



MARLY-MIC | MISE EN ŒUVRE DES NAVETTES AUTOMATISEES
ETUDE DE SUIVI | RAPPORT FINAL | 28 MAI 2020

SOMMAIRE

1	Préambule	3
2	Retours sur les deux dernières années d'exploitation	3
3	Fonctionnement de la ligne	3
3.1	Nombre de passagers transportés.....	4
3.1.1	Rappel des résultats	4
3.1.2	Dernier trimestre 2019.....	4
3.1.3	Premier trimestre de 2020	4
3.1.4	Synthèse intermédiaire.....	4
3.2	Nombre de kilomètres parcourus.....	8
3.2.1	Rappel des résultats	8
3.2.2	Dernier trimestre 2019.....	8
3.2.3	Premier trimestre de 2020	8
3.2.4	Synthèse intermédiaire.....	8
3.3	Vitesse moyenne de circulation	10
3.3.1	Préambule	10
3.3.2	Rappel des résultats	10
3.3.3	Dernier trimestre 2019.....	10
3.3.4	Premier trimestre de 2020	10
3.3.5	Synthèse intermédiaire.....	10
3.4	Temps de conduite en mode automatique/manuel	12
3.4.1	Rappel des résultats	12
3.4.2	Dernier trimestre 2019.....	12
3.4.3	Premier trimestre de 2020	12
3.4.4	Synthèse intermédiaire.....	13
3.5	Problèmes rencontrés	14
3.5.1	Rappels des problèmes rencontrés.....	14
3.5.2	Dernier trimestre 2019.....	14
3.5.3	Premier trimestre de 2020	14
3.5.4	Synthèse intermédiaire.....	14
4	Synthèse.....	16

1 Préambule

Ce rapport s'inscrit dans l'étude de suivi de l'essai des navettes autonomes mandatée par les transports publics fribourgeois (tpf) afin d'analyser le déploiement de ce nouveau type de véhicule sur la voie publique et son intégration dans le réseau de transports publics. Cet essai a lieu depuis septembre 2017 pour une durée totale de 2 ans. Etant dans un protocole expérimental et ayant dû faire face à plusieurs aléas, une demande de prolongation de l'exploitation des navettes autonomes a été faite auprès des instances de la Confédération.

2 Retours sur les deux dernières années d'exploitation

Les navettes autonomes étant en phase expérimentale, l'exploitation de la ligne a dû être ajustée en fonction des divers aléas rencontrés. Ainsi, après une première année marquée par des problèmes de fiabilité des véhicules et de la technologie développée, une nette amélioration a été constatée durant le premier semestre 2019. Les relations entre le constructeur Navya et les tpf en sont pour partie la cause.

Sur ces deux dernières années d'exploitation, les tpf ont gagné en expérience dans la gestion de problèmes inédits dans un réseau de transports publics « classique ». Malgré un nombre important d'incidents et d'interruption de la ligne, au fil des mois, les principaux problèmes techniques relatifs aux navettes ont été réglés et la technologie a évolué « apprenant » à gérer certaines situations exceptionnelles.

Le bilan reste néanmoins mitigé au vu des diverses données d'exploitation. Le système est toujours sensible aux modifications d'itinéraire par exemple, et le temps d'adaptation pour un retour « à la normale » reste important. Ces résultats peuvent avoir un impact sur l'attractivité de la ligne, d'ailleurs la fréquentation a diminué entre 2018 et 2019. L'effet de « nouveauté » s'est aussi certainement dissipé au fil des mois.

Malgré une bonne intégration dans l'espace public (diminution des incivilités entre les premiers mois de lancement et 2019) et des campagnes de communication efficaces auprès des riverains, certains points d'amélioration pourraient accroître l'attractivité de la ligne et la rendre concurrentielle par rapport à d'autres moyens de déplacement.

3 Fonctionnement de la ligne

La même structure d'analyse de fonctionnement des rapports précédents est reprise ici, c'est-à-dire :

- _ le nombre de passagers transportés,
- _ le nombre de kilomètres parcourus,
- _ la vitesse moyenne des véhicules,
- _ le temps de conduite en mode automatique,
- _ les problèmes récurrents.

Un rappel des précédents résultats enregistrés sera réalisé avant l'analyse de la dernière période d'étude. D'ailleurs, elle est divisée en deux parties, la première portant sur le dernier trimestre 2019 et la seconde sur les mois de janvier, février 2020. Les valeurs enregistrées au mois de mars 2020 sont intégrées au document mais ne sont pas représentatives du fait que la ligne ait été stoppée à la suite de la pandémie de COVID-19.

3.1 Nombre de passagers transportés

3.1.1 Rappel des résultats

La fréquentation de la ligne a fluctué ces deux dernières années avec une différence entre 2018 et 2019 avec certainement une dissipation de l'effet de nouveauté en 2019. De plus, on observe une saisonnalité dans l'usage des navettes avec des hivers et des étés durant lesquels la fréquentation baisse nettement. Ces constats peuvent être expliqués par des périodes de vacances durant ces mois.

En 2019, la fréquentation semble être relativement constante, il se peut que certains usagers soient devenus des habitués des navettes autonomes.

Ces chiffres restent, cependant, assez bas et posent la question de l'attractivité de la ligne et de sa rentabilité.

3.1.2 Dernier trimestre 2019

L'incident de juin qui a frappé la navette P40 (verte) est encore perceptible au mois d'octobre avec des chiffres très faibles de passagers transportés par celle-ci et un recours au véhicule de remplacement très important. Les deux mois suivants, la tendance est inversée entre les deux navettes avec seulement 60 passagers transportés par la navette P27 (rouge) en décembre et aucun en novembre. Ces données sont inquiétantes après deux ans d'exploitation et le retour à la normale peine à revenir.

Concernant la fréquentation des arrêts, elle reste identique aux tendances observées les mois précédents, c'est-à-dire, que les arrêts terminus sont les plus fréquentés, ce qui corrobore l'idée que les usagers utilisent principalement les navettes autonomes pour faire le trajet Marly Cité – MIC. Peu de voyageurs semble les utiliser pour réaliser un trajet à l'interne du site.

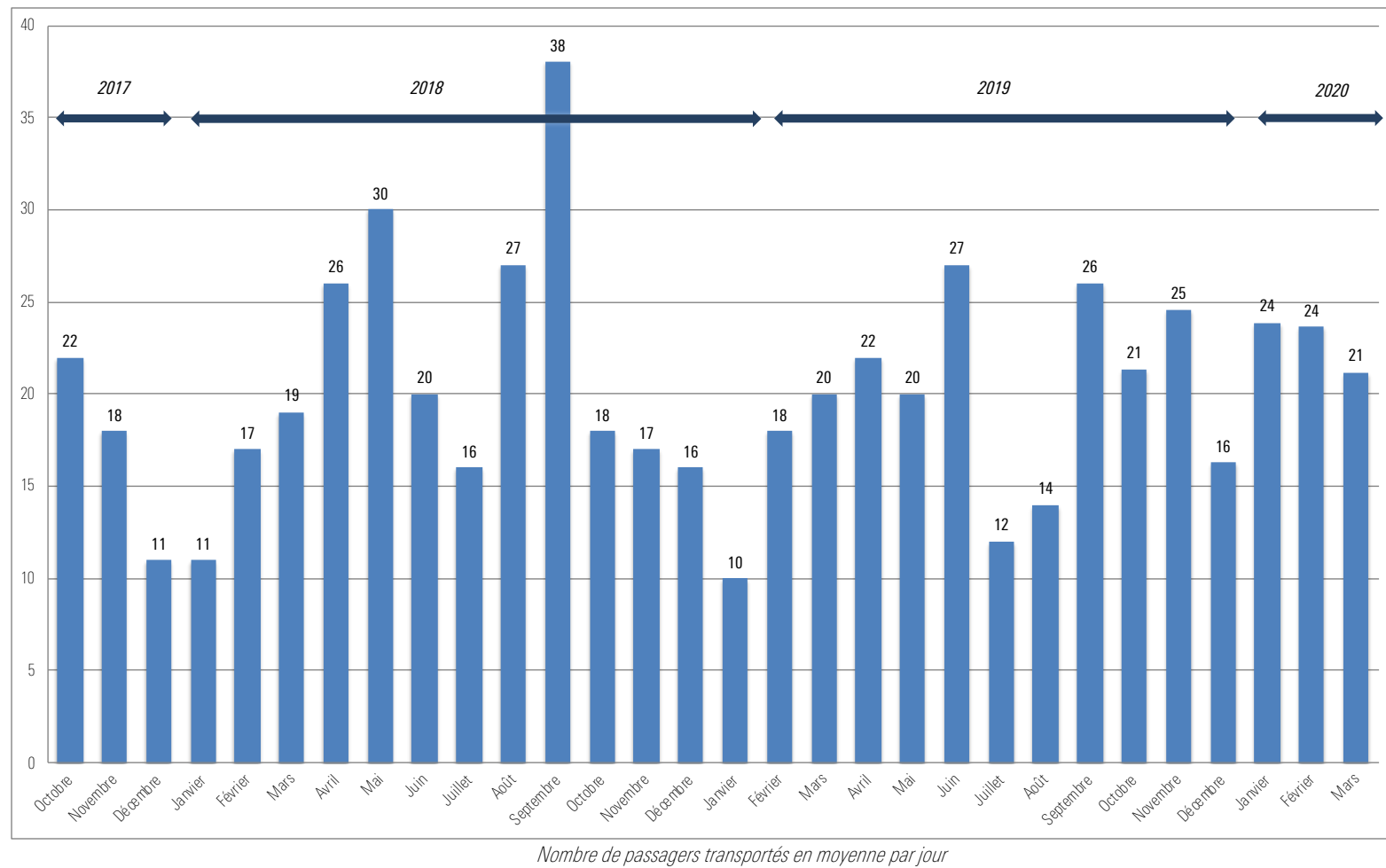
3.1.3 Premier trimestre de 2020

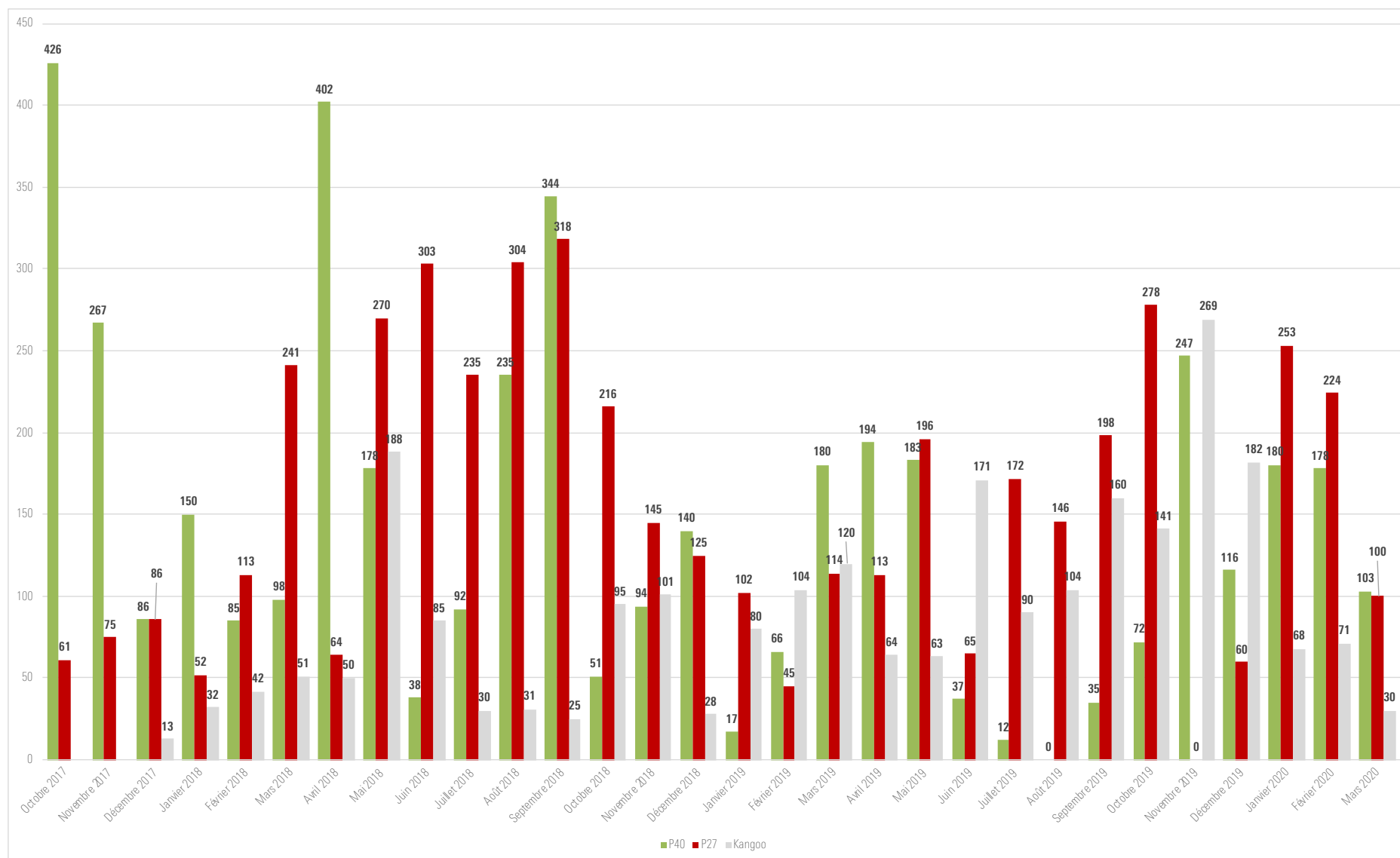
Sur cette période, il y a une nette amélioration pour les deux navettes en termes de passagers transportés. Le véhicule de remplacement a été peu utilisé sur cette période ce qui montre une certaine amélioration du fonctionnement de la ligne au début de l'année 2020. La navette P27 a transporté plus de passagers que la P40 mais les écarts entre-elles sont relativement faibles.

3.1.4 Synthèse intermédiaire

La fréquentation de la ligne est en légère augmentation globalement sur le dernier semestre malgré un mois de décembre durant lequel elle a chuté brutalement. Elle reste néanmoins constante en comparaison avec la fréquentation enregistrée en décembre 2018. Les chiffres concernant le nombre de passagers moyen transportés restent faibles sur les deux dernières années. Ces données devront être prise en considération par les gestionnaires de la ligne pour s'interroger sur la suite à donner à ce système, hors cadre expérimental, en vue d'un déploiement sur d'autres territoires.

Concernant la fréquentation des arrêts, il s'avère que les terminus comptent le plus de montées/descentes même si les descentes sont plus diffuses entre les arrêts Tech, Labos et Admin que les montées. Ainsi, la majorité des voyages se font de terminus à terminus mais de nombreux voyageurs montent aux Epinettes et descendent aux arrêts intermédiaires. Par contre, la situation inverse est plus rare (monter aux arrêts intermédiaires et terminer le trajet aux Epinettes).





Nombre de passagers transportés par véhicule par mois

	Epinettes		Tech		Labos		Admin	
	Montées	Descentes	Montées	Descentes	Montées	Descentes	Montées	Descentes
Octobre 2017	245	243	8	7	90	100	144	137
Novembre 2017	184	159	3	30	11	28	144	125
Décembre 2017	108	78	3	29	29	16	45	62
Janvier 2018	97	114	15	37	4	18	118	65
Février 2018	120	102	6	33	7	20	107	85
Mars 2018	186	171	19	41	15	37	170	141
Avril 2018	238	260	14	54	58	54	206	148
Mai 2018	295	314	11	63	9	84	321	175
Juin 2018	180	219	26	51	14	46	206	110
Juillet 2018	159	189	32	40	6	31	160	97
Août 2018	259	297	49	48	23	70	239	155
Septembre 2018	301	361	39	39	40	65	307	222
Octobre 2018	191	168	27	41	12	10	132	143
Novembre 2018	158	174	10	46	3	5	169	115
Décembre 2018	150	132	20	55	9	11	114	95
Janvier 2019	107	88	16	54	2	6	74	51
Février 2019	112	96	5	36	3	20	95	63
Mars 2019	149	213	22	92	8	34	235	75
Avril 2019	164	188	7	86	7	33	193	64
Mai 2019	188	215	32	73	7	35	215	119
Juin 2019	114	152	22	45	9	31	128	45
Juillet 2019	98	163	15	30	13	17	148	64
Août 2019	101	139	5	35	3	30	141	46
Septembre 2019	148	246	1	19	10	27	237	104
Octobre 2019	241	250	0	0	0	8	250	233
Novembre 2019	217	254	0	0	24	39	275	223
Décembre 2019	170	188	0	0	1	3	187	167
Janvier 2020	202	283	0	0	1	68	298	150
Février 2020	190	282	0	0	2	46	281	145
Mars 2020	98	134	0	0	1	13	134	86
Total	5170	5872	407	1084	421	1005	5473	3510

Nombre de montées/descentes par arrêt par mois

3.2 Nombre de kilomètres parcourus

Pour rappel, les données fournies concernant le nombre de kilomètres parcourus englobent également les hauts-le-pied. Les résultats seront alors nuancés en conséquence.

3.2.1 Rappel des résultats

Il y a eu une évolution positive en termes de kilomètres parcourus par les navettes au fil des mois malgré l'utilisation importante du véhicule de remplacement lorsqu'une navette est à l'arrêt. Une amélioration du fonctionnement de la ligne autonome a été perçue en 2018 mais malheureusement, elle n'a pas perduré en 2019 avec une nette dégradation du service au premier trimestre. Malgré une évolution encourageante des chiffres enregistrés durant le printemps 2019, l'incident de juin a fortement dégradé le fonctionnement de la ligne en mode autonome. A cela, s'est ajouté les mises à jour du tracé des navettes suite au commencement des travaux sur le site du MIC.

Ainsi, le poids important du véhicule de remplacement dans le nombre de kilomètres parcourus met en doute la viabilité du déploiement des navettes autonomes et leur crédibilité en termes de solution dans la desserte du dernier kilomètre.

3.2.2 Dernier trimestre 2019

Durant le mois d'octobre, les travaux sur le site du MIC ont impacté le fonctionnement de la ligne et ont nécessité une adaptation du tracé ainsi qu'une mise à jour de la cartographie du logiciel embarqué. Ainsi, le recours au véhicule de remplacement a été important. Il est à noter que l'utilisation de ce véhicule a également permis de pallier aux problèmes techniques de la navette P27.

Les mois suivants, le constat reste le même, c'est-à-dire, que le nombre de kilomètres parcourus par le véhicule de remplacement reste important. Cette observation est à mettre également en relation avec les multiples interventions qui ont eu lieu sur les véhicules par Navya durant le mois de novembre. Une légère amélioration de la situation est à noter au mois de décembre même si la navette P27 n'a fonctionné que 9 jours.

3.2.3 Premier trimestre de 2020

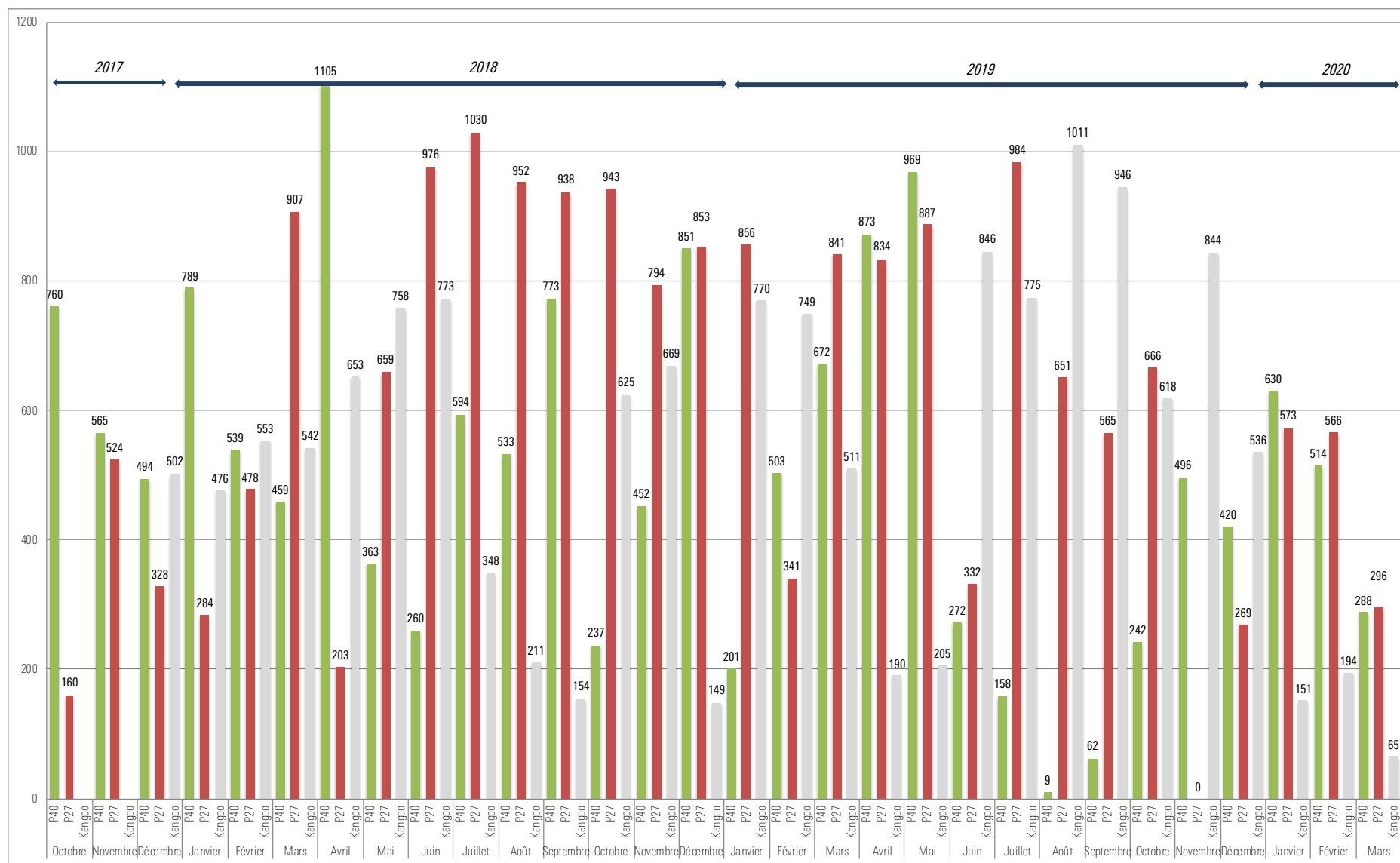
Le nombre de kilomètres parcourus par les navettes autonomes est en nette hausse, au début de l'année 2020. Le recours au véhicule de remplacement est quant à lui, en net recul et les distances parcourues par les deux navettes sont comparables.

Cette amélioration peut s'expliquer par la mise à jour du tracé et des logiciels embarqués, ce qui impacte positivement le niveau de service de la ligne.

3.2.4 Synthèse intermédiaire

Le changement de tracé des navettes sur le site du MIC ainsi que certains problèmes techniques ont eu des conséquences sur le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules autonomes durant le dernier trimestre 2019. On remarque que ce système nécessite un temps relativement important pour s'adapter aux diverses modifications, ici, la mise à jour de la cartographie a été effective après deux mois d'exploitation. L'emploi du véhicule de remplacement permet de pallier à ces retards et assurer le fonctionnement de la ligne, toutefois, les distances parcourues par ce véhicule interrogent sur l'efficacité des navettes autonomes en termes d'exploitation.

Notons tout de même, une nette amélioration de l'exploitation de la ligne sur les deux premiers mois de l'année 2020 avec un recours au véhicule de remplacement en net recul. Ce constat n'a jamais été fait sur deux mois consécutifs depuis l'utilisation de ce véhicule en complément des navettes autonomes.



Nombre de kilomètres parcourus, synthèse

3.3 Vitesse moyenne de circulation

3.3.1 Préambule

Pour rappel, la vitesse commerciale calculée à l'état de projet était de 15 km/h. Cette valeur permet d'assurer, théoriquement, les correspondances aux heures de pointe avec les lignes régionales lors de la mise à l'horaire du réseau de décembre 2017.

La vitesse moyenne de circulation pour les deux navettes a été calculée sur la base des données fournies par Bestmile et selon le nombre de jour de circulation de chaque navette. Il n'est pas pris en considération les vitesses pratiquées par le Kangoo.

Il a été observé que lorsque les grooms reprennent le contrôle des navettes, ils roulent à des vitesses supérieures que celles programmées en mode automatique, ainsi, les chiffres devront être nuancés et mis en relation avec le temps de conduite en mode manuel.

3.3.2 Rappel des résultats

Au cours des deux premières années d'exploitation, les objectifs fixés concernant la vitesse moyenne à atteindre pour assurer les correspondances n'ont pas été atteints. En effet, ils sont nettement en deçà de ce qui est attendu et péjorent fortement l'attractivité de la ligne.

La diminution constatée en 2019 est à mettre en relation avec l'amélioration des temps de conduite en mode autonome. En effet, sur la première année 2018, les vitesses enregistrées étaient dues à des temps de conduite en mode manuel élevés. Toutefois, les vitesses enregistrées sont très faibles et aucune amélioration n'a été constatée après deux ans d'exploitation.

3.3.3 Dernier trimestre 2019

Les vitesses moyennes de circulation sont en légère baisse par rapport aux mois précédents. Les valeurs sont semblables sur cette période à celles mesurées au cours de l'année 2019. Les modifications du tracé de la ligne et la maintenance des logiciels embarqués n'ont pas eu d'impact sur les vitesses mesurées.

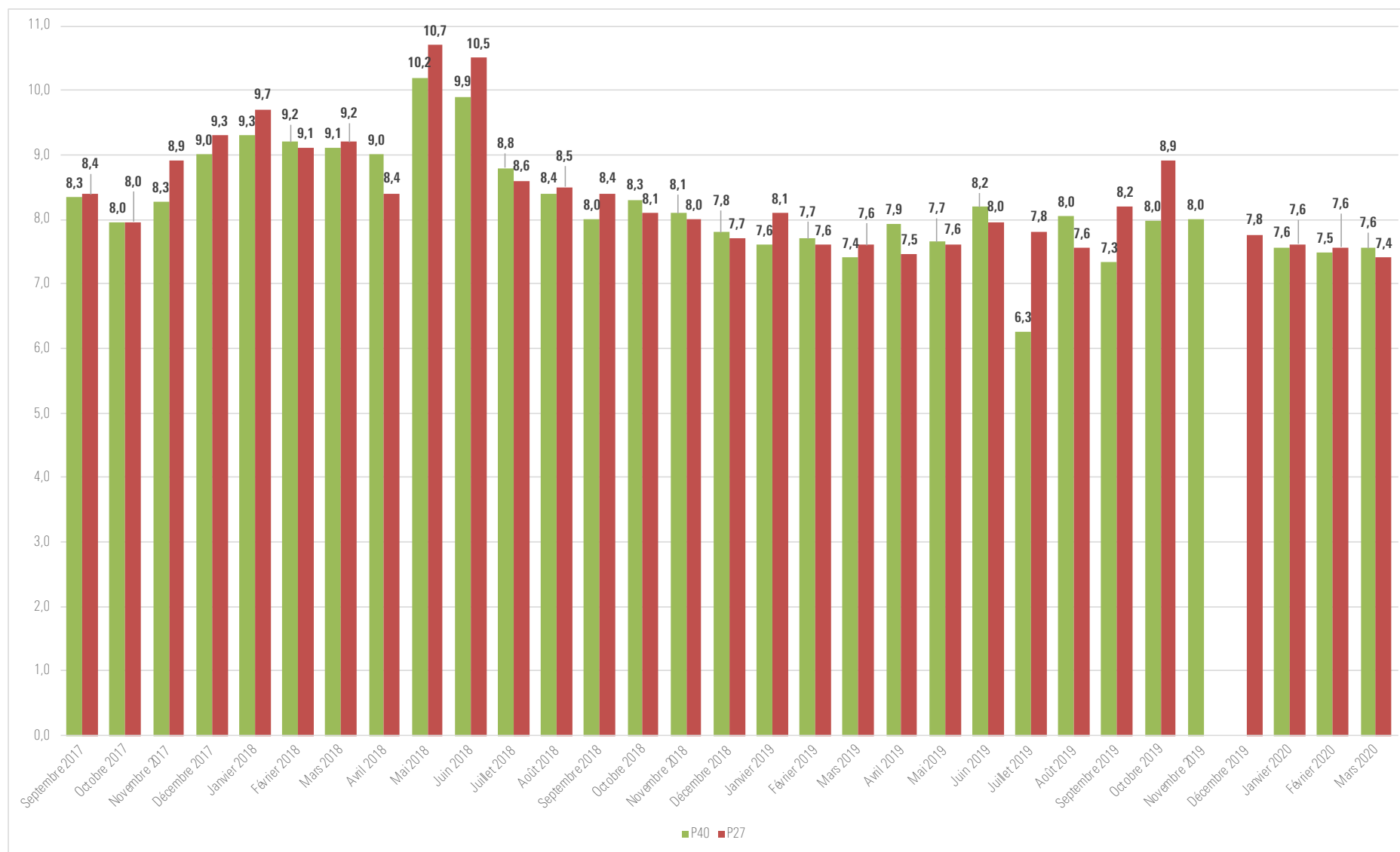
3.3.4 Premier trimestre de 2020

Les vitesses mesurées en janvier et février sont semblables à celles du trimestre précédent, avec, néanmoins, une légère baisse.

3.3.5 Synthèse intermédiaire

Les vitesses pratiquées n'ont pas évolué de manière significative depuis plus d'un an. Pourtant, ce point est essentiel pour rendre attractif la ligne. De plus, elles sont relativement faibles et constantes (en moyenne moins de 8 km/h sur les 9 derniers mois).

La connexion avec la ligne 1 aux heures de pointe, semble rester encore délicate aux heures de pointe, en l'état, une nette progression des vitesses des véhicules autonomes permettrait de tendre vers cet objectif fixé en amont du lancement de la ligne.



Vitesse moyenne de circulation, synthèse

3.4 Temps de conduite en mode automatique/manuel

3.4.1 Rappel des résultats

Après un lancement de la ligne marqué par des temps de conduite en mode manuel élevés, une nette amélioration a été constatée au cours de l'année 2018 et s'est prolongée jusqu'au début de 2019. Cette amélioration s'explique en partie par de meilleures relations avec le constructeur Navya et une plus grande réactivité de leur part pour résoudre les problèmes. Malheureusement, une dégradation du système a eu lieu dès juin (suite à l'incident du 12 juin) mais également aux travaux dans le secteur des Épinettes.

3.4.2 Dernier trimestre 2019

Durant cette période, les données sont manquantes pour la navette P40 pour le mois de novembre et pour la navette P27 pour le mois de décembre. Néanmoins, les résultats obtenus sont révélateurs des événements qui ont émaillé les mois d'octobre et novembre. En effet, les temps de conduite en mode manuel sont très élevés notamment au cours du mois d'octobre. Ils sont dus au changement de tracé et aux interventions réalisées lors de la mise à jour du logiciel.

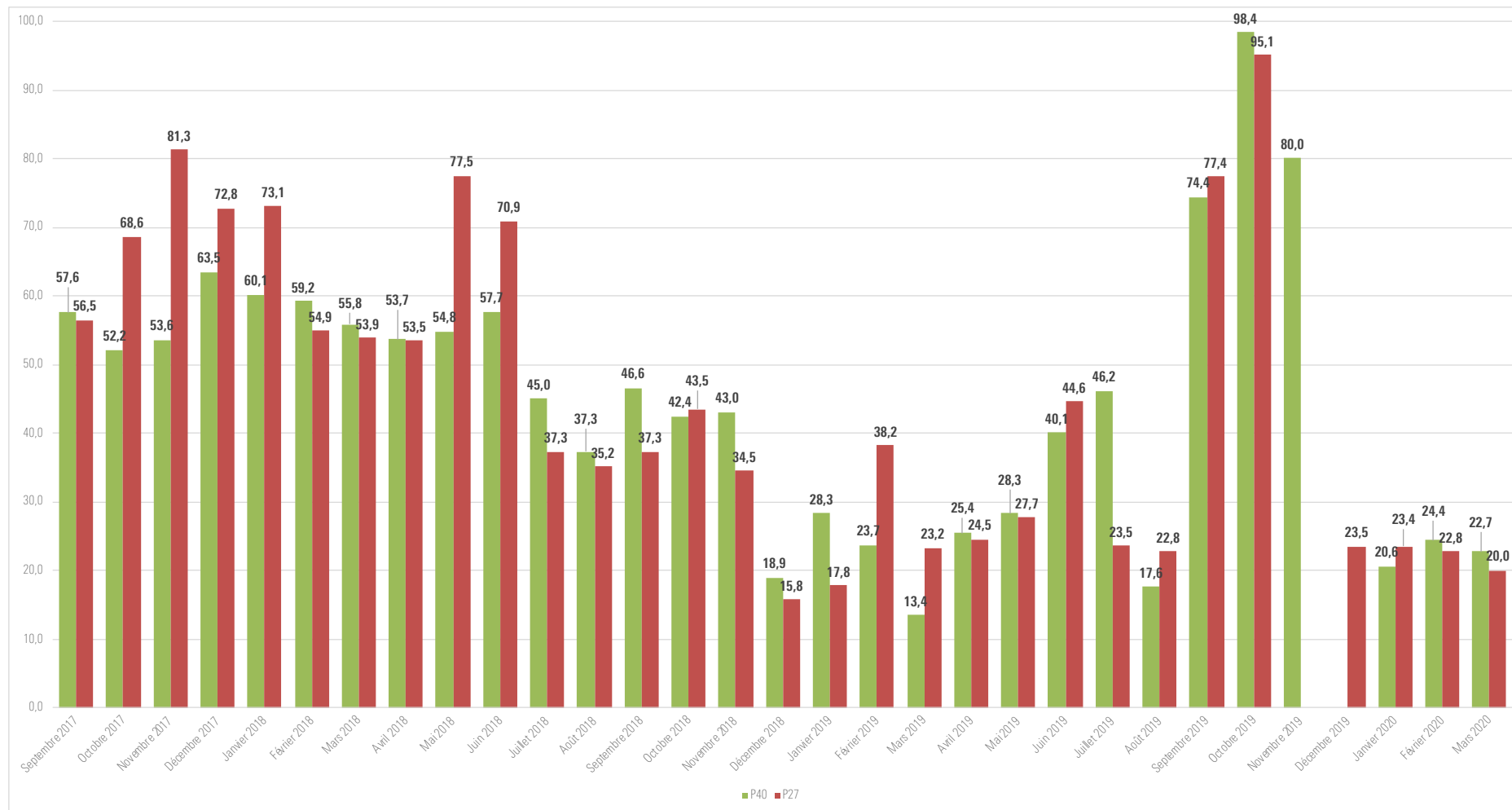
De telles valeurs avaient été mesurées à la fin de l'année 2017 et durant l'année 2018, et correspondaient à des mois durant lesquels les vitesses moyennes pratiquées étaient également élevées. Ce constat était lié au fait que les grooms prenaient les commandes des navettes pour réaliser des manœuvres qui ne pouvaient se faire qu'en mode manuel. L'amélioration des temps de conduite en mode autonome se sont accompagnés d'une baisse significative des vitesses. Or ici, la situation est contraire et pourrait s'expliquer par les travaux sur le site du MIC qui ont entraîné le passage de certains secteurs à une vitesse très réduite pour anticiper les possibles situations conflictuelles avec le chantier.

3.4.3 Premier trimestre de 2020

Les valeurs reviennent au niveau des valeurs mesurées entre mars et mai 2019 (période durant laquelle, les valeurs les plus basses de conduite en mode manuel ont été mesurées consécutivement). Ces résultats sont encourageants mais ils sont toutefois encore élevés pour un système de navigation autonome, avec un cinquième du temps de conduite réalisé manuellement.

3.4.4 Synthèse intermédiaire

L'impact du chantier et des modifications du tracé liées ont eu des conséquences importantes sur le fonctionnement de la ligne en mode autonome. Même si les résultats sont revenus au niveau des valeurs les plus basses enregistrées sur le réseau en 2019, la légitimité du système de navigation autonome est tout de même à questionner après plus de deux ans d'expérimentation.



Pourcentage de conduite en mode manuel, synthèse

3.5 Problèmes rencontrés

3.5.1 Rappels des problèmes rencontrés

Les navettes autonomes étant de nouveaux véhicules, les tpf ont dû gérer des situations inédites qu'il a fallu solutionner rapidement afin que la ligne continue de fonctionner. Il a été observé durant les premiers mois d'exploitation, que ces véhicules étaient très sensibles à leur environnement et un temps d'adaptation et de mise à jour étaient nécessaires pour répondre aux « aléas ». Ainsi, les principaux problèmes constatés qui ont impacté le fonctionnement de la ligne ont été : les conditions météorologiques, les problèmes techniques touchant les véhicules et le logiciel embarqué et les conséquences des chantiers sur l'itinéraire enregistré. Plusieurs événements exceptionnels sont venus perturber l'exploitation de la ligne et ont eu un fort impact sur les résultats mesurés.

Concernant les épisodes météorologiques, il s'est avéré, au début de leur exploitation, que les navettes étaient particulièrement sensibles aux précipitations de toutes sortes, ce qui a provoqué plusieurs arrêts dans l'exploitation de la ligne. Au fil des mois, des ajustements ont été réalisés dans les logiciels embarqués pour que la pluie ne soit plus un facteur d'arrêt des navettes. D'ailleurs, les arrêts ont globalement diminué même si, certaines conditions météorologiques sont encore difficiles à gérer par les capteurs des véhicules (ex. : le brouillard). Les fortes chaleurs ou le froid ont également un impact sur les véhicules de par leur surconsommation d'énergie et donc la nécessité de les recharger durant la journée, ce qui perturbe également l'exploitation de la ligne.

Les nombreux problèmes techniques ont également entraîné des arrêts prolongés des véhicules. Le fait que les navettes soient nouveaux demande un temps de réparation plus important que des véhicules classiques. De plus, les connaissances concernant l'usure des pièces étant faibles, certains imprévus ont dû être gérés par les tpf.

Enfin, la présence de multiples chantiers aux abords du tracé a impacté sur le cheminement des navettes et notamment sur la mise à jour du tracé pour que les navettes puissent circuler sans interruption et en mode autonome.

Ainsi, au cours des deux dernières années d'exploitation, les problèmes techniques ont fortement diminué grâce à une réactivité accrue du constructeur Navya mais aussi par l'amélioration du système autonome, ayant gagné en connaissance dans la gestion des événements extérieurs. Toutefois, le système reste encore fragile et sensible ce qui pose la question de son efficience à terme.

3.5.2 Dernier trimestre 2019

Durant cette période, les données sont manquantes pour la navette P40 pour le mois de novembre et pour la navette P27 pour le mois de décembre. Néanmoins, les résultats obtenus sont révélateurs des événements qui ont émaillé les mois d'octobre et novembre. En effet, les temps de conduite en mode manuel sont très élevés notamment au cours du mois d'octobre. Ils sont dus au changement de tracé et aux interventions réalisées lors de la mise à jour du logiciel.

De telles valeurs avaient été mesurées à la fin de l'année 2017 et durant l'année 2018, elles correspondaient à des mois durant lesquels les vitesses moyennes pratiquées étaient également élevées. Ce constat était lié au fait que les grooms prenaient les commandes des navettes pour réaliser des manœuvres qui ne pouvaient se faire qu'en mode manuel. L'amélioration des temps de conduite en mode autonome se sont accompagnés d'une baisse significative des vitesses. Or ici, la situation est contraire et pourrait s'expliquer par les travaux sur le site du MIC qui ont entraîné le passage de certains secteurs à une vitesse très réduite pour anticiper les possibles situations conflictuelles avec le chantier.

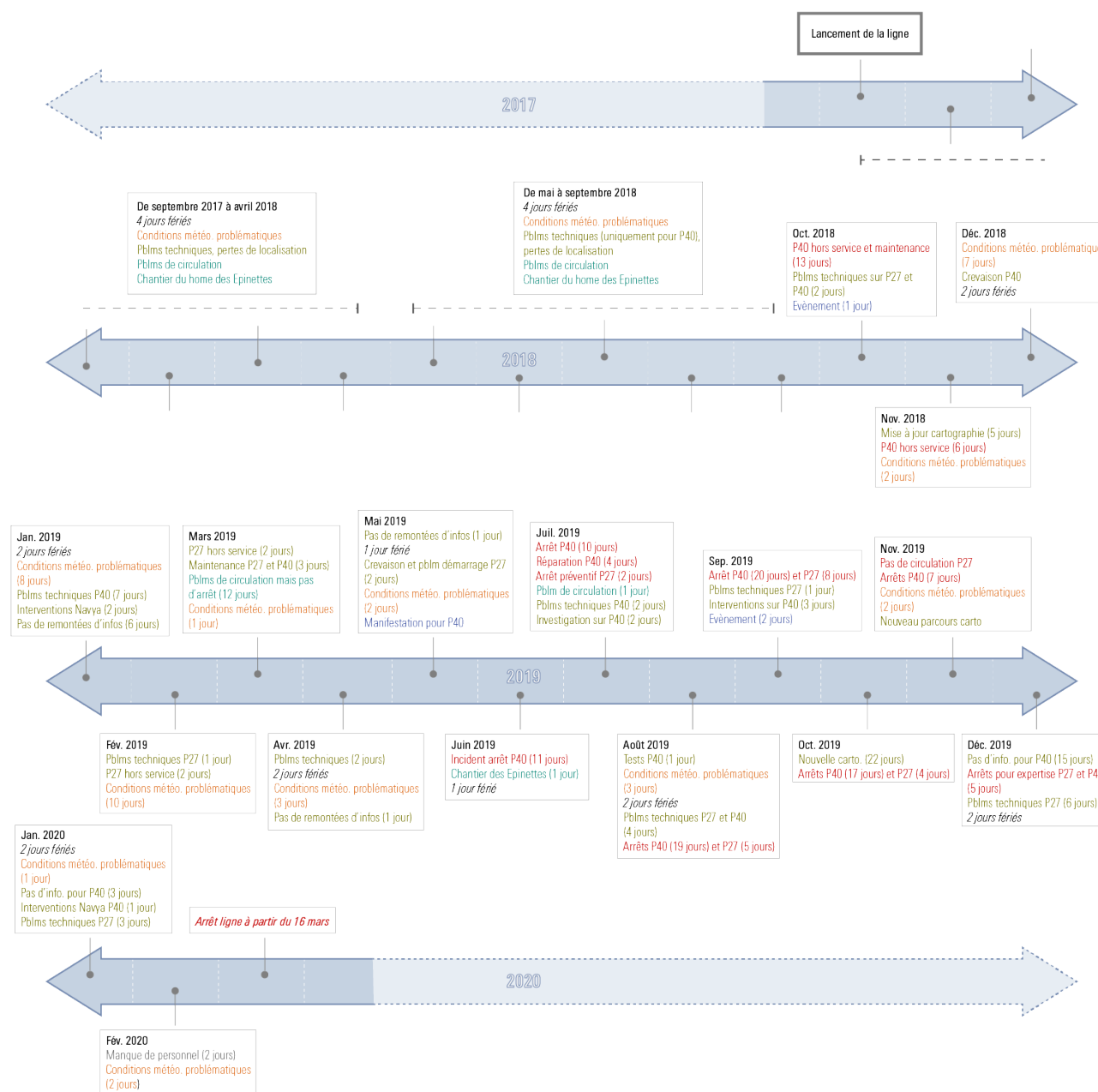
3.5.3 Premier trimestre de 2020

L'analyse du premier trimestre est peu pertinente du fait de l'arrêt de l'exploitation de la ligne le 16 mars pour cause de pandémie de COVID 19. Néanmoins, en janvier et février 2020, peu d'arrêts de la ligne ont été enregistrés, ce qui corrobore l'amélioration des résultats d'exploitation observés. Il est à noter tout de même, que les conditions climatiques ont été particulièrement clémentes en comparaison de l'année passée à la même période (3 jours d'arrêt en 2020 en janvier/février liés aux conditions climatiques contre 18 jours en 2019 sur la même période).

3.5.4 Synthèse intermédiaire

Ce dernier semestre d'analyse est mitigé. En effet, la fin 2019 a été relativement chaotique en termes d'exploitation, notamment du fait du commencement des travaux sur le site du MIC et du temps nécessaire pour répondre aux modifications de tracé qu'il a engendrées. Cependant, un retour à la « normale » est constaté début 2020 mais malheureusement la pandémie de COVID 19 a empêché de voir si l'amélioration constatée est pérenne dans le temps.

La figure ci-dessous résume l'ensemble des problèmes/incidents rencontrés par les navettes et leur impact sur l'exploitation de la ligne. Le détail jour par jour des problèmes constatés n'a été disponibles qu'à partir d'octobre 2018. Un code couleur est utilisé pour chaque type d'incidents rencontrés, qu'ils soient techniques (vert), météorologiques (orange), extérieurs (problèmes de circulation, bleu clair), des événements (bleu foncé) ou qui ont entraîné un arrêt exceptionnel (rouge).



4 Synthèse

Le bilan de ce rapport final, après plus de deux ans d'exploitation de la ligne de navettes autonomes s'inscrit dans la même lignée que les précédents rapports. En effet, après le premier semestre, le bilan était très mitigé sur le plan du fonctionnement de la ligne ainsi que sur la fiabilité technologique des véhicules. Le service proposé était en deçà des projections du fait des nombreux arrêts enregistrés. Ces derniers sont principalement liés au caractère expérimental de la ligne et au fait que le système permettant l'autonomisation des navettes soit un système « apprenant » les façons de réagir aux divers incidents, comme par exemple, dévier sa trajectoire pour éviter un obstacle fixe non répertorié dans la cartographie embarquée. Néanmoins, ce processus nécessite un arrêt temporaire de la navette concernée pour que cette situation exceptionnelle soit enregistrée, ce qui impacte les données de fonctionnement et le niveau de service.

L'évolution des résultats d'exploitation de la ligne ont toutefois peu évolué sur les deux dernières années malgré une nette amélioration dans la rapidité de résolution des problèmes rencontrés. Le suivi plus assidu du constructeur Navya en est pour partie la cause de cette évolution avec également un net gain d'expérience des tpf en termes de réactivité et d'adaptation de la ligne autonome au contexte du site.

Les vitesses mesurées depuis le lancement de la ligne autonome interrogent sur son efficacité. La première année d'exploitation est celle durant laquelle les vitesses les plus élevées ont été enregistrées. Ce constat est dû aux nombreuses manœuvres réalisées par les grooms en mode manuel et à une reprise trop systématique du contrôle des navettes de leur part. A la suite d'échanges et d'une sensibilisation de ces derniers au fonctionnement particulier de ces véhicules, une augmentation des temps de conduite en mode autonome a été constatée mais elle s'est accompagnée d'une diminution des vitesses, avec une moyenne de 8 km/h en 2019. Par la suite, aucune amélioration n'a été constatée. On peut alors se demander si le niveau de service offert aux usagers est suffisant en comparaison d'autres modes de déplacement dont le vélo par exemple. L'objectif de report modal semble difficilement atteignable après plus de deux ans d'exploitation ainsi que celui concernant la desserte du dernier kilomètre par ce système de transport. Ces résultats ont certainement également une incidence sur la fréquentation de la ligne et son attractivité.

Ces faibles vitesses de circulation ont rendu délicate également la cohabitation des navettes avec les autres usagers de voirie sur certaines parties du tracé, comme par exemple au niveau du carrefour à feux menant aux Epinettes. Le temps de franchissement étant ressenti comme trop long par les automobilistes, des comportements à risque ont été constatés avec le non-respect des feux. Néanmoins, ce point a été partiellement amélioré par une sensibilisation des usagers et un contrôle accru dans ce secteur. Après plus de deux années d'exploitation, ces types de comportements sont devenus exceptionnels et sont révélateurs d'une certaine intégration de la ligne autonome dans l'espace public. Les campagnes de sondage menées auprès des usagers ont montré un système plutôt apprécié notamment du fait de la présence des grooms et de la convivialité ressentie par la proximité des personnes dans l'habitacle.

L'amélioration de la technologie autonome constatée par l'augmentation des temps de conduite dans ce mode notamment à la fin de l'année 2018 et au cours du premier semestre 2019 a malheureusement été stoppée en juin 2019 par l'accrochage qui a touché la navette P40. Cet événement a entraîné un quasi-arrêt de l'exploitation de la ligne par les navettes autonomes. Le recours au véhicule de remplacement a permis d'assurer le service. D'ailleurs son utilisation est très importante notamment sur les derniers mois de 2019.

Cette période expérimentale a également été émaillée par de nombreux incidents d'autres types. Durant l'année 2018, ce sont principalement des problèmes d'ordre technique qui ont affecté les véhicules et qui ont provoqué des arrêts de plusieurs jours, notamment durant les premiers mois. L'amélioration de ce point a été notable en termes de données de fonctionnement mesurées, avec par exemple, des distances parcourues par le véhicule de remplacement très faibles. Malheureusement, cette tendance positive s'est terminée en juin 2019. Cet incident a entraîné une mise à l'arrêt des deux navettes afin d'en déterminer sa cause. Des réparations ont également dû être réalisées sur la navette accidentée. Lorsqu'une reprise a pu être possible, les travaux sur le site du MIC ont débuté, ce qui a eu pour conséquence la modification du tracé des navettes dans ce secteur et ainsi la mise à jour la cartographie embarquée des véhicules. A la suite de ces diverses adaptations, une nette amélioration a été perceptible au début de l'année 2020 mais la pandémie de COVID-19 a stoppé l'exploitation de la ligne. Une reprise du service est envisagée pour le 8 juin 2020, accompagnée de mesures sanitaires.

Pour conclure, le bilan de cet essai est mitigé au vu des données mesurées, avec notamment des vitesses enregistrées faibles qui impactent le niveau de service et interrogent sur la pertinence du déploiement de ce type de véhicule pour répondre à la problématique de desserte du dernier kilomètre. De plus, les nombreuses opérations de maintenance ont fortement impacté l'exploitation de la ligne. Toutefois, des tendances positives ont été enregistrées sur plusieurs mois, dont notamment l'amélioration des temps de conduite en mode autonome et le gain en fiabilité technologique des véhicules avec une résolution rapide des problèmes d'exploitation rencontrés. Le prolongement de l'expérimentation semble alors nécessaire pour gagner en expérience dans l'intégration de cette nouvelle forme de mobilité dans un réseau de transports publics standard, mais aussi à plus grande échelle, dans l'espace public. La question de la rentabilité de ce service par rapport à son coût d'investissement et de fonctionnement devra également être étudiée par les tpf.

Fribourg, le 28 mai 2020

César Conforti, professeur HEIA FR

Laure Testenière, consultante HEIA FR