Tout à fait... »).

Remarques

Le module final vous permet de noter les commentaires de l'enquêté ou vos propres commentaires.

Remarques de l'enquêté. Vous pouvez noter tout commentaire ou toute information confiée par l'enquêté pouvant être utiles pour l'analyse de l'enquête. Ex : il a changé d'emploi récemment, travaille dans un secteur qui lui demande des déplacements irréguliers chez des clients, etc.

Remarques de l'enquêteur. Vous pouvez noter ici vos propres commentaires sur le déroulement de l'entretien avec l'enquêté, pouvant être utiles pour l'analyse de l'enquête : réticence ou difficulté de l'enquêté à répondre certaines questions en précisant lesquelles, interruptions lors de l'entretien, éléments de sa situation qui n'entrent pas dans le cadre des réponses données, ou qui permettent de comprendre certaines réponses, enquêté très coopératif, etc.

Participation au jeu-concours. Il s'agit ici de noter les coordonnées permettant de recontacter la personne en cas de gain (adresse mail, n° de téléphone, nom de la personne, numéro d'identifiant à l'enquête). Il faut rappeler que ces informations seront conservées dans une autre base de données que celle du questionnaire, afin qu'aucun lien ne puisse être fait entre la personne et ses réponses au questionnaire. Enfin, ces coordonnées ne sont conservées que dans le cadre du jeu-concours et seront supprimées à l'issue de celui-ci (qq semaines après l'enquête, une fois le tirage au sort et l'envoi des lots effectué).

RECOMMANDATIONS GENERALES AUX ENQUETEURS

- Pour les différentes questions, surtout celles concernant les opinions de l'enquêté, il est important de ne pas influencer ses réponses.
- Suivez bien les consignes indiquées *en bleu et italique* dans le questionnaire, en particulier dans les questions avec des cases à cocher :
 1. Si une seule réponse est possible et que la personne vous a donné plusieurs réponses, demandez-lui ce qui correspond à sa situation la plus fréquente, ou la situation la plus représentative de sa mobilité habituelle ;
 2. De même si plusieurs réponses sont possibles, mais en nombre limité, et que l'enquêté vous a donné un nombre de réponses supérieur à la limite : demandez-lui quels sont ses choix les plus courants.
 3. si aucune des réponses proposées dans le questionnaire ne vous semble correspondre à la réponse de l'enquêté, écrivez sa réponse en clair dans « Autre », quand c'est possible.
- Dans les questions « ouvertes » telles que la localisation des lieux et la réponse « Autre », essayer d'être précis.
- Pour l'évaluation des revenus, il est important de mentionner qu'il s'agit des revenus du foyer (l'ensemble des personnes vivant dans le même logement). Si dévoiler ses revenus à un inconnu semble poser difficulté, vous pouvez rappeler que les questions ne sont pas obligatoires et passer à la suite.
- Des informations supplémentaires fournies par la personne enquêtée et vos observations sur le déroulement de l'enquête (difficulté pour fournir certaines informations, réticences à répondre, etc.) seront très utiles lors du traitement de l'enquête. Alors, précisez-les dans les espaces prévus à la fin du questionnaire. N'hésitez pas à y faire figurer tout ce qui vous paraît important !
- Pensez à proposer un rendez-vous à un autre horaire si la personne n'est pas disponible dans l'instant.



Tentez l'expérience