

ASSOCIATION QUALITE MOBILITE

Etude de la baisse de la vitesse des autobus

Rapport final

Benoit Oillo



Jean-Marie Beauvais

22 janvier 2024

Remerciements

*Benoit Oillo et Jean-Marie Beauvais
remercient l'UTP, Nantes Métropole et la Semitan,
et en particulier M. Olivier Delerue,
pour les informations fournies
ainsi que l'Association qualité mobilité
pour le financement de cette recherche.*

1 -Introduction générale

Dans son cahier des charges du 19 novembre 2020, l'Association Qualité Mobilité (AQM) rappelait l'intérêt d'une augmentation de la vitesse des autobus :

- Pour les exploitants, l'augmentation de la vitesse permet de faire plus de rotations avec le même nombre de véhicules, c'est-à-dire d'augmenter les fréquences.
- Pour les voyageurs, la réduction des temps de parcours et l'augmentation du nombre de passages sont deux paramètres-clés de l'amélioration de la qualité du service, amélioration qui permet d'attirer plus de clients vers le transport collectif.

Or la RATP enregistre une baisse de la vitesse commerciale des autobus : « Elle est passée de 15 km/h en l'an 2000 à 14 km/h en 2022 sur l'ensemble du réseau »¹.

L'AQM souhaitait alors savoir s'il en était de même dans les réseaux de province. Et, si oui, que sont les causes de baisse de vitesse des autobus ?

D'où les deux parties du présent rapport :

- Dans une première partie, nous traiterons la question au niveau global en s'appuyant sur « Les chiffres-clés du transport public » publiés annuellement par l'UTP.
- Dans une seconde partie, nous rechercherons les causes de cette baisse de vitesse des autobus, en nous appuyant, cette fois, sur l'analyse fine des données en provenance des autobus instrumentés sur deux lignes du réseau de Nantes.

¹ Jean Castex, PDG de la RATP, dans Le Parisien du 29 septembre 2023.

PREMIERE PARTIE : ANALYSE GENERALE

Introduction de la première partie

Pour répondre au cahier des charges de l'AQM, il nous faut tout d'abord présenter un tableau général de l'évolution des vitesses moyennes des autobus en France.

1.1. Méthodologie

Sources.

Les données utilisées proviennent des rapports annuels « Chiffres-clés du transport publics » publiés par l'UTP (Union des transports publics et ferroviaires). L'étude porte sur les années 2012 à 2018. Les réseaux d'Ile-de-France ne figurent pas dans les fichiers collectés.

Définitions.

La vitesse d'exploitation des autobus se définit comme le rapport entre la longueur des courses à leur temps de parcours. Elle intègre les temps de battements aux terminus : elle est donc inférieure à la vitesse commerciale.

La vitesse commerciale des autobus se définit comme le rapport entre la longueur des courses à leur temps de parcours. Elle n'intègre pas les temps de battements aux terminus : elle est donc supérieure à la vitesse d'exploitation.

La population desservie par un réseau se définit comme la population totale issue des recensements complémentaires permanents de l'INSEE des communes desservies par le réseau de transport urbain.

Traitements.

Pour chaque réseau nous disposons d'une série de 7 vitesses ce qui permet de mettre en évidence d'éventuelles tendances, voire des retournements de tendance. Ensuite il a fallu éliminer les réseaux qui n'ont pas renseigné la vitesse

pour une ou plusieurs années. Puis, ont été aussi éliminés les réseaux qui indiquaient toujours la même valeur. Finalement, il reste 93 réseaux.

Pour calculer des moyennes au niveau France entière ou bien selon les tranches de population desservie, les vitesses ont été pondérées par les populations desservies.

1.2. Résultats

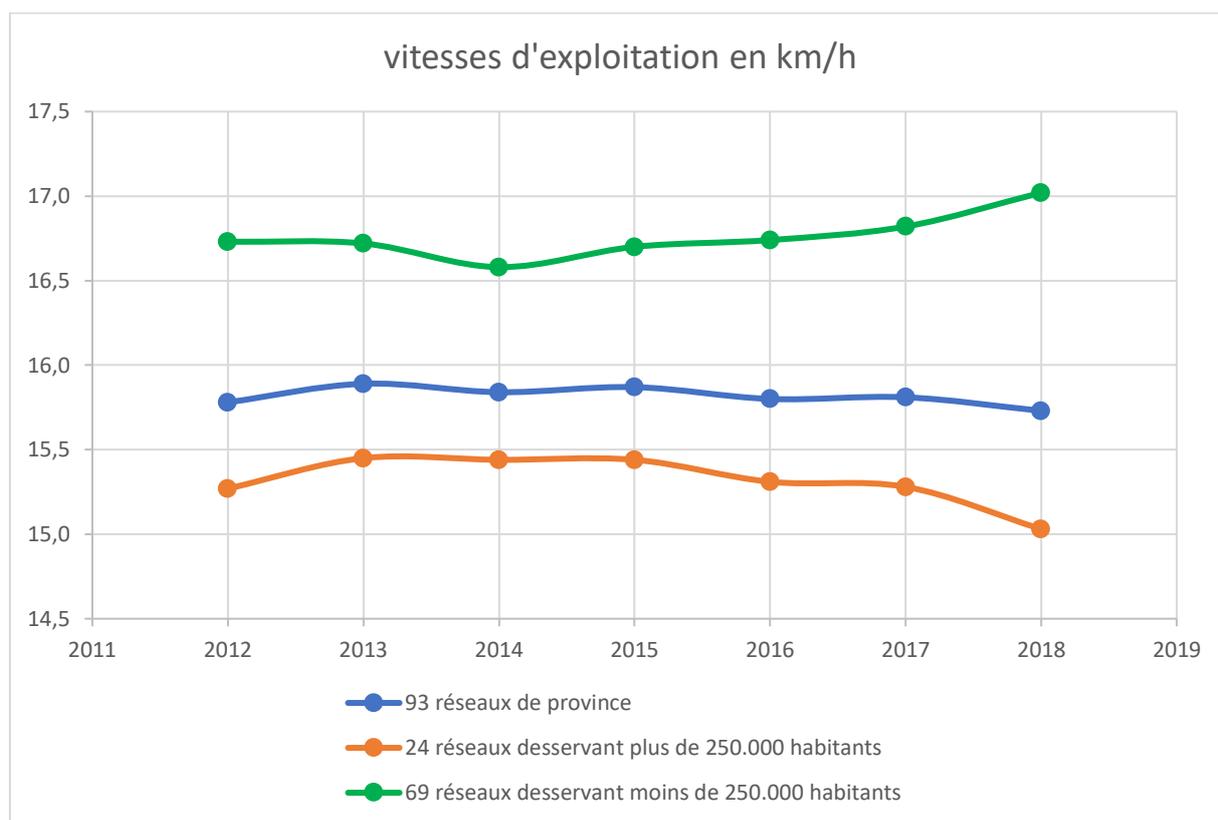
Les résultats peuvent être synthétisés par le tableau suivant :

Evolution des vitesses d'exploitation des autobus entre 2012 et 2018 en km/h

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
93 réseaux de province	15,78	15,89	15,84	15,87	15,80	15,81	15,73
24 réseaux desservant plus de 250.000 habitants	15,27	15,45	15,44	15,44	15,31	15,28	15,03
69 réseaux desservant moins de 250.000 habitants	16,73	16,72	16,58	16,70	16,74	16,82	17,02

Ou bien, de manière plus visuelle, par le graphique suivant :

Graphique 1 : Evolution des vitesses d'exploitation de 2012 à 2018



1.3. Commentaires

1.3.1. France entière (hors Ile-de-France)

Les 93 réseaux étudiés desservent une population cumulée de 19 millions d'habitants en 2018.

La vitesse d'exploitation oscille autour de 15,8 km/h et la tendance à la baisse n'est pas très marquée : 15,73 km/h en 2018 contre 15,78 en 2012.

En fait cette quasi-stagnation de la vitesse moyenne des autobus recouvre deux évolutions sensiblement divergentes, selon qu'il s'agit de grands ou de petits réseaux.

1.3.2. Réseaux desservant plus de 250.000 habitants

Les 24 « grands réseaux » desservent une population cumulée de 12 millions d'habitants.

Il apparait que la vitesse d'exploitation des grands réseaux est orientée à la baisse : 15,45 km/h en 2013 n'est plus que de 15,03 km/h en 2018, soit une baisse de 0,42 km/h ou encore 2,7% en cinq ans. C'est cette tendance qui inquiète les opérateurs et les usagers.

1.3.3. Réseaux desservant moins de 250.000 habitants

Les 69 « petits réseaux » desservent une population cumulée de 7 millions d'habitants.

La vitesse d'exploitation des petits réseaux est en augmentation et ne fera donc pas l'objet d'une étude détaillée. Cette augmentation de la vitesse moyenne est probablement à mettre en relation avec l'extension de la desserte vers des quartiers périphériques où les encombrements sont rares.

Conclusion de la première partie

L'étude macroscopique confirme bien l'intuition de départ, comme quoi les vitesses des autobus en province, tout au moins ceux desservant une population de plus de 250.000 habitants, baissaient comme cela avait déjà été noté sur le réseau de la RATP.

DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DETAILLEE

Introduction de la deuxième partie

Pour répondre au cahier de charges de l'AQM, il s'agit de répondre à la question de savoir durant quelle composante du trajet ces précieuses minutes étaient perdues : pendant le roulage, ou bien à l'arrêt (en station portes fermées, en station portes ouvertes ou encore entre deux stations).

On essaiera de compléter le diagnostic pour savoir si la baisse de la vitesse est plus importante pendant les heures de pointe ou durant les heures creuses.

Enfin, même si ça intéresse plus le réseau de Nantes que l'AQM, on essaiera de repérer sur quelles interstations la dégradation de la vitesse est la plus forte de façon à pouvoir intervenir en priorité.

Pour cela, nous avons retraité les données aimablement fournies par le réseau de Nantes qui dispose de véhicules instrumentés qui enregistrent la position précise des véhicules.

2.1. Méthodologie

2.1.1. Recherche des cas d'étude

L'analyse de l'évolution de la vitesse commerciale du transport collectif est conditionnée par différents aspects. En effet, il est préférable de disposer d'informations relatives à la vitesse issues d'une même méthode de calcul pour des itinéraires de lignes avec peu ou pas de modifications dans la durée.

Il existe aujourd'hui différentes manières de collecter des informations de vitesse. Dans le cadre de cette étude, nous avons souhaité nous reposer sur les données collectées par la solution DIALEXIS. Cela garantit une uniformisation de la technique de recueil et de la terminologie du temps de parcours. Toujours dans un souci de comparaison, nous avons recherché des itinéraires de ligne n'ayant pas été modifiés au cours de la période allant de 2014 à 2019.

Après avoir recensé les réseaux de transport collectif sans restructuration globale et disposant de données DIALEXIS, nous avons identifié les lignes C5 et C7 de l'agglomération nantaise. Ces deux lignes sont régulièrement sujettes au recueil DIALEXIS et ont conservés peu ou prou leurs itinéraires respectifs.

2.1.2. Récupération des données

La récupération des informations a nécessité la signature d'une convention de transfert de données entre Nantes Métropole et Beemotion. Cela nous a permis de disposer des données brutes DIALEXIS, des descriptions théoriques des topologie des itinéraires de lignes et de toutes les informations nécessaires à la construction et à l'alimentation des bases de données.

Toutes les informations transmises ont permis de disposer de vitesses commerciales pour les années 2014, 2015, 2018 et 2019 pour les périodes de semaines scolaires. Toutes les données ont été enregistrées lors de la même période à savoir de septembre à décembre. Cela renforce également la pertinence de l'analyse comparative. Les données des années 2016 et 2017 n'étaient malheureusement pas disponibles.

2.1.3. Composantes des temps de parcours

La solution DIALEXIS permet de recueillir les impulsions électriques embarquées des véhicules dédiés au transport collectif. Toutes les informations électriques sont horodatées et enregistrées pour ensuite être consolidées sur des référentiels théoriques décrivant l'itinéraire de la ligne. La terminologie utilisée considère que le temps de parcours est composé de différents types de « temps » que nous nommerons les composantes du temps de parcours.

Le temps de parcours correspond donc à la somme des temps relatifs au déplacement des véhicules ainsi que les différents temps d'immobilisation tout au long de son parcours sur la ligne.

- **Le temps de roulage interstations (Temps de Roulage : TR)**

Cette composante correspond à la durée entre le début du déplacement et la fin du déplacement du mobile entre deux stations. Si plusieurs séquences de déplacement se succèdent, alors le temps de roulage total doit correspondre à la somme des séquences de déplacement.

- **Le temps d'échange des passagers pour chaque station (Echange Passagers : EP)**

Cette composante correspond à la durée entre la première ouverture et la dernière fermeture des portes du mobile. Si plusieurs séquences d'ouverture et fermeture se succèdent au niveau d'une station, alors le temps d'échange passagers total doit correspondre à la somme des séquences d'ouverture.

- **Le temps d'attente en station pour chaque station portes fermées (Attente en Station : AS)**

Cette composante correspond à la durée entre le début de l'immobilisation et la fin de l'immobilisation du mobile en station avec la totalité des portes fermées. Si plusieurs séquences d'immobilisation se succèdent au niveau d'une station, alors le temps d'attente en station total doit correspondre à la somme des séquences d'immobilisation.

- **Le temps d'attente inter-stations (Attente en ligne : AL)**

Cette composante correspond à la durée entre le début de l'immobilisation et la fin de l'immobilisation des mobiles entre les stations avec la totalité des portes fermées. Si plusieurs séquences d'immobilisation se succèdent, alors le temps d'attente en ligne total doit correspondre à la somme des séquences d'immobilisation. Cette composante intègre notamment les temps d'immobilisation aux feux, aux carrefours et la congestion de la voirie.

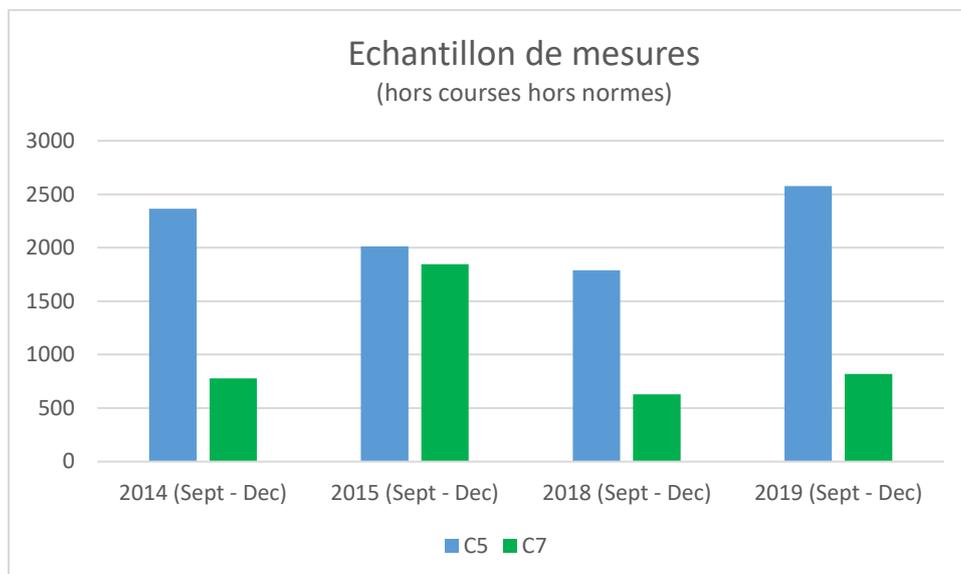
2.1.4. Echantillons statistiques obtenus

À la suite du traitement des données disponibles, tous les enregistrements sont contrôlés afin d'y désactiver toutes les courses considérées comme hors normes.

Les tailles des échantillons diffèrent selon les lignes et les années. Ces différences reposent sur la consistance des offres théoriques qui varient selon les lignes (fréquences de passages) ainsi que sur le nombre de véhicules recueillant de la donnée.

De plus, il est important de rappeler une particularité de la ligne C7. Celle-ci est exploitée avec un tronç commun avec deux variantes finales. Dans le cadre de l'étude, nous prenons en compte uniquement le tronç commun qui représente plus de 80% de l'itinéraire de la ligne.

Graphique 2 : Taille des échantillons de mesures selon l'année



Au total, nous disposons de 15.000 courses. Il est alors possible de procéder à des tris par ligne et par année mais aussi en distinguant selon les composantes du temps de parcours (temps de roulage / temps à l'arrêt) ou selon les périodes de la journée (heures de pointe / heures creuses) tout en gardant un nombre suffisant de courses pour que les résultats obtenus restent fiables.

2.1.5. Présentation des lignes

Les lignes étudiées C5 et C7 sont des lignes Chronobus. Ces lignes s'inscrivent dans une démarche d'évolution de l'offre de transport collectif du réseau nantais. Ces lignes structurantes complètent le réseau armature basé sur les lignes de tramways et de Busway. Les lignes Chronobus proposent un haut niveau de service en s'appuyant sur une augmentation des fréquences et de la régularité. Les quatre premières lignes sont mises en service en octobre 2012 (C1, C2, C3 et C4). Trois nouvelles lignes verront le jour en août 2013 avec notamment les lignes C5 et C7 et deux autres en août 2018 avec les lignes C9 et C20.

La plupart des lignes Chronobus sont d'anciennes lignes d'autobus conventionnelles améliorées à l'exception de la ligne C5 qui peut être considérée comme une ligne nouvelle. Pour rappel, la ligne C7 reprend majoritairement l'itinéraire de l'ancienne ligne 92.

La ligne C5

La ligne C5 assure une fonction de desserte fine d'un territoire en développement qui est l'Île de Nantes. A l'échelle de ce territoire, on peut considérer que la ligne C5 est une diamétrale avec un fort niveau de correspondance. Elle relie, entre 2014 et 2019, Gare Sud à Quai des Antilles situé à l'extrémité ouest de l'Île de Nantes. L'itinéraire sera prolongé, à partir de 28 octobre 2019, à Hangar à Bananes. Aucune donnée n'a été traitée sur ce nouvel itinéraire.

La distance entre les deux terminus, indépendamment des directions, s'élève à 6 kilomètres environ. Cette ligne, relativement courte, offre un intervalle de 4 minutes environ entre deux passages, aux heures de pointe de semaine scolaire.

En 2014, la ligne C5 est composée de 14 stations la direction aller (Gare Sud vers Quai des Antilles) et 15 stations pour la direction retour (Quai des Antilles vers Gare Sud). Entre 2014 et 2019 plusieurs modifications apparaissent. A partir de 2015, la direction aller comprend deux stations Gare sud. L'une correspond à la descente des voyageurs et l'autre à la montée des voyageurs. De plus, à partir de 2018, une nouvelle station « Nizan » apparaît entre Vincent Gâche et République pour les deux directions.

En 2014, environ 70% des distances inter-stations étaient comprises entre 0 et 500 mètres avec 4 interstations supérieures à 500 mètres pour le sens aller et pour le sens retour. A partir de 2018, 80% des distances inter-stations sont

comprises entre 0 et 500 mètres et 500 mètres avec 3 interstations supérieures à 500 mètres pour le sens aller et pour le sens retour.

La particularité de l'itinéraire de la ligne C5 repose en partie sur la traversée de deux axes lourds qui sont la ligne 4 BHNS au niveau de la station Ile de Nantes et les lignes de tramways 2 et 3 au niveau de la station Vincent Gâche.

Schéma de ligne C5



Source : SEMITAN

La ligne C7

La ligne C7 assure une fonction de rabattement sur la partie Est du réseau. Le terminus Souillarderie offre une correspondance avec la ligne 1 du tramway. Il existe également d'autres correspondances avec des lignes d'autobus conventionnelles tout au long de l'itinéraire. Cette ligne relie, depuis sa création, la station Souillarderie à deux autres terminus différents qui sont Clairais et Trianon. Comme expliqué précédemment, seul le tronç commun fait l'objet d'une analyse de la vitesse commerciale entre Souillarderie et Centre de Thouaré/Loire (80% de l'itinéraire total indépendamment des variantes).

La distance du tronç commun de la ligne C7, indépendamment des directions, s'élève à 7 kilomètres environ. Cette ligne offre un intervalle de 8 minutes environ entre deux passages, aux heures de pointe de semaine scolaire.

Entre 2014 et 2019, le tronç commun de la ligne C7 est composé de 19 stations pour la direction aller (Souillarderie vers Centre de Thouaré/Loire) et 18 stations pour la direction retour (Centre de Thouaré/Loire vers Souillarderie).

Environ 70% des distances inter-stations sont également comprises entre 0 et 500 mètres avec 5 interstations supérieures à 500 mètres et 1 supérieure à 750 mètres pour le sens aller. Pour le sens retour, la situation est quasi identique à l'exception qu'il n'existe pas de distances supérieures à 750 mètres.



Source : SEMITAN

2.2. Résultats

Nos analyses reposent sur des données précises collectées sur deux lignes, aller et retour, soit quatre trajets :

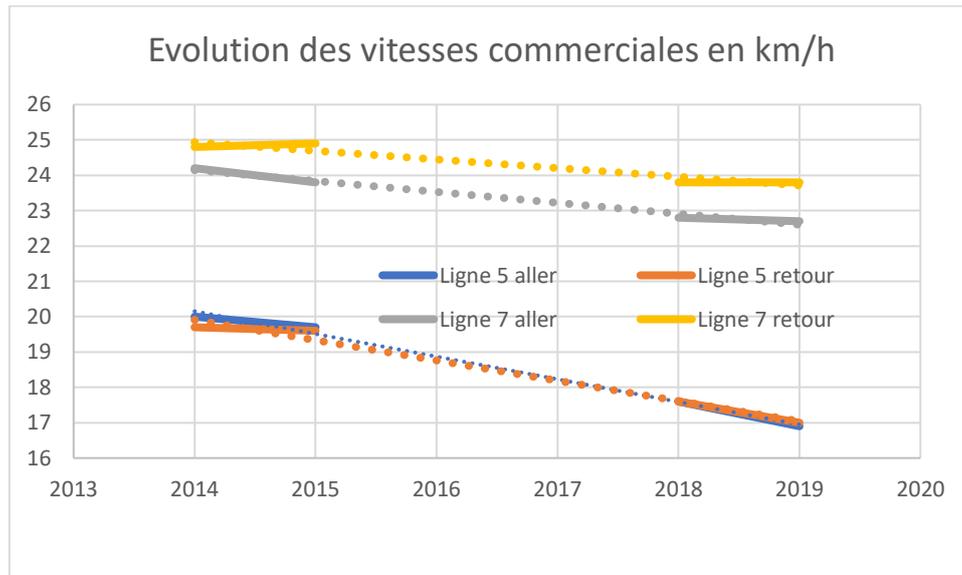
- Ligne 5, sens aller, c'est-à-dire de Gare Sud vers Quai des Antilles ;
- Ligne 5, sens retour, c'est-à-dire de Quai des Antilles vers Gare Sud ;
- Ligne 7, sens aller, c'est-à-dire de Souillarderie vers Centre de Thouaré ;
- Ligne 7, sens retour, c'est-à-dire de Centre de Thouaré vers Souillarderie.

2.2.1. Une baisse de la vitesse commerciale entre 2014 et 2019 de 2,1 km/h en moyenne

Tableau 1 : vitesses commerciales en km/h sur les 4 trajets lignes étudiés

	Ligne 5 aller	Ligne 5 retour	Ligne 7 aller	Ligne 7 retour
2014	20,0	19,7	24,2	24,8
2015	19,7	19,6	23,8	24,9
2018	17,6	17,6	22,8	23,8
2019	16,9	17,0	22,7	23,8
Evolution de la vitesse commerciale entre 2014 et 2019				
En valeur absolue	-3,1 km/h	-2,7 km/h	-1,5 km/h	-1,0 km/h
En valeur relative	-15%	-14%	-6%	-4%

Graphique 3 : évolution des vitesses commerciales entre 2014 et 2019



Il apparaît que la baisse de la vitesse commerciale est :

- Générale (c'est-à-dire qu'elle concerne tous les trajets étudiés)² ;
- Tendancielle (et, on le voit bien sur le graphique 1), c'est-à-dire que la vitesse se dégrade entre 2014 et 2015, mais aussi entre 2015 et 2018, ainsi qu'entre 2018 et 2019). Afin de ne pas alourdir la rédaction du rapport, on ne retiendra que les deux années extrêmes.

On retiendra, qu'entre 2014 et 2019, la vitesse a baissé de :

- Sur la ligne 5, à l'aller, de 3,1 km/h ;
- Sur la ligne 5, au retour, de 2,7 km/h ;
- Sur la ligne 7, à l'aller, de 1,5 km/h ;
- Sur la ligne 7, au retour, de 1,0 km/h.

On note que la chute de la vitesse commerciale est beaucoup plus importante sur la ligne 5 que sur la ligne 7.

S'il ne fallait retenir qu'un seul chiffre, on dira qu'en moyenne arithmétique sur ces deux lignes, la vitesse commerciale a baissé de 2,1 km/h soit 9,4 % en seulement 5 ans !

² Alors qu'il s'agit dans tous les cas de « Chronobus ».

2.2.2. Une augmentation du temps de parcours principalement imputable au temps de roulage

Le temps de parcours entre deux terminus se décompose en un temps de roulage et des temps à l'arrêt. Plus précisément, on distingue quatre composantes³ :

- Le temps de roulage ;
- Le temps passé en station portes ouvertes pour laisser monter et descendre les voyageurs, dénommé « échange passagers » ;
- Le temps d'attente en station portes fermées ;
- Le temps d'attente en ligne (par exemple, lorsque le feu de circulation est au rouge).

Il apparaît sur les quatre tableaux suivants qu'entre 2014 et 2019 :

- Sur la ligne 5 à l'aller, le temps de parcours s'est allongé de 2 minutes 55 secondes et que 65% de ces minutes perdues l'ont été pendant le roulage et 31% pendant les échanges passagers ;
- Sur la ligne 5 au retour, le temps de parcours s'est allongé de 2 minutes 31 secondes dont 72% pendant le roulage ;
- Sur la ligne 7 à l'aller, le temps de parcours s'est allongé de 1 minute et 10 secondes dont 73% pendant le roulage ;
- Sur la ligne 7 au retour, le temps de parcours s'est allongé de 48 secondes dont 88% pendant le roulage.

On retiendra donc que sur ces quatre trajets l'essentiel des minutes perdues l'ont été pendant le temps de roulage, disons à hauteur des trois-quarts, en moyenne. Reste à voir au niveau de quelles inter-stations ont lieu ces ralentissements.

Par ailleurs, on recherchera si la minute perdue pendant les échanges passagers sur la ligne 5 à l'aller est à mettre en relation avec une augmentation de la clientèle.

³ Pour plus de détail, voir point 2.1.3.

Tableau 2. Ligne 5 aller, évolution des temps de parcours selon la composante, en minutes et secondes

	Roulage	Echange passagers	Attente en station	Attente en ligne	Total parcours
2014	12:32	03:05	01:12	00:11	17:00
2019	14:26	04:00	01:11	00:18	19:55
Perte entre 2014 et 2019	01:54	00:55	- 00:01	00:07	02:55

Tableau 3. Ligne 5 retour, évolution des temps de parcours selon la composante, en minutes et seconde

	Roulage	Echange passagers	Attente en station	Attente en ligne	Total parcours
2014	11:59	03:37	00:59	00:11	16:46
2019	13:48	04:04	01:12	00:13	19:17
Perte entre 2014 et 2019	01:49	00:27	00:13	00:02	02:31

Tableau 4. Ligne 7 aller, évolution des temps de parcours selon la composante, en minutes et secondes

	Roulage	Echange passagers	Attente en station	Attente en ligne	Total parcours
2014	15:36	01:55	00:34	00:05	18:10
2019	16:27	02:15	00:32	00:06	19:20
Perte entre 2014 et 2019	00:51	00:20	-00:02	00:01	01:10

Tableau 5. Ligne 7 retour, évolution des temps de parcours selon la composante, en minutes et secondes

	Roulage	Echange passagers	Attente en station	Attente en ligne	Total parcours
2014	14:22	02:07	00:26	00:02	16:57
2019	15:04	02:14	00:25	00:02	17:45
Perte entre 2014 et 2019	00:42	00:07	-00,01	00:00	00:48

2.2.3. Une baisse des vitesses commerciales qui concerne aussi bien les heures de pointes que les heures creuses

Le réseau de Nantes définit

- Les heures de pointe du matin comme la période allant de 7h à 9h ;
- Les heures de pointe du soir comme la période allant de 16h à 18h30 ;
- Les heures creuses correspondent aux autres périodes : avant 7h, entre 9h et 16h et après 18h30.

Tableau 6. Ligne 5 aller, évolution des vitesses commerciales en km/h selon la période de la journée

	Heures de pointe du matin	Heures de pointe du soir	Heures creuses	Ensemble de la journée
2014	19,4 km/h	17,4 km/h	20,9 km/h	20,0 km/h
2019	16,3 km/h	15,2 km/h	17,6 km/h	16,9 km/h
Evolution entre 2014 et 2019	-3,1 km/h	-2,2 km/h	-3,3 km/h	-3,1 km/h

Tableau 7. Ligne 5 retour, évolution des vitesses commerciales en km/h selon la période de la journée

	Heures de pointe du matin	Heures de pointe du soir	Heures creuses	Ensemble de la journée
2014	19,0 km/h	17,0 km/h	20,6 km/h	19,7 km/h
2019	16,5 km/h	15,0 km/h	17,8 km/h	17,0 km/h
Evolution entre 2014 et 2019	-2,5 km/h	-2,0 km/h	-2,8 km/h	-2,7 km/h

Tableau 8. Ligne 7 aller, évolution des vitesses commerciales en km/h selon la période de la journée

	Heures de pointe du matin	Heures de pointe du soir	Heures creuses	Ensemble de la journée
2014	25,1 km/h	20,8 km/h	24,9 km/h	24,2 km/h
2019	23,3 km/h	19,2 km/h	23,6 km/h	22,7 km/h
Evolution entre 2014 et 2019	-1,8 km/h	-1,8 km/h	-1,3 km/h	-1,5 km/h

Tableau 9. Ligne 7 retour, évolution des vitesses commerciales en km/h selon la période de la journée

	Heures de pointe du matin	Heures de pointe du soir	Heures creuses	Ensemble de la journée
2014	21,3 km/h	24,5 km/h	25,7 km/h	24,8 km/h
2019	20,3 km/h	21,9 km/h	25,0 km/h	23,8 km/h
Evolution entre 2014 et 2019	-1,0 km/h	-2,6 km/h	-0,7 km/h	-1,0 km/h

Il apparaît que toutes les périodes de la journée sont touchées par la baisse de la vitesse commerciale, aussi bien les heures de pointe que les heures creuses.

Tout au plus peut-on dire que sur la ligne 5, c'est durant les heures creuses que la dégradation est la plus forte alors que sur la ligne 7, c'est plutôt durant la pointe du soir que la dégradation est la plus forte.

2.2.4. Une mise en évidence des interstations les plus touchées par les baisses de vitesses commerciales

En calculant la différence de vitesse entre 2014 et 2019 sur une représentation croisant les heures et les inter-stations, on met en évidence (couleur rouge) les couples heure X tronçon où la dégradation est la plus forte, une donnée très utile au réseau pour savoir où intervenir en priorité.

Les quatre thermographies qui suivent donnent pour chaque interstation et chaque tranche horaire la variation de la vitesse commerciale entre 2014 et 2019.

Lecture des thermographies. Exemple : sous le mot « Haubans » (1^{ère} ligne, 5^{ème} colonne) figure la valeur -2,0. Cela signifie que la vitesse dans l'interstation « Picasso – Haubans » durant la tranche horaire 6 h à 7h a diminué de 2 km/h entre 2014 et 2019. Les thermographies sont comparables entre elles, c'est-à-dire que sur toutes les quatre, la couleur rouge foncé correspond à des baisses de vitesse comprises entre 8,0 km/h et 12,2 km/h.

L'interstation « Vincent Gâche / République » en début de période d'étude est remplacée par deux interstations en 2018, à savoir « Vincent Gâche / Nizan » et « Nizan / République ».

Pour pouvoir comparer la vitesse commerciale de 2019 avec celle de 2014 alors qu'une station intermédiaire, Nizan, avait été créée, nous avons calculé, pour l'année 2019, une vitesse moyenne pondérée portant sur l'ensemble des deux interstations.

Cette vitesse pour 2019 est calculée comme suit : $((V1*L1) + (V2*L2))/(L1+L2)$ où V1 est la vitesse sur la première interstation, L1 la longueur de l'interstation, V2 la vitesse sur la deuxième interstation et L2 la longueur de la deuxième interstation.

Cette manière de procéder conduit à gommer une baisse de la vitesse sur l'interstation, parmi les deux interstations actuelles, où la situation s'est le plus dégradée.

Tableau 10. Ligne 5 aller, mise en évidence des interstations les plus touchées par la dégradation des vitesses commerciales

intervalle de temps	Gare SNCF Sud	Saupin-Crédit Municipal	Picasso	Haubans	Pompidou	Galarne	Conservatoire	Ile de Nantes	Fonderies	Vincent Gâche	République	Gare de l'Etat	Prairie au duc	Quai des Antilles
06:00:00-06:59:59	-	-0,6	-2,9	-2,0	-0,4	-1,3	-0,4	-1,2	-1,0	-4,8	-1,1	-3,5	-3,5	-9,0
07:00:00-07:59:59	-	-3,8	-4,6	-4,3	-0,3	-0,7	-0,9	-2,8	-1,9	-0,2	-2,6	-2,3	-2,4	-9,3
08:00:00-08:59:59	-	-5,8	-5,0	-4,0	-1,9	-1,7	-1,3	-4,0	-2,6	0,9	-4,1	-3,5	-3,3	-6,5
09:00:00-09:59:59	-	-6,7	-4,2	-3,8	-1,6	-1,7	-0,8	-2,4	1,8	-1,8	-3,1	-3,7	-1,7	-4,2
10:00:00-10:59:59	-	-6,6	-3,5	-4,0	-1,6	-2,5	-1,4	-3,9	-0,2	-2,2	-2,6	-6,9	-3,8	-8,5
11:00:00-11:59:59	-	-4,1	-2,6	-2,3	-1,6	-2,9	-1,4	-1,9	-1,5	-0,3	-3,0	-5,6	-3,3	-9,9
12:00:00-12:59:59	-	-5,1	-2,1	-3,9	-2,0	-1,9	0,3	-3,3	-0,1	-0,5	-3,0	-5,8	-4,5	-8,3
13:00:00-13:59:59	-	-4,8	-4,1	-3,2	-1,4	-1,9	-1,3	-2,5	0,6	0,2	-2,2	-5,3	-2,8	-8,0
14:00:00-14:59:59	-	-4,6	-3,7	-3,7	-1,9	-1,7	-2,9	-3,3	-2,2	0,6	-2,6	-7,4	-5,6	-11,0
15:00:00-15:59:59	-	-5,2	-3,2	-3,7	-2,3	-3,0	-2,7	-4,3	-3,8	-3,7	-4,5	-7,2	-4,9	-9,2
16:00:00-16:59:59	-	-6,5	-5,2	-3,7	-2,1	-2,1	-1,4	-4,6	3,6	2,2	-2,1	-6,0	-3,2	-6,0
17:00:00-17:59:59	-	-5,6	-3,8	-2,4	2,6	-1,0	0,3	-3,6	1,4	2,0	-1,5	-5,1	-4,1	-5,3
18:00:00-18:59:59	-	-6,4	-4,0	-3,9	0,8	-2,1	1,2	-2,5	-0,1	1,5	-2,3	-7,1	-4,5	-7,5
19:00:00-19:59:59	-	-8,4	-5,1	-3,4	-1,0	-1,4	-0,7	-2,8	0,9	-1,2	-3,2	-7,5	-5,9	-7,6
20:00:00-20:59:59	-	-10,1	-5,1	-4,4	-0,8	-2,5	-0,5	-2,5	-2,3	-1,6	-2,7	-7,0	-6,5	-8,6
21:00:00-21:59:59	-	-8,5	-7,4	-5,4	-0,7	-4,3	-0,4	-0,2	-1,7	-1,5	-2,7	-5,1	-7,0	-9,3

Il apparaît que sur la ligne 5 à l'aller, la dégradation concerne plus particulièrement l'interstation « Prairie au Duc / Quai des Antilles », avec un maximum de baisse entre 14 h et 15 h.

On note aussi une dégradation en fin de journée sur l'interstation « Gare SNCF / Saupin-Crédit municipal ».

Tableau 11. Ligne 5 retour, mise en évidence des interstations les plus touchées par la dégradation des vitesses commerciales

intervalle de temps		Quai des Antilles	Quai des Antilles	Prairie au duc	Gare de l'Etat	République	Vincent Gâche	Fonderies	Ile de Nantes	Conservatoire	Galarne	Pompidou	Haubans	Picasso	Saupin-Crédit Municipal	Gare SNCF Sud
06:00:00-06:59:59	-	-4,0	-8,3	-5,1	0,4	0,3	-0,4	-1,1	1,1	1,1	-1,2	-2,4	-3,0	-4,2	-1,0	
07:00:00-07:59:59	-	-2,9	-8,3	-5,5	-0,5	2,1	-3,2	-3,2	-2,4	-2,0	-1,3	-2,9	-4,3	-6,3	-2,8	
08:00:00-08:59:59	-	-3,8	-8,2	-5,5	-1,2	3,3	-4,6	-1,0	-1,0	-1,7	-2,0	-3,3	-4,6	-2,8	-2,5	
09:00:00-09:59:59	-	-6,4	-9,8	-5,6	-2,1	1,3	-3,2	-2,5	-1,5	-2,1	-2,3	-3,6	-5,0	-4,0	-1,7	
10:00:00-10:59:59	-	-5,1	-12,1	-5,1	-2,6	-1,4	-2,8	-2,4	-0,5	-2,0	-1,5	-2,9	-5,3	-4,6	-0,3	
11:00:00-11:59:59	-	-3,9	-10,3	-6,3	-3,3	0,3	-2,4	-2,4	-1,9	-0,9	-2,1	-2,2	-5,5	-3,2	-1,0	
12:00:00-12:59:59	-	-4,9	-11,9	-5,1	-2,1	-0,1	-3,5	-2,5	-0,6	-0,6	-0,8	-1,9	-3,9	-2,6	-1,2	
13:00:00-13:59:59	-	-6,6	-9,6	-5,2	-1,5	2,8	-4,1	-2,4	-0,6	-1,4	-1,1	-1,8	-3,8	-3,0	-2,3	
14:00:00-14:59:59	-	-2,3	-9,5	-8,1	-4,3	0,4	-5,3	-2,0	-2,5	-2,6	-2,5	-2,0	-5,4	-3,7	-1,5	
15:00:00-15:59:59	-	-5,4	-9,0	-4,9	-3,5	0,6	-4,0	-2,8	-3,6	-1,9	-1,7	-3,6	-6,3	-5,3	-2,8	
16:00:00-16:59:59	-	-5,8	-8,6	-2,1	-1,1	1,6	-3,7	-2,2	-1,4	-1,7	-2,3	-3,7	-5,1	-3,9	-1,7	
17:00:00-17:59:59	-	-5,0	-6,6	-1,0	-0,5	5,0	-3,9	-1,9	-0,2	-0,5	-0,6	-2,0	-6,5	-2,8	-1,8	
18:00:00-18:59:59	-	-5,1	-8,9	-4,0	-2,4	4,5	-4,3	-3,7	-0,6	-1,1	-0,1	-2,8	-6,5	-4,8	-3,3	
19:00:00-19:59:59	-	-6,3	-8,5	-4,5	-1,5	0,7	-5,0	-1,6	-0,5	-0,5	-2,0	-3,1	-6,1	-4,7	-3,4	
20:00:00-20:59:59	-	-4,7	-7,3	-6,9	-2,9	0,7	-2,5	-1,6	-1,1	-0,3	-0,8	-1,2	-4,1	-1,4	-2,3	
21:00:00-21:59:59	-	-2,3	-5,4	-5,4	-3,1	2,7	-0,8	-1,4	0,3	0,2	-1,1	-1,9	-4,7	-3,7	-0,9	

Il apparaît que sur la ligne 5 au retour, la dégradation concerne plus particulièrement l'interstation « Quai des Antilles / Prairie au Duc » avec maximum de baisse entre 10 h et 13 h.

Tableau 12. Ligne 7 aller, mise en évidence des interstations les plus touchées par la dégradation des vitesses commerciales

intervalle de temps	Souillarderie	Souillarderie	Cousteau	Basse Chênaie	Portail Rouge	Vesprées	Bois des Anses	Coty	Ste-Luce-sur-Loire	La Grille	Planchonnais	Bougrière	Moulin Cassé	Minais	Gicquelière	Parc des Sports	Pont de la Métairie	Point du jour	Centre de Thouaré-sur-Loire
06:00:00-06:59:59	0,5	0,5	-0,6	0,9	0,1	2,0	1,3	1,0	2,0	-0,1	3,5	0,8	-6,0	-1,2	-4,7	-4,0	-0,1	-2,2	
07:00:00-07:59:59	-0,9	-3,4	-2,5	-0,8	-3,2	0,6	-0,6	-2,1	-1,9	-0,2	-2,0	-1,0	-4,3	-5,5	-6,0	-2,8	-1,8	-1,5	
08:00:00-08:59:59	-0,3	-3,4	-3,9	-1,1	-0,5	-0,5	0,4	0,6	-1,0	0,2	1,1	-1,8	-5,8	-4,9	-7,0	-5,6	-2,1	-2,1	
09:00:00-09:59:59	-1,2	-2,9	-4,4	-2,0	-0,6	-0,5	-0,6	-1,2	0,2	-2,1	-2,8	0,9	-1,0	-4,3	-4,8	-2,0	-3,7	-1,3	
10:00:00-10:59:59	-0,1	-2,0	-0,6	-0,4	1,5	-1,9	-0,1	-1,6	-1,9	-2,6	-0,7	0,4	-7,6	-4,6	-4,4	-3,8	-0,7	-1,0	
11:00:00-11:59:59	-0,2	-2,0	-1,3	-1,0	1,0	-0,9	0,8	-0,7	-0,4	-1,7	0,6	-0,4	-3,0	-3,4	-2,4	-1,6	0,0	-2,2	
12:00:00-12:59:59	-0,3	-0,1	-1,0	1,5	-1,2	1,8	0,3	-0,5	-0,1	1,1	2,1	-0,1	-2,7	0,8	-3,7	-1,8	-1,3	-0,5	
13:00:00-13:59:59	0,0	-1,1	-2,1	2,3	2,0	0,3	0,4	1,0	0,1	0,8	1,3	-1,5	-5,3	-5,6	-7,2	-4,5	-1,2	-0,7	
14:00:00-14:59:59	0,7	0,4	-0,1	0,2	-1,0	0,1	0,3	0,3	-0,9	-0,1	0,0	-0,6	-3,1	0,0	0,4	0,8	1,2	-0,4	
15:00:00-15:59:59	-1,1	-2,8	-0,7	1,3	1,0	0,2	0,4	1,0	-0,1	0,3	-1,0	0,2	-1,9	-0,9	-1,3	-2,0	-1,1	-0,5	
16:00:00-16:59:59	-0,9	-2,7	-3,2	-0,1	-0,9	0,5	-2,3	-2,0	-1,8	-0,6	-0,5	0,1	-4,3	-4,6	-5,5	-1,6	-1,4	-2,1	
17:00:00-17:59:59	-0,4	-2,3	-1,1	1,2	1,1	-0,7	-0,8	-1,3	-0,7	-2,1	-2,1	-1,4	-4,3	-8,8	-7,3	-2,2	-1,9	-2,4	
18:00:00-18:59:59	-2,6	-2,7	-1,4	-0,6	-2,2	1,4	-0,3	0,4	-2,0	-0,8	-1,3	-0,9	-0,3	-0,9	-2,4	-1,9	1,2	-1,6	
19:00:00-19:59:59	-2,0	-3,7	-2,3	-0,2	-1,6	-1,0	-0,3	-1,0	-0,6	-1,7	-2,1	1,2	-3,5	-1,0	-2,5	-2,0	-1,8	-2,3	
20:00:00-20:59:59	-2,0	-0,5	-2,4	-2,0	0,2	1,1	0,0	0,5	-0,6	2,1	2,0	-1,7	-5,5	-3,7	-3,5	-1,2	1,9	-1,8	
21:00:00-21:59:59	-0,7	-1,4	-1,6	-0,4	-0,3	-0,3	1,2	-1,9	-3,5	-0,5	-0,8	2,3	0,4	-1,4	-4,5	1,6	-1,9	-2,5	

Pour la ligne 7 à l'aller aucun couple tranche horaire x interstation ne contient des baisses de vitesse commerciale de plus de 10 km/h contrairement à la ligne 5.

Les interstations les plus touchées par la dégradation des vitesses vont de Moulin Cassé à Palais des Sports, voire jusqu'à Pont de Métairie.

Tableau 13. Ligne 7 retour, mise en évidence des interstations les plus touchées par la dégradation des vitesses commerciales

intervalle de temps	Centre de Thouaré-sur-Loire																
	Point du jour	Pont de la Métairie	Parc des Sports	Gicquelière	Minais	Moulin Cassé	Bougrière	Planchonnais	La Grille	Ste-Luce-sur-Loire	Coty	Bois des Anses	Vesprées	Portail Rouge	Basse Chénaie	Cousteau	Souillarderie
06:00:00-06:59:59	1,0	-0,3	-6,9	-3,4	-4,6	0,3	-2,3	-1,2	0,2	-0,6	-0,8	-0,6	1,3	1,7	0,1	-1,2	-0,7
07:00:00-07:59:59	-1,7	-2,3	-8,6	-7,5	-3,6	-0,9	1,8	0,0	-0,8	-0,6	-1,3	-2,1	0,5	-3,7	-1,1	-1,9	-1,6
08:00:00-08:59:59	0,2	-1,4	0,6	2,3	-2,6	0,2	3,7	3,4	0,8	0,5	-1,6	-1,3	0,2	-1,9	1,5	-1,3	-1,0
09:00:00-09:59:59	0,6	0,0	-3,4	-3,5	-5,7	-3,8	-1,3	-0,8	0,1	-1,0	-1,8	-0,9	3,3	-1,4	-0,1	-2,6	-1,3
10:00:00-10:59:59	2,1	-2,3	-5,3	-5,8	-6,6	-6,1	-2,2	-2,9	-2,0	-1,2	-1,4	-1,8	0,4	-0,2	1,4	-1,4	-1,8
11:00:00-11:59:59	-1,0	1,0	-4,2	-7,4	-7,3	-2,5	-1,8	-0,3	-0,9	0,2	-2,4	-1,8	-1,0	-1,9	-1,0	-2,4	-1,0
12:00:00-12:59:59	1,3	-0,7	-5,3	-3,5	-6,6	-8,0	-4,0	0,1	0,8	1,7	-0,4	-0,6	0,4	-0,8	0,1	-0,7	0,1
13:00:00-13:59:59	-0,4	1,0	-4,3	-2,8	-5,5	-7,1	0,9	2,3	0,1	0,0	-0,7	-1,1	-0,4	-1,6	0,7	-1,4	-0,4
14:00:00-14:59:59	-0,3	0,7	-2,6	1,6	-5,5	-1,1	1,9	-0,8	-0,2	0,7	0,2	-0,5	0,0	-1,1	-0,9	-1,1	-0,5
15:00:00-15:59:59	-1,0	-1,5	-6,9	-4,5	-5,8	-1,4	-1,1	-0,3	-0,5	-0,3	-0,4	-2,2	-0,3	-2,7	-0,7	-2,5	-0,7
16:00:00-16:59:59	-0,4	-3,2	-4,7	-3,3	-4,7	-4,7	-2,4	-2,8	-2,9	-3,7	-1,0	-1,7	-1,6	-3,6	-2,1	-3,8	-1,3
17:00:00-17:59:59	-3,0	-2,0	-6,7	-5,0	-4,3	-3,6	0,6	0,2	-1,9	-1,8	-1,2	-4,2	-1,8	-1,5	-0,9	-3,8	-1,6
18:00:00-18:59:59	-2,3	-2,4	-3,1	0,2	-4,0	-4,2	0,2	-1,2	0,4	-0,8	-2,1	-2,4	2,5	-5,7	-0,4	-4,0	-3,2
19:00:00-19:59:59	-0,9	-4,3	-7,5	-5,2	-3,9	-0,5	0,9	0,9	0,8	1,6	-0,9	-1,9	-1,2	-2,6	0,1	0,2	-1,0
20:00:00-20:59:59	1,4	0,5	-5,8	-3,1	-4,7	-10,0	-3,9	-4,0	1,2	0,5	2,5	1,5	2,4	1,3	1,0	-3,7	-2,1
21:00:00-21:59:59	1,4	4,9	-1,8	-0,6	-0,6	0,7	-1,5	7,2	-0,2	1,9	4,2	4,3	3,7	4,9	4,4	0,9	0,7

Pour la ligne 7 au retour, seul un couple tranche horaire x interstation contient des baisses de vitesse commerciale de plus de 10 km/h.

Les interstations les plus touchées par la baisse des vitesses commerciales vont de Pont de Métairie à Minais, voire jusqu'à Moulin Cassé.

2.2.5. Zoom sur les temps de roulage et les temps d'échange sur la ligne 5

La ligne 5 étant la plus touchée par la dégradation des vitesses commerciales, nous allons « remonter dans la hiérarchie des causes » et poursuivre l'analyse des temps de roulage et des temps d'échange passagers.

En faisant la différence des temps de roulage entre 2014 et 2019, il apparaît que la dégradation est particulièrement forte sur les interstations suivantes :

- A l'aller,
 - entre Crédit municipal et Picasso (particulièrement entre 8h et 10h ainsi qu'entre 16 h et 20 h)
 - entre Prairie au Duc et Quai des Antilles (particulièrement entre 10h et 16h)
 - entre Picasso et Haubans et République et Gare de l'Etat

Tableau 14 : Ligne C5 Aller : Evolution du temps de roulage moyen en minutes et secondes

Interstation	Crédit municipal vers Picasso	Prairie au Duc vers Quai des Antilles	République vers Gare de l'Etat	Picasso vers Haubans
Evolution du temps de roulage entre 2014 et 2019⁴	00:12	00:11	00:10	00:10

- Au retour,
 - entre Quai des Antilles et Prairie au Duc (particulièrement entre 8h et 19h, c'est-à-dire presque toute la journée)
 - entre Haubans et Picasso (particulièrement entre 8h et 9h ainsi qu'entre 17 h et 19 h)

⁴ Différence moyenne entre 06h et 22h

- entre Saupin Crédit municipal et Gare Sud ainsi qu'entre Picasso et Saupin Crédit municipal

Tableau 15 : Ligne C5 Retour : Evolution du temps de roulage moyen en minutes et secondes

Interstation	Quai des Antilles vers Prairie au Duc	Haubans vers Picasso	Crédit Municipale vers Gare Sud	Picasso vers Crédit municipal
Evolution du temps de roulage entre 2014 et 2019⁵	00:15	00:13	00:09	00:09

En faisant la différence des temps d'échange passagers entre 2014 et 2019, il apparaît que la dégradation est particulièrement forte aux stations suivantes :

- A l'aller,
 - à la station Vincent Gâche (particulièrement entre 9h et 10h ainsi qu'entre 15 h et 16 h)
 - à la station Picasso
 - à la station Haubans.
 - à la station Quai des Antilles

Tableau 16 : Ligne C5 Aller : Evolution de l'échange passagers moyen en minutes et secondes

Station	Vincent Gâche	Haubans	Picasso	Quai des Antilles
Evolution du temps d'échange passagers entre 2014 et 2019⁶	00:16	00:07	00:06	00:04

On notera au passage que les stations Vincent Gâche, Haubans et Picasso ont connu une forte augmentation du nombre de mouvements

⁵ Différence moyenne entre 06h et 22h

⁶ Différence moyenne entre 06h et 22h

voyageurs (somme des montées et des descentes) entre 2014 et 2019 : pouvant attendre plus de 1.000 mouvements supplémentaires par jour.

- Au retour,
 - à la station Quai des Antilles (particulièrement entre 9h et 10h ainsi qu'entre 16h et 18h)
 - à la station Prairie au Duc
 - à la station Gare de l'Etat
 - à la station Haubans

Tableau 17 : Ligne C5 Retour : Evolution de l'échange passagers moyen en minutes et secondes

Station	Quai des Antilles	Prairie au Duc	Gare de l'Etat	Haubans
Evolution du temps d'échange passagers entre 2014 et 2019⁷	00:10	00:05	00:05	00:04

⁷ Différence moyenne entre 06h et 22h

Conclusion de la deuxième partie

Nous avons pu échanger longuement avec M. Olivier Delerue sur les causes de la baisse des vitesses commerciales des autobus affectés aux lignes 5 et 7. Cet entretien peut se résumer comme suit :

Causes de l'augmentation des temps d'échange passagers

L'augmentation des temps d'échange passagers est à rapprocher de l'augmentation de la fréquentation.

Tableau 18 Evolution du nombre de voyageurs par jour en 5 ans

	2014/2015	2019/2020	Evolution en 5 ans
Ligne C5	12.789	21.643	+ 69 %
Ligne C7	4.925	6.629	+ 35 %

Deux remarques importantes :

1 - les lignes Chronobus ont justement été créées pour attirer de nouveaux clients et l'objectif est donc bien atteint surtout sur la ligne C5 qui dépasse aujourd'hui largement les 20.000 voyageurs par jour, c'est-à-dire plus que certaines lignes de tramway⁸.

2 – l'augmentation des temps d'échange passagers aurait été plus importante si toute une série de mesures n'avaient pas été prises : mise en service des autobus articulés en 2015, aménagement de la stations Vincent Gâche en 2017, etc.

⁸ A Avignon et Aubagne, par exemple.

Quant au ratio V/K c'est-à-dire « nombre de voyageurs / kilométrage parcouru par les autobus », il connaît une augmentation très nette sur la ligne 5.

Tableau 19 Evolution du ratio V/K en 5 ans

	2014/2015	2019/2020
Ligne C5	7,23	10,21
Ligne C7	3,06	3,94

Ceci signifie que le nombre de voyageurs a augmenté plus vite que le nombre de kilomètres commerciaux. La fréquence est restée à un passage toutes les 4 minutes en heure de pointe et toutes les 8 minutes en heure creuse.

Causes de l'augmentation des temps de roulage

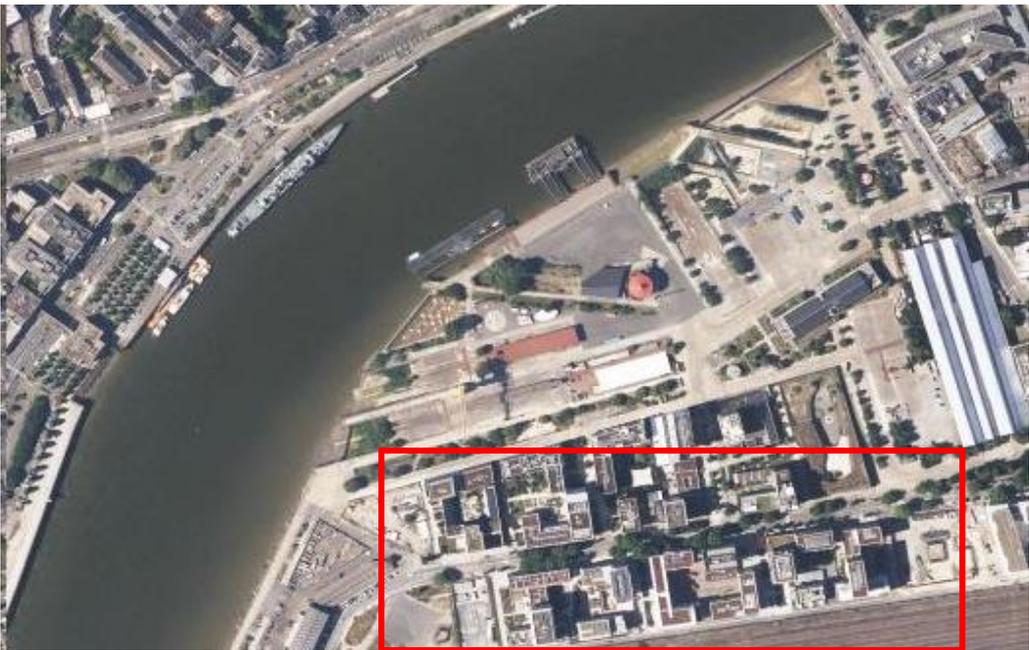
L'augmentation des temps de roulage est à rapprocher de l'évolution de plusieurs facteurs :

- Augmentation de la densité urbaine qui engendre une augmentation des flux de circulation et donc une adaptation de la conduite des conducteurs d'autobus.
- Augmentation des traversées piétons dans les nouveaux quartiers au fur et à mesure que les immeubles se remplissent de part et d'autre de la voirie (voir, page suivante, photo aérienne de la pointe ouest de l'île de Nantes, avant et après l'urbanisation).
- Augmentation de la circulation générale, notamment en sortie d'autoroute ou de rocade, qui conduit à des encombrements sur les voies non réservées et aux carrefours (remontée de files de voitures).
- Augmentation de la circulation des vélos dans les couloirs réservés aux autobus (qui a encore augmenté avec la Covid à partir de 2020, donc après la période étudiée ici).
- Développement des livraisons illicites. Les livraisons avec stationnement dans les couloirs réservés aux autobus se multiplient notamment en raison de l'arrivée de livreurs ubérisés voire clandestins.
- Création d'arrêts supplémentaires qui impacte la dynamique de déplacement des véhicules (par exemple la station Nizan en 2018).

2010 pointe ouest de l'Île-de-Nantes (source : IGN remontons le temps)



2020 pointe ouest de l'Île-de-Nantes (source : IGN remontons le temps)



Conclusion générale

Au niveau national, il a été mis en évidence une baisse tendancielle de la vitesse des autobus dans les grands réseaux (ceux qui desservent plus de 250.000 habitants).

Ce constat général, complété de nos différentes analyses issues de données réelles et d'échanges avec différents exploitants, permettent de proposer une liste des différentes causes possibles de cette baisse de vitesse.

- L'augmentation de la fréquentation qui explique principalement l'augmentation de temps d'échange passagers. En quelque sorte, le transport public est victime de son succès ;
- Et pour ce qui est de l'augmentation des temps de roulage, peuvent être cités :
 - la baisse des vitesses réglementaires (passage de 50 km/h à 30 km/h)
 - la diminution des distances interstations (création de nouveaux arrêts)
 - le développement des livraisons avec stationnement dans les couloirs réservés ;
 - l'augmentation de la circulation générale qui conduit à des encombrements dans les voies non réservées ;
 - l'augmentation de la circulation des vélos dans les couloirs réservés au autobus (phénomène qui a pris de l'ampleur à partir de 2020) ;
 - l'augmentation des traversées piétons en relation avec l'augmentation de la densité urbaine.

Connaissant maintenant bien les principales causes de la baisse des vitesses commerciales nous pouvons conclure par quelques recommandations visant à stopper cette dégradation qui dessert le transport public.

Les recommandations peuvent être classées selon qu'elles concernent plus particulièrement les opérateurs ou bien plus particulièrement les autorités organisatrices, même si ces deux acteurs sont appelés à travailler en étroite collaboration. Nous distinguerons entre ce qui relève de l'exploitation et ce qui relève des aménagements. A l'intérieur de cette dernière catégorie, nous distinguerons entre ce qui relève des véhicules, des stations et enfin de la voirie.

Exploitation

- Mesurer et dimensionner correctement les temps de parcours théoriques
- Autoriser la montée des voyageurs par toutes les portes de l'autobus et pas seulement par la seule porte avant
- Si la montée par la porte avant est maintenue, prévoir le passage de deux personnes de front au niveau de la cabine du conducteur pour que le voyageur qui achète son ticket ou qui demande un renseignement n'empêche pas les autres voyageurs de monter
- Limiter la vente des tickets à bord des autobus, en proposant notamment des abonnements très attractifs, des achats via CB ou smartphone ou en faisant payer un prix supérieur ou en exigeant l'appoint
- Prévoir et bien disposer le nombre de valideurs, surtout en montée par l'avant
- Aménager les bus pour que la montée de poussette se fasse exclusivement par la porte 2 (Signalétique en porte 2, valideur en porte 2 avec retour caméra/signal lumineux sur pupitre conducteur)
- Bien gérer la relève des conducteurs

Aménagement des véhicules

- Mettre en service des véhicules ayant une capacité suffisante
- En mode montée par l'avant (MPA), porter une attention à la largeur des couloirs entre sièges avec passagers afin de faciliter la circulation intérieure
- Mettre en service des véhicules à plusieurs portes et avec des portes larges
- Bien choisir le modèle de portes (favoriser le modèle à portes coulissantes)
- Bien positionner les barres d'appui pour ne pas gêner la circulation des voyageurs à l'intérieur du véhicule
- Essayer de limiter le stationnement intérieur des clients devant les portes (effet goulot étranglement - conception des bus avec l'absence des vitres de retour aux portes).
- Annoncer aux voyageurs de bien se répartir à l'intérieur du véhicule
- Information dynamique embarquée visible par tous les voyageurs pour limiter les mouvements à l'intérieur du véhicule.
- Signalétique pour obliger les voyageurs à replier leur trottinette électrique et leur vélo pliant.

Aménagement et fonctionnement des stations

- Maintenir une bonne distance entre le quai et les distributeurs de billets ainsi que le reste du mobilier pour favoriser les échanges passagers latéraux et longitudinaux.
- Allonger et élargir les quais pour que les voyageurs puissent se répartir tout le long du véhicule (si plusieurs portes accessibles) avec mobilier et informations voyageurs visibles dans les 2 directions.
- Mettre en place des « stations apaisées ». Une station apaisée correspond à un aménagement empêchant, entre autres, les voitures et les autres véhicules de dépasser l'autobus à l'arrêt.
- Verbaliser les véhicules en stationnement ou à l'arrêt devant les stations de transport collectif
- Pôle d'échanges, notamment à proximité des gares : prévoir, bien signaler les zones de dépose et d'attente de courte durée
- Eviter les distances interstations trop courtes

Aménagement de la voirie

- Réserver une voie par sens pour la circulation des autobus, soit latérale, soit axiale.
- A défaut, réserver une seule voie pour les autobus qui circulent en alternance (voir photos page suivantes, en haut)
- Eliminer le maximum de points singuliers interstations sources de ralentissement ou de temps d'immobilisation
- Verbaliser en cas d'occupation des voies réservées, des arrêts, des carrefours
- Mettre en place des priorités/prise en compte aux feux ou des mesures favorisant la progression des bus au niveau des carrefours (prolongement des couloirs bus)
- Prévoir des traversées directes des giratoires (voir photo page suivante, en bas)
- Adopter un partage de l'espace en faveur des vélos et des piétons au détriment des voitures (circulation et stationnement) et non pas au détriment des autobus.
- Faire respecter la réservation des voies pour les autobus eu égard à la tendance qui a vu le passage de la réservation exclusive pour les autobus, au couloir mixte autobus et vélo, puis, dans certains cas, au retour à la voie banalisée.

Autres mesures

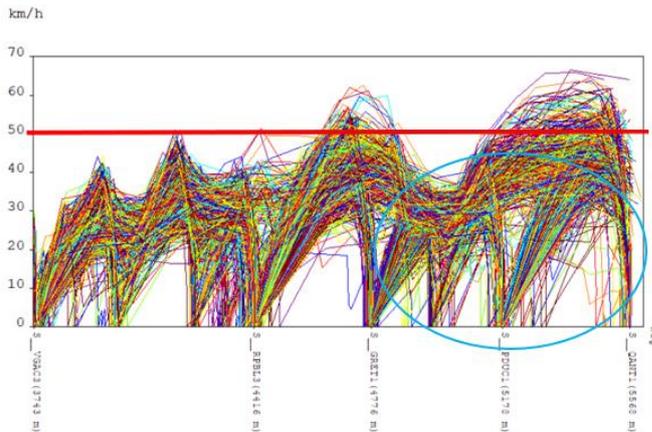
- Etalement des pointes en négociant avec les établissements scolaires et plus généralement avec les pôles générateurs de trafics.
- Problème des livraisons avec livreurs privés type Uber qui utilisent leur véhicule personnel
- Adapter les heures de collectes des ordures ménagères pour éviter les heures de pointe.



Nantes : Couloir axial à double sens
(Source SEMITAN)

Annexe : Diagramme de vitesses réelles (Fin de l'itinéraire aller de la ligne C5)

Situation en 2014



Ces deux représentations illustrent la dynamique de déplacement réelle des véhicules sur la ligne C5 en fin d'itinéraire du sens aller (notamment entre Prairie au Duc et Quai des Antilles).

Deux choses sont observables :

- En 2014, les autobus atteignent des vitesses maximales au-dessus de 50 km. Cette situation n'est plus observée en 2019
- En 2019, les autobus s'arrêtent plus souvent sur la voirie entre ces deux dernières stations. Cela était moins visible en 2014.

Situation en 2019

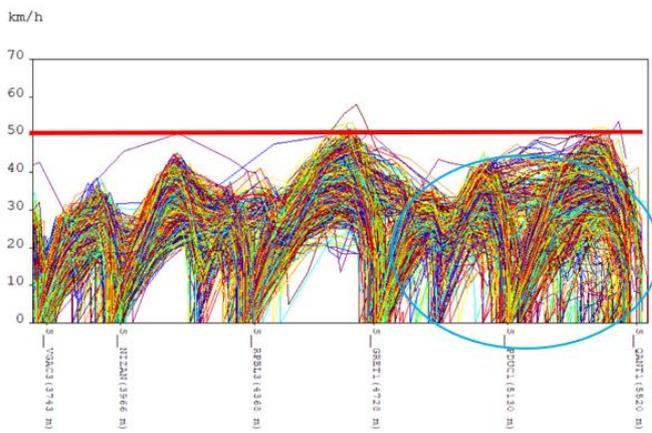


Table des matières

Introduction générale, page 3

PREMIERE PARTIE : ANALYSE GENERALE, page 4

Introduction de la première partie, page 4

1.1. Méthodologie, page 4

1.2. Résultats, page 5

1.3. Commentaires, page 6

Conclusion de la première partie, page 7

DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DETAILLEE, page 8

Introduction de la deuxième partie, page 8

2.1. Méthodologie, page 9

2.1.1. Recherche des cas d'étude, page 9

2.1.2. Récupération des données, page 9

2.1.3. Composantes des temps de parcours, page 10

2.1.4. Echantillons statistiques obtenus, page 11

2.1.6. Présentation des lignes, page 12

2.2. Résultats, page 15

2.2.1. Une baisse de la vitesse commerciale entre 2014 et 2019 de 2,1 km/h en moyenne, page 15

2.2.2 Une augmentation des temps de parcours principalement imputable au temps de roulage, page 17

2.2.3. Une baisse des vitesses commerciales qui concerne aussi bien les heures de pointe que les heures creuses, page 19

2.2.4. Une mise en évidence des interstations les plus touchées par les baisses de vitesses commerciales, page 21

2.2.5 Zoom sur les temps de roulage et les temps d'échange de la ligne 5, page 26

Conclusion de la deuxième partie, page 29

Conclusion générale, page 32

Annexe : exemple de diagramme de la vitesse réelle, page 37

Table des matières, page 38