



expérimentations
navettes autonomes

Bilan de l'Exploitation et Recommandations pour de Futures Expérimentations



Le projet est soutenu dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir
opéré par l'ADEME

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

Projet labélisé par 

Information

Livrable 4.6.1

Date : 10.03.23

Version 1.0 : Approuvée Copil ENA

Niveau de diffusion : Public

Auteurs

Abigail Tourniaire – Berthelet

Laure Fraboulet - Berthelet

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.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

Ce livrable dresse le bilan des phases d'exploitation des services de navettes autonomes mis en œuvre dans le cadre du projet ENA. Il vise à partager les difficultés principales rencontrées au titre de l'exploitation, leurs impacts sur le service et les éventuelles solutions trouvées. Ceci avant de formuler des recommandations pour de futures exploitation de navettes autonomes

Ce livrable n'aborde pas la gestion des risques et le pilotage projet qui sont traités dans les livrables L4.1.4, L5.5.1 et L5.5.2. Dans la même logique il ne détaille pas les tâches et formations des opérateurs qui font l'objet du livrable L1.6.1 et L1.6.2.

Le lecteur intéressé par ces sujets est donc invité à consulter ces autres livrables.

TABLES DES MATIERES

1.	INTRODUCTION.....	1
2.	METHODOLOGIE ET CHRONOLOGIE.....	3
2.1.	RAPPELS CHRONOLOGIQUES	3
2.2.	ORGANISATION GENERALE DES PHASES EXPLOITATIONS	4
3.	BILAN D'EXPLOITATION DE SOPHIA ANTIPOLIS.....	5
3.1.	CALENDRIER DU CAS D'USAGE	5
3.2.	CONSISTANCE DU SERVICE.....	5
3.2.1.	Parcours	5
3.2.2.	Longueur du parcours	6
3.2.3.	Temps de parcours	6
3.2.4.	Horaires et jours de fonctionnement	6
3.2.5.	Conditions d'accès	6
3.2.6.	Moyens mobilisés.....	6
3.2.7.	Chiffres clés de production	7
3.3.	FREQUENTATION ET USAGE	8
3.3.1.	Fréquentation.....	8
3.3.2.	Types de clientèles.....	8
3.4.	DIFFICULTES TECHNIQUES RENCONTREES	8
3.4.1.	Dysfonctionnements liés à la technologies autonomes.....	8
3.4.2.	Dysfonctionnements sans rapport avec la technologie autonome.....	8
3.4.3.	Difficultés liées à l'ergonomie des véhicules.....	9
3.4.4.	Difficultés liées aux autres usagers de la voirie.....	9
3.5.	DIFFICULTES ORGANISATIONNELLES RENCONTREES	9
3.5.1.	Difficultés liées à la gestion de l'effectif de conduite :	9
3.5.2.	Difficultés de gestion de projet en lien avec les problématiques de maintenance	9
3.5.3.	Absence d'outils métiers de suivi temps réel des opérations par l'Exploitant	10
4.	BILAN D'EXPLOITATION DE CŒUR DE BRENNE	11
4.1.	CALENDRIER DU CAS D'USAGE	11

4.2.	CONSISTANCE DU SERVICE.....	11
4.2.1.	Parcours	11
4.2.2.	Communes desservies	11
4.2.3.	Longueur du parcours	11
4.2.4.	Temps de parcours	11
4.2.5.	Horaires et jours de fonctionnement	12
4.2.6.	Conditions d'accès	12
4.2.7.	Moyens mobilisés.....	12
4.2.8.	Chiffres clés de production	12
4.3.	FREQUENTATION ET USAGE	13
4.3.1.	Fréquentation.....	13
4.3.2.	Types de clientèles :	13
4.4.	DIFFICULTES TECHNIQUES RENCONTREES	13
4.4.1.	Dysfonctionnements liés au caractère autonome du véhicule	13
4.4.2.	Dysfonctionnements liés à l'équipement électrique du véhicule	13
4.5.	DIFFICULTES ORGANISATIONNELLES RENCONTREES.....	14
4.5.1.	Difficultés liées à la gestion de l'effectif de conduite :	14
4.5.2.	Difficultés de gestion de projet en lien avec les problématiques de maintenance :	14
4.5.3.	Absence d'outils métiers de suivi temps réel des opérations par l'Exploitant	14
5.	SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS.....	15
5.1.	SYNTHESE DES DIFFICULTES	15
5.2.	RECOMMANDATIONS	16
6.	CONCLUSION / RECOMMANDATIONS.....	19
	ANNEXE A : LISTE DES INCIDENTS D'EXPLOITATION	21
	SOPHIA ANTIPOLIS.....	21
	CŒUR DE BRENNE	26

1. INTRODUCTION

Le projet ENA a donné lieu à l'exploitation de services de navettes autonomes sur les territoires de Sophia Antipolis et de Cœur de Brenne pendant environ 6 mois pour chaque cas d'usage.

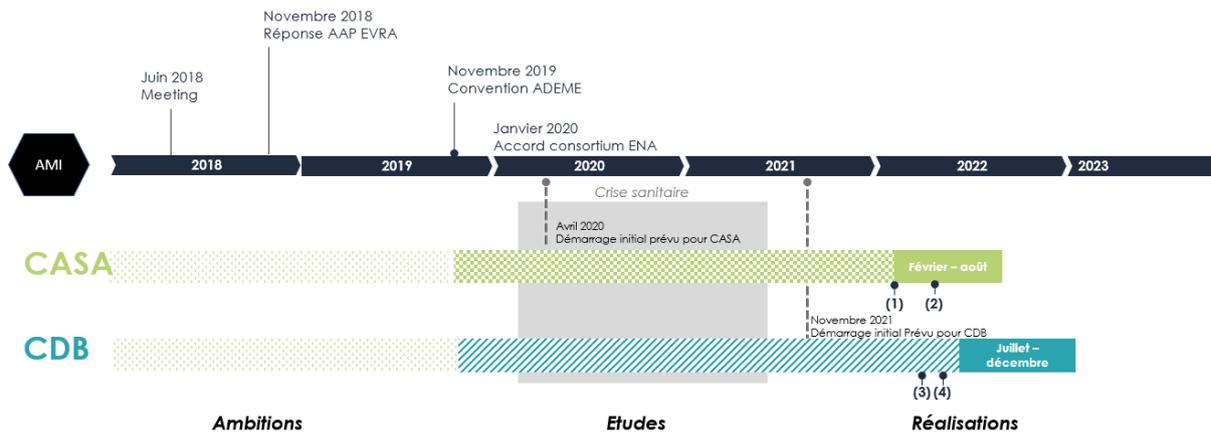
Le présent livrable dresse le bilan des conditions d'exploitation rencontrées sur ces deux cas d'usage. Ceci de manière à partager les résultats obtenus, les difficultés rencontrées, les solutions trouvées et les recommandations pour de futures exploitations de navettes autonomes

Pour cela

- Le premier chapitre de ce livrable rappelle la chronologie des expérimentations, le contexte de travail spécifique au projet ENA, ses implications sur l'organisation de l'exploitation
- Les deuxièmes et troisièmes chapitres dressent les bilans d'exploitation de chacune des expérimentations, en termes de consistance du service, de moyens mobilisés, de fréquentation et de difficultés rencontrées
- Le quatrième chapitre établit une synthèse comparée des deux contextes d'exploitation pour en tirer des recommandations pour de futures exploitations

2. METHODOLOGIE ET CHRONOLOGIE

2.1. RAPPELS CHRONOLOGIQUES



(1) : 4 février 2022 – autorisation ministérielle d'expérimenter Sophia Antipolis

(2) : 3 juin 2022 – avenant pour autorisation mineurs à bord Sophia Antipolis

(3) : 22 avril 2022 – autorisation ministérielle d'expérimentation Cœur de Brenne

(4) : 10 juin 2022 – avenant pour autorisation de conduire le véhicule autonome avec un permis B Cœur de Brenne

Avant d'évoquer les conditions d'exploitation, il convient de rappeler l'échelle de temps du projet ENA.

Pour mémoire,

- Les expérimentations objet du présent livrable trouvent leur source dans l'appel à manifestation d'intérêt EVRA de 2017.
- Les partenaires du consortium ENA se sont rencontrés pour la première fois en juin 2018.
- Les projets ont été rédigés à l'automne 2018.
- Les études de faisabilité ont démarré à l'automne 2019 mais la crise sanitaire de la Covid 19 a ensuite suspendu et ralenti les processus, notamment terrain, jusqu'à la fin 2021.
- Les expérimentations ont finalement démarré en février 2022 pour Casa et en juillet 2022 pour Cœur de Brenne, dans un contexte de pénurie nationale de conducteurs professionnels qui a impacté également les équipes de conduite des navettes autonomes.
- Chacune des expérimentations a été limitée à une durée de 6 mois, à la fois pour des raisons budgétaires et pour laisser le temps de finaliser dans les délais impartis la production des éléments d'études et d'analyse prévus au titre du projet ENA.

Cette échelle de temps, à la fois longue pour l'ensemble du projet et courte pour les phases exploitation, sera à prendre en compte dans l'analyse des conditions d'exploitation et dans l'appréciation des solutions trouvées ou non pour traiter les difficultés rencontrées.

2.2. ORGANISATION GENERALE DES PHASES EXPLOITATIONS

Les phases exploitation des projets Sophia Antipolis et Cœur de Brenne sont intervenues dans le cadre d'une organisation spécifique, établie en fonction des besoins et objectifs du projet ENA :

- Pilotage conjoint des expérimentations par les partenaires du projet et notamment le Territoire concerné (Sophia Antipolis ou Cœur de Brenne), l'Exploitant (Berthelet), l'Aménageur et responsable des équipements au sol (Eiffage) et le Constructeur (Navya pour le cas d'usage Sophia et Milla pour le cas d'usage Cœur de Brenne).
- Exploitation organisée en mode « commando » c'est-à-dire avec une équipe de conducteurs restreinte et dédiée au projet, une flotte de véhicules également restreinte et dédiée, une gestion à distance de l'essentiel des composantes de l'activité et un fonctionnement déconnecté des outils de supervision de l'Exploitant, ceci du fait de l'éloignement géographique et du fait des modes de fonctionnement des constructeurs (on reviendra plus en détails sur ces aspects aux chapitres difficultés techniques et difficultés organisationnelles).
- Management des conducteurs à distance par l'équipe d'exploitation Berthelet de Genas Lyon Est + visites mensuelles sur site du référent hiérarchique.

Chacune des expérimentations a utilisé les outils spécifiques du constructeur impliqués. C'est pourquoi les informations disponibles sur l'un et l'autre cas d'usage ne sont pas identiques, notamment en ce qui concerne les performances techniques des véhicules

3. BILAN D'EXPLOITATION DE SOPHIA ANTIPOLIS

3.1. CALENDRIER DU CAS D'USAGE

Le calendrier d'exploitation du service de navettes autonomes de Sophia Antipolis a été le suivant :

- Autorisation d'expérimenter à partir du 4 février 2022 puis avenant pour accueil à bord des mineurs le 3 juin 2022.
- Marche à blanc : 2 semaines, du 28 février 2022 au 11 mars 2022. Un des deux véhicules a dû voir sa marche à blanc prolongée jusqu'au 6 mai en raison de dysfonctionnements.
- Inauguration institutionnelle : 7 avril 2022.
- Ouverture effective au public : 7 avril 2022.
- Fin de l'exploitation : 26 août 2022.

Soit une phase exploitation d'une durée de 6 mois dont 5 semaines de déploiement et marche à blanc et 4 mois et demi d'ouverture effective au public.

3.2. CONSISTANCE DU SERVICE

3.2.1. Parcours

Desserte interne de la technopole de Sophia Antipolis, première technopole d'Europe, avec quelques 1600 salariés sur la commune de Biot.

Service de navettes autonomes en connexion avec le Bus à Haut Niveau de Service - BHNS - qui relie la technopole à l'agglomération sophilopolitaine.



3.2.2. Longueur du parcours

1,1 km (2,2 aller/retour), 5 points d'arrêt.

3.2.3. Temps de parcours

7min30 du BHNS au terminus opposé (20 min aller/retour avec un battement de 5 min aux terminus).

3.2.4. Horaires et jours de fonctionnement

Du lundi au vendredi, de 7h30 à 9h30, de 11h45 à 14h15 et de 16h30 à 18h30.

Fréquence toutes les dix minutes, calibré sur la fréquence du BHNS.

3.2.5. Conditions d'accès

Service gratuit ouvert à tous les voyageurs adultes au démarrage de l'exploitation puis ouverture aux mineurs à partir de juin 2022.

3.2.6. Moyens mobilisés

- 2 navettes Shuttle Navya d'une capacité de 15 places : 8 sièges avec ceinture, 3 strapontins et 4 places debout.
- Véhicules propriété de l'Exploitant Berthelet, avec paiement au constructeur Navya d'une licence logicielle (nécessaire pour que la navette fonctionne), d'une prestation de supervision de l'exploitation et d'une prestation de maintenance de niveaux supérieurs (la maintenance de niveaux bas étant assurée par les équipes Berthelet antérieurement formées à cet effet).

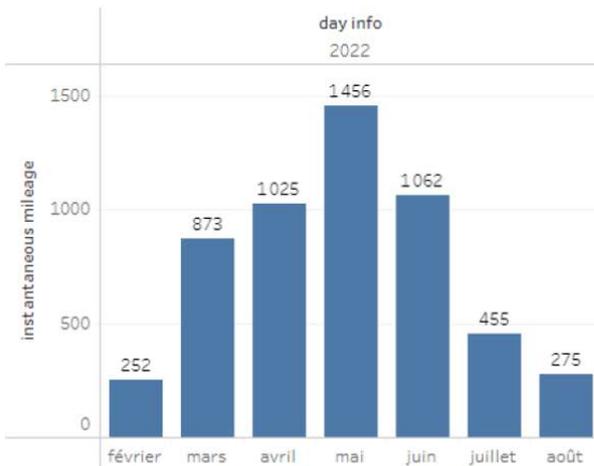


- 2 conducteurs titulaires de permis D.
- Intégration à l'application Envibus Cap Azur - informations voyageurs.

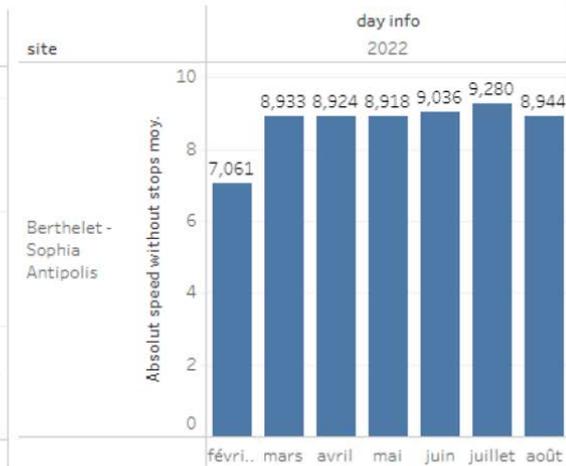
3.2.7. Chiffres clés de production

- Vitesse maximale : 15 km/h.
- Vitesse moyenne de circulation toutes portions confondues : 9 km/h voir graphe ci-dessous.
- 5 400 kms parcourus sur 6 mois, avec une montée en puissance en avril/mai/juin quand les deux navettes circulaient en même temps.

Mileage (km)



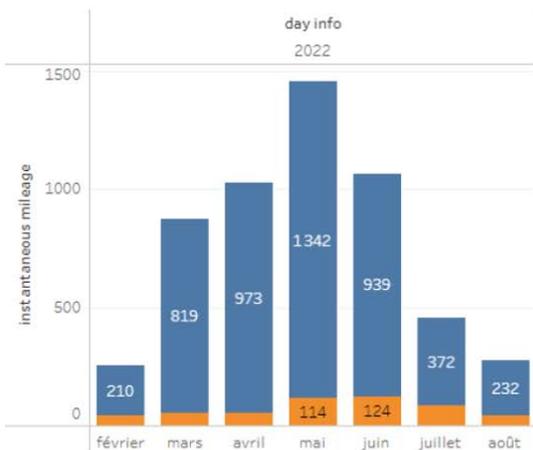
Average speed



Source Monitoring 

- Fonctionnement à plus de 90% en mode autonome (10% restant : retour garage, reprise en mains ponctuelle pour éviter les freinages.)

Km auto vs km manual



Use duration by service mode



Source Monitoring 

3.3. FREQUENTATION ET USAGE

3.3.1. Fréquentation

- 1200 voyageurs transportés au cours de l'expérimentation.
- Pas de comptages détaillés par mois disponibles.

3.3.2. Types de clientèles

Compte tenu du secteur desservi, la population utilisatrice de la navette a été principalement celle des actifs et des étudiants de la technopole, caractérisés par des niveaux d'études et des niveaux socio-économiques élevés, une appétence pour les technologies et une appétence pour les mobilités actives mais aussi un fort taux d'usage de la voiture individuelle (90% des déplacements domicile travail sur le secteur).

3.4. DIFFICULTES TECHNIQUES RENCONTREES

Précision préalable : on ne citera ici que les dysfonctionnements récurrents, structurants pour des recommandations futures. L'inventaire détaillé des difficultés techniques rencontrées, par véhicule et par date, est présenté en annexe à ce document.

L'exploitation de Sophia Antipolis a d'abord été affectée par quatre catégories bien distinctes de dysfonctionnements des véhicules.

3.4.1. Dysfonctionnements liés à la technologies autonomes

- Navette P77, dysfonctionnement du système de communication avec les feux tricolores empêchant le franchissement sécurisé des carrefours. Ce problème a perduré de mars à mai 2022, nécessitant à démarrer le service avec un seul véhicule et de ce fait une fréquence restreinte. La résolution a nécessité de nombreux échanges entre le constructeur de la navette et le constructeur des feux (Lacroix).
- Navette P97 défaillance de lidar dès le mois de juin.
- Navette P97 et P77 défauts de positionnement, pertes de géolocalisation.

3.4.2. Dysfonctionnements sans rapport avec la technologie autonome

Des dysfonctionnements sans rapport avec la technologie autonome mais liés beaucoup plus à des défauts de conception électrique des véhicules ont été observés :

- Pannes récurrentes de climatisation et insuffisance de tenue de batterie en cas d'utilisation de la climatisation.
- Faux contact des câbles associés à la centrale inertielle des véhicules (IMU).
- Problèmes d'ouverture/fermeture des portes.

Les dysfonctionnements rencontrés ont été d'autant plus pénalisants qu'ils ont été récurrents, voire jamais résolus au cours de l'expérimentation, et que les délais d'analyse et de traitement de la part du Constructeur ont été très longs. Voir à ce sujet le point difficultés organisationnelles.

Le taux élevé de dysfonctionnements a finalement empêché d'assurer le niveau d'offre voulu puisque les navettes ont été successivement indisponibles pendant plusieurs semaines sur la durée de l'expérimentation. Néanmoins, le fait que le cas d'usage dispose de deux navettes autonomes a permis d'assurer la circulation d'au moins une navette autonome quasiment tous les jours (du lundi au vendredi).

3.4.3. Difficultés liées à l'ergonomie des véhicules

- des barres métalliques intérieures pouvant occasionner des blessures en cas de freinages brusques (fréquents) ont nécessité la pose de protection en mousse.
- l'écran d'affichage situé à l'avant, qui empêchait la visibilité pour l'opérateur a dû être retiré.

Ces défauts d'ergonomie sont restés sans impact sur la capacité à assurer le service.

3.4.4. Difficultés liées aux autres usagers de la voirie

- Stationnement et/ou manœuvres sur le parcours de la navette entraînant des freinages brusques et, après quelques semaines de constat répété des mêmes difficultés, une reprise en main systématiques par l'opérateur pour gérer le contournement du véhicule indélicat.

3.5. DIFFICULTES ORGANISATIONNELLES RENCONTREES

L'exploitation des navettes autonomes de Sophia Antipolis a rencontré deux catégories principales de difficultés organisationnelles.

3.5.1. Difficultés liées à la gestion de l'effectif de conduite :

- La pénurie de conducteur, conjoncturelle, qui affectait l'ensemble du territoire national en 2022 a rendu particulièrement difficile le fait de trouver des conducteurs volontaires pour une expérimentation de quelques mois.
- Le management à distance s'est avéré également délicat, notamment en cas de maladie ou de difficultés personnelles chez l'un des conducteurs.
- Les relations entre les opérateurs et les équipes de supervision du Constructeur ont parfois été compliquées, comme cela est souvent le cas sur ce type d'expérimentation, où les deux catégories d'interlocuteurs ont exprimé, à certains moments, le fait d'être peu considérés et/ou peu aidés par l'autre groupe.
- L'un des deux opérateurs mobilisés pour l'opération a rompu son contrat mi-juin 2022 et il n'a pas été possible de recruter un remplaçant.

3.5.2. Difficultés de gestion de projet en lien avec les problématiques de maintenance

- Les dysfonctionnements techniques des navettes ont en effet mis en évidence la totale dépendance de l'Exploitant vis-à-vis du Constructeur qui reste le seul à connaître la réalité du fonctionnement et de l'architecture technique et logicielle de ses véhicules et dont les conditions générales de vente interdisent de facto à l'Exploitant d'intervenir ou de faire intervenir un tiers sur ces véhicules pour toutes les composantes complexes (les possibilités d'interventions directes se limitant aux bas niveaux de maintenance).

- Les équipes de support/maintenance du constructeur étaient manifestement sous-dimensionnée ou en tout cas insuffisamment disponibles, notamment pendant la période estivale, pour assurer des interventions et une résolution dans des délais compatibles avec la continuité du service transport.
- De plus, le contrat d'expérimentation ne donnait aucun levier ni à l'Exploitant ni au Territoire pour faire accélérer la résolution des problèmes.

A ces difficultés purement organisationnelles se sont ajoutées des difficultés à la charnière entre organisation et techniques.

3.5.3. Absence d'outils métiers de suivi temps réel des opérations par l'Exploitant

- L'exploitation d'un service de transport collectif, et la capacité à assurer ce service de manière fiable et régulière, implique l'utilisation par l'Exploitant d'outils métiers, dits « SAEIV » (systèmes d'aide à l'exploitation et à l'information des voyageurs), qui permettent notamment de suivre en temps réel les positions des véhicules, d'analyser si besoin a posteriori les conditions d'exécution du service (production kilométrique, avance/retard, anomalies éventuelles de parcours...) et d'informer les voyageurs en temps réel. Les navettes autonomes utilisées sur Sophia Antipolis disposaient d'équipements internes de suivi mais ces équipements n'étaient pas mis à disposition de l'exploitant et n'étaient pas non plus connectés aux outils SAEIV de l'entreprise. De ce fait l'Exploitant dépendait intégralement du Constructeur pour avoir des informations sur le déroulement du service - en dehors des informations transmises par les opérateurs via leur smartphone.
- Le constructeur Navya a uniquement fourni des reportings de production a posteriori en fin d'expérimentation.

4. BILAN D'EXPLOITATION DE CŒUR DE BRENNE

4.1. CALENDRIER DU CAS D'USAGE

Le calendrier d'exploitation du service de navettes autonomes de Cœur de Brenne a été le suivant :

- Autorisation d'expérimenter reçue le 22 avril 2022 puis avenant pour permettre le pilotage par un opérateur titulaire du permis B (versus permis D par défaut) le 10 juin 2022.
- Marche à blanc du 27 juin au 10 juillet 2022.
- Inauguration institutionnelle 13 juillet 2022.
- Ouverture effective au public 11 juillet 2022.
- Fin de l'exploitation : 24 décembre 2022.

Soit une phase exploitation d'une durée de 6 mois et demi dont 2 semaines de déploiement/marche à blanc et 6 mois d'ouverture effective au public.

4.2. CONSISTANCE DU SERVICE

4.2.1. Parcours



4.2.2. Communes desservies

Mézières-en-Brenne (1100 habitants) >> Paulnay (350) >> Azay-le-Ferron (900) >> Martizay (1000).

4.2.3. Longueur du parcours

18,5 km par trajet soit 37 km aller/retour.

4.2.4. Temps de parcours

36 minutes par trajet.

4.2.5. Horaires et jours de fonctionnement

- Offre de base = 4 rotations par jour, 7/7 jours.
- En été, programme touristique le mardi avec 5 rotations (3 le matin et 2 l'après-midi).
- Fonctionnement spécifique le jeudi jour de marché, 3 des rotations le matin.
- En hiver réduction de l'offre à 3 rotations.

4.2.6. Conditions d'accès

Service gratuit ouvert à tous les voyageurs adultes et mineurs.

4.2.7. Moyens mobilisés

- 1 navette du constructeur Milla de type Master (8 places) : voir visuel ci-dessous.



- Véhicule propriété du Constructeur, loué par l'Exploitant pour la durée de l'expérimentation, avec toutes prestations logicielles, de supervision et de maintenance associées.
- 2 conducteurs, dont 1 conductrice historique Berthelet détachée pour la durée de l'expérimentation et 1 conducteur embauché localement également pour la durée de l'expérimentation.

4.2.8. Chiffres clés de production

- Vitesse de circulation max en autonome : 50 km/h.

Pour limiter le différentiel de vitesse avec les autres véhicules circulant sur la voirie, certains tronçons usuellement limités à 90 km/h ont été abaissés à 80 km/h pendant la durée de l'expérimentation.

- 20 000 km parcourus.
- 726 heures de service assurées dont environ 400 heures en mode autonome.
- Pas de monitoring Constructeur disponible sur ce cas d'usage.

4.3. FREQUENTATION ET USAGE

4.3.1. Fréquentation

- 1200 voyageurs transportés en six mois.
- Répartition de la fréquentation par mois :

JUILLET	94
AOUT	301
SEPTEMBRE	282
OCTOBRE	209
NOVEMBRE	191
DECEMBRE	163
TOTAL	1 240

4.3.2. Types de clientèles :

La population du secteur est plutôt âgée : la navette est utilisée pour les courses / le marché ; pour se déplacer dans les centres médicaux ou administratifs ; et par des curieux qui veulent en tester le fonctionnement.

4.4. DIFFICULTES TECHNIQUES RENCONTREES

Précision : comme pour le cas de Sophia Antipolis, on ne citera ici que les dysfonctionnements récurrents, structurants pour des recommandations futures. L'inventaire détaillé des difficultés techniques rencontrées, par véhicule et par date, est présenté en annexe à ce document.

A l'instar du cas d'usage de Sophia Antipolis, le cas d'usage de Cœur de Brenne a rencontré des difficultés techniques de plusieurs ordres.

4.4.1. Dysfonctionnements liés au caractère autonome du véhicule

- Pertes de géolocalisation et défauts de triangulation GPS, notamment en cas de météo dégradée, avec pour impacts divers effets de louvoiement de la navette (tendance de la navette à se décaler vers le bord droit ou le bord gauche de la chaussée).
- Défaut de reconnaissance du tracé à certains endroits, notamment défauts récurrents de reconnaissance d'un STOP dans la commune d'Azay.
- Ces problèmes n'ayant pas trouvé de résolution stable, la seule solution a été une reprise en main par l'opérateur dans les situations incertaines pour éviter tout risque.
- Un cas de régression de fonctionnement suite aux effets de bord d'une nouvelle version de cartographie déployée dans le but de corriger les défauts de positionnement évoqués précédemment mais sans marche à blanc préalable suffisante. La nouvelle cartographie ayant produit des effets de louvoiement encore plus forts, susceptibles de menacer la sécurité, il a été décidé de revenir immédiatement à la version précédente.

4.4.2. Dysfonctionnements liés à l'équipement électrique du véhicule

- Pas de climatisation ni protections solaires suffisantes à l'intérieur du véhicule, empêchant de réguler la température à l'intérieur du véhicule en cas de forte chaleur, avec impact sur le confort de la clientèle mais surtout avec pour effet le blocage du véhicule par mise en sécurité de l'ordinateur pilote du véhicule (situé juste sous une vitre) au-delà de certaines températures.

- A l'inverse en hiver, les très faibles températures ont eu un impact négatif sur la charge de la batterie avec pour impact une réduction de son autonomie de circulation et l'obligation d'interrompre le service avant la fin des horaires théoriquement prévus.
- Insuffisance d'ampérage du fusible d'alimentation de la pompe hydraulique pour les freins, avec pour effet la fonte répétée du fusible et l'immobilisation du véhicule. Impact accentué par le fait que le Constructeur n'avait pas prévenu en amont du risque de survenue de ce problème et que les équipes sur site ne disposaient pas de fusibles de rechange. Problème résolu après plusieurs récides en augmentant l'ampérage du fusible.

Les dysfonctionnements de la navette de Cœur de Brenne ont eu pour effet soit d'interrompre le service soit de faire exécuter le service avec un véhicule classique puisque le cas d'usage ne disposait que d'une seule navette autonome.

On notera que le cas d'usage de Cœur de Brenne n'a pas connu de difficultés majeures liées au comportement des autres usagers de la voirie ni de difficultés liées à l'ergonomie du véhicule.

4.5. DIFFICULTES ORGANISATIONNELLES RENCONTREES

L'exploitation de la navette autonome du Cœur de Brenne a rencontré les mêmes difficultés organisationnelles que Sophia Antipolis

4.5.1. Difficultés liées à la gestion de l'effectif de conduite :

- Pénurie de conducteurs, ayant obligé à réduire l'amplitude du service pour s'adapter aux contraintes personnelles des opérateurs
- Management à distance des opérateurs difficiles, notamment en cas d'incident technique important.
- Relations entre les opérateurs et les équipes de supervision du Constructeur parfois délicates.

4.5.2. Difficultés de gestion de projet en lien avec les problématiques de maintenance :

- Les dysfonctionnements techniques des navettes ont confirmé comme sur Sophia Antipolis la totale dépendance de l'Exploitant vis-à-vis du Constructeur pour la résolution des dysfonctionnements comme pour le simple réglage de paramètres.
- Les équipes de support/maintenance du constructeur étaient là aussi insuffisamment dimensionnées pour pouvoir intervenir rapidement sur site notamment pendant la période estivale.
- De plus, le contrat d'expérimentation ne donnait aucun levier ni à l'Exploitant ni au Territoire pour faire accélérer la résolution des problèmes.

4.5.3. Absence d'outils métiers de suivi temps réel des opérations par l'Exploitant

- Même absence d'outils de SAEIV sur Cœur de Brenne que sur Sophia Antipolis.
- De plus, le constructeur Milla n'a pas fourni de reporting de production a posteriori en fin d'expérimentation (contrairement à Navya sur Sophia Antipolis).

5. SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

5.1. SYNTHÈSE DES DIFFICULTÉS

Les deux cas d'usage ont finalement rencontré les difficultés principales suivantes :

Difficultés rencontrées	CASA	CCDB	Impacts
Dysfonctionnements véhicules liés à l'autonomie (localisation et communications, régressions logicielles ou cartographiques)	X	X	Reprises en main fréquente par les opérateurs pour sécuriser la circulation Certaines interruptions du service
Dysfonctionnements véhicules liés aux systèmes électriques (autonomie, fusibles, câblages)	X	X	Interruptions multiples du service Obligation pour les opérateurs de gérer certaines opérations de maintenances
Difficultés de circulation liées aux autres usagers de la voirie (différentiel de vitesse, stationnements gênants)	X	X	Abaissement de la vitesse de circulation de l'ensemble des véhicules sur certaines sections
Difficultés organisationnelles liées aux effectifs de conduite (recrutement, management)	X	X	Réduction de l'offre de service pour s'adapter aux contraintes d'effectifs
Difficultés organisationnelles liées aux conditions de collaboration entre Exploitant et Constructeur	X	X	Délais de résolutions de problèmes accrus, avec impact interruption ou réduction du service Responsabilités d'interventions diverses transférées de fait aux opérateurs

Il convient de souligner qu'aucun des cas d'usage n'a rencontré de difficultés du fait du comportement des usagers à l'intérieur de la navette.

5.2. RECOMMANDATIONS

Remarque préalable : on n'abordera ici que les recommandations concernant directement les modalités d'exploitation. Cependant une partie des difficultés rencontrées en phase exploitation (comme par exemple l'insuffisante robustesse des véhicules) proviennent en fait de risques non gérés en phases amont (études de faisabilité, choix du véhicule.). Les recommandations concernant ces risques amont sont formulées dans le livrable L4.1.4 Bilan des risques.

Pour de futures exploitations de services de navettes autonomes, on peut formuler les recommandations suivantes :

Domaines de difficultés	Recommandations pour prévenir et gérer
Dysfonctionnements véhicules liés à l'autonomie (localisation et communications, régressions logicielles ou cartographiques)	<p>Maintenir tout au long de l'exploitation la redondance des équipements embarqués (Lidars, odomètres...) Et au sol (SLAM) ainsi que des services de communication multi opérateurs</p> <p>Si en cours de projet des modifications significatives des véhicules (systèmes soft ou électro mécaniques) interviennent, refaire une marche à blanc de chaque véhicule pour vérifier la stabilité des évolutions apportées et l'absence de régressions ou d'effets de bords négatifs. Ceci y compris si besoin en interrompant le service pendant quelques semaines ou en l'assurant avec des véhicules classiques (non autonomes) pendant la durée des marches à blanc.</p> <p>Respecter les durées de marche à blanc nécessaires même si la pression collective est forte pour limiter la durée d'interruption des véhicules autonomes</p>
Dysfonctionnements véhicules liés aux systèmes électriques (autonomie, fusibles, câblages)	Prévoir un stock des pièces de rechange sur le site d'exploitation et former les personnels d'opération au remplacement.
Interruptions du service du fait des dysfonctionnements des véhicules	Prévoir une flotte suffisante, y compris véhicules de réserve, pour pouvoir assurer la continuité du service même en cas de panne sur l'un ou l'autre des véhicules
Difficultés de circulation liées aux autres usagers de la voirie (différentiel de vitesse, stationnements gênants)	<p>Abaissement de la vitesse maximale autorisée pour l'ensemble des véhicules sur certaines sections</p> <p>Mise en place d'une signalétique fixe, horizontale et verticale, pour matérialiser les espaces de circulation de la navette</p> <p>Mise en place de panneaux d'affichages dynamiques connectés au système d'information de la navette pour afficher des messages différents en fonction de la proximité ou de l'éloignement de celle-ci</p>

Domaines de difficultés	Recommandations pour prévenir et gérer
<p>Difficultés organisationnelles liées aux effectifs de conduite (recrutement, management)</p>	<p>Prévoir un effectif suffisant pour assurer des roulements et des remplacements</p> <p>Ce qui nécessite en fait aussi de définir un niveau d'offre suffisant pour mobiliser une équipe de taille suffisante (effet de seuil) et ce qui conditionnera aussi l'attractivité du service pour les usagers</p> <p>Idéalement, faire exploiter le service de navette autonome par un Exploitant disposant d'infrastructures et d'équipes à proximité – ou à minima s'appuyer sur un partenariat avec un exploitant local</p>
<p>Difficultés organisationnelles liées aux conditions de collaboration entre Exploitant et Constructeur</p>	<p>Prévoir chez le Constructeur des équipes de supervision et d'assistance suffisantes pour assurer des interventions rapides, y compris le cas échéant les week-ends ou pendant des périodes de vacances</p> <p>Faire travailler ensemble, en présentiel, les équipes Exploitant et Constructeur en amont de l'exploitation de manière à ce que les interlocuteurs se connaissent, se comprennent et de ce fait aient ensuite des relations plus fluides</p> <p>Intégrer au contrat de prestation Constructeur des exigences et des engagements en matière de délais de réponse, de transparence</p>
<p>Suivi en temps réel des opérations et information de la clientèle</p>	<p>Organiser l'intégration des navettes autonomes dans la chaîne d'outils SAEIV de l'Exploitant</p> <p>Idéalement par ouverture des systèmes des constructeurs et respect des normes d'échanges de données propres au domaine des transport</p> <p>A défaut, embarquer dans les navettes des équipements mobiles propriété de l'Exploitant permettant d'assurer le suivi de la navette à travers le suivi de l'équipement mobile embarqué</p> <p>Ces enjeux seront d'autant plus essentiels le jour où l'on envisagera des fonctionnements de navettes autonomes avec opérateurs déportés</p>

6. CONCLUSION / RECOMMANDATIONS

A l'issue des deux phases d'exploitation des cas d'usage Sophia Antipolis et Cœur de Brenne on retiendra que dans les deux cas :

- Les véhicules autonomes expérimentés ont réussi à fonctionner dans les contextes géographiques particuliers d'une technopole et d'un milieu rural peu dense.
- Les services n'ont pas atteint la régularité et l'ampleur initialement envisagées, en partie pour des raisons liées aux technologies autonomes mais également, en grande partie, pour des raisons de dimensionnement électriques sans doute sous-estimés par les constructeurs.
- Les impacts sur le service des dysfonctionnements techniques des véhicules ont été amplifiés par les moyens restreints et isolés mobilisés pour ces expérimentations.
- La fluidité des opérations a également été freinée par une série de différences culturelles et techniques entre les outils et les équipes de l'Exploitant et des Constructeurs.

Pour l'avenir et de futures exploitations, on recommandera donc :

- De travailler en premier lieu la crédibilité et l'attractivité du service de transport, comme on le ferait pour un service avec des véhicules classiques. Car la première condition pour qu'un service de navette autonome soit utilisé et apprécié par les usagers et que cette navette assure un service de transport régulier, fiable, et adapté aux besoins de déplacements – quel que soit son degré d'autonomie.
- De mobiliser les moyens humains et techniques nécessaires pour assurer la continuité de service comme on le ferait pour un service de transport classique. Ceci chez l'exploitant transport (véhicules de réserve, conducteurs de renfort) mais aussi chez le constructeur (équipes de supervision et d'intervention technique) et en termes d'équipement embarqués et au sol = redondance systématique des systèmes de charge / de localisation / de communication.
- D'organiser l'ouverture des systèmes des Constructeurs et la prise en compte des normes de partage de données usuelles dans les chaînes d'outils usuelles des réseaux de transport.

Les progrès à venir dans ces trois directions permettront aux véhicules autonomes et à leurs exploitants d'atteindre progressivement les niveaux de robustesse et de fiabilité d'exploitation nécessaires aux services de transport public.

ANNEXE A : LISTE DES INCIDENTS D'EXPLOITATION

SOPHIA ANTIPOLIS

20/04/21 : Dépose du dossier de demande d'autorisation

Été 21 : Contractualisation CASA-Berthelet et CASA-Eiffage

Septembre-décembre 21 : Travaux aménagements Eiffage

20/10/2021 : Premier retour des services instructeurs - début des échanges

Octobre 21 - Décembre 21 : Maintenance des navettes (NAVYA)

Novembre 21 - Janvier 22 : Ajout des équipements projet ENA (UGE)

Fin janvier 22 : Transfert de la navette 77 et immatriculation temporaire

Fin janvier 22 : Cartographie 3D (Navya), début du déploiement en manuel, tests avec les infrastructures connectées

07/02/2022 : Réception de l'autorisation d'expérimenter

Début février 22 : Transfert de la navette 97 et immatriculation temporaire

Mi-février 22 : Fin du déploiement en mode manuel dans les deux navettes

Mi-février 22 : Réception des immatriculations permanentes

Mi-février 22 : Déploiement en mode autonome

Fin février 22 : Formation des opérateurs

Fin février 22 : Début de la marche à blanc

Mi-mars 22 : Navette 97 globalement fonctionnelle sur l'ensemble du parcours. Navette 77 rencontre un problème de V2X qui ne lui permet pas de communiquer avec les feux. Proposition d'ouverture au public de 97, maintien de 77 en marche à blanc en attente d'une solution apportée par Navya.

07/04/22 : Inauguration CASA en mode dégradé (97 en fonctionnement normal et 77 en statique)

Mi-avril 22 : Navette 97 globalement fonctionnelle sur l'ensemble du parcours. Problème V2X toujours actif sur 77 malgré des échanges et interventions de Navya et Lacroix (fournisseur de feux d'Eiffage).

09/05/22 : Correctif de Lacroix sur les feux connectés / Réouverture du service au public sur 77 sans observer de marche à blanc à la demande de Navya

Mi-mai 22 : Deux navettes opérationnelles (plus de problème bloquant) - Plusieurs problèmes majeurs et mineurs persistent

Mai 22 : Deux interventions de Navya + climaticien pour résoudre différents problèmes hardware du véhicule, dont climatisation et faux contact des câbles associés à la centrale inertielle des véhicules (IMU)

Mai - Juin 22 : Demande d'un avenant pour autoriser les mineurs à bord

Mi-juin 22 : Deux navettes opérationnelles - Résolution de plusieurs problèmes majeurs, mais plusieurs problèmes persistent

16/06/22 : Départ d'un opérateur (David VASSE) - Service dégradé à une seule navette par jour

Fin juin 22 : Lidar 2 (Lidar avant 360°) KO sur 97 - Coût de réparation élevé donc navette laissée au garage.

Mi-juillet 22 : Service avec 77 uniquement. Plusieurs problèmes majeurs persistent.

Fin juillet 22 : Intervention Navya pour résoudre le problème de centrale inertielle rencontré par les deux navettes et différents problèmes mineurs (ouverture de portes, etc.).

Fin août 22 : Intervention de Navya pour résoudre quelques problèmes mineurs et mettre à jour la navette en version 7.2.1 (2-3 jours avant la fin de l'expé, cf. demande des élus de CASA en juillet 21)

Fin août 22 : Fin de l'expérimentation avec une navette.

Résumé des tickets JIRA ouverts avec Navya	Catégorie	Réponse apportée
Système V2X non fonctionnel P77	Equipement connecté	Résolu après intervention de Lacroix sur les feux
Position de la navette P77 au feu	Paramétrage	Navette arrêtée un peu trop loin de la ligne de feux et dépasse sur l'autre voie, corrigé par Navya. Changement de path pour les navettes P77 et P97
Pertes de connexion GNSS P77	Hardware	Problème inhérent au site
Réinitialisation trop fréquente de l'IMU P97	Hardware	Interventions pour résoudre les problèmes d'IMU
Affichage dynamique à l'arrière de la navette	Software	Ticket en demande d'évolution non résolu
Zone de détection V2X P97	Equipement connecté	Feu déclenché un peu trop tôt dans le sens Nord => Sud, corrigé avec intervention Lacroix
Navette bloquée au giratoire Fairway P97	A déterminer	Problème ponctuel non reproduit
Erreur disquette qui immobilise la navette P77	Software	Plusieurs occurrences du problème, pas de solution trouvée en version 6 du logiciel d'exploitation, problème a priori résolu lors de la mise à jour en version 7
Problème ventilateur climatisation P97	Véhicule	Corrigé après plusieurs interventions de Navya
Installation de l'option désembuage P77 P97	Véhicule	Installation faite sur la partie avant des véhicules, à réaliser plus tard sur la partie arrière
Changement du routeur de P77 en lien avec le problème V2X	Hardware	Changement réalisé lors d'une intervention de Navya en avril 22
Réinitialisation trop fréquente de l'IMU P77	Hardware	Interventions pour résoudre les problèmes d'IMU
Remplacement du compresseur clim arrière de P97	Véhicule	Corrigé après plusieurs interventions de Navya
Erreur disquette qui immobilise la navette P97	Software	Plusieurs occurrences du problème, pas de solution trouvée en version 6 du logiciel d'exploitation, problème a priori résolu lors de la mise à jour en version 7

Résumé des tickets JIRA ouverts avec Navya	Catégorie	Réponse apportée
Système V2X non fonctionnel P97	Equipement connecté	Résolu après intervention de Lacroix sur les feux
Collision évitée avec un camion par l'opérateur P97	Incident	D'après les analyses de logs de l'incident, sans intervention de l'opérateur la navette aurait correctement circulé dans son path, passant proche du camion sans le toucher.
Arrêt inopiné de la navette sans raison apparente P77	A déterminer	Pas de nouvelle occurrence du problème ayant permis de récupérer des logs
Sortie de trajectoire de la navette P77	Incident, hardware/software	Analyse des logs : perte ponctuelle de connexion GNSS induit une incohérence entre perception GNSS et perception Lidar donc une oscillation de la navette qui "hésite" entre deux positions
Problème de correcteur / d'assiette suspensions P77	Véhicule	Corrigé lors d'une intervention à distance de Navya en coopération avec l'opérateur
Défaut portes P77	Véhicule	Problème non résolu malgré les interventions, au cours desquelles il ne s'est pas produit
Défaut portes P97	Véhicule	Problème non résolu malgré les interventions, au cours desquelles il ne s'est pas produit
Comportement anormal suite à une perte de connexion GNSS P77	Hardware	Problème inhérent au site, réception GNSS mauvaise sur certaines sections
Problème lidar 2 P97	Hardware	Lidar 2 (avant 360°) KO, besoin d'un remplaçant du capteur pour résolution du problème
Remplacement de l'IMU P77	Hardware	Composant analysé non défaillant pendant l'intervention donc non remplacé

Résumé des tickets JIRA ouverts avec Navya	Catégorie	Réponse apportée
Remplacement de l'IMU P97	Hardware	Vu le problème rencontré avec le Lidar 2, pas de possibilité de tester le fonctionnement de la navette avec remplacement de l'IMU. Problème à suivre en amont de futures expérimentations.
Navya drive update 7.2.1 P77	Software	Mise à jour avec succès (2-3 jours d'opérations avec la nouvelle mise à jour)
Problème V2X + Décision communication error P77	Equipement connecté	Expérimentation terminée avant analyse du problème. Problème sans doute lié aux interactions complexes entre véhicule et infrastructures connectées
Fusible fondu P77	Véhicule	Problème résolu lors d'une intervention de maintenance de Navya
Sortie de trajectoire de la navette P77	Incident, hardware/software	Nouvelle occurrence, analyse des logs : perte ponctuelle de connexion GNSS induit une incohérence entre perception GNSS et perception Lidar donc une oscillation de la navette qui "hésite" entre deux positions
Remplacement PC1 P77	Hardware	Le PC1 installé lors de la mise à jour en version 7 montre des signes de faiblesse à l'issue des premiers tours. PC à changer en amont d'une future expérimentation.

CŒUR DE BRENNE

Novembre 2019 : Annonce par Navya aux partenaires de l'indisponibilité du véhicule prévu "le Cab" lors de la réponse à l'AAP ADEME.

"Novembre 2019 - Janvier 2021 : Recherche de solutions techniques permettant de réaliser l'expérimentation avec le véhicule du constructeur partenaire Navya.

Limitations du véhicule : navette urbaine limitée à 25 km/h et nécessitant de nombreux repères statiques pour circuler en mode autonome.

Solutions techniques proposées par Eiffage, Navya en accord avec les retours des ministères : implantation de repères statiques de type palissade tous les 20 m sur l'ensemble du parcours (complexe, coûteux, dangereux pour les autres usagers), ajout de signalisation dynamique pour créer une "bulle de sécurité" de faible vitesse autour de la navette, utilisations d'équipements au sol pour renforcer le système de guidage de la navette et améliorer ses performances sur le parcours ?

Abandon de ces pistes vu la complexité de la mise en place et l'augmentation importante du coût par rapport au prévisionnel."

Septembre 2020 - Mars 2021 : Recherche d'un véhicule alternatif pouvant répondre aux besoins de Cœur de Brenne. Rencontre et essai de la navette Milla répondant aux critères attendus par le territoire. Etude de faisabilité de Milla attestant de la compatibilité du véhicule avec le parcours prévu. Accord avec le constructeur pour rejoindre l'expérimentation.

Mars 2021 - 02/08/21 : Elaboration du dossier de demande d'autorisation ministérielle et transmission aux services instructeurs

Juillet-août 2021 : Contractualisation Berthelet Cœur de Brenne et Berthelet-Milla

Août 2021 - 21/10/21 : Révision du dossier de demande d'autorisation ministérielle pour se conformer à la nouvelle réglementation de juillet 2022 et nouvel envoi au ministère

Octobre 2021 - ? 2022 : Instruction du dossier de demande d'autorisation ministérielle, dont demande de fourniture d'une étude des scénarios critiques (février-mars 2022)

Début février 2022 : Arrêté municipal modifiant le sens de circulation + aménagements d'Eiffage

Fin février 2022 : Cartographie du parcours Milla

21/03/2022 : Arrivée du véhicule sur site et début du déploiement (en mode manuel en attendant l'autorisation ministérielle)

21/04/2022 : Réception de l'autorisation ministérielle - Autorisation de circuler uniquement avec un permis D - Demande d'un avenant pour autorisation de circuler avec un permis B

Mai 2022 : Fin du déploiement, immatriculation des navettes et déploiement en mode autonome

Juin 2022 : Recrutement d'un opérateur, début de formation mais abandon du candidat

Début juillet 2022 : Accord avec Milla pour réalisation de la marche à blanc avec un de leur conducteur

13/07/2022 : Inauguration du service

Fin juillet : Premières semaines de services assurées par le conducteur de Milla + recrutement de 2 opérateurs (Nathalie de Genas et Philippe de Cœur de Brenne) / formation théorique / observations du fonctionnement du véhicule / formation pratique

1er août : Prise en main du véhicule par les opérateurs Berthelet

Début septembre : Evolutions des horaires en fonction des retours de fréquentation sur le terrain

Fin novembre : Evolutions des horaires pour s'adapter aux limites d'autonomie de la batterie liées aux conditions environnementales

24 décembre : Fin de l'expérimentation

N°	Catégorie	Criticité	Date et Heure	Description du problème rencontré	Réponses apportées	Statut
01	Software	Majeur	04/07/2022 12 :00	Perte de calibration des capteurs Lidar de la navette	Reconfiguration calibration	Fermé
02	Autre	Mineur	05/07/2022 09 :11	2mn de retard à l'arrêt Paulnay aller	Aménager grille horaires service pour prise en compte temps de roulage effectif + timing pick-up/drop off	Fermé
03	Autre	Mineur	05/07/2022 09 :22	2mn de retard à l'arrêt Azay Le Ferron	Aménager grille horaires service pour prise en compte temps de roulage effectif + timing pick-up/drop off	Fermé
04	Autre	Mineur	05/07/2022 09 :33	5mn de retard à l'arrêt Martizay	Aménager grille horaires service pour prise en compte temps de roulage effectif + timing pick-up/drop off	Fermé
05	Software	Mineur	05/07/2022 17 :19	Arrêt Paulnay trop à gauche	Action modification cartographie	Fermé
06	Software	Mineur	05/07/2022 18 :28	Arrêt Paulnay trop à gauche	Action modification cartographie	Fermé
07	Hardware	Majeur	05/07/2022	Freinages soutenus aux points de PU/DO, stops, giratoires	<p>Ces freinages incommodes sont dus à une électrovanne surdimensionnée qui ne permet pas le pilotage précis souhaité. Il n'y a aucun risque particulier. Le freinage à faible vitesse est trop appuyé.</p> <p>Des problèmes de rupture d'alimentation de certaines matières ont allongé les délais de livraison de 12 mois.</p> <p>Nous venons de recevoir les électrovannes souhaitées, elles ont été testées dans nos ateliers. L'électrovanne adaptée (classique sur nos navettes) sera montée lundi 11/07. C'est une opération simple et rapide qui garantira le comportement cible sans mise au point particulière.</p>	Fermé

N°	Catégorie	Criticité	Date et Heure	Description du problème rencontré	Réponses apportées	Statut
08	Software	Mineur	06/07/2022 18 :14	Arrêt navette trop en retrait de la ligne de STOP sortie parking Azay-le-Ferron	Action modification NAV et/ou cartographie pour sécuriser la perception	Fermé
09	Software	Mineur	06/07/2022 18 :25	Arrêt navette trop en retrait de la ligne de STOP sortie parking Martizay	Action modification NAV et/ou cartographie pour sécuriser la perception	Fermé
10	Véhicule	Majeur	01/08/2022	Absence de climatisation dans le véhicule	Rouler fenêtre ouverte + utilisation d'un ventilateur installé par Milla	Fermé
11	Hardware	Bloquant *	10/08/2022	Le fusible de 30A associés au système de freinage a fondu à plusieurs répétitions, environ une journée après chaque remplacement.	Le remplacement répété des fusibles de 30A est la solution préconisée par Milla en attendant la réception de fusible 40A. Le remplacement du fusible 30A par un fusible de 40A semble avoir résolu le problème.	Fermé
12	Autre	Mineur	10/08/2022	Difficulté à joindre la hotline Milla pendant la fermeture de l'été.	Adaptation de la disponibilité de la hotline aux besoins des clients à chaque fermeture de Milla.	Fermé
13	Hardware	Majeur	02/09/2022 14 :00	Lorsque la température détectée par le portable de l'opérateur dépasse un certain seuil, le portable se met en sécurité ce qui ne permet plus de lancer le mode autonome. => Fonctionnement nominal de n'importe quel modèle de portable.	Possibilité de rouler en mode manuel malgré tout après avoir débranché le portable de l'opérateur. Solution long terme de Milla : trouver un autre emplacement pour le portable de contrôle / un dispositif pour le protéger de la chaleur du pare-brise.	En attente d'une action de Milla

N°	Catégorie	Criticité	Date	Description du problème rencontré	Réponses apportées	Statut
14	A déterminer	Majeur	02/09/2022 14 :00	STOP après l'arrêt d'Azay-le-Ferron parfois non marqué ou priorité non respectée (cf. n°18).	Pas de fiche d'incident créée par l'opérateur. Signalement à réaliser pour les prochaines occurrences.	En attente d'une action de Berthelet
15	Software	Majeur	02/09/2022 14 :00	Oscillations aléatoires légères de la navette à droite ou à gauche ("louvoisement").	Patch correctif en cours de test par Milla (mi-octobre). 06/10 : Fiche incident concernant un débord sur la voie de gauche et une montée sur trottoir 04/11 : Patch développé et en cours de test avant implémentation 09/11 : Circulation pendant un long moment sur la ligne blanche centrale. Problème résolu après redémarrage du véhicule. Rappel sur la procédure : en cas de louvoisement trop important, terminer le trajet en manuel et redémarrer la navette pour la réinitialiser. 25/11 : Pas de problème AD, mais capteur d'angle de volant ajouté par Milla dans la navette peut dysfonctionner ce qui entraîne un écart de trajectoire. Tests à UTAC sur l'utilisation du capteur Renault d'origine à la place. Long terme, faire évoluer les équipements et les lois de contrôle.	En attente d'une action de Milla
16	Hardware	Mineur	02/09/2022 14 :00	Parfois en début de service, difficulté à se connecter à l'application opérateur.	Problème à suivre.	En attente d'une action de Milla

N°	Catégorie	Criticité	Date et Heure	Description du problème rencontré	Réponses apportées	Statut
17	Véhicule	Majeur	02/09/2022 14 :00	Chauffage standard du véhicule faible pour chauffer l'ensemble de l'habitacle.	Utilisation d'un chauffage complémentaire sur batterie : prise en charge du coup de la batterie à 50/50 par Berthelet et Milla ? 19/10 : L'assureur de Berthelet indique que le véhicule ne peut pas être assuré en cas d'ajout de ce dispositif. Pas d'ajout de système de chauffage, suivi de la température dans le véhicule.	Fermé
18	Autre	Majeur	02/09/2022 14 :00	Pertes ponctuelles de géolocalisation sur le parcours entraînant des écarts de trajectoire de la navette.	Développement d'un suivi de ligne blanche pour compenser les défaillances occasionnelles du système de guidage. octobre : Ajout de lignes blanches sur les sections les plus critiques du parcours. 25/11 : Ajout de lignes blanches sur l'intégralité du parcours.	En attente d'une action de Milla
19	Software	Majeur	13/09/2022 09 :00	Priorité du STOP non respectée après l'arrêt de Mézières-en-Brenne (cf. n°14).	15/09 : Extraction de logs pour analyse du problème. 23/09 : Logs expirés. Indication aux opérateurs de signaler une prochaine occurrence du problème. 02/11 : Nouvelle occurrence signalée par l'opérateur. 07/11 : Patch correctif déployé. 09/11 : Nouvelle occurrence signalée par l'opérateur. 25/11 : Correction logicielle à apporter, en cours de développement.	En attente d'une action de Milla
20	A déterminer	Majeur	13/09/2022 16 :00	Positionnement de la navette en avant de 50 cm dans le carrefour du STOP après l'arrêt d'Azay-le-Ferron.	15/09 : Extraction de logs pour analyse du problème	En attente d'une action de Milla

N°	Catégorie	Criticité	Date et Heure	Description du problème rencontré	Réponses apportées	Statut
21	Véhicule	Bloquant *	28/09/2022 09 :00	Le fusible de 40A a fondu à trois reprises. Défreinage impossible pour dépannage. Pompe KO. Véhicule bloqué à Martizay.	30/09 : Modification du faisceau fusible pour un fusible 50A + changement pompe.	Fermé
22	Véhicule	Mineur	01/10/2022 08 :00	Depuis le changement de la pompe, le freinage du véhicule est plus "nerveux" qu'avant.	-	Fermé
23	Incident	Majeur	03/10/2022 12 :00	Un véhicule a fait une queue de poisson à la navette. La navette a freiné fortement en détectant le véhicule. Un passager à l'arrière était mal attaché. Il a été propulsé sur le bloc PC métallique. Il s'est fait mal à l'épaule et à l'oreille légèrement coupée.	Rappel de la nécessité de passer la consigne d'attacher sa ceinture.	Fermé
24	Véhicule	Bloquant *	12/10/2022 17 :30	Panne du système de robotisation. Témoin lumineux de perte d'adhérence et clé d'entretien allumés, voyant rouge de robotisation. 13/10 : Réapparition du problème de robotisation et des mêmes voyants lumineux. Véhicule bloqué entre Azay et Paulnay.	12/10 : Retour du mode manuel suite au troisième redémarrage 13/10 : Récupération et étude de logs par Milla 14/10 : Intervention sur le véhicule, changement de plusieurs composants, véhicule opérationnel après coup.	Fermé

N°	Catégorie	Criticité	Date et Heure	Description du problème rencontré	Réponses apportées	Statut
25	Véhicule	Mineur	16/10/2022 11 :45	Apparition des mêmes voyants lumineux que pour l'incident 23 mais sans problème sur le système de robotisation.	Besoin d'utiliser une valise diagnostic pour éteindre les voyants (Garagiste ? Philippe ?).	En attente d'une action de Berthelet
26	Incident	Mineur	27/10/2022 08 :50	Dans Mézières-en-Brenne, la navette ne s'est pas arrêtée pour laisser traverser un piéton en attente à un passage piéton.	Fonctionnement normal de la navette, gestion des obstacles dans le couloir de circulation du véhicule. Gestion des interactions avec les piétons engagés sur le passage piéton.	Fermé
27	Véhicule	Majeur	08/11/2022 09 :00	Freinage puissant de la navette lors d'une perte de géolocalisation. Passagers secoués, entorse cervicale pour l'opérateur (pas d'incapacité à travailler, quelques douleurs latentes).	Rappel des consignes sur l'initialisation du véhicule pour limiter les pertes de géolocalisation.	Fermé
28	Véhicule	Bloquant *	29/11/2022 09 :45	Fibre optique et contacteur grillés. Navette hors service	29/11 : Le garagiste a commandé des nouveaux composants. 30/11 : Après remplacement, les nouveaux composants ne fonctionnent pas. Le garagiste a bricolé les anciens composants et la navette est de nouveau fonctionnelle.	Fermé



expérimentations
navettes autonomes



Tentez l'expérience