



HAL
open science

Variabilité des temps de parcours des lignes de bus : de grands enjeux et de nombreuses solutions. Une approche systémique autour de la démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus

Marine Peter

► To cite this version:

Marine Peter. Variabilité des temps de parcours des lignes de bus : de grands enjeux et de nombreuses solutions. Une approche systémique autour de la démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus. Economies et finances. 2014. dumas-01897488

HAL Id: dumas-01897488

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01897488v1>

Submitted on 3 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VARIABILITE DES TEMPS DE PARCOURS DES LIGNES DE BUS : DE GRANDS ENJEUX ET DE NOMBREUSES SOLUTIONS

Une approche systémique autour de
la démarche d'amélioration de
la régularité et de la vitesse
commerciale des lignes de bus

Master 2 TURP

« Transports
Urbains et
Régionaux de
Personnes »

Promotion 22 - 2013 / 2014

UNIVERSITÉ
LUMIÈRE
LYON 2
UNIVERSITÉ DE LYON



Mémoire de stage

Auteur :
Marine PETER

Sous la direction de :
Marie PINAudeau
(Transétude)
Patrick BONNEL (LET)

*« On a deux vies. La deuxième commence le jour où
on réalise qu'on en a juste une. »*

[Confucius]

FICHE BIBLIOGRAPHIQUE

[Intitulé du diplôme] Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes (TURP)		
[Tutelles] <ul style="list-style-type: none"> ▪ Université Lumière Lyon 2 ▪ Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) 		
[Titre] Variabilité des temps de parcours des lignes de bus : de grands enjeux et de nombreuses solutions		
[Sous-titre] Une approche systémique autour de la démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus		
[Auteur] Marine Peter		
[Membres du Jury (nom et affiliation)] Marie Pinaudeau, Transétude Patrick Bonnel, ENTPE – LET (Laboratoire d'Economie des Transports) Louafi Bouzouina, LET		
[Nom et adresse du lieu du stage] TRANSETUDE 20 rue de la Villette, 69328 Lyon Cedex 03		
[Résumé] <p>Dans ce contexte de crise du financement des transports publics et devant l'augmentation continue de la contribution financière des Autorités Organisatrices du Transport (AOT), de plus en plus de renouvellements de contrats de délégation de service public (DSP) stipulent une réduction d'offre. La démarche d'amélioration de régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus se positionne en tant qu'alternative à ce choix, en le sens qu'elle augmente à la fois la productivité et la qualité de service. Le présent rapport se veut sensibiliser au sujet plutôt que traiter d'aspects purement techniques, pour lesquels une large documentation existe déjà. Il s'attache ainsi à exposer les nombreux intérêts et les enjeux, à expliquer la démarche et à donner des pistes de solutions.</p>		
[Mots clés] Temps de parcours ; régularité ; vitesse commerciale ; bus ; voirie ; performance ; productivité ; attractivité ; transport public	Diffusion : - papier : [oui /non]* - électronique : [oui /non]* (* : Rayer la mention inutile)	
[Date de publication] Septembre 2017	[Nombre de pages] 74	[Bibliographie (nombre)] 24

PUBLICATION DATA FORM

[Entitled of Diploma] Master's Degree in Urban and Regional Passenger Transport		
[Supervision by authorities] <ul style="list-style-type: none"> ▪ Université Lumière Lyon 2 ▪ Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) 		
[Title] Variability of bus travel times : big stakes and numerous solutions		
[Subtitle] A systemic approach of the stakes and solutions relating to bus regularity and commercial speed improvement		
[Author] Marine Peter		
[Members of the Jury (name and affiliation)] Marie Pinaudeau, Transétude Patrick Bonnel, ENTPE – LET Louafi Bouzouina, LET		
[Place of training] TRANSETUDE 20 rue de la Villette, 69328 Lyon Cedex 03 (France)		
[Summary] <p>In the context of the present public transportation funding crisis, together with the continual increase of financial contribution from the Public Transport Authorities (PTA), more and more contract renewals (between PTA and private operators) ask for a supply reduction. The improvement of regularity and commercial speed of bus lines, which increases both service productivity and quality, is an alternative choice. This report intends to raise awareness of this subject rather than presenting the technical issues for which an extensive documentation already exists. Thus, the goal is to reveal the numerous challenges and point of interests around bus regularity and speed improvement, as well as to clarify the process which results in providing possible solutions.</p>		
[Key Words] Travel time; regularity; commercial speed; bus ; public road network ; operation ; performance ; productivity; attractiveness; public transport		Distribution statement : - Paper : [yes / no]* - Electronic : [yes / no]* (* Scratch the useless mention)
[Publication date] September 2017	[Nb of pages] 74	[Bibliography] 24

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été rendue possible grâce à la contribution de nombreuses personnes à qui je voudrais témoigner ici toute ma reconnaissance. Mes profonds remerciements s'adressent en particulier à :

- Pierre Tavernier, directeur de Transétude, pour m'avoir donné la chance d'effectuer ce stage ici, ainsi que l'opportunité de travailler sur des études diverses et variées tout au long de ces cinq mois ;
- Marie Pinaudeau, chef de projets et responsable de stage, tant pour ses précieux conseils que son sens de la pédagogie ainsi que le temps consacré à mon encadrement et à la relecture de ce mémoire ;
- chacune des personnes qui ont accepté de répondre à mes questions, par téléphone ou en me rencontrant, et en particulier à ceux qui m'ont généreusement consacré plusieurs heures de leur temps : Philippe Loc'h, Alain Dekokère, Philippe Debyser, Alberto Gonzalez Pizarro, François Rambaud, Dominique Bertrand, Aurélien Patry et Philippe Raccurt ;
- toute l'équipe de Transétude (y compris ceux qui sont déjà partis, Paola Paulin et Jonathan Morel), et plus largement tous les employés du plateau, pour leur accueil et leur soutien ;
- Patrick Bonnel et Bruno Faivre D'Arcier, responsables du Master TURP, pour m'avoir donné la chance d'intégrer cette formation très enrichissante à tous points de vue ;
- et enfin à cette chère promotion 22 qui aura rendu cette année inoubliable...

PREAMBULE

Ce mémoire conclut un stage de 5 mois (d'avril à août 2014) au sein du bureau d'études Transétude, filiale de Keolis, dans les locaux de l'immeuble Le Bonnel au 20 rue de la Villette, 69003 Lyon. Ce stage s'inscrit dans le cadre du cursus du Master 2 TURP (Transports Urbains & Régionaux de Personnes) cohabilité par l'ENTPE et l'Université de Lyon 2.

Les domaines de compétence de Transétude s'articulent autour de 7 axes :

- Schémas de déplacement, PDU, planification des transports
- Création d'offre, optimisation de l'offre transport
- TCSP, priorité des bus
- Pôles d'échanges, gares routières
- Accessibilité PMR
- Etudes tarifaires
- Etudes de marché et enquêtes

Au cours de ce stage, il m'a été donné la chance de pouvoir participer à de nombreuses études et de développer ainsi bon nombre de nouvelles compétences, qui ne feront toutefois pas l'objet de ce présent rapport. Celui-ci se concentrera en effet sur ma mission principale qui a porté sur le thème de l'amélioration de la vitesse commerciale des lignes de bus. Le mémoire constitue un outil d'approfondissement et de prise de recul sur l'ensemble des thématiques traitées dans cette étude. Il ne fera donc pas nécessairement état du travail réalisé mais présentera plutôt la synthèse d'une réflexion basée sur de la recherche bibliographique ainsi que des entretiens¹ menés auprès d'une dizaine de professionnels du secteur, de métiers et même de cultures professionnelles très variées.

¹ Le guide d'entretien est présenté en annexe (page 55) et la liste des personnes interrogées dans la bibliographie (page 54)

Master 2 TURP

**« Transports
Urbains et
Régionaux de
Personnes »**

Promotion 22 - 2013 / 2014

**VARIABILITE DES
TEMPS DE PARCOURS
DES LIGNES DE BUS :
DE GRANDS ENJEUX ET DE
NOMBREUSES SOLUTIONS**

**Une approche systémique autour de
la démarche d'amélioration de
la régularité et de la vitesse
commerciale des lignes de bus**

Mémoire de stage

**Auteur :
Marine PETER**

**Sous la direction de :
Marie PINAudeau
(Transétude)
Patrick BONNEL (LET)**

Septembre 2014

SOMMAIRE

Introduction	1
PARTIE 1 – De la nécessité d’amélioration de la rapidité et de la régularité des lignes de bus	3
1.1. La place du bus dans le service public de transport.....	3
1.2. Pour un système de transport collectif plus pertinent, plus efficient et plus durable	7
1.3. Des retours sur investissement permettant la mise en œuvre d’un cercle vertueux.....	12
PARTIE 2 – Démarche d’amélioration des temps de parcours des lignes de bus : objectifs et méthode	14
2.1. Une minimisation des temps perdus pour des gains à la fois de rapidité et de régularité... ..	14
2.2. Deux approches complémentaires pour une identification des marges de progrès	17
2.3. Une démarche, trois angles d’attaque potentiels.....	22
2.4. Méthodologie d’étude d’amélioration des temps de parcours d’une ligne	22
PARTIE 3 – Une palette de solutions complémentaires	29
3.1. Un jeu d’acteurs complexe : temporalité de mise en œuvre des solutions.....	29
3.2. A court terme : une redéfinition éventuelle de la ligne et de sa place dans le réseau.....	32
3.3. A moyen terme : une infrastructure à optimiser	35
3.4. A long terme : une réflexion sur le parc bus	45
3.5. Vers une éventuelle adaptation de la demande ?	47
3.6. Synthèse	47
Principaux éléments à retenir	49
Conclusion	52

INTRODUCTION

Tout le monde s'accorde aujourd'hui à dire que le modèle économique du transport public n'est plus viable. En témoigne notamment la publication en 2013, conjointement par l'UTP et le GART, d'un document de recommandations générales nommé « Report modal et équilibre économique : deux enjeux pour l'avenir du transport urbain ».

Le Versement Transport² (VT), source de financement « innovante » – car exclusivité mondiale de la France –, a pendant longtemps donné l'illusion aux collectivités locales d'un modèle de financement pérenne. S'il a à ses débuts largement contribué à la massification des investissements en matière de transport public, le VT est aujourd'hui de plus en plus réquisitionné pour faire face à la dérive des charges de fonctionnement des réseaux urbains (Favre D'Arcier, 2010). Celui-ci n'est toutefois pas extensible et la plupart des AOT ont déjà fixé le seuil maximal, sans plus aucune marge de manœuvre donc. De plus, étant lié à la conjoncture économique³, il est plus probable d'envisager sa stagnation voire sa baisse. Parallèlement, les recettes commerciales augmentent peu et la croissance continue des coûts d'exploitation (environ +2% par an⁴ en euros constants), associée à des efforts d'investissement conséquents, conduit à une augmentation annuelle du déficit telle (+4% par an³), qu'elle en devient préoccupante. Ce sont les collectivités locales qui ont dû et doivent encore majoritairement contribuer à compenser ce déficit.

Devant un tel constat, il est de plus en plus courant d'observer des attentes en baisse, en termes d'offre en particulier, dans le renouvellement des contrats de délégation de service public (DSP). Si l'on veut parvenir aux objectifs de report modal sur lesquels la France s'est engagée, il est pourtant essentiel de continuer à améliorer l'attractivité du transport public. C'est ainsi en tant qu'alternative à la réduction d'offre que se positionne la démarche d'amélioration de la vitesse commerciale et de la régularité des lignes de bus, en œuvrant tout à la fois pour l'optimisation de la productivité de l'offre et de sa qualité de service. La vitesse commerciale d'une ligne, ratio de sa longueur sur son temps de parcours, est en effet à la fois un des éléments dimensionnant les moyens affectés à la production de l'offre, d'où un critère essentiel de productivité, ainsi qu'un des déterminants au choix modal. Le document de recommandations générales édité par l'UTP et le GART cite d'ailleurs la vitesse commerciale comme « Levier 1 » parmi les sept leviers d'action identifiés :

² Depuis 1971 en Île de France et 1983 en province

³ Le VT est prélevé à tout employeur public et privé de plus de 9 salariés dont l'établissement est situé dans un périmètre de transport urbain (PTU). Il est recouvré par l'Urssaf au titre des cotisations sociales, et dépend donc de la masse salariale.

⁴ Sur la période 1995-2005 (source : Favre D'Arcier, 2010)

« Alors que les coûts au kilomètre augmentent de manière continue, la politique de voirie des collectivités doit favoriser la vitesse commerciale des bus. Elle optimisera ainsi les coûts d'exploitation. L'ampleur de cette politique est un levier majeur de la crédibilité de l'offre et renforce l'effet positif sur l'équilibre économique du transport urbain par une hausse de la fréquentation. »

GART / UTP⁵ (2013)

L'augmentation de la vitesse commerciale comprend de plus une notion de fiabilisation de ce gain, au sens qu'il est nécessaire d'améliorer la régularité des temps de parcours ainsi réduits. Une dégradation générale des temps de parcours est d'ailleurs souvent moins pénalisante qu'une détérioration de leur régularité, cette dernière étant à la fois garante d'une fréquence élevée, d'une capacité optimisée, d'information-voyageurs en temps réel fiable, etc. Si ces concepts sont applicables à tous les modes de transport collectif, ils se limiteront ici au mode bus (lignes classiques et non BHNS) qui constitue le mode où la marge de progression est à la fois la plus grande et la plus urgente.

Le présent rapport se veut sensibiliser au sujet plutôt que traiter d'aspects purement techniques, pour lesquels une large documentation⁶ existe déjà. Il s'attache donc à exposer tous les intérêts, à expliquer la démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus et à donner des pistes de solutions. Il convient de préciser que toute situation étant unique – autant en matière de contraintes physiques, sociales que politiques notamment –, elle peut donc aboutir à des propositions complètement différentes, que ce soit par leurs natures, leurs coûts et/ou leurs gains de temps. Donner l'illusion de pouvoir appliquer un même type de réponse à une situation donnée constitue donc en soit un danger plus qu'une aide et c'est pourquoi rares seront les solutions qui seront ici chiffrées, que ce soit en termes de coût d'investissement, d'économies d'exploitation ou de gain de temps. De plus, le jeu d'acteurs pris en compte dans ce rapport correspond au cas usuel où le réseau de transport est géré par un opérateur privé externe, lié à l'AOT par un contrat de délégation de service public (DSP).

Le document s'articule en 3 parties, dont la première met en relief les nombreux enjeux relatifs à chacune des principales parties prenantes au service public de transport (usagers, exploitant et AOT/collectivité) ainsi que l'étendue des bénéfices qui pourraient être tirés d'une généralisation de cette démarche. Dans un second temps, une approche systémique du sujet sera développée afin de mieux définir l'ensemble des composantes ainsi que l'environnement du système que constitue la ligne de bus, dans l'objectif de proposer une méthodologie d'identification des dysfonctionnements. Pour finir, sera abordée la multitude de solutions envisageables, en prenant garde d'évaluer non seulement leurs avantages/inconvénients mais aussi leur acceptabilité sociale.

⁵ Source : « Report modal et équilibre économique : deux enjeux pour l'avenir du transport urbain », document de recommandations générales publié en novembre 2013 par le GART et l'UTP

⁶ Voir notamment la bibliographie en annexe

PARTIE 1 – DE LA NECESSITE D’AMELIORATION DE LA RAPIDITE ET DE LA REGULARITE DES LIGNES DE BUS

Les projets d’amélioration de la vitesse commerciale des lignes de bus tendent à se multiplier ces dernières années, aussi bien en France qu’à l’étranger. Ce gain de popularité s’explique par la prise de conscience des nombreux enjeux autour de cette thématique. Nous détaillerons dans cette partie ceux associés aux 3 principales parties prenantes, à savoir l’usager, l’exploitant et l’AOT (Autorité Organisatrice des Transports). Mais il convient dans un premier temps de rappeler le rôle du bus au sein du service public de transport, ainsi que son historique afin de mieux saisir la situation actuelle.

1.1. LA PLACE DU BUS DANS LE SERVICE PUBLIC DE TRANSPORT

1.1.1. RAPPEL HISTORIQUE SUR LES TRANSPORTS COLLECTIFS URBAINS EN FRANCE

Depuis les carrosses publics⁷ de Blaise Pascal en 1662, le transport collectif urbain a bien évolué. Il connaît un réel essor à partir du 19^e siècle, grâce à plusieurs révolutions technologiques qui conduisent peu à peu les voitures hippomobiles – souvent appelées « omnibus » – à laisser place à des tramways électriques, voire des métropolitains, et des autobus à traction thermique. Les premiers métros et autobus apparaissent à Paris respectivement en 1900 et 1905. Leur succès immédiat conduit au remplacement progressif de tous les omnibus hippomobiles de la capitale, dont le dernier disparaît à l’aube de la Première Guerre Mondiale.

La forte évolution des transports collectifs enregistrée pendant quarante ans est stoppée du jour au lendemain par la guerre. Tous les autobus de Paris sont par ailleurs réquisitionnés par l’armée et la mobilisation générale prive les réseaux de transport de la main d’œuvre nécessaire à son fonctionnement. La majorité des exploitations se désorganisent. Au sortir de la guerre, le matériel roulant et les infrastructures sont fortement dégradés, parfois inutilisables. A la fin des années 20, les finances des réseaux de transports se sont toutefois plus ou moins assainies.

La deuxième vague de révolutions technologiques a lieu dans les années 30, avec notamment l’avènement de l’aviation civile et de l’automobile. L’essor de cette dernière commence d’ailleurs à provoquer des encombrements dans les centres villes – mal adaptés compte tenu de leurs voiries étroites – qui pénalisent fortement les transports collectifs. Alors que le tramway est décrié voire accusé de paralyser la circulation des voitures, l’autobus, qui a bénéficié des progrès de l’automobile, est considéré comme le transport collectif de l’avenir, en attendant que tout le monde puisse posséder sa propre voiture. La Seconde Guerre Mondiale conduit toutefois une nouvelle fois à la réquisition militaire des autobus et on observe alors un léger regain de popularité du tramway, qui se voit épaulé par le trolleybus.

⁷ Les « carrosses à 5 sols » de Blaise Pascal semblent être les prémisses du transport collectif urbain

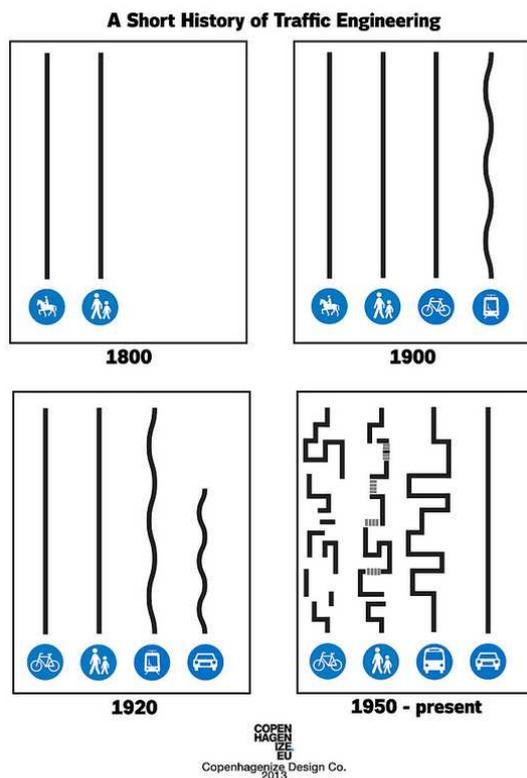


Figure 1 – Bref historique de l’ingénierie de la circulation

Au moment de l’armistice, la situation des réseaux est très préoccupante et l’effort financier est en premier lieu concentré pour la remise en ordre les lignes à forts trafics de tramway et de trolleybus. Les constructeurs automobiles proposent alors des autobus à bas coût, toutefois bruyants et inconfortables, qui participeront au déclin de l’image des bus et du transport public en général. La circulation automobile reprend rapidement et le phénomène de congestion devient problématique à partir du début des années 50, entraînant une chute interminable de la vitesse commerciale des autobus et une baisse de leur fréquentation essentiellement au profit de la voiture. Pendant les 10 années suivantes, les politiques publiques ayant fait le choix du « tout voiture », ce sont plus d’une vingtaine de réseaux de tramways qui sont démantelés. A la fin de la décennie, le développement fulgurant de l’automobile reine et l’absence de planification des réseaux de transport en commun conduit à la fois à une discréditation du transport public et à une paralysie de la circulation générale.

Dès 1955, la nécessité de séparer transport public et privé en créant des voies réservées est proclamée par l’Union des Transports Publics (UTPUR). Si le principe est mis en œuvre dans certains pays d’Europe (Allemagne, Pays-Bas, Belgique), il mettra presque 10 ans avant d’être appliqué en France, d’abord à Paris puis en province. L’UTPUR participe par ailleurs à la redéfinition des caractéristiques standard d’un autobus afin de mieux l’adapter aux spécificités urbaines et à la production en série. En parallèle, le trolleybus, dont les lignes aériennes sont un frein à l’évolution incessante de la voirie, disparaît progressivement. A la fin des années 70, quasiment tous les réseaux de transport public sont exploités par autobus. L’avènement de la voiture a par ailleurs profondément métamorphosé le rapport des citoyens à la mobilité, en leur offrant notamment la possibilité de s’affranchir des distances pour aller s’installer toujours plus loin dans la périphérie des villes.

En 1973, le premier choc pétrolier permet d’initier la prise de conscience de la dangereuse dépendance à l’automobile. Les politiques de transport réinvestissent massivement dans le transport public, aidé par l’instauration d’une taxe spécifiquement dédiée au transport public, le versement transport⁸ (VT). Les réseaux connaissent ainsi un regain de fréquentation, à l’image du succès de la « Carte Orange⁹ » par exemple. Dix ans plus tard, les premiers autobus articulés voient le jour afin de mieux répondre aux besoins des lignes à forts trafics mais ils montrent vite leurs limites. Près de 80 ans après Paris, Lyon et Marseille commencent à leurs tours la construction d’un réseau de métro.

⁸ Le versement transport est payé par les employeurs publics et privés de plus de 9 salariés localisés à l’intérieur d’un PTU, prélevé en fonction de la masse salariale et destiné exclusivement au transport public

⁹ La « Carte Orange », mise en service en 1975, était le support physique de l’abonnement mensuel de libre circulation sur le réseau parisien

La Loi d’Orientation sur les Transports Intérieurs (LOTI) en 1982 marque un tournant dans l’organisation du transport public, en déléguant notamment la gouvernance des réseaux de transport de province à l’échelle locale. Trois ans plus tard, le réseau nantais compte sa première ligne de tramway moderne, plus tard qualifié de « tramway à la française ». Non seulement le mode de transport est métamorphosé, mais la requalification urbaine qui a accompagné son itinéraire est impressionnante. Il participe ainsi à la reconquête de l’image du transport collectif et remet au goût du jour la notion de partage de la voirie entre automobiles et transports collectifs, et ce sans oublier non plus cyclistes et piétons. Petit à petit, on assiste au renouveau du tramway en France, avec une multiplication rapide du nombre de villes choisissant ce mode de transport pour le développement de leur réseau.

Parallèlement, plusieurs autres textes viennent compléter la LOTI : la loi LAURE en 1996, la loi SRU en 2000, la Loi Handicap en 2005, les Grenelle, etc. Les appels à projets issus du Grenelle de l’environnement mettent notamment à l’honneur la mobilité durable en promettant des subventions aux projets de transports en commun en site propre (TCSP). Les politiques volontaristes qu’ils ont incités ont contribué à l’amélioration de la performance et de l’attractivité des transports collectifs de nombreuses villes. Ces grands projets ont ainsi permis de constituer la « colonne vertébrale » des réseaux, autour desquels il faut maintenant développer à moindre frais des réseaux de bus cohérents et performants.

Face à la crise du financement du transport public, la vitesse commerciale – en tant qu’une des composantes essentielles de la performance et de la productivité d’un réseau – devient maintenant plus que jamais d’actualité. En témoigne notamment le document de recommandations générales pour le transport urbain réalisé conjointement par l’UTP et le GART en 2013, dans lequel le premier des 7 leviers d’action identifiés concernant l’infrastructure est l’amélioration de la vitesse commerciale :

« Alors que les coûts au kilomètre augmentent de manière continue, la politique de voirie des collectivités doit favoriser la vitesse commerciale des bus. Elle optimisera ainsi les coûts d’exploitation. L’ampleur de cette politique est un levier majeur de la crédibilité de l’offre et renforce l’effet positif sur l’équilibre économique du transport urbain par une hausse de la fréquentation. »

GART / UTP, 2013 ¹⁰

L’intérêt économique est loin d’être le seul à plaider en faveur de la mise en œuvre de cette démarche à grande échelle. L’amélioration de la vitesse commerciale des lignes de bus contribue en effet à la cohérence globale de l’offre de transport public, en faisant figure de compromis entre performance technique et desserte fine des territoires.

¹⁰ « Report modal et équilibre économique : deux enjeux pour l’avenir du transport urbain » édité en novembre 2013

1.1.2. VERS UN COMPROMIS ENTRE COUVERTURE SPATIALE ET COMPETITIVITE FACE A LA VOITURE

A l'heure d'aujourd'hui, les objectifs ambitieux de report modal établis par les accords du Grenelle de l'Environnement invitent à une amélioration nette de l'offre de transport public. Or la démocratisation de l'automobile et le développement fulgurant du réseau routier qui l'a accompagné ont grandement élevé le niveau d'attente de la population en matière de temps de déplacement. La reconquête d'habitudes de mobilité plus durables présuppose donc deux démarches à mener de concert : d'une part une nécessaire pénalisation de l'usage de la voiture dans les centres-villes et d'autre part une amélioration drastique de la qualité de l'offre des transports en commun, en augmentant notamment leur vitesse et leur régularité.

Cependant, dans un contexte budgétaire limité, l'élévation des performances du transport public implique nécessairement un choix et une priorisation des investissements à mener. La notion d'équité, inhérente à tout service public, se voudrait pourtant gage d'une desserte fine des territoires, au plus près de tous les habitants. On voit ainsi se dessiner ici le paradoxe des réseaux de transport collectif dont le challenge est aujourd'hui d'offrir un système répondant à la fois aux enjeux de compétitivité face à la voiture et d'équité de couverture spatiale.

S'il fallait schématiser, le réseau de TCSP (BHNS, tramway, VAL et *a fortiori* métro) participe nettement à la première mission – toutefois le long de quelques axes seulement – tandis que le réseau de bus s'attache plutôt à satisfaire au mieux la deuxième. L'amélioration de la vitesse commerciale des lignes de bus se situe ainsi parfaitement dans une démarche de recherche de compromis. On observe par ailleurs que la cohérence et la complémentarité des réseaux de bus aux lignes de TCSP permettent d'augmenter sensiblement les effets bénéfiques de ces derniers, comme en témoigne cette citation tirée d'un ouvrage publié par le Cerema (ex-CERTU) :

« Les TCSP font partie d'un réseau global qui les accompagne. [...] Les effets les plus positifs en termes de mobilité TC sont observés là où l'offre de bus classique en parallèle est performante (Nantes, Strasbourg, Rennes) »

CERTU, 2009 ¹¹

Le « syndrome du réseau à 2 vitesses » est en effet courant dans les réseaux urbains, où la mise en service de TCSP ne s'est souvent pas accompagnée d'une revalorisation du mode bus (au sens classique et non BHNS). La hiérarchisation des réseaux de bus, incluant notamment une amélioration nette de la vitesse commerciale des lignes structurantes, se situe ainsi tout à fait dans cette tendance d'un réseau favorisant l'intermodalité et démultipliant ainsi les potentialités offertes par chacun des modes de transport collectif, pour un réseau à la fois plus pertinent, plus efficient et plus durable.

¹¹ Extrait tiré de la fiche « Le Point sur... Tramway et BHNS en France : domaines de pertinence en zone urbaine » (CERTU, 2009)

1.2. POUR UN SYSTEME DE TRANSPORT COLLECTIF PLUS PERTINENT, PLUS EFFICIENT ET PLUS DURABLE

Les enjeux autour de l'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale sont nombreux et variés. Il en existe pour ainsi dire autant que de parties prenantes au service de transport public, autant dire beaucoup. Nous nous attarderons sur ceux des principales à savoir l'utilisateur, l'exploitant, l'AOT et la collectivité. Pour ce faire, il est nécessaire de définir les besoins et attentes de chacun d'entre eux.

1.2.1. DES USAGERS ATTENTIFS A LA RAPIDITE ET LA REGULARITE D'UN MODE DE TRANSPORT

Il est souvent fait état de la compétition entre la voiture particulière (VP) et le transport collectif (TC) et de la nécessité d'améliorer l'attractivité du transport public. Plus que de qualités intrinsèques, c'est effectivement d'une comparaison dont il est question lorsqu'on fait état du choix modal. Il convient tout d'abord de définir les éléments de comparaison/différenciation à partir desquels les individus effectuent leur choix. Or il faut avant tout rappeler que le mode de transport ne reste qu'un moyen de déplacement (hormis dans de rares cas tels que les « balades-plaisir »), dont l'unique motif d'utilisation est l'activité envisagée sur le lieu destination. Les besoins de mobilité sont ainsi très pragmatiques et pourraient se définir comme un besoin de se déplacer jusqu'à la destination désirée:

- ... quelle qu'elle soit
- ... à n'importe quel moment
- ... le plus rapidement possible
- ... en une durée fixe (non dépendante de l'heure ou du jour), ou *a minima* prévisible
- ... à moindre frais
- ... sans que cela ne soit trop pénible (ni physiquement, ni psychologiquement)
- ... en sécurité
- ... de manière « valorisante » en regard à son mode de vie

A défaut d'existence d'une offre de transport parfaite, le choix du mode est orienté par une hiérarchisation de ces critères pour chaque déplacement, de manière plus ou moins consciente, et potentiellement très variable selon le type de déplacement (régulier/occasionnel, de courte/longue distance, dans des zones urbaines/périurbaines/rurales, professionnel/personnel, etc.) et/ou les caractéristiques de l'individu à l'instant t (ses capacités physiques, financières et cognitives, son mode de vie, etc.)

Le principal atout de la voiture est sa souplesse d'usage d'où le sentiment de « liberté » qu'elle procure. Elle induit généralement – c'est en train de changer – la notion de possession et donc d'utilisation au seul bon vouloir de son propriétaire. A l'inverse, les transports en commun impliquent par définition une notion de partage d'où le fait de se contraindre à des règles d'utilisation. L'horaire de passage en particulier fait ainsi office de « promesse » à l'utilisateur, pour lequel il a adapté ses besoins, et attend ainsi en retour le respect de cet engagement.

S'il n'est pas le seul critère de choix, la durée – soit le temps de parcours porte-à-porte – est tout de même généralement un des plus importants aux yeux des usagers, et sa prévisibilité est justement un atout majeur des transports en commun (ceux en site propre). Car l'horaire de passage et la durée

du voyage sont extrêmement difficiles à prédire – et donc les engagements compliqués à respecter – pour le mode bus qui, au contraire des TCSP bénéficiant d'aménagements spécifiques, est contraint de partager la même infrastructure que la voiture. L'amélioration de la vitesse et de la régularité des lignes de bus est en ce sens une démarche essentielle à la crédibilité de ce mode.

Si les usagers sont fortement impactés par les horaires et temps de parcours, les conducteurs restent les premiers concernés par ce sujet qui conditionnent directement leurs conditions de travail. Et si à première vue, recherche de productivité et apaisement du climat social interne à l'entreprise peuvent paraître relativement incompatibles, il n'en est pourtant rien si certaines conditions sont remplies.

1.2.2. PRODUCTIVITE ET APAISEMENT DU CLIMAT SOCIAL A LA CLEFS POUR L'EXPLOITANT

En tant que responsable de la mise en œuvre de la qualité de service voulue, l'opérateur de transport est tenu garantir le respect des engagements pris auprès des client-voyageurs, en particulier ceux concernant la ponctualité des passages vis-à-vis des horaires annoncés. Les conducteurs, seuls maîtres à bord des véhicules, sont les garants de la réalisation de ce service. Or le cumul des aléas entraîne une forte augmentation du retard qui peut amener les conducteurs à adopter une conduite « nerveuse » - augmentant à la fois l'insécurité et l'inconfort des voyageurs – et/ou écourter voire supprimer leur pause au terminus (prises sur les temps de battement*). Toutes les mesures visant à favoriser la régularité des temps de parcours sont ainsi de nature à limiter sensiblement le stress des conducteurs et donc améliorer de manière générale le climat social au sein de l'entreprise.

L'unité de régulation verra de même son travail quelque peu simplifié. Elle a en effet pour rôle d'adapter le programme de production aux conditions réelles d'exploitation, qui se veulent comprendre moins d'aléas. Ce programme, élaboré par l'unité méthodes, doit tenir compte des forts enjeux économiques pesant sur le dimensionnement des moyens affectés. En effet, le nombre de véhicules – d'où celui de conducteurs – nécessaires est le ratio de deux facteurs : le temps de rotation* et l'intervalle de passage (communément appelé fréquence)*. Le besoin en véhicules nécessitant un arrondi des résultats, on observe d'importants effets de seuil. Par exemple, un simple écart de quelques minutes sur le temps de rotation (dont l'ordre de grandeur est plutôt de l'heure) ou sur la définition de la fréquence peut induire la nécessité d'un bus de plus ou de moins. L'optimum en termes de productivité voudrait ainsi que la fréquence soit idéalement un sous multiple du temps de rotation et, en supposant que les moyens graphiqués soient déjà optimisés, il faudrait un gain de temps équivalent à un intervalle* sur le temps de rotation pour réduire le parc nécessaire. Dans les faits, des arbitrages sont souvent à réaliser entre qualité et efficience désirées.

Or ces arbitrages incluent notamment la redéfinition des temps de battement, généralement définis tels qu'égaux à une à deux fois l'écart type des temps de parcours. Une amélioration de la régularité paraît donc logiquement permettre une diminution de ces temps improductifs. Cependant, la théorie se heurte dans la pratique au mécontentement – potentiellement virulent – des syndicats. Cette intention doit donc être clairement justifiable (amélioration significative des temps de parcours) et doit s'accompagner d'une large communication auprès du personnel de conduite des lignes concernées. De plus, l'information est d'autant mieux acceptée si le processus d'amélioration des temps de parcours a déjà impliqué les conducteurs. Ceux-ci étant les premiers à même d'identifier

les dysfonctionnements de « leur » ligne et de les détecter au plus tôt, leur implication dans la démarche s'avère particulièrement bénéfique à l'efficacité et la réactivité des mesures à prendre. En résumé, le dialogue conditionne – comme souvent – la réussite du projet.

Les services techniques de maintenance des bus ne seront pas non plus insensibles à une amélioration des vitesses commerciales. En effet, les efforts d'accélération et de décélération provoquent une usure du matériel d'autant plus rapide que leur nombre est important. De plus, la conduite nerveuse des conducteurs est de nature à créer des dommages importants pour les véhicules de transport en commun. Sans même parler d'accidents, un accostage un peu trop rapide peut conduire à un frottement dangereux des pneus contre le trottoir ou bien un ralentisseur mal appréhendé peut entraîner un accrochage voire un arrachage des éléments sous la caisse du véhicule... Les coûts de maintenance sont donc susceptibles d'être significativement réduits.

Les préoccupations économiques de l'exploitant sont bien évidemment aussi celles de l'autorité organisatrice des transports. L'intérêt de cette démarche gagnant-gagnant est d'autant plus criant que des milliers voire des millions d'euros d'économies d'exploitation sont en jeu tous les ans.

1.2.3. UNE AOT A LA RECHERCHE DE VIABILITE ECONOMIQUE

Opérateur de transport et AOT sont contractuellement liés par une DSP (Délégation de Service Public) qui les unit dans une recherche mutuelle d'économies. Devant le fort développement des réseaux de ces dernières années et la plus timide augmentation des recettes commerciales, il devient en effet urgent de contenir l'augmentation des coûts d'exploitation associés à la forte croissance de l'offre. De plus, même dans l'éventualité d'une stabilisation des déficits d'exploitation, la capacité d'investissement des moyens réseaux notamment ayant été fortement réduite par la mise en service de la ou des première(s) ligne(s) de TCSP, une dizaine voire une quinzaine d'années seront nécessaires avant de pouvoir réemprunter pour créer de nouvelles infrastructures lourde, ce temps pouvant donc être mis à profit pour une remise à niveau du réseau de bus, moins coûteuse mais probablement tout autant importante.

Afin de pouvoir relativiser les coûts d'investissement nécessaires à l'amélioration des vitesses commerciales en regard des gains d'exploitation annuels, il paraît intéressant de chercher à calculer les coûts directs liés aux temps perdus par les VTC dans la circulation générale. En identifiant les temps perdus, on peut ensuite évaluer une offre non nécessaire et quantifier les moyens affectés pour la réaliser. Il est ainsi envisageable de chiffrer les coûts annuels supplémentaires selon chacun des postes de dépense : les salaires des agents conducteurs, l'acquisition du matériel roulant¹², l'énergie, les coûts liés au parc – assurances, immatriculations, etc. – ainsi que les coûts variables tels que le nettoyage et la maintenance¹³.

Une étude¹⁴ de la sorte a été menée sur le réseau de Bruxelles, en évaluant les gains d'exploitation pour des conditions de circulation équivalentes à celles de soirée pendant l'intégralité de la journée et de l'année. Si cette hypothèse représente un idéal difficilement réalisable, il permet toutefois d'appréhender l'importance des coûts mis en jeu. L'étude chiffre ainsi le coût de la circulation

¹² Coût à annualiser

¹³ Plus difficiles à déterminer, probablement à ventiler selon le nombre de kilomètres

¹⁴ Source : F. Dobruszkes, Y. Fourneau, « Coût direct et géographie des ralentissements subis par les transports publics bruxellois » (2007)

automobile pour les transports publics à 17,34 millions d'euros par an, soit 20% des coûts annuels d'exploitation du réseau de surface – tramway et bus – de la capitale belge.

Conjointement à une minimisation des dépenses, l'amélioration de l'attractivité des transports collectifs améliore la viabilité économique du système en contribuant à la maximisation des recettes. Afin de s'assurer de la pertinence de l'offre de transport public et de la réduction des contraintes à son usage, la norme de l'AQST (Autorité de Qualité de Service pour les Transports) identifie 8 critères de qualité de service à évaluer :

- L'offre de service (modes, réseau, exploitation, adéquation et attrait de l'offre, fiabilité du service)
- L'accessibilité (depuis l'extérieur, à l'intérieur du réseau, disponibilité des titres de transport)
- Les informations (générales, en situation normale, en situation perturbée)
- La durée (durée du voyage, respect de l'horaire)
- L'attention portée au client (engagement, interface clients, personnel, assistance, achat des titres)
- Le confort (fonctionnement des équipements, places assises et espace personnel, confort du passager, conditions ambiantes, installations complémentaires)
- La sécurité (protection contre les agressions, prévention des accidents, gestion des situations d'urgence)
- L'impact environnemental (pollution, ressources naturelles, infrastructure)

Dans le cas des lignes de bus, le critère de durée – pour lequel la vitesse commerciale et la régularité sont les facteurs d'influence majeurs – est parmi ceux qui font le plus défaut à la qualité de service. Il est aussi de ceux auxquels il est le plus difficile de remédier, car dépendant de nombreux effets exogènes à la ligne en elle-même. Bien qu'essentiels, la vitesse commerciale et la régularité ne sont toutefois pas les seuls éléments jugeant du niveau de service du réseau de transport collectif. Nombre d'entre eux sont par ailleurs reliés. Dans le cas du couple vitesse/régularité, on peut notamment observer des effets bénéfiques sur la fiabilité du service, la pertinence des informations d'horaires en temps réels (mieux prévisibles), le confort (réduction du nombre d'arrêts brusques), le nombre de places assises (meilleure répartition des passagers entre les différents bus), la prévention des accidents (conduite moins nerveuse), l'impact environnemental (réduction de la consommation), etc. Il est à noter que certains critères, tels que la sécurité ou l'impact environnemental, dépassent le cadre du transport en lui-même et traduisent un intérêt de la collectivité dans son ensemble.

1.2.4. ET PLUS LARGEMENT, DES PREOCCUPATIONS SOCIETALES, URBANISTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES POUR LA COLLECTIVITE

Si elle est proposée par la collectivité locale en tant que service public, c'est bien que l'offre de transport en commun contribue à plusieurs missions d'intérêt général. Tout d'abord, le principe de service public implique tout d'abord une notion d'équité, ici d'autant plus importante que le transport permet de donner accès à toutes les aménités de la ville. Or les capacités (physiques, financières, cognitives) de possession d'un véhicule motorisé individuel étant source de fracture sociale, la mise en place d'une solution de transport collective s'avère gage de cohésion sociale et territoriale. L'amélioration de la qualité de service des lignes de bus permet par ailleurs de limiter

l'effet de « réseau à 2 vitesses » en participant à étendre l'effet bénéfique des TCSP aux territoires plus éloignés.

Le transport public a de plus capacité à modeler les territoires. Au niveau macroscopique d'une part, les réseaux de transport permettent d'orienter l'aménagement du territoire. Au niveau microscopique d'autre part, le courant du « tramway à la française » a révélé le rôle prépondérant que peuvent tenir les projets de transport collectif dans la requalification urbaine, au delà même de l'aspect purement technique du réaménagement de l'espace public. Ce réaménagement sous-entend par ailleurs une notion de partage de la voirie, dont la principale fonction a pendant des décennies été attribuée à la seule circulation des automobiles. En matière de sécurité et de nuisances, le transport collectif est pourtant bien plus adapté que la voiture dans les centres ville. La pénalisation de l'automobile peut ainsi notamment passer par la réduction de sa vitesse, en créant des aménagements spécifiques à d'autres modes (TC et/ou vélos) dont l'emprise nécessite une réduction du nombre et/ou de la largeur des voies de circulation générale par exemple.

Devant la congestion croissante du réseau viaire, on peut d'ailleurs insister sur les atouts du transport collectif, particulièrement peu consommateur d'espace. En « rendant » de la capacité aux infrastructures existantes, le transport public est de nature à engendrer une fluidification significative de la circulation, d'où une nette diminution de la pollution.



Figure 2 – Comparaison de la consommation d'espace liée à la voiture, au bus et au vélo¹⁵

Les préoccupations climatiques et environnementales développées au début du 21^e siècle ont en effet élevé transport public au rang de levier majeur dans la lutte contre le réchauffement climatique. L'amélioration de la vitesse commerciale augmente d'autant plus les avantages d'un report modal de la voiture particulière vers les transports collectifs. En effet, de par la réduction du nombre d'arrêts (non volontaires) des bus – d'où des décélérations et accélérations –, elle permet en effet une réduction sensible de la consommation énergétique des véhicules et de leur émission de polluants. Les bénéfices retirés doivent cependant être évalués en tenant compte des impacts - potentiellement mais pas systématiquement négatifs comme on le croit souvent - sur la circulation des autres véhicules motorisés.

¹⁵ Source : www.transit60.com

Bien que complémentaires, toutes ces fonctions sont très différentes et impliquent parfois la mise en œuvre d'actions contradictoires. Tout l'art des politiques de déplacement consiste ainsi en la recherche d'un compromis plus ou moins consensuel, que ce soit dans la priorisation de ces différentes fonctions du service public de transport ou même plus largement dans l'arbitrage entre intérêt individuel et collectif. S'il est dans la pratique difficile d'évaluer les résultats des décisions prises, il convient toutefois de noter que la démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale s'inscrit dans un processus de cercle vertueux dont les effets se décuplent à mesure que les actions, si petites soient-elles, se multiplient.

1.3. DES RETOURS SUR INVESTISSEMENT PERMETTANT LA MISE EN ŒUVRE D'UN CERCLE VERTUEUX

Comme nous le détaillerons dans la prochaine partie, la démarche suit la logique du « tout plus que la somme de ses parties » en le sens que c'est le cumul d'actions, et en particulier l'association des mesures complémentaires, qui permet d'obtenir des résultats particulièrement bénéfiques. Or les investissements à réaliser pour ce faire sont de nature à générer d'importantes économies :

- Les coûts d'exploitation seront sensiblement diminués, voire drastiquement réduits en fonction de l'atteinte ou non de l'effet de seuil (selon le nombre de bus nécessaires), et généreront des économies non négligeables tous les ans ;
- Les coûts d'investissement en matériel roulant seront réduits selon ce même effet de seuil ;
- L'augmentation de la qualité de service de la (des) ligne(s) concernée(s) est de plus de nature à contribuer à une augmentation de la fréquentation et des recettes.

Afin de pouvoir bénéficier de l'effet de cercle vertueux, il paraît pertinent d'envisager de réinvestir au moins une partie des économies réalisées dans de nouveaux aménagements. Toutefois, elles peuvent aussi selon les cas être réinjectées dans une augmentation d'offre (fréquence, amplitude horaire, etc.) C'est notamment la politique de la ville d'Angers, où une ligne a même été prolongée – à moyens constants – pour aller desservir un nouvel éco-quartier, grâce aux minutes économisées sur le temps de parcours par la mise en place de priorité aux feux notamment. Le dernier cas de figure est une pérennisation des économies en tant que gains de productivité.

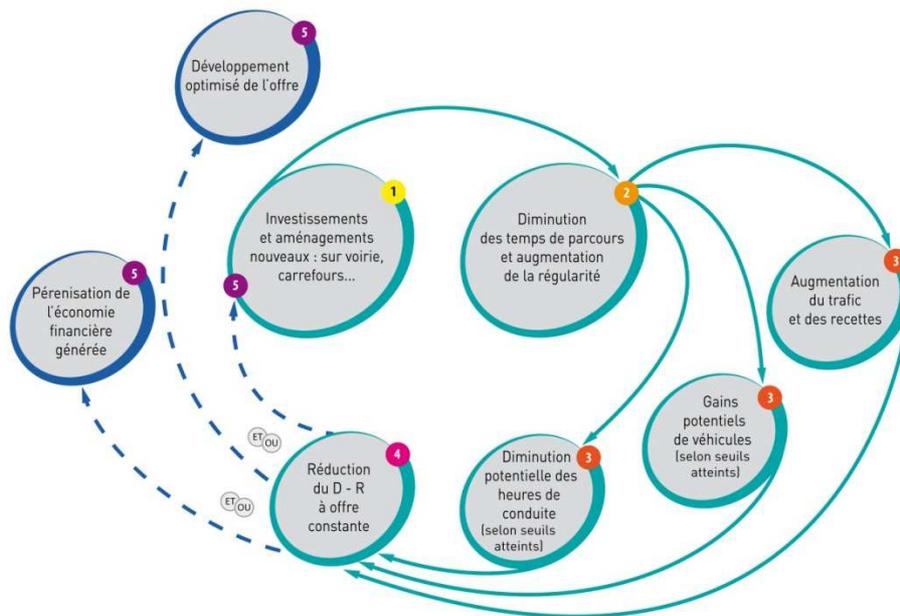


Figure 3 – Cercle vertueux de l’amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale¹⁶

En résumé, la démarche d’amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus se révèle être l’outil approprié notamment pour permettre d’étendre, à moindre frais, l’effet bénéfique des projets de TCSP à un plus grand territoire. Elle s’inscrit particulièrement bien dans la réalisation des missions essentielles du transport public et présente de très nombreux intérêts vis-à-vis de chacune des principales parties prenantes au service de transport public. Elle est enfin d’autant plus intéressante que sa viabilité économique permet d’envisager un cercle vertueux sur la qualité de service du réseau de transport collectif et plus largement sur la qualité de vie en ville. Maintenant que l’intérêt du sujet et les enjeux autour de la vitesse commerciale ont été présentés, le temps est venu d’expliquer plus en détail les mécanismes imbriqués, en identifiant les facteurs d’influence et les moyens d’y remédier.

¹⁶ Source : Transétude, 2014

PARTIE 2 – DEMARCHE D’AMELIORATION DES TEMPS DE PARCOURS DES LIGNES DE BUS : OBJECTIFS ET METHODE

L’optimisation de la vitesse et de la régularité d’une ligne de transport en commun implique notamment l’idée de minimiser l’influence des éléments extérieurs au système étudié. Cela est d’autant plus crucial pour le bus qui doit partager la voirie avec de nombreux autres usagers – en premier lieu les voitures – et obéir à des règles de circulation très contraignantes. Mais avant même de chercher à identifier les facteurs d’influence, il convient de rendre compte de la forte corrélation entre les deux notions étudiées.

2.1. UNE MINIMISATION DES TEMPS PERDUS POUR DES GAINS A LA FOIS DE RAPIDITE ET DE REGULARITE

2.1.1. VITESSE COMMERCIALE, TEMPS DE PARCOURS ET « TEMPS PERDUS »

Lorsqu’on traite d’amélioration de la vitesse commerciale on serait tenté de croire qu’il existe des objectifs chiffrés à atteindre. Pourtant, la définition même de « bonne » vitesse commerciale amène à débat. Rappelons d’abord que vitesse commerciale et temps de parcours sont deux notions semblables, la première permettant essentiellement de s’affranchir de celle de distance pour des raisons de comparabilité. Or la vitesse commerciale dépend d’un très grand nombre de contraintes exogènes, dont l’influence est très variable à la fois dans l’espace justement et dans le temps. Même si elle est utilisée en tant qu’indicateur économique, elle est bien loin d’être uniquement le reflet de la productivité du transport collectif. Attention donc à l’étude de son évolution annuelle sur une ligne complète, qui ne peut se faire qu’avec grande mesure – et à l’échelle d’un réseau entier, cela n’a que peu de sens – car la souplesse de modification des itinéraires des lignes de bus et l’influence forte de leur environnement (par exemple de grands chantiers de travaux) complexifie grandement l’analyse.

Il est toutefois d’usage de donner des seuils approximatifs, distingués *a minima* selon les typologies de territoires (centre urbain dense et périphérie). En milieu urbain, on peut ainsi considérer qu’une vitesse commerciale de l’ordre de 15-17 km/h commence à être compétitive par rapport à celle de la voiture, en cas d’itinéraire semblable évidemment. Mais, en tant que reflet du « temps utile à l’usager », la vitesse commerciale est de fait plutôt sujette à être qualifiée que quantifiée. Le client-voyageur ne doit en effet pas avoir l’impression que le bus « se traîne » et l’aspect comparatif avec les autres modes – en particulier la voiture – est par ailleurs essentiel. La vitesse commerciale doit donc s’envisager comme une valeur ayant relativement peu de sens déconnectée de l’environnement urbain et dont le seul objectif devrait être une recherche d’optimisation. On cherche ainsi à décomposer les temps de parcours afin d’y traquer les « temps perdus ».

En effet, si l’on décompose la durée d’une course, on note que les seuls temps réellement utiles à l’usager sont le temps d’échanges passagers (pour qu’il puisse accéder au service) et le temps de déplacement, dans des conditions optimales de circulation (pour qu’il puisse arriver dans les

meilleurs délais à sa destination). Or il existe – et existera toujours quoique l’on souhaite – des temps « inutiles », qu’il s’agit donc de minimiser. Bien plus que les ralentissements – qui sont par ailleurs difficiles à identifier –, les arrêts (exceptés ceux en station) sont en particulier dommageables.

On distingue essentiellement 3 types de temps perdus : attente aux feux, attente en ligne et attente en station (qui seront expliqués et détaillés plus loin dans la partie 2.2.1). Au-delà des temps distinctement identifiables comme compressibles, le temps d’échanges passagers – potentiellement source de forte irrégularité – peut de même être plus subtilement optimisé comme on le détaillera plus loin. Le temps de roulement étant défini comme le temps de parcours minoré de tous les temps d’arrêt (en stations ou entre celles-ci), il est relativement peu variable, même si toutefois sensible au type de conduite/conducteur notamment. Le schéma ci-après se veut simplement explicatif, il ne présente pas la proportion de chacun de ces temps (très variables selon le type de ligne et la période de la journée notamment) :

Figure 4 – Schéma de décomposition du temps de parcours¹⁷



Il est tentant de chercher à quantifier la perte de temps moyenne que les dysfonctionnements identifiés engendrent, mais elle est souvent la conséquence d’une multitude de caractéristiques propres à chaque territoire traversé et chaque ligne d’où la difficulté de généralisation ici. Parmi les temps perdus les plus pénalisants – à la fois en termes de productivité mais aussi d’image vis-à-vis de la clientèle –, on peut toutefois citer les attentes interminables aux feux ou derrière un véhicule mal stationné... Or l’imprévisibilité de ces exemples – à la fois de leur occurrence et de leur niveau de gêne – rend bien compte de l’unicité de chaque course de bus, et donc de son temps de parcours. La notion de régularité entre ainsi en jeu.

2.1.2. QUELQUES POINTS DURS, SOURCES DE RALENTISSEMENT MAIS AUSSI D’IRREGULARITE

La circulation d’un bus est sensible aux nombreux événements qui ont lieu sur la voirie. Prenons l’exemple du stationnement illicite, contrainte qui peut potentiellement gêner, voire complètement bloquer la progression d’un bus pendant quelques secondes ou même minutes, mais disparaître d’ici au passage du bus suivant quelques minutes plus tard. Il serait tentant de chercher à identifier puis qualifier toutes les contraintes imaginables en termes d’occurrence et de prévisibilité, voire essayer de quantifier la perte de temps moyenne qu’elles engendrent, mais toutes ces caractéristiques sont propres à chaque territoire traversé et chaque ligne. Les pertes de temps que l’on arrive le mieux à quantifier sont les pertes de temps aux feux, car elles sont à la fois récurrentes (d’où une notion de moyenne statistique qui a plus de sens) et bornées (le cycle de feu étant légalement limité à 120 secondes).

¹⁷ Source : réalisation personnelle

Une perte de temps diminue de fait la vitesse mais, plus problématique encore, l'impact cumulé des différents types d'aléas rencontrés pendant la course du bus peut conduire à des temps de parcours qui peuvent varier du simple au double sur certains tronçons. Afin d'illustrer cette variabilité, voici ci-dessous un exemple de relevé des temps de parcours pour l'équivalent d'une journée (relevés sur plusieurs jours et semaines) :

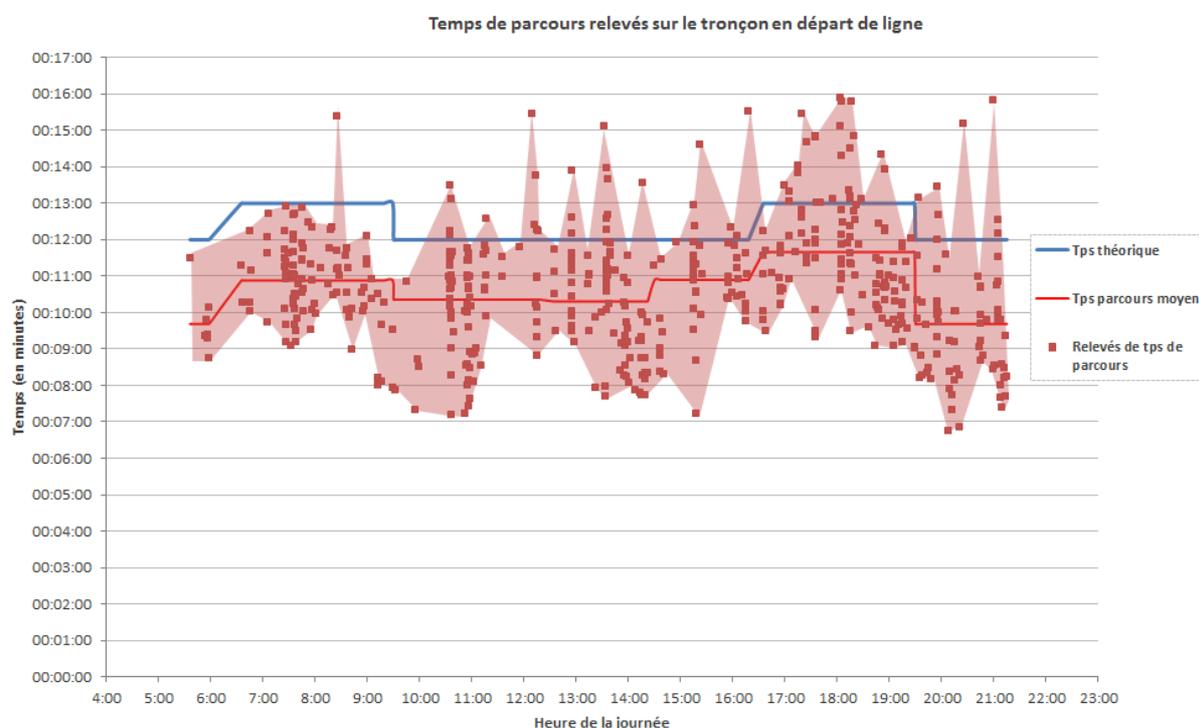


Figure 5 – Exemple de relevés de temps de parcours sur un tronçon d'une ligne de bus¹⁸

Le temps passé aux arrêts de bus – dépendant en particulier du nombre de montées/descentes – mais aussi les temps d'arrêt entre ceux-ci – aux causes diverses et variées – sont très différents selon l'heure de la journée, voire la minute de passage du bus et contribuent ainsi à expliquer les grandes variations observées. Ainsi, minimiser les temps perdus revient directement à maximiser la régularité des temps de parcours. Et cette notion est même finalement sans doute plus importante que celle de l'augmentation de la vitesse commerciale.

En effet, l'irrégularité des temps de parcours est source de nombreux problèmes. Par exemple, si la fréquence de la ligne est élevée, une forte irrégularité entraîne des phénomènes de « trains de bus »¹⁹ pénalisants pour les usagers puisqu'ils provoquent ainsi en pratique une baisse de l'offre. Mais le principal sujet réside dans le fait que l'horaire promise n'est pas respectée, ce qui d'une part décrédibilise le service aux yeux du client-voyageur et d'autre part rend la définition de ces horaires par l'opérateur difficile. Or la conception des temps de parcours et des horaires, appelée graphicage, est justement dimensionnée des moyens matériels et humains affectés et donc des budgets associés.

¹⁸ Source : Transétude, 2014

¹⁹ Un « train de bus » est une succession de bus qui se suivent les uns derrière les autres

Dans l'objectif de service et d'argent publics optimisés, il est ainsi nécessaire de remédier aux facteurs d'influence externes qui pénalisent la progression des bus. On travaillera ainsi dans un premier temps à les identifier et les définir.

2.2. DEUX APPROCHES COMPLEMENTAIRES POUR UNE IDENTIFICATION DES MARGES DE PROGRES

Devant la difficulté de recenser l'ensemble des éléments influençant le fonctionnement de la ligne, les facteurs qui seront abordés dans cette partie ne peuvent pas constituer une liste exhaustive. Les unités opérationnelles (agents de conduite et de maîtrise) étant les plus à même de constater et recenser les différents dysfonctionnements d'une ligne de bus, nous aborderons dans un premier temps une approche terrain afin d'identifier les problèmes les plus récurrents. Puis une approche plus générale sera développée afin de compléter les remarques par d'autres éléments moins perceptibles.

2.2.1. UNE APPROCHE TERRAIN POUR UNE IDENTIFICATION DES DYSFONCTIONNEMENTS A SOLUTIONNER

Les « remontées terrain » du personnel de conduite en particulier sont de précieuses informations dans l'objectif d'une amélioration de la productivité. Les conducteurs notamment sont les premiers et même parfois les seuls à pouvoir constater mais aussi et surtout comprendre la cause des dysfonctionnements d'une ligne. Cette approche pragmatique est essentielle au guidage de l'analyse des « points noirs » et de leur résolution. En reprenant la décomposition des temps de parcours exposée en partie 2.1.1, on peut ainsi recenser les principaux dysfonctionnements tout au long du parcours d'une ligne :

Tableau 1 – Principaux dysfonctionnement d’une ligne

Type de temps perdus	Causes potentielles
Attente aux feux (AF)	<ul style="list-style-type: none"> • les remontées de files d’attente en amont des carrefours à feux • l’attente aux feux • la géométrie du carrefour contraignant la giration des bus • les conflits de tourne-à-gauche ou tourne-à-droite avec la/les voie(s) de circulation générale • les difficultés de réinsertion dans la circulation générale en sortie de carrefour (lorsqu’un couloir réservé se termine)
Attente en ligne (AL)	<ul style="list-style-type: none"> • la difficulté voire l’impossibilité de dépassement d’un véhicule stationné (VP, véhicules de livraison, etc.) • la difficulté voire l’impossibilité de dépassement d’un usager plus lent (vélo, ramassage d’ordure, etc.) • la difficulté voire l’impossibilité de croisement d’un autre véhicule compte tenu de l’étroitesse de la voie
Attente en station (AS)	<ul style="list-style-type: none"> • l’accès difficile aux arrêts en amont du feu dont les remontées de files d’attente dépassent le niveau de l’arrêt de bus • l’indisponibilité de la zone d’arrêt (due à du stationnement illicite ou à une configuration ne permettant pas à deux bus de stationner en même temps) • les manœuvres complexes pour accoster au plus près de la bordure du trottoir • les traversées piétonnes en aval de l’arrêt • les difficultés de réinsertion dans la circulation
Echange-Passagers (EP)	<ul style="list-style-type: none"> • l’importance du flux d’échanges passagers, soit le nombre de montées/descentes • le taux de charge élevé à l’intérieur du véhicule • la vente à bord de titres de transport • les files d’attente pour l’accès au bus • la montée/descente d’un ou plusieurs PMR (fauteuil roulant, poussette, etc.) • le comportement des usagers (retenue de la fermeture des portes, refus d’avancer jusqu’au fond du bus, course sur la chaussée pour retenir le bus, etc.)

Plutôt que de raisonner seulement à partir des causes de temps perdus (les dysfonctionnements), il est intéressant de compléter cette approche par une réflexion autour de chacun des éléments d’influence, en identifiant leur nature selon des grandes familles.

2.2.2. UNE APPROCHE SYSTEMIQUE POUR UNE IDENTIFICATION DES FACTEURS D'INFLUENCE A OPTIMISER

On cherche ainsi dans un premier temps à identifier la nature des temps réellement utiles à l'utilisateur. On peut de fait définir la mission première d'une ligne de bus telle que le transport de personnes d'un point A à un point B le long d'un itinéraire fixe, et selon une grille horaire prédéfinie. En cohérence avec cette définition, elle peut se schématiser telle que :

- des arrêts, depuis lesquels les usagers peuvent accéder au service de transport ;
- des sections entre les arrêts, dites « interstations », sur lesquelles le bus se déplace (idéalement sans contraintes extérieures) en essayant de respecter les horaires prédéfinis.

On distingue ainsi deux types de temps bien distincts : les temps d'échange-passagers et les temps de déplacement (comprenant toutefois des arrêts, non-volontaires, notamment dus aux conditions de circulation offertes par la voirie publique). De très nombreux facteurs d'influence entrent en jeu et les deux schémas qui suivent ont pour but de les classer en grandes familles afin de mieux les recenser puis expliquer.

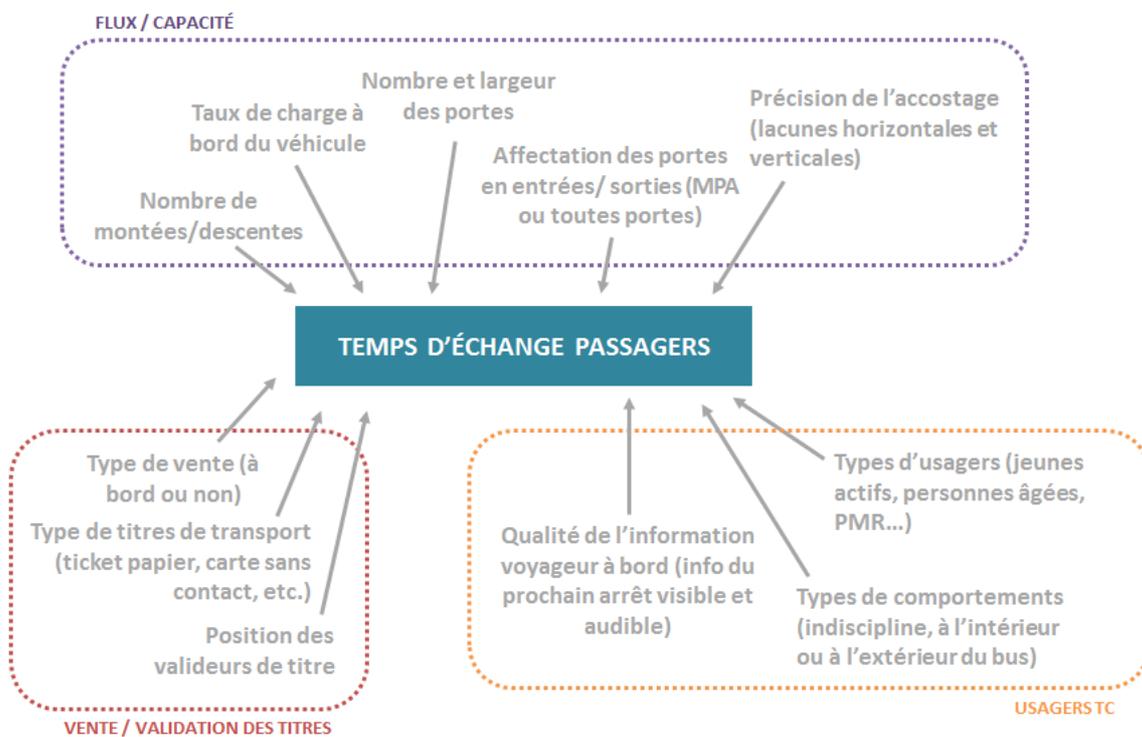


Figure 6 – Facteurs d'influence sur le temps d'échange-passagers²⁰

Si le nombre de montées/descentes est un facteur d'influence évident du temps d'échange-passagers, d'autres éléments, tels que le nombre et la largeur des portes – dimensionnant la capacité des flux – ou bien le taux de charge²¹ à bord du véhicule sont de même des éléments déterminants, d'autant plus que ce dernier impacte directement le taux de fraude dès lors que les valideurs ne sont plus accessibles. La montée porte avant (MPA), qui avait été délaissée pendant un temps par de

²⁰ Source : réalisation personnelle

²¹ Ratio de la charge (fréquentation à l'instant t) sur la capacité maximale du matériel roulant

nombreux réseaux au profit de la montée toutes portes, est redevenue la norme en raison d'une dégradation du taux de fraude et du nombre d'incivilités. Ce choix n'est pas sans conséquence car si la MPA améliore les temps d'échange-passagers aux arrêts peu fréquentés (en dirigeant les flux et limitant ainsi les conflits), elle la dégrade très fortement aux arrêts importants. La précision de l'accostage est source de confort pour les usagers à mobilité réduite (fauteuil roulant, poussettes, etc.) et leur permet d'entrer et sortir plus facilement et donc plus rapidement.

Plus généralement, tout ce qui concerne les titres de transport a un impact sur le temps d'échange-passagers étant donné que celui-ci intègre – c'est toutefois en train de changer avec l'apparition des titres dématérialisés – l'acte de validation et/ou de vente. Ce dernier est par ailleurs très pénalisant en termes de temps de parcours car il détourne les conducteurs de leur tâche première de conduite. La validation peut de même devenir problématique dès lors que l'usager cherche son titre de transport (d'où l'influence du type de titre) ou bien insiste à le valider malgré les messages d'erreur, ce qui peut générer une longue file d'attente d'usagers derrière lui (d'où l'influence du positionnement des valideurs).

La qualité de l'information à bord influence par ailleurs la préparation des usagers, dont les capacités physiques ainsi que le type de comportement d'une manière générale (blocage des portes, courses sur la chaussée, etc.) sont déterminants.

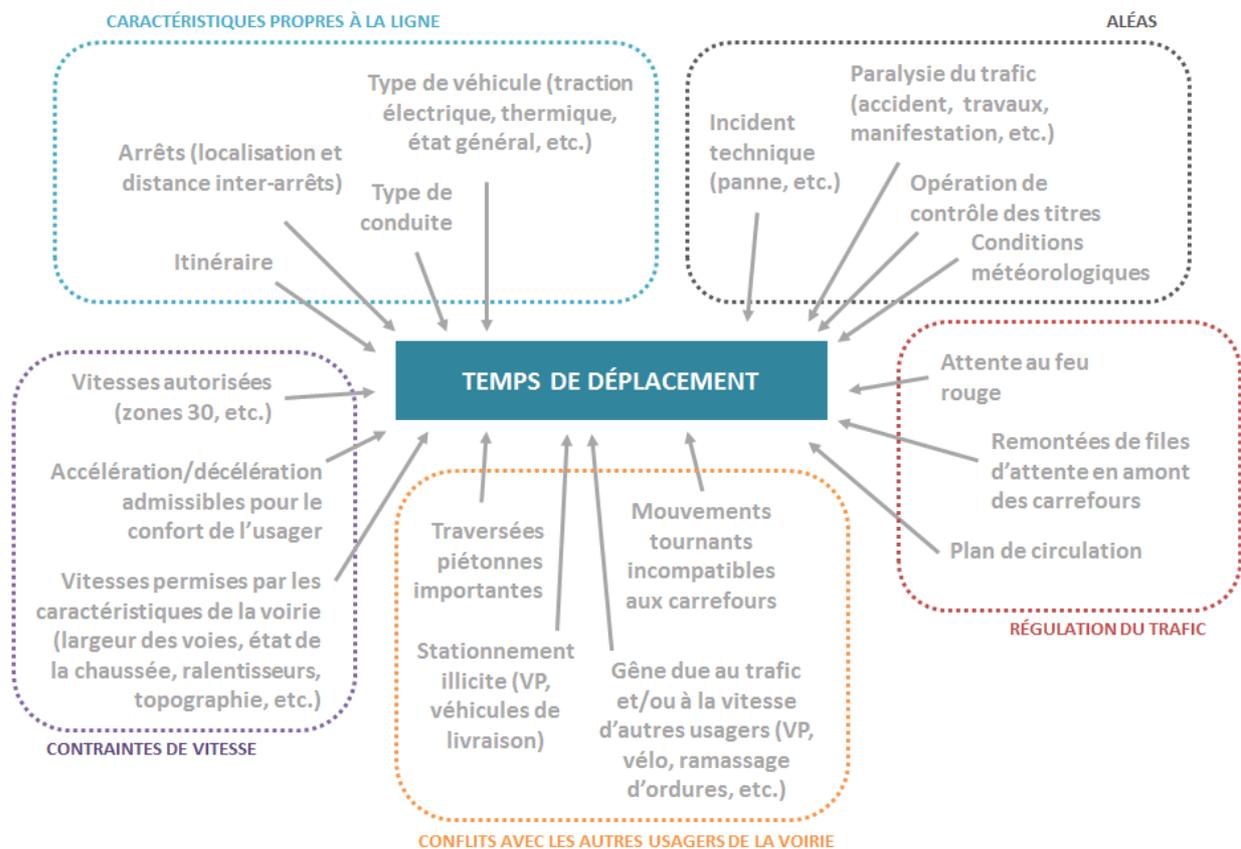


Figure 7 – Facteurs d'influence sur le temps de déplacement²²

²² Source : réalisation personnelle

Le temps est le ratio d'une distance sur une vitesse. Le tracé de la ligne a donc une grande importance, selon qu'elle soit sinueuse ou non, elle peut perdre sa compétitivité face à la voiture. De même, les arrêts sont d'une importance capitale. Si la multiplication des arrêts réduit leur temps d'accès et augmente ainsi le nombre potentiel de clients, elle pénalise en revanche beaucoup les usagers qui ne sont pas intéressés par ces arrêts et qui voient donc s'allonger leur temps de trajet. Le type de véhicule, thermique ou électrique, ainsi que le type de conduite, nerveuse ou douce, ont de même une grande influence sur le temps de roulement.

Les contraintes de vitesse, d'accélération / décélération, moins pénalisantes que des arrêts à proprement parler, peuvent toutefois allonger sensiblement le temps de déplacement. Les caractéristiques de la voirie telles que le nombre et la largeur des voies, l'état de la chaussée – qui impacte par ailleurs fortement le confort des passagers et la maintenance des véhicules –, la pente ou encore les ralentisseurs empêchent de même l'atteinte d'une vitesse optimale.

Les conflits d'usages sur la voirie sont nombreux. Si les mouvements antagonistes à ceux du bus (traversées piétonnes ou cyclables, franchissement de carrefours) sont pénalisants, ceux qui sont dus à une « simple » gêne de la circulation (à cause d'un trafic trop élevé ou d'une vitesse trop faible) peuvent l'être tout autant voire même plus si l'impossibilité de doubler est de mise pendant des distances importantes.

La régulation du trafic aux carrefours est bien entendue dommageable pour les transports collectifs. Il convient par ailleurs de noter qu'au delà du franchissement même du carrefour, l'atteinte de la ligne d'effet de feu peut déjà être longue et difficile du moment où les files d'attente ne peuvent pas être supprimées en un cycle de feu – les véhicules s'accumulant ainsi progressivement, créant ce qu'on nomme des « remontées de files d'attente » –. Le plan de circulation, incluant des rues à sens uniques, peut de même contraindre le bus à effectuer des détours selon le sens de sa course.

Enfin, de nombreux aléas plus ou moins incontrôlables ont une forte influence sur le temps de parcours : incidents techniques, accidents, travaux, manifestations, opération renforcée de contrôle des titres, conditions météorologiques, etc.

En résumé, l'approche terrain est essentielle puisqu'elle permet d'identifier clairement les dysfonctionnements les plus pénalisants, et donc d'y remédier par des solutions appropriées aux spécificités de la situation. L'approche systémique est toutefois loin d'être dénuée de sens puisqu'elle donne la possibilité d'entamer un travail de réflexion sur l'ensemble des éléments à optimiser. La démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus, dont la mission est à la fois de remédier aux dysfonctionnements et de réfléchir aux optimisations envisageables, peut s'envisager à trois échelles différentes.

2.3. UNE DEMARCHE, TROIS ANGLES D'ATTAQUE POTENTIELS

Trois logiques se distinguent dans la mise en œuvre d'une démarche d'amélioration de la vitesse commerciale et de la régularité des temps de parcours :

- L'opportunisme, en saisissant les occasions présentées dans les projets urbains de la collectivité locale (libération d'espace, modification de la circulation VP, du stationnement, etc.), avec laquelle une relation de confiance doit donc être instaurée ;
- Le rationalisme, en privilégiant soit les lignes fortes du réseau (voire uniquement les « tronçons multi-lignes » les plus fréquentés) soit ses points noirs notoires.
- L'holisme, en réalisant une étude sur le réseau de bus dans sa globalité, dans l'objectif d'une mise en œuvre progressive d'une solution sur l'intégralité du réseau (comme à Angers avec la priorité aux feux par exemple).

Partant de ce constat, on peut distinguer différents « plans d'attaque » sur lesquels l'opérateur peut être force de proposition : le réseau, la/les ligne(s) fortes ou les points noirs. Le premier ne semble pas pouvoir s'envisager à moins d'un haut portage politique et le dernier présente le double danger de se confronter d'une part à des problèmes très complexes (potentiellement sans essai préalable) et d'autre part au risque de ne pas obtenir les économies escomptées. En effet, la dilution des gains de temps entre plusieurs lignes est moins susceptible d'aboutir à une diminution du besoin en véhicules.

A contrario, l'étude des temps de parcours à l'échelle d'une ligne, en cohérence avec la logique du « tout plus que la somme de ses parties », permet un cumul des gains de temps susceptible de diminuer le parc nécessaire à son fonctionnement. De plus, elle peut s'inscrire dans un projet de hiérarchisation de l'offre bus qui présente l'avantage de rendre visible et lisible l'amélioration de la qualité de service de la ligne, en vue d'une augmentation potentielle de la fréquentation. C'est donc la méthodologie d'une étude à l'échelle de la ligne qui va maintenant être présentée.

2.4. METHODOLOGIE D'ETUDE D'AMELIORATION DES TEMPS DE PARCOURS D'UNE LIGNE

La méthodologie nécessaire à une étude de ce type se déroule principalement en 3 étapes, qui sont toutefois itératives et ne reflètent donc pas nécessairement un ordre chronologique. Le recueil et l'analyse des données est nécessaire pour identifier et quantifier les dysfonctionnements. Devant la multitude de facteurs d'influence potentiels sur le fonctionnement d'une ligne, la démarche se doit non seulement de recueillir les « remontées terrain » mais aussi d'effectuer un diagnostic global en recensant les principales caractéristiques de la ligne, de sa fonction, de son environnement urbain, etc. Enfin seulement, des solutions – préalablement assurées de faisabilité technique et d'acceptabilité sociale – peuvent être proposées.

2.4.1. RECUEIL ET ANALYSE DES TEMPS DE PARCOURS : IDENTIFICATION VOIRE QUANTIFICATION DES DYSFONCTIONNEMENTS

Le recueil des données, qui peut paraître au premier abord simple et automatique, mérite pourtant une réflexion approfondie. La mise en œuvre du processus de recueil est loin d'être sans conséquence sur les données obtenues. Tout d'abord, la période de relevé doit refléter au mieux les conditions habituelles d'exploitation, et sont donc autrement dit à préférer le printemps ou l'automne (et hors des vacances scolaires). Le recueil doit de plus s'effectuer sur plusieurs jours et plusieurs semaines afin de minimiser l'effet d'éléments perturbateurs exceptionnels. Il est ensuite nécessaire de distinguer les différents types d'outils de recueil des temps de parcours :

- Les relevés manuels, réalisables par des conducteurs ou des enquêteurs

Pour des raisons de fiabilité des données, ce type d'outil est à écarter, dans la mesure du possible. Par contre, on peut tout à fait imaginer s'en servir pour des mesures complémentaires aux outils qui seront détaillés ci-après, par exemple pour identifier précisément quelques temps d'échange-passagers en des arrêts spécifiques.

- Les outils « légers » (Okatia par exemple)

Ils se présentent sous la forme de boîtiers à poser sur les véhicules en quelques minutes. Leur utilisation est à la fois souple et peu coûteuse mais ils fournissent simplement les données des temps de parcours sur des tronçons pré-identifiés, sans identification des temps perdus. La technologie se base sur le système GPS exclusivement, avec donc quelques imprécisions (d'autant plus quand le véhicule roule).

La présence du boîtier peut constituer un problème auprès des conducteurs, qui peuvent avoir la sensation d'être « espionnés » si on ne leur explique pas la raison d'être de cet outil. Le fait de connaître l'existence d'une étude sur les temps de parcours peut toutefois induire une modification des comportements, en le sens qu'ils peuvent « lever le pied » afin que les temps de parcours et de battement soient réévalués à la hausse. Dans la pratique il semblerait que ce phénomène s'estompe au bout de 2 ou 3 jours, la majorité de ces conducteurs reprenant naturellement leur ancien style de conduite.

- les outils lourds type SAE (systèmes d'aide à l'exploitation) ;

Le recueil par SAE présente l'avantage d'être totalement invisible pour les conducteurs. Les systèmes récents sont capables de distinguer *a minima* les temps d'échange passagers, voire les temps d'arrêt aux carrefours ou en ligne. Ils peuvent fournir des traitements statistiques sur les données, qui peuvent par ailleurs être relevées sur une bien plus longue période. Un filtre précis permet par ailleurs d'éliminer les mesures non significatives, au contraire des autres outils qui nécessitent un apurement manuel des données.

Toutefois, pour l'ensemble de ces outils, il convient de garder à l'esprit que la régulation de la ligne (par le conducteur et/ou le PCC) constitue une source d'erreur dont il faudra tenir compte. Le respect des horaires peut en effet induire des conduites à risque, par de fortes accélérations et décélérations, ou au contraire à un ralentissement important de la vitesse du véhicule, en d'autres termes des attentes sensiblement prolongées à certains arrêts de bus et/ou des bus qui « se traînent ». Les temps de parcours observés sur ordinateur donnent ainsi l'illusion de refléter la réalité, sans prendre en compte l'influence du conducteur, seul maître à bord du véhicule. Il paraît donc pertinent de chercher à recueillir les temps de parcours avec le minimum de régulation (c'est-à-dire en évitant simplement la régulation par les conducteurs).

Recueil des temps de parcours et régulation

Le recueil des temps de parcours réels, c'est-à-dire non soumis au respect de la ponctualité, est un vrai sujet. Les données relevées ne peuvent en effet tendre qu'au relèvement des temps théoriques, sans possibilité de rendre compte des tronçons où les conditions de circulation s'améliorent (en cohérence au principe marketing d'aucune avance). Or l'idée de suspendre toute régulation le temps des quelques jours/semaines de recueil paraît difficilement envisageable compte tenu de la forte dégradation de qualité de service qu'elle engendrerait pour la clientèle.

L'analyse des temps de parcours se réalise ensuite par tronçons de ligne, de préférence aux caractéristiques relativement homogènes (voir partie 2.4.2), ainsi que par périodes horaires, qu'il est sans doute préférable de définir selon l'évolution de l'offre, avec *a minima* une distinction des heures de pointes. Afin de valoriser les résultats tirés, une série de cartographies de synthèse peut notamment être conseillée, avec une visualisation des vitesses commerciales moyennes selon les périodes de la journée. Chaque carte représentera ainsi la vitesse commerciale par tronçons (différenciés selon les sens), avec un code couleur assimilé à des classes de type vitesse élevée/moyenne/faible. Ces analyses sont à mettre en relief en fonction du diagnostic global de la ligne.

2.4.2. DIAGNOSTIC : PRISE DE CONSCIENCE DES CONTRAINTES LOCALES ET DES POTENTIELLES CAUSES DES DYSFONCTIONNEMENTS

Concomitamment à l'analyse des temps de parcours, il est nécessaire d'effectuer un diagnostic global de la ligne à l'étude et de lister l'ensemble des paramètres qui pourraient fortement influencer sur l'exploitation de la ligne. On peut distinguer 2 échelles : celle macroscopique, qui s'attache à l'insertion de la ligne au sein d'un secteur géographique et d'une temporalité plus large ; et celle de la ligne à proprement parler (voire de tronçons de ligne), qui relève de ses caractéristiques propres, de celles de la voirie qu'elle emprunte, et des territoires qu'elle dessert. Le tableau ci-dessous résume, de manière non exhaustive, les éléments sur lesquels il semble bon de se pencher.

Tableau 2 – Éléments à analyser pour un diagnostic général ²³

	Thème	Facteurs d'influence à analyser
Contexte général	Rôle/insertion de la ligne dans le réseau et le secteur	<ul style="list-style-type: none"> Maillage du réseau TC, avec relevé des correspondances avec les lignes structurantes Maillage du réseau routier, avec relevé des grandes routes empruntées / croisées
	Modifications récentes et futures	<ul style="list-style-type: none"> Création/projet d'un TCSP Création/projet d'une ligne de bus Apparition/projet d'un nouveau générateur de déplacement (ex : école) Adaptation d'offre récente ou envisagée
Ligne	Caractéristiques de la ligne	<ul style="list-style-type: none"> Itinéraire et longueur Nombre et localisation des arrêts Présence ou non d'antennes, de service partiels... Niveau d'offre : amplitude horaire, fréquence selon la période de la journée Stratégie d'exploitation : vente à bord ou non, montée porte avant ou non...
	Caractéristiques de l'infrastructure empruntée	<ul style="list-style-type: none"> Type de voirie (largeur, topographie, etc.), avec charges de trafic horaires et journalières Nombre de voies et affectation de l'espace (circulation/stationnement, piste cyclable, couloir réservé au bus, etc.) Niveau et nature du trafic (débit, part des flux de transit, nombre de passages bus) Nombre et localisation des carrefours, en particulier de ceux à feux Stratégie de régulation : ondes vertes, lien au PC, priorité aux feux totale/partielle/inexistante
	Desserte / Demande	<ul style="list-style-type: none"> Environnement urbain : commerces, type de tissu urbain traversé, etc. Grands générateurs de déplacements desservis : équipements municipaux, marchés, etc. Fréquentation moyenne par jour (ligne et arrêts)

Ces éléments doivent permettre de scinder la ligne en plusieurs tronçons, à l'intérieur desquels les facteurs précédemment cités sont globalement similaires. Des tranches horaires doivent de plus être définies, préférablement calées sur les variations d'offre et/ou de demande. Les tronçons et périodes horaires ainsi définies permettent d'agréger les données donc de simplifier quelque peu le traitement et l'analyse des relevés de temps de parcours. Si la fiabilité et le nombre de données le permet, l'analyse pourra toutefois être ensuite réalisée plus finement pour les principaux points noirs identifiés.

Afin de mieux rendre compte de l'environnement urbain de la ligne, une visite terrain attentive est nécessaire. On peut ensuite une fois encore établir des cartes de synthèse, en particulier des

²³ Source : réalisation personnelle

éléments avantageux/contraignants pour les TC (carrefours à feux, zones commerçantes, arrêts en encoche, couloirs réservés, priorité aux feux, etc.)

Le diagnostic préétabli et les visites terrains ne suffisent toutefois pas à se rendre compte de toutes les spécificités du territoire et des conditions d'exploitation de la ligne au quotidien, c'est pourquoi il est absolument primordial de recueillir les remarques des opérationnels (*a minima* le chef de ligne, voire les conducteurs) et/ou des régulateurs. C'est grâce à eux qu'une première liste de « points noirs », et de leurs causes supposées, pourra être dressée. L'analyse des données relevées permettra de confirmer ou de nuancer l'impact de ces points durs.

L'analyse conjointe et itérative des temps de parcours, du diagnostic de la ligne et des retours du personnel permet ainsi de recenser une série de dysfonctionnements, avec si possibilité, un chiffrage du temps perdu moyen. La recherche de leur(s) cause(s) réelle(s), qui peut nécessiter une nouvelle visite terrain, constitue le premier pas vers une proposition de solution(s) pertinente(s).

2.4.3. PROPOSITION DE SOLUTIONS : FAISABILITE TECHNIQUE ET ACCEPTABILITE SOCIALE

La recherche des causes et des solutions aux points durs identifiés précédemment est un travail nécessitant une certaine expertise. En effet, chaque situation est unique, de multiples éléments peuvent en être la cause et un mélange de différentes solutions peut en être la réponse. Afin d'illustrer ce propos, voici ci-dessous un tableau présentant les nombreuses causes possibles de dysfonctionnement d'un carrefour, qui peut notamment conduire à des remontées de files d'attente extrêmement pénalisantes pour les véhicules de transport en commun (ainsi que pour les voitures) :

Tableau 3 – Causes potentielles de dysfonctionnement d'un carrefour²⁴

Causes potentielles de dysfonctionnements d'un carrefour		
Cause(s) externe(s)	Mouvements perturbants systématiques	<ul style="list-style-type: none"> • Manœuvres fréquentes de poids lourds à proximité immédiate du carrefour (livraisons) • Arrêt de courte durée de véhicules sur chaussée (commerces de proximité)
	Stationnement gênant	<ul style="list-style-type: none"> • Manœuvre fréquentes de stationnement sur une des voies (ou arrêt/voie de bus), pouvant générer des files d'attente remontant jusqu'au carrefour
	Arrêts de bus mal positionnés	<ul style="list-style-type: none"> • Un arrêt situé en amont d'un carrefour perturbe souvent plus la circulation générale qu'un arrêt situé en aval
	Mauvais fonctionnement des carrefours alentours	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de remontées de files d'attente d'un carrefour sur l'autre • Mauvaise coordination entre les feux
	Plan local de circulation inadapté	<ul style="list-style-type: none"> • Sens de circulation autorisés problématiques
Cause(s) interne(s)	Facteurs quantifiables (mis en évidence par calcul de capacité théorique)	<ul style="list-style-type: none"> • Phasage et plans de feux (temps de dégagement) • Capacité de stockage (des T-à-G essentiellement) à l'intérieur d'un carrefour • Absence de créneaux suffisants • Nombre de voies sur chaque branche, dont la cohérence du nombre entre l'entrée et la sortie • Temps d'attente excessif pour les piétons • Largeur des îlots séparateurs • Rayon de l'îlot central
	Facteurs non quantifiables (mis en évidence par observations in situ)	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de présélection des différents mouvements sur les files d'affectation des véhicules • Mauvaise lisibilité ou visibilité • Problèmes de giration

Il n'existe donc pas de solution type, ni de « recettes de cuisine » à appliquer à un certain type de situation, pour laquelle les contraintes d'insertion sur voirie peuvent notamment d'ailleurs contraindre le choix. Dans tous les cas, il sera nécessaire d'évaluer non seulement la faisabilité technique de la solution mais aussi son acceptabilité sociale auprès de toutes les parties prenantes qu'elle engage. Ainsi un réaménagement de voirie devra prendre garde à conserver un certain équilibre entre les nombreux usagers qui se la partagent (piétons, vélos, automobilistes, etc.). Une modification des conditions d'exploitation devra évoquer de manière transparente à l'AOT les conséquences potentielles sur d'autres thématiques telles que la fraude, etc.

²⁴ Synthèse des données tirées des pp 52-53 de l'ouvrage « Carrefours urbains » du CERTU (2010)

De plus, il paraît dans la pratique intéressant de spécifier les retours sur investissement envisagés en définissant pour chaque solution :

- Un ordre de grandeur de coût d'investissement
- Un ordre de grandeur de gain de temps
- Le nombre de lignes concernées par l'aménagement
- Le nombre (de passages) de bus impactés par jour

Puis enfin, globalement sur la/les lignes :

- Un gain de temps par course, sens aller et retour différenciés
- Un gain d'exploitation (besoin en véhicules, heures de conduites et énergie)
- Un coût d'investissement et le temps nécessaire pour le rentabiliser
- Le nombre d'usagers impactés par jour

A défaut de pouvoir définir ces chiffres pour un type théorique de solution, la prochaine partie s'attachera à expliquer les nombreuses solutions envisageables.

PARTIE 3 – UNE PALETTE DE SOLUTIONS COMPLEMENTAIRES

Il semble extrêmement difficile de réussir à recenser toute la variété de solutions envisageables en vue de l'amélioration de la vitesse commerciale et de la régularité des lignes de bus. L'ensemble des principales pistes de réponses abordées dans cette partie ne constitue donc pas une liste exhaustive mais l'approche systémique élaborée se veut essayer de s'en rapprocher. Chacune des solutions présentées dans cette partie sera dans un premier temps expliquée, puis ses avantages et ses limites (pour les TC) seront présentés, en n'oubliant pas d'évoquer ses impacts sur les autres parties prenantes. Il est en effet important dans de telles études d'évaluer non seulement la faisabilité technique des solutions mais aussi leur acceptabilité sociale auprès de tous les acteurs de la démarche et plus largement de toutes les parties prenantes (y compris indirectes). Sans espérer pouvoir obtenir consensus, chaque solution doit permettre de trouver un compromis, tout en respectant l'ensemble des contraintes propres à chaque situation. Or la mise en œuvre de n'importe quelle démarche implique des contraintes liées au jeu d'acteurs, particulièrement complexe pour le mode bus, et que nous allons donc dans un premier temps aborder.

3.1. UN JEU D'ACTEURS COMPLEXE : TEMPORALITE DE MISE EN ŒUVRE DES SOLUTIONS

Le nombre et la nature des acteurs étant liés à l'organisation du fonctionnement de la ligne de bus, il est tout d'abord nécessaire de définir et caractériser le système même que représente la ligne de bus.

3.1.1. LA LIGNE DE BUS, UN SYSTEME EVOLUTIF MAIS CONTRAINT

La ligne de transport en commun est un concept immatériel, identifié par un numéro (voire éventuellement une dénomination commerciale pour distinguer un niveau élevé de service comme par exemple « Lianes », « Linéo », etc.) et auquel sont rattachés beaucoup d'éléments. Sa mission, qui est rappelons-le de transporter des personnes selon un itinéraire fixe et une grille horaire prédéfinie, tend à la définir comme un itinéraire, des arrêts ainsi qu'une offre (amplitude horaire, fréquence).

Au contraire des autres modes de transport collectif pour lesquels les imposantes et coûteuses infrastructures font souvent renoncer à toute modification d'itinéraire et d'arrêts, la ligne de bus se veut d'une extrême souplesse grâce en particulier à son utilisation des infrastructures routières déjà existantes. De fait, si l'étude de la cohérence entre offre et demande se limite essentiellement à l'étape de définition du projet dans le cadre d'un projet de TCSP, elle fait au contraire partie du quotidien de l'évolution d'un réseau de bus. La ligne de bus est donc un système particulièrement évolutif. On considère toutefois qu'une modification de ses caractéristiques ne donne pas nécessairement lieu à un changement de sa nature, ou en d'autres termes, une légère rectification

de tracé ou même d'offre n'entraîne pas une modification de numéro/nom (élément d'identification vis-à-vis de la population).

C'est bien là que réside l'avantage principal du mode bus : son faible coût, provenant de la mutualisation de tous éléments nécessaires à la réalisation de cette mission, lui confère un potentiel d'adaptabilité au besoin inégalable. Le revers de la médaille se situe toutefois dans la nécessité de s'accommoder des contraintes inhérentes aux échelles de mutualisation et la non-maîtrise de leur amélioration. En effet, à la différence des TCSP pour lesquels un travail de réflexion a été porté sur le maintenant célèbre triptyque « matériel roulant / infrastructure / modalités d'exploitation » afin de l'adapter aux fonctions et attentes de la ligne en question, la ligne de bus est au contraire un système :

- nécessitant l'affectation de moyens matériels (et humains) dont le parc est harmonisé à l'échelle de tout ou partie du réseau de bus ;
- tributaire des conditions de circulation offertes par l'infrastructure utilisée, à savoir la voirie publique ;
- régi selon des modalités d'exploitation propres à tout ou partie du réseau de bus (type de régulation, MPA ou non, vente à bord ou non, etc.) et grâce à des équipements de gestion de même partagés sur tout le réseau (billettique, SAE, PCC, etc.).

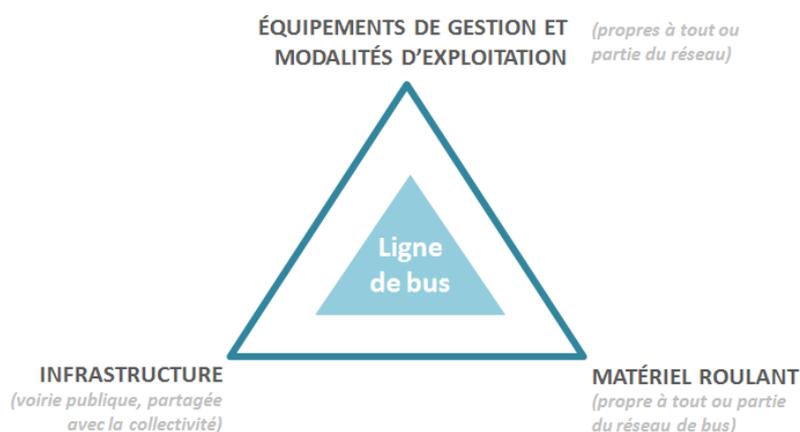


Figure 8 – Contraintes liées à la mutualisation du triptyque « infrastructure/matériel roulant/exploitation » pour le mode bus²⁵

Le système subit ainsi l'influence du comportement de tous les usagers de l'espace public, ce qui constitue un très grand facteur d'instabilité de son fonctionnement. Mais l'utilisation de la voirie publique ne contraint pas que ses conditions de circulation, elle limite aussi les potentialités d'action de l'opérateur pour maîtriser ses améliorations. La coordination entre tous les différents acteurs de la démarche est ainsi une condition préalable à la proposition de nombreuses des solutions qui seront présentées plus tard.

²⁵ Source : réalisation personnelle

3.1.2. UNE NECESSAIRE COOPERATION, VOIRE EN PREMIER LIEU SENSIBILISATION, DES NOMBREUX ACTEURS CONCERNES

Au contraire des modes de transport ferrés pour lesquels l'exploitant est en charge de la maintenance, le mode bus doit s'accommoder des caractéristiques de son infrastructure sans réel moyen d'amélioration en interne. Celle-ci nécessite en effet la contribution de l'AOT d'une part, à qui il revient la plupart du temps la charge du coût d'investissement, ainsi que de la collectivité locale d'autre part, et en particulier de ses services techniques en charge de la voirie et des déplacements. Or cette dernière n'a pas uniquement en charge l'organisation du transport public, compétence qu'elle a par ailleurs pu déléguer à une autre institution (de type syndicat mixte par exemple), et elle n'est donc pas autant sensibilisée aux enjeux du transport public comme peuvent l'être ceux qui œuvrent quotidiennement à son optimisation (opérateur et AOT). Certains intérêts peuvent ainsi diverger, notamment sur la notion de partage de la voirie.

L'espace public, et en particulier la voirie, est un espace mutualisé à de nombreux types d'utilisateurs et d'usages. Il doit ainsi permettre à tous de l'emprunter, en y assurant la meilleure cohabitation possible (en jonglant notamment entre mixité et séparation des espaces). Le fait d'avantager un usage, quel qu'il soit, ne peut donc s'entendre que si l'équilibre global du système viaire n'est pas mis à mal. Or la voirie est le support de 5 grandes familles d'usages : la circulation, le stationnement, la vie locale, l'image/l'embellissement de la ville (mobilier urbain, végétaux, etc.) et les servitudes d'utilité publique (réseaux d'assainissement, d'énergie, etc.). On distingue ainsi énormément de types d'utilisateurs différents, aux caractéristiques et aux besoins variés, souvent même contradictoires... Ceux qui y vivent (riverains, commerçants) seront par exemple souvent sensibles au stationnement, à la praticité du lieu et à son esthétique alors que ceux qui y circulent seront essentiellement attentifs à la sécurité et aux vitesses offertes. On peut donner une liste (non exhaustive) des multiples types d'utilisateurs ainsi concernés : piétons, cyclistes, deux-roues motorisés, automobilistes, véhicules de livraison, transports collectifs (ligne urbaines, scolaires, interurbaines, etc.), véhicules de services urbains (secours, ramassage des ordures, taxis, etc.). La voirie est un espace de partage où la notion d'équilibre doit prévaloir, à l'avantage tantôt des uns tantôt des autres.

La prise de conscience des nécessités des TC n'est donc pas systématique au sein des services techniques des collectivités, dont la mise en œuvre d'actions aux contraintes « ordinaires » et spécifiques à une ou quelques thématiques précises complexifie souvent la prise de recul. Ce phénomène est d'autant plus marqué lorsqu'AOT et collectivité locale sont distinctement séparées. Dans tous les cas, la sensibilisation de chacun des acteurs est extrêmement importante et se doit par ailleurs de prendre en compte les différentes logiques des principaux interlocuteurs, que l'on peut schématiser telles que :

- Des élus (maires et adjoints) aux logiques politique, financière et médiatique ;
- Les services techniques des collectivités - dont les responsabilités sont segmentées - aux logiques essentiellement « terrain » et terre-à-terre ;
- L'AOT et l'exploitant, liés dans des logiques d'équilibre budgétaire, de performance et de service aux usagers ;

En résumé, comparativement aux autres modes de transport collectif, le mode bus voit apparaître deux nouveaux types d'acteurs pour sa gestion (en plus de l'unité exploitation et l'AOT) : l'unité marketing offre de l'exploitant, en cohérence avec la souplesse d'adaptation du mode bus aux évolutions des besoins, ainsi que les différents services techniques des collectivités liés à la voirie et la régulation du trafic. Outre les contraintes techniques, la réussite de la démarche est donc tributaire de la coordination des nombreux acteurs à impliquer. Le nombre d'acteurs concernés est par ailleurs indicatif de la temporalité de mise en œuvre des solutions, que nous distinguerons dans la suite selon qu'elle est envisageable à court, moyen ou long terme.

3.2. A COURT TERME : UNE REDEFINITION EVENTUELLE DE LA LIGNE ET DE SA PLACE DANS LE RESEAU

La souplesse d'adaptation de la ligne de bus est un de ses plus grands atouts. Il est donc dans un premier temps envisageable d'optimiser ses caractéristiques propres et/ou les modalités d'exploitation qui régissent son fonctionnement.

3.2.1. LES CARACTERISTIQUES DE LA LIGNE A QUESTIONNER EN PREMIER LIEU

UN ITINERAIRE LE PLUS DIRECT POSSIBLE

La souplesse des lignes de bus offre un avantage conséquent sur les autres modes : la possibilité de contourner les difficultés. A chaque contrainte rencontrée, il peut donc être utile de redéfinir la fonction réelle de tel ou tel arrêt/tracé car, dans les faits, de nombreuses lignes de bus ont des tracés sinueux, parfois en réponse à une demande importante mais parfois simple résultat de raisons « historiques », jamais remises en question alors même qu'elles n'ont plus forcément (autant) de sens aujourd'hui. Les détours, pour aller desservir un ou quelques arrêts, sont fortement pénalisants pour la majorité des usagers et sont donc à réserver aux cas des arrêts fortement fréquentés. Ce type de décision n'est toutefois pas toujours simple à assumer pour l'AOT et/ou l'exploitant – d'autant plus qu'il ne faut pas tomber dans l'extrême inverse d'un réseau dont le rôle social serait complètement mis de côté –. Loin d'être à conseiller automatiquement, il convient simplement de se pencher systématiquement sur la question...

UN NOMBRE ET UNE LOCALISATION DES ARRETS OPTIMISES

Au-delà même de l'itinéraire, le nombre d'arrêts est par ailleurs extrêmement important. La logique de ces dernières années cherchait à limiter le temps d'accès des usagers à la station, d'où maximiser le nombre d'arrêts. Il arrive ainsi aujourd'hui que des arrêts ne soient séparés par moins de 200 mètres, ce qui ne laisse pas le temps au conducteur d'atteindre une vitesse satisfaisante entre les stations. Il peut donc parfois sembler pertinent de réunir deux arrêts pour créer un unique arrêt plus ou moins au milieu des deux précédents, notamment si ceux-ci sont peu fréquentés. La question est en effet plus délicate lorsque les arrêts sont déjà très fréquentés, car l'allongement du temps

d'échanges passagers au nouvel arrêt peut annuler aux heures de pointe le bénéfice obtenu par l'augmentation de la distance inter-arrêts.

Si une telle solution de déplacement d'arrêt est retenue, il va sans dire qu'une attention toute particulière doit être apportée à la localisation du futur arrêt, en trouvant donc un compromis entre :

- Interdistance entre les stations
- Localisation de pôles générateurs de déplacement
- Cheminements piétons
- Carrefours à proximité
- Espace disponible
- Intégration dans le site

Carrefours et arrêts sont dans les faits souvent liés car l'implantation de ces derniers à proximité des intersections – donc au croisement de plusieurs rues – permet de desservir une population plus large et facilite les éventuelles correspondances. Ce n'est toutefois pas un choix sans conséquences. Les carrefours sont en effet de nature à générer d'importantes remontées de files qui peuvent bloquer l'accès d'une station située en amont. Dans le cas d'un carrefour à feux, la circulation est rendue fluide avec le passage au vert et le VTC, qui peut enfin accéder à l'arrêt, n'a souvent pas le temps de passer la ligne de feu avant que le feu ne repasse au rouge (voir schéma ci-dessous). Pour éviter cette double peine, on conseille en général de placer les arrêts en aval des carrefours à feux. Quant aux giratoires, il est au contraire préférable de positionner les arrêts en amont afin de permettre aux VTC de profiter de la fluidification de la circulation en sortie de rond-point.

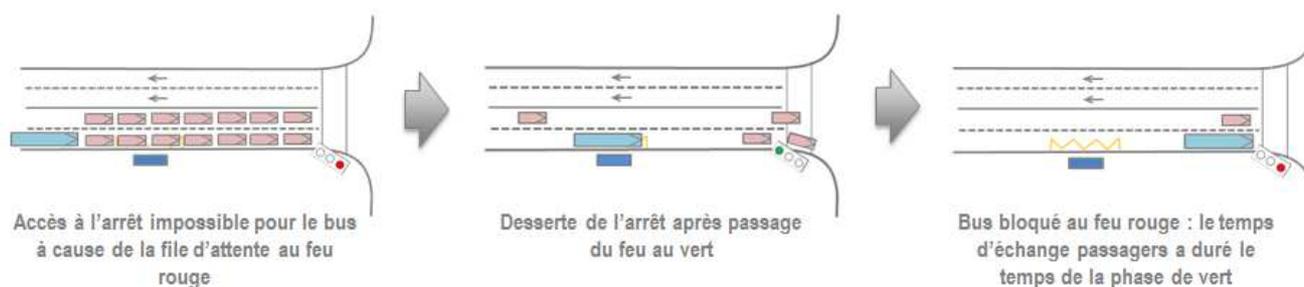


Figure 9 – Dysfonctionnement d'un arrêt localisé en amont et à proximité d'un feu²⁶

UNE DEFINITION DES TEMPS DE PARCOURS OPTIMISABLE

La redéfinition des temps de parcours est critique en le sens que c'est elle qui entérine les gains de temps et donc de productivité engendrés par toutes les solutions présentées dans cette partie. Elle peut de plus constituer une solution en elle-même. Dans le cadre de la mise en service d'un TCSP par exemple, les conditions de circulation de tout un secteur peuvent sensiblement s'améliorer, ou bien au contraire se dégrader. Le recalage des temps de parcours théoriques sur les temps réels moyens est ainsi primordial.

Un autre grand sujet de la définition de l'offre est le choix de la « référence » pour l'uniformisation des temps de parcours tout au long de l'année. Même si les conditions de circulation sont très

²⁶ Source : Transétude, 2014

différentes un mardi d'octobre d'un lundi de juin par exemple, les temps de parcours sont généralement conservés identiques afin de suivre un principe de simplicité des fiches horaires pour l'utilisateur, ainsi que pour le conducteur. C'est donc à l'unité de régulation et aux conducteurs d'adapter la production de manière à correspondre au mieux aux temps de parcours choisis. La question se pose ainsi de savoir s'il vaut mieux dimensionner l'offre en fonction des périodes les plus critiques (octobre/novembre) ou bien par rapport à une autre période, en acceptant donc d'être en retard sur certains jours, voire mois.

Au delà de la caractérisation de la ligne en elle-même, un travail peut se faire sur les modalités d'exploitation, notamment dans la cadre d'une hiérarchisation de réseaux où le sous-groupe des lignes à niveau élevé de service – dont le taux de fréquentation est vraisemblablement plus élevé – peut bénéficier de certaines mesures visant à faciliter les flux d'échanges passagers.

3.2.2. DES MODALITES D'EXPLOITATION A DIFFERENCIER POUR LES LIGNES A FORTE FREQUENCE/ FREQUENTATION

Les modalités d'exploitation ont une forte influence sur la demande de manière générale, et l'efficacité des échanges passagers en particulier. Or si ces derniers ne posent aucun souci particulier sur les lignes peu fréquentées, ils peuvent devenir problématiques sur les lignes fortes d'un réseau. Les temps d'échanges passagers s'allongent en effet disproportionnellement à l'augmentation du flux et/ou de la charge à l'intérieur du véhicule. L'augmentation de la fréquence (théorique) de la ligne est une solution permettant de faire baisser ce taux de charge mais elle ne sera pas présentée ici car contraire au principe d'amélioration de la productivité. On tâchera plutôt d'optimiser la fréquence réelle, en assurant une régulation des intervalles plutôt que des horaires.

UNE REGULATION A L'INTERVALLE

Lorsque l'intervalle entre deux passages de bus est inférieur à 10 minutes, on considère que le temps d'attente pour l'utilisateur est suffisamment court pour qu'il puisse s'affranchir de la contrainte du respect des horaires. La demande arrive alors à l'arrêt selon des flux plus ou moins homogènes et, afin d'assurer la meilleure répartition possible de la charge entre les différents bus, il est préférable d'effectuer une régulation des intervalles réels entre les véhicules plutôt que des horaires théoriques. En effet, sur une ligne fortement fréquentée, le retard entraîné par un cumul d'aléas quels qu'ils soient se traduit par une augmentation forte de la fréquentation aux arrêts et des temps d'échanges passagers, aggravant encore le retard. Cette accumulation peut devenir à tel point importante que le bus suivant (dont le nombre de passagers sera nettement plus faible) peut rattraper le bus fortement retardé et ainsi former ensemble ce que l'on appelle un « train de bus ». Ce phénomène est d'autant plus dommageable qu'il est équivalent à une baisse de la fréquence réelle, la seule perçue par les usagers.

AUGMENTATION DU TARIF DES TITRES VENDUS A BORD

La vente à bord est une source importante de temps perdus et de variabilité des temps de parcours. A l'inverse des TCSP, il n'est pas envisageable – en l'état actuel de la billettique – de supprimer totalement la possibilité d'acheter un titre de transport à bord des bus car cela impliquerait nécessairement la multiplication des autres lieux de ventes. La mise en service, en complément, d'un

distributeur automatique de billets (DAB) aux stations très fréquentées peut toutefois s'avérer une solution efficace, même si coûteuse à l'achat ainsi qu'à l'entretien.

Une solution simple pour limiter la vente à bord est l'augmentation des tarifs, à l'unité supérieure. Un tarif « rond » de 2€ par exemple aura ainsi le double avantage d'inciter les gens à s'organiser pour acheter leurs titres de transport en avance, et d'éviter au conducteur de s'embarrasser de la « petite monnaie ». Il convient en tous cas toutefois de rester vigilant sur le fait que toutes les actions touchant à la vente et à la validation des titres de transport aura inévitablement un impact sur le taux de fraude, positif ou négatif telle est la question... La dématérialisation de l'acte de vente (et ainsi la permission de le faire à tout moment et n'importe où) peut constituer une autre solution à long terme, qui ne sera pas détaillée dans cette partie car pouvant faire l'objet d'un rapport à part entière.

DES MONTEES AUTORISEES PAR TOUTES LES PORTES

On oblige traditionnellement les voyageurs à monter par la porte avant afin de limiter le taux de fraude notamment, la présence du conducteur incitant à faire respecter l'obligation de valider le titre de transport. Cette mesure est efficace sur les lignes à faible fréquentation où elle limite les conflits en dirigeant les flux d'entrée / sortie du véhicules. Sa pertinence est toutefois à remettre en question sur les lignes fortement fréquentées, où d'une part le flux important ne laisse de toute façon pas nécessairement au conducteur la possibilité de vérifier la validation, et d'autre part la forte probabilité de descente de passagers garantit aux fraudeurs la possibilité de monter par l'arrière du véhicule... Il est à noter que cette mesure nécessite des modifications du matériel roulant en conséquence (et donc des coûts) puisqu'il faut rajouter des valideurs de titres aux portes qui n'en étaient pas équipées. Du moment qu'elle n'implique pas l'ensemble du parc mais un nombre limité de lignes, elle peut s'envisager à plus ou moins court/moyen terme. Des mesures complémentaires à long terme seront présentées dans la partie 3.4.

Toutes ces actions sur la redéfinition de la ligne, de son offre et de ses modalités d'exploitation sont susceptibles d'être mises en œuvre relativement rapidement et pour un coût d'investissement généralement peu élevé voire quasi nul pour certaines, alors qu'elles peuvent générer des gains de temps et d'argent substantiels. A moyen terme, d'autres types d'actions peuvent être menés, sur l'infrastructure en particulier, en collaboration avec la collectivité locale.

3.3. A MOYEN TERME : UNE INFRASTRUCTURE A OPTIMISER

De nombreux ouvrages et rapports²⁷ ne manquent pas de présenter les différentes solutions liées à la modification de l'aménagement de l'infrastructure ou de sa régulation, même si les impacts sur tous les autres usagers de la voirie sont parfois seulement succinctement abordés. Il sera essayé ici de lister les impacts (négatifs mais aussi positifs) sur tous les usagers potentiellement impactés par

²⁷ Voir bibliographie

des modifications de l'espace public, à la fois ceux qui y vivent (riverains, commerçants notamment) et ceux qui y circulent (piétons, cyclistes, automobilistes, etc.). L'expérience montre que se préoccuper du dysfonctionnement général de la circulation, avant même d'envisager des solutions plutôt « lourdes » spécifiques aux bus, peut se révéler particulièrement efficace.

3.3.1. QUELQUES SOLUTIONS GENERALES

Il convient tout d'abord d'insister sur la qualité de la chaussée, qui influe grandement à la fois sur la vitesse des bus, sur leur coût de maintenance et sur le confort des usagers. Un mauvais état de la chaussée est ainsi de nature à donner une piètre image du transport collectif, auquel il est important de remédier par un dialogue avec la collectivité compétente en matière de voirie. Les zones 30 et les ralentisseurs sont de même de nature à dégrader sérieusement la vitesse et la compétitivité du mode bus vis-à-vis de la voiture et il convient donc de les utiliser avec parcimonie le long des lignes de bus.

De plus, il est d'usage de définir la voirie telle qu'une succession de carrefours et de sections courantes²⁸. Sur le plan circulatoire, ce sont les premiers qui limitent la capacité de l'infrastructure, en contraignant les véhicules à s'arrêter, ou tout du moins à ralentir. S'ils améliorent ainsi la sécurité, ils en deviennent un obstacle important, notamment pour les véhicules de transport collectif. Il existe différents types d'intersections, de la moins à la plus capacitaire : priorités à droite, cédez-le-passage/stop, giratoires et carrefour à feu. Les deux premières doivent être dans la mesure du possible évitées sur le tracé des bus (quitte pourquoi pas à déplacer le stop sur l'axe transversal, tel que cela peut exister à Angers).

Les carrefours à feu sont une des principales sources de perte de temps sur le parcours des bus, dont l'importance varie sensiblement en fonction de la configuration des voies, du nombre de phases²⁹, et de la durée du cycle de feu³⁰. Pour illustration, le graphique ci-dessous donne un ordre de grandeur de ce temps perdu moyen (pour un bus ne bénéficiant pas de priorité), en fonction des caractéristiques du carrefour à feu.

²⁸ La section courante est la portion de voirie séparant deux carrefours

²⁹ Une phase est la période durant laquelle un ou plusieurs courants sont admis dans le carrefour

³⁰ Un cycle de feu est l'enchaînement des différentes phases des feux

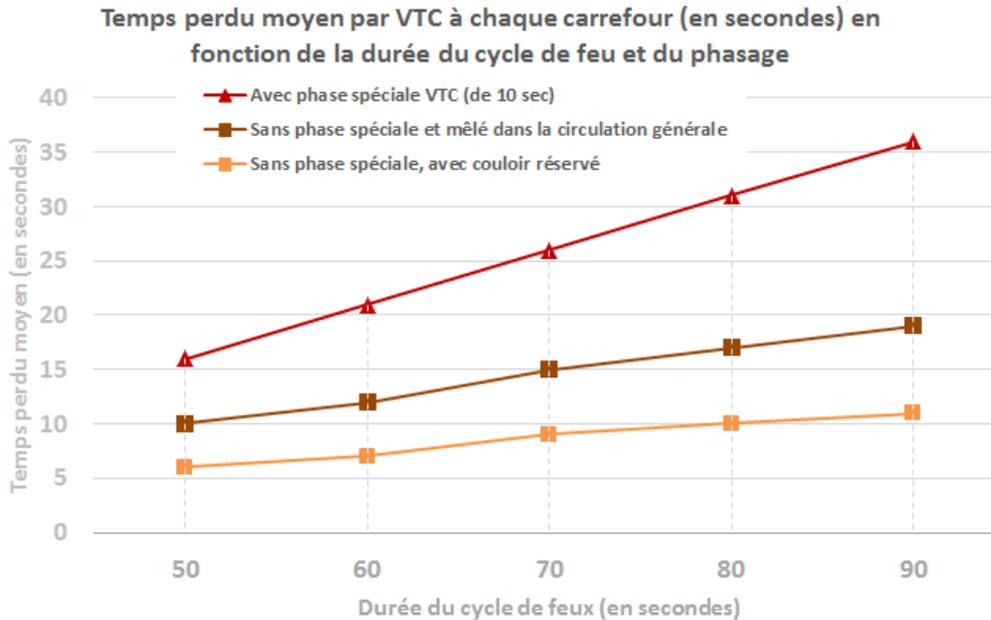


Figure 10 – Temps perdu moyen par VTC à chaque carrefour en fonction de la durée du cycle de feu, du type de phasage et de la configuration du carrefour³¹

On note ainsi le fort impact des caractéristiques du carrefour sur la perte de temps moyenne. L'insertion d'une phase spéciale pour les véhicules de transport en commun, loin d'être bénéfique à ceux-ci aggrave sensiblement la perte de temps. Il paraît ainsi plus judicieux de modifier le plan de feu et de traiter le problème de conflit de mouvements tournants plus en amont du carrefour. D'une manière générale, les dysfonctionnements liés aux carrefours mêmes (et non à des événements à proximité tels que du stationnement gênant par exemple) peuvent être – plus souvent qu'on ne le croit – sinon réglés, au moins minimisés, par une « simple » modification du plan de feu, qui ce qui aura par ailleurs pour conséquence d'améliorer non seulement la circulation des VTC mais aussi celle de tous les autres véhicules.

Dans la suite, nous distinguerons les solutions selon 3 types : en section courante, aux carrefours et aux arrêts de bus. Les arrêts de bus, lieux importants et spécifiques au fonctionnement du transport collectif, seront traités dans une dernière partie.

3.3.2. EN SECTIONS COURANTES : UNE LIMITATION DES CONFLITS PAR UNE SEPARATION PHYSIQUE DES USAGES

Devant la multitude de facteurs d'influence (détaillés en partie 2.2.2), la première solution à l'optimisation du fonctionnement d'une ligne de bus paraît être l'« imperméabilisation » du système par rapport à son environnement, en réaménageant par exemple l'infrastructure de manière à limiter les conflits entre les TC et les autres usagers.

³¹ Source des données : CERTU « La priorité aux feux pour les VTC » (pp. 45-46)

LES COULOIRS BUS

Revenons dans un premier temps sur quelques définitions. La circulation des bus sur la voirie se fait essentiellement sur une des voies de la circulation générale, on parle alors de « site banal ». A l'inverse, une voie exclusivement réservée à la circulation des bus est appelée « site propre ». Une voie de circulation dont l'usage est partagé entre quelques types de véhicules seulement est appelé « site partagé ». La séparation des usages vise à une diminution de l'influence des éléments externes au système, en créant des conditions de circulation optimale pour le mode privilégié.

Mixité dans les couloirs bus

Le degré de mixité à fixer dans les couloirs bus est un sujet d'actualité. Si les véhicules de secours et les taxis sont communément acceptés sur ces voies, ce n'est pas systématique – mais de plus en plus courant – pour les vélos. Or leur vitesse étant clairement inférieure à celle des bus, on peut se demander si leur cohabitation est vraiment à conseiller lorsque la voie n'est pas élargie (et que le bus peut potentiellement donc ne pas pouvoir les dépasser), ce d'autant plus quand l'effet est rapporté au nombre de passagers impactés.

Il est par ailleurs crucial de matérialiser clairement cette séparation. En effet, la lisibilité de celle-ci conditionne d'une part le respect de ses règles particulières d'utilisation et sa visibilité permet d'autre part au transport public de « marquer son territoire » vis-à-vis de l'automobile. Pour ce faire, les marquages au sol des sigles « BUS » ainsi que les panneaux de signalisation spécifiques sont obligatoires mais il est de plus très fortement conseillé de différencier plusieurs caractéristiques de la voie réservée aux bus par rapport aux autres voies de circulation :

- Le contraste / la couleur de la voie
- La texture du revêtement
- La hauteur de la chaussée

C'est en cela que l'on distingue l'efficacité du site propre – pour lequel toutes ces caractéristiques doivent se différencier du reste de la chaussée – du couloir bus, système donc plus « poreux » quant à l'influence des éléments extérieurs. Le site propre constituant un aménagement lourd plutôt figé, ce qui est contraire au principe de souplesse des lignes de bus, il ne sera pas détaillé dans la suite de cette étude. Les caractéristiques du couloir bus doivent cependant tendre, à moindre frais, à se rapprocher de celles du site propre et le contraste de la voie paraît en particulier un élément relativement peu onéreux en regard de son apport.

Outre leur aspect visuel, il existe différentes possibilités d'insertion des couloirs par rapport aux voies de circulation. Selon que la chaussée est à double sens ou en sens unique, on distingue plusieurs

types de solutions : le couloir dans le sens de la circulation, axial ou bien latéral, ou celui à contresens de la circulation (photo ci-dessous).



Figure 11 – Couloir bus à contresens de la circulation générale (Angers)³²

Selon le type d'insertion du couloir bus, son efficacité peut être plus ou moins facilement mise à mal par le non-respect des autres usagers. En effet, la « privatisation » d'une partie de la voirie est mal comprise par les automobilistes notamment, et ce d'autant plus que la fréquence de passage des véhicules de transport collectif est faible. Le calme apparent de la voie réservée incite donc parfois d'autres véhicules à s'y stationner, ce qui peut devenir fortement pénalisant pour les TC. Or, compte tenu du coût non négligeable de l'aménagement, il paraît pertinent de garantir son efficacité par des mesures de répression plus réactives et efficaces.

Respect des aménagements : réglementation et répression

Le partage de l'espace public impose une certaine discipline de la part des différents usagers. Et quand le comportement de ces derniers n'est pas conforme aux règles prédéfinies, il faut que les pouvoirs de police puissent intervenir dans les plus brefs délais. Or le cas du stationnement illicite (sur le site propre ou sur la zone d'arrêt) est particulièrement préoccupant car il peut bloquer les VTC pendant de longues secondes voire minutes, et décrédibiliser ainsi complètement l'offre de transport public. Il est donc primordial que la réglementation soit précise et qu'une relation étroite soit instaurée entre l'opérateur et les services de police. Dans l'idéal, et c'est déjà le cas parfois, les agents de maîtrise terrain devraient être assermentés à donner des PV sur les emprises réservées au bus.

³² Source : Transétude, 2014

Tableau 4 – Synthèse : avantages/inconvénients TC et autres impacts du type de couloir bus

	AXIAL	LATERAL	A CONTRESENS
Avantages TC	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de conflits avec les riverains et le stationnement (confort de conduite pour les conducteurs) • Visibilité de l'aménagement et des arrêts • Plus grand respect du couloir par les VP • Effet « coupe file » renforcé en cas de circulation VP dense • Régularité des temps de parcours 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité de mise en œuvre, y compris pour l'intégration des stations • Accès aux arrêts dans la continuité des cheminements piétons • Effet « coupe file » renforcé en cas de circulation VP dense • Régularité des temps de parcours si exclusivité du couloir respectée 	<ul style="list-style-type: none"> • Evite la dissociation d'itinéraire (fort gain de temps et de lisibilité) • Plus grand respect du couloir par VP
Inconvénients TC	<ul style="list-style-type: none"> • Plus d'aménagements nécessaires (séparateurs,...) • Emprise conséquente aux arrêts, dont la zone d'attente doit être sécurisée • Gestion des traversées piétonnes pour l'accès aux arrêts 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque important de non-respect du couloir, surtout si la fréquence des VTC est faible • Tributaire de la vie locale (entrées, charretières, stationnement illicite, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilité de doubler en cas d'aléa dans le couloir et de trafic dense en sens inverse
Autres impacts	<ul style="list-style-type: none"> • Circulation facilitée des véhicules de secours • Suppression d'une ou deux voies de circulation VP (réduction du trafic et de la vitesse) • Diminution de l'effet de coupure urbaine pour les modes doux • Cohabitation bus-vélo non envisageable • Esthétique et qualité de vie améliorée pour les riverains 	<ul style="list-style-type: none"> • Circulation facilitée des véhicules de secours • Suppression d'une ou deux voies de circulation / stationnement VP (réduction du trafic, de la vitesse et/ou de l'offre de stationnement de surface) • Incitation au stationnement illicite pour les clients des commerçants • Cohabitation bus-vélo envisageable 	<ul style="list-style-type: none"> • Circulation facilitée des véhicules de secours • Suppression d'une voie de circulation ou stationnement VP • Cohabitation bus-vélo envisageable seulement si couloir élargi • Risque plus important de non vigilance des piétons à la traversée du couloir

Globalement, le plus grand atout des couloirs réservés est l'apport de la régularité des temps de parcours, dans le cas où l'exclusivité de la voie est comprise et respectée par tous les autres usagers. Ils peuvent aussi aboutir à des gains de vitesse conséquents dans la mesure où la circulation générale était auparavant dense et/ou d'importantes remontées de file pénalisaient la progression du bus. L'effet « coupe file » est par ailleurs un élément important dans l'attractivité des TC vis-à-vis de la ligne.

Lorsque ces couloirs ont pour vocation à être situés quelques centaines de mètres seulement en amont des carrefours, on parle de couloirs d'approche. Les carrefours sont en effet des lieux complexes à gérer, où les usages et les enjeux sont démultipliés. De par leur fonction de limitation du trafic et/ou de la vitesse, ils font naturellement partie des principaux points noirs le long des itinéraires de lignes de bus.

La priorité aux VTC aux carrefours régulés peut se donner de manière spatiale – avec un couloir réservé ou mixte selon les cas, un recul des lignes d'arrêt VP – et/ou temporelle – avec des phases spéciales ou des départ avancé aux feux –. Il existe souvent dans la pratique un arbitrage à faire entre plusieurs mesures relativement semblables.

3.3.3. AUX CARREFOURS : UNE PRIORISATION DES TC

En milieu urbain dense, on estime qu'entre 20 et 30%³³ du temps de parcours des lignes de bus est perdu en attente aux feux. La priorité au feu est couramment estimée à un gain de 10 secondes⁹ par passage de VTC, temps d'accélération et de décélération compris. Devant la multitude de feux que traverse un bus tout au long de son itinéraire, on comprend aisément l'impact significatif d'une telle mesure si elle est généralisée à l'échelle d'une ligne voire d'un réseau.

LA PRIORITE AUX FEUX

On ne rentrera pas ici dans les distinctions techniques des multiples types de priorité aux feux (active/passive, ordre de phase fixe/phase servie au plus tôt, conditionnelle ou non, etc.) qui dépendent de beaucoup de caractéristiques locales. En revanche, le point commun de ces différents types de priorité est que leur efficacité est conditionnée par la fiabilité de prévision du temps d'approche du VTC jusqu'à la ligne de feu, autrement dit sa régularité.

Les temps d'échange-passagers étant très variable en particulier au cours de la journée, le positionnement d'un arrêt en amont du carrefour n'est ainsi pas à conseiller. A l'inverse, l'intérêt d'un couloir réservé ne se fait pas démentir et toutes les actions détaillées dans cette partie sont de nature à améliorer l'efficacité de la priorité. On peut de plus noter l'importance de l'harmonisation des types de conduite des conducteurs ainsi que de leur implication dans le fonctionnement du système, qui est d'autant plus importante qu'ils sont les plus à même de relever rapidement les incidents de fonctionnement des priorité aux feux. La valorisation de leur rôle dans le suivi des performances du dispositif est par ailleurs de nature à contribuer à un apaisement du climat social.

³³ Source : CERTU, 2001 « la priorité aux feux pour les VTC »

Souvent décrite, la pénalisation de l'automobile est de niveau très variable selon les cas. En effet, le principe de minimisation du temps de rouge et de maximisation du temps de vert pour le VTC n'impacte la plupart du temps que de quelques secondes la phase des flux VP antagonistes et ne modifie ainsi quasiment pas le fonctionnement normal du feu. Toutefois, si la fréquence de passage des VTC devient importante ou si le dispositif est généralisé à l'ensemble (ou presque) des feux d'une ville - tel que c'est le cas à Angers ou à Zurich – les effets seront effectivement sensibles et c'est un portage politique qui sera nécessaire pour obtenir l'approbation des services techniques de la collectivité en charge de la régulation du trafic notamment.

Tableau 5 – Synthèse : avantages / inconvénients TC et autres impacts d'une priorité aux feux

	PRIORITE FEU
Avantages TC	<ul style="list-style-type: none"> • Gains importants de régularité et de vitesse commerciale • Gain de confort pour l'utilisateur (lié à la réduction du nombre d'arrêts, d'accélération et de décélérations) • Baisse du stress et de la fatigue des conducteurs • Fiabilisation du système d'information voyageur (information embarquée dont prévision de temps de parcours et de temps d'attente en station, etc.)
Inconvénients TC	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place fastidieuse et chronophage • Coût de fonctionnement
Autres impacts	<ul style="list-style-type: none"> • Impact (de niveau très variable d'un réseau à l'autre) sur la circulation générale • Nette diminution de la consommation énergétique et des émissions de polluants

Le dispositif de priorité feu est un système « en vie » auquel il convient de prêter une attention constante. Si le suivi devient irrégulier ou la maintenance défectueuse, la dégradation de l'efficacité du dispositif peut être relativement rapidement sensible... Les feux et les stations constituant les deux sources d'arrêts les plus fréquentes, l'optimisation de l'une et de l'autre est de nature à générer une très nette augmentation à la fois de la vitesse et de la régularité.

3.3.4. AUX ARRETS : UNE AMELIORATION DES TEMPS D'ECHANGES PASSAGERS ET DE L'ACCESIBILITE

UNE MISE EN ALIGNEMENT DES ARRETS

Les arrêts de bus en encoche se sont popularisés avec l'avènement de la voiture et la volonté de ne pas gêner sa circulation, bien qu'ils soient très contraignants pour les véhicules de transport en commun. Le conducteur doit en effet manœuvrer pour placer son bus parallèlement et au plus près du trottoir. Cette manœuvre est par ailleurs complexifiée dès lors que l'encoche prévue est trop courte ou qu'un autre véhicule y stationne, attiré par la sécurité que lui procure le fait d'être hors de la circulation générale.

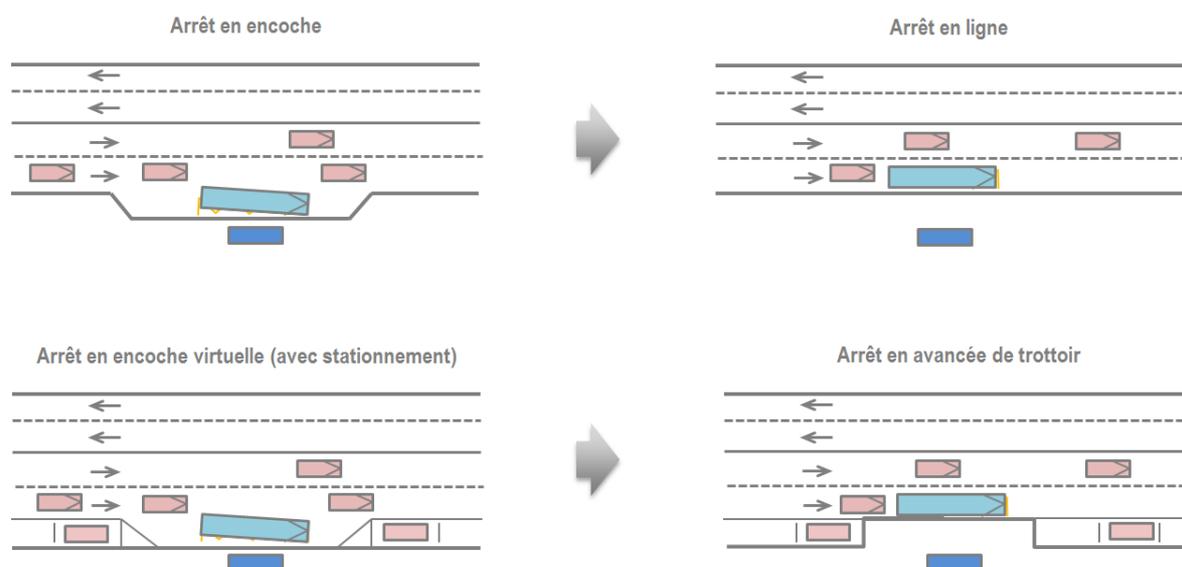


Figure 12 – Schéma descriptif de la mise en alignement des arrêts³⁴

De par le fait qu'il constitue un obstacle pour la circulation générale – et ce d'autant plus si l'arrêt est implanté dans une zone où le doublement est difficile voire impossible –, le bus verra la voie se dégager devant lui et pourra ainsi profiter d'une sorte de site propre virtuel pendant quelques centaines de mètres tout au moins. Pour cette même raison, le stationnement du bus ne peut toutefois décemment pas excéder quelques secondes. Ce type d'aménagement est donc à proscrire pour les arrêts de régulation, voire pour ceux à très forte fréquentation.

Outre le gain de temps et de confort pour les conducteurs, la mise en alignement des arrêts fait partie intégrante de la démarche de mise en accessibilité du transport public. En effet, en permettant un accostage plus précis, elle facilite, voire permet, la montée et la descente des personnes à mobilité réduite (PMR). Il est à noter que quand il est question d'arrêt, il ne s'agit pas uniquement du mobilier ou de l'interface entre le trottoir et le matériel roulant mais bien aussi de toute la zone à proximité immédiate, constituant une « zone tampon » entre l'espace public et le véhicule de transport collectif qui se doit de même d'être accessible.

³⁴ Source : réalisation personnelle

Tableau 6 – Synthèse : avantages / inconvénients TC et autres impacts de la mise en alignement d'un arrêt

MISE EN ALIGNEMENT D'UN ARRÊT	
Avantages TC	<ul style="list-style-type: none"> • Accostage plus précis, meilleure accessibilité • Confort de conduite pour le conducteur (moins de manœuvres et de fatigue) • Pas ou en tous cas moins de stationnement illicite sur la zone d'arrêt • Facilité de réinsertion dans la circulation, d'autant plus si impossibilité de doubler pour les autres véhicules • Elargissement du lieu d'attente (plus de confort et de capacité) pour les usagers • Emprise longitudinale réduite
Inconvénients TC	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de possibilité de stationnement prolongé, surtout si impossibilité de doubler pour les autres usagers (donc non adapté aux arrêts de régulation et/ou à très forte fréquentation)
Autres impacts	<ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité aux PMR dans la mesure où le matériel roulant et la zone d'accès à l'arrêt sont de même accessibles • Potentielle obligation de stationner sur la chaussée pour les véhicules de livraison • Pénalisation d'une voie de circulation VP pendant les quelques secondes de la desserte de l'arrêt

La mise en alignement d'un arrêt peut par ailleurs s'accompagner d'un réaménagement du trottoir à proximité afin de faciliter les cheminements piétonniers.

DES SYSTEMES COMPLEMENTAIRES POUR L'INTERFACE QUAI-BUS

Si par le passé on demandait aux conducteurs de ne pas trop s'approcher de la bordure du quai, on lui conseille parfois aujourd'hui au contraire de ne plus craindre de la frôler dans l'espoir de ne plus nécessiter l'utilisation de la palette PMR. Le cycle de sortie puis rentrée de cette palette d'accès dure en effet 20 secondes, sans compter l'entrée/sortie effective de la personne. Pour être autorisé à se passer de cette aide pénalisante en termes de temps, la loi impose des lacunes horizontales et verticales ne devant pas dépasser 5 cm (ce qui est d'ailleurs déjà beaucoup dans la pratique pour un fauteuil roulant).

Afin d'atteindre cet objectif tout en réduisant les coûts de maintenance (lié à l'usure des pneus à cause du frottement contre le trottoir), il est possible d'utiliser :

- Un guidage optique, aidé ou pas d'une mini-palette de quelques centimètres, pour réduire la lacune horizontale ;
- Un régulateur de suspension pour réduire la lacune verticale.

Dans le cadre du projet *European Bus System of the Future (EBSF)*, financé par l'Union Européenne, Rouen a pu tester les deux nouvelles technologies complémentaires au guidage optique déjà présent sur son TCSP. Il en est ressorti des résultats très positifs (malheureusement non chiffrés) en termes d'accessibilité d'amélioration du flux de passagers, permettant de réduire significativement les temps en station.



Figure 13 - Précision de l'accostage du TCSP de Rouen³⁵

Si le guidage optique est une technologie à la fois coûteuse et difficilement envisageable sur des lignes classiques (car l'utilisation des couloirs bus par les autres usagers conduirait à l'effacement des bandes optiques d'où à l'inefficacité du système), on pourrait tout de même envisager de tracer à la peinture une ligne de repère visuel sur la chaussée pour aider le conducteur à se positionner correctement. Quant aux autres technologies, il est toujours préférable d'y réfléchir au moment de l'achat de nouveau matériel roulant mais il paraît envisageable de l'implanter *a posteriori* pour les lignes à fort trafic notamment.

Si les aménagements de l'infrastructure publique constituent une part importante des efforts nécessaires en matière d'amélioration des vitesses commerciales, ils ne sont pas les seules solutions envisageables. Un programme de recherche européen EBSF (*European Bus System of the Future*) se veut ainsi promouvoir une nouvelle génération de bus, répondants mieux aux attentes de vitesse notamment.

3.4. A LONG TERME : UNE REFLEXION SUR LE PARC BUS

Il est impensable d'espérer changer le parc de bus à court ou même moyen terme mais, ces sujets permettant d'envisager des gains de temps significatifs, il mérite sans doute d'engager au moins une réflexion concernant son évolution potentielle.

DES PORTES PLUS NOMBREUSES ET PLUS LARGES

Il est tout d'abord à noter que cette solution n'a de sens que si la montée par toutes les portes est en place. La longueur des autobus standard (12 mètres) permet aux constructeurs de proposer 2 ou 3 portes selon la configuration intérieure désirée. Un autobus articulé (18 mètres) se verra lui proposer d'intégrer de 3 à 5 portes. Or il paraît judicieux d'augmenter le nombre de points d'entrée/sortie du véhicule de manière à mieux répartir les flux de passagers. Leur largeur est un facteur tout aussi déterminant, de même que l'aménagement intérieur.

³⁵ Source : Mobilettre

UNE CAPACITE INTERIEURE MODULABLE

L'aménagement intérieur doit permettre une circulation fluide des passagers à l'intérieur du véhicule. Le principal facteur déterminant la capacité d'un bus est le nombre de sièges, qui peut varier de 20 à 40 places pour un autobus standard. La modularité du nombre de sièges à l'intérieur du véhicule est un atout sans commune mesure pour l'exploitation. En effet, il est convenu que les personnes âgées notamment utilisent plus le bus que les autres modes de transport collectif pour se déplacer, et le font de préférence aux heures creuses. Avec ce type d'aménagement modulable, il est ainsi envisageable d'offrir un confort en heures creuses semblable au niveau actuel, et une capacité accrue en heures de pointe.



Figure 14 - Modularité du bus proposé par Irisbus Iveco dans le cadre du projet EBSF³⁶

Dans le cadre du projet de recherche européen EBSF, le constructeur Irisbus Iveco a ainsi proposé un nouvel aménagement intérieur modulable (voir photo ci-dessous) avec des sièges coulissants – sans perte de confort pour l'utilisateur – que le conducteur peut actionner ou non aux terminus à l'aide d'un bouton sur son tableau de bord. Un principe similaire, avec 7 sièges rabattables, a été proposé par le constructeur MAN sur un autobus articulé à 5 portes. Sa capacité globale augmentée de +20% (139 passagers au total) a résulté en un franc succès à Göteborg (Suède), où le véhicule a été testé en conditions réelles d'exploitation, avec une réduction du temps d'arrêt en station de -25% (près de 6 min de gagnées).³⁷

UN REPOSITIONNEMENT STRATEGIQUE DES VALIDEURS DE TITRES

La localisation des valideurs de titres à l'intérieur du véhicule est sujette à débat. En effet, si la logique de facilitation des flux d'entrée voudrait tendre à les positionner plus loin en face des entrées, elle peut en cas de forte charge du véhicule poser des problèmes de visibilité et/ou d'accessibilité (et donc conduire à une augmentation du taux de fraude). Cependant, les placer au niveau même des portes est fortement dommageable pour le temps d'échanges passagers. Les

³⁶ Source : Bus & Car

³⁷ Toutes les données chiffrées de ce paragraphe sont issues du document officiel destiné à la presse : « EBSF, designing the future of the bus »

positionner sur le côté des portes, face contre l'intérieur du véhicule, peut ainsi sembler être un bon compromis. La nature du titre à valider est aussi importante, mais on pourrait même envisager de le dématérialiser complètement.

3.5. VERS UNE EVENTUELLE ADAPTATION DE LA DEMANDE ?

Il est communément admis que c'est l'offre de transport collectif qui doit s'adapter à la demande mais, devant l'important coût qu'elle représente pour la collectivité, il paraît pertinent d'envisager la recherche d'un compromis. Il est pour l'instant dans les faits plutôt difficile de faire évoluer les mentalités sur ce sujet mais on peut s'appuyer sur quelques essais réussis dont la modification des horaires de l'Université de Rennes, pour étaler l'heure de pointe du métro, qui a ainsi permis de repousser de quelques années le rachat de rames. Le même principe peut se décliner sur les lignes de bus en ouvrant le dialogue avec les collègues et lycées notamment.

Les grands chantiers urbains sont aussi de nature à créer de fortes perturbations sur les réseaux de bus et la question se pose notamment à Lyon sur la possibilité de commencer les journées de travaux à partir de la fin de l'heure de pointe. L'évolution globale des mentalités sera sans doute cependant probablement longue à se faire réellement sentir...

3.6. SYNTHESE

De nombreux éléments interfèrent ainsi avec la progression du bus. Les mesures permettant d'isoler les véhicules de transport en commun de la circulation générale, tels que les couloirs réservés ou la priorité aux feux, sont donc des mesures particulièrement efficaces pour l'amélioration de la rapidité et la régularité des lignes de bus. On relève toutefois de nombreux autres types de solutions pour réduire et fiabiliser les temps de parcours, que l'on peut distinguer en plusieurs grandes familles selon qu'elles traitent du tracé de la ligne, de la définition de l'offre, des vitesses permises par les conditions de circulation et d'exploitation ou du respect de la réglementation.

Dans la pratique, on remarque que les gains de temps les plus importants – et les seuls qui sont réellement sensibles pour les usagers – sont induits par les modifications d'itinéraires, qu'elles soient décidées en amont de la démarche par une redéfinition de l'itinéraire ou grâce à l'aménagement d'un couloir réservé en contresens de la circulation (qui évite aux bus un large détour) ainsi que lors de la mise en place de priorité aux feux. En termes de régularité, cette dernière est aussi très efficace, et ce d'autant plus si accompagnée de couloirs réservés dont les autres usagers respectent l'exclusivité. Le couloir bus présente aussi l'avantage d'offrir un effet « coupe file », valorisant ainsi l'usage des bus vis-à-vis des voitures. Les actions sur les modalités d'exploitation et sur le matériel roulant permettent de plus des gains de temps non négligeables, et en tous cas complémentaires.

Rappelons enfin que la démarche générale consiste en la recherche d'un temps de parcours théorique – le temps promis aux usagers et dimensionnant les moyens affectés d'où le coût – correspondant au plus près au temps de parcours optimal du bus entre les deux terminus. Ainsi les moyens d'optimisation détaillés dans cette partie ne peuvent réellement prendre effet qu'une fois accompagnés d'une redéfinition des temps de parcours théoriques en cohérence.

PRINCIPAUX ELEMENTS A RETENIR

1. Un investissement une fois pour des économies tous les ans...

Quand il est question d'évaluation économique, il convient d'évaluer l'ensemble des coûts sur la durée de vie : le coût d'investissement à la mise en service, celui d'exploitation et celui de maintenance, voire éventuellement celui de « régénération » pour un allongement de sa durée de vie (en particulier pour le matériel roulant). Or dans le cas présent de démarche d'amélioration de la productivité, le coût d'investissement nécessaire est contrebalancé par des économies substantielles sur les coûts annuels d'exploitation ainsi que de maintenance, de l'ordre de centaines de milliers voire de plusieurs millions d'euros par an selon la taille du réseau.

2. ... vers un cercle vertueux pour le réseau de bus et de transport public en général

Cette viabilité économique de la démarche permet d'envisager la mise en œuvre d'un cercle vertueux, avec un réinvestissement des économies ainsi générées dans de nouvelles mesures, idéalement selon un plan d'action prédéfini. L'amélioration générale et significative de la qualité de service du réseau de bus est de plus de nature à augmenter l'attractivité des bus, et du transport public en général. Il convient en effet de garder à l'esprit que l'essentiel des habitants n'ont pas accès aux modes lourds de transport collectif (métro, tramway et BHNS essentiellement) et que le bus est ainsi pour beaucoup le seul mode (motorisé) alternatif à la voiture. L'image du réseau de transport public passe donc aussi par la qualité du réseau de bus, dépendante notamment d'une hiérarchisation lisible et pertinente des lignes.

3. Vitesse commerciale et régularité, un même combat contre les temps perdus

L'amélioration de l'une ou de l'autre tend vers le même objectif : minimiser les temps « perdus », c'est à dire les temps passés à autre chose que les échanges de passagers (par ailleurs à optimiser) ou le déplacement. La régularité des temps de parcours est par ailleurs un élément d'autant plus essentiel qu'au delà de l'aspect purement qualitatif, elle est la condition nécessaire pour atteindre une fréquence élevée, optimiser la capacité des véhicules, fiabiliser un système d'information voyageurs en temps réel ainsi que crédibiliser la vitesse commerciale. Or, pour un usager, le fait d'être en capacité de prévoir la durée de son déplacement est un avantage concurrentiel de taille vis-à-vis de la voiture, soumise à des conditions de circulations aléatoires.

4. Une approche terrain essentielle

En particulier du fait de l'impact du partage de l'infrastructure – à savoir la voirie publique – que les lignes de bus utilisent, la proportion des temps inutiles au sein des temps de parcours des lignes de bus est très forte. Si le problème général est bien identifié (y compris et même surtout par les usagers), le recensement concret des « points noirs » et de leur(s) cause(s) est par contre beaucoup plus délicat. La faible occurrence de certains dysfonctionnements (pour autant pas moins pénalisants) nécessite l'inclusion dans la démarche du personnel de conduite, présents dans le quotidien de la production de l'offre. La proposition de solution(s) doit ensuite prendre en compte l'ensemble des contraintes (techniques, sociales, politiques) c'est pourquoi il n'existe pas de

« recettes de cuisine ». L'analyse des causes de dysfonctionnements de chaque point noir, si théorique soit-elle, doit partir de constats de terrain et aboutir à des solutions spécifiques au terrain.

5. De « petites » mesures aux grands effets

Les « retours terrain » des conducteurs et des agents de maîtrise sont d'autant plus essentiels qu'ils permettent notamment de pointer rapidement du doigt les petits aménagements de voirie qui pénalisent fortement les véhicules de transport en commun (géométrie contrainte d'un carrefour complexifiant la giration des bus, ralentisseurs mal dimensionnés, etc.). Outre cet aspect purement pratique, des solutions pertinemment ciblées, valent souvent mieux que du « saupoudrage » en plus grande quantité mais sans réelle logique de terrain. Pour ne citer que quelques exemples, une priorité bus installée sur un seul feu pour une ligne dont l'itinéraire est transversal à un grand axe de la circulation peut faire gagner jusqu'à une minute de temps de parcours moyen (en pénalisant d'autant moins la circulation générale que sa fréquence est faible). La mise en place d'un contresens bus sur une rue de quelques dizaines ou centaines de mètres (souvent en lieu et place d'une voie de stationnement) permet d'éviter la dissociation des itinéraires aller et retour, très pénalisante à la fois en termes de temps de parcours (d'une à plusieurs minutes à gagner) et de lisibilité/compréhension de l'offre.

6. Une palette de solutions complémentaires

Les contraintes – il est vrai principalement générées par l'infrastructure – ne se résolvent en effet pas uniquement par des réaménagements lourds de celle-ci en faveur des véhicules de transport en commun. Ces derniers sont certes très efficaces mais les dysfonctionnements identifiés peuvent parfois, selon leur nature, être minimisés par de « petits réglages » – au moins dans un premier temps – sur la régulation du trafic notamment, qui seront par ailleurs souvent autant bénéfiques à d'autres modes de transport que les TC. De plus, des améliorations peuvent être portées sur les modalités d'exploitation (d'une ligne ou d'un groupe de lignes), ainsi que sur les moyens matériels et humains mis à disposition pour la production de l'offre. Il faut enfin rappeler que la souplesse du mode bus permet d'envisager un contournement des difficultés.

7. Des efforts cumulés pour des effets décuplés

La démarche suit la logique du « tout plus que la somme de ses parties », et ce de deux manières : c'est d'une part le cumul des actions tout au long de l'itinéraire de la ligne qui permet d'atteindre l'effet de seuil en termes de productivité (diminution du besoin en agents et/ou en véhicules) ; et la complémentarité de certaines mesures permet d'autre part de fortement augmenter les bénéfices du tout. Par exemple, l'efficacité d'une priorité au feu est notamment conditionnée par la fiabilité de la prédiction du temps d'approche du bus et elle peut donc être sensiblement augmentée si elle est conjointe à la mise en place d'un couloir réservé. Et inversement, un couloir bus ne peut pas garantir à lui seul un niveau élevé de service, encore faut-il que l'aménagement soit compris/respecté par tous et qu'il s'accompagne d'une priorité aux feux. Le même principe est valable pour l'optimisation des temps d'échanges passagers qui nécessite un travail conjoint sur le matériel roulant, l'infrastructure et les modalités d'exploitation.

8. D'autres impacts, potentiellement négatifs, à ne pas négliger

Les solutions relatives aux aménagements/régulations de la voirie sont susceptibles de bouleverser le quotidien des usagers de l'espace public, que l'on peut distinguer en deux grandes familles selon qu'ils y vivent ou s'y déplacent. Les premiers (riverains et commerçants) sont principalement préoccupés par la fonctionnalité (stationnement, cheminement piéton, accès aux entrées d'immeubles, etc.) ainsi que par l'esthétique de leur environnement. Il est important de prendre en compte leurs besoins, tout comme ceux des autres usagers en circulation : piétons, cyclistes, automobilistes, véhicules de services urbains (secours, taxis, ramassage d'ordure notamment), etc. La voirie est un espace de partage où la notion d'équilibre doit prévaloir, à l'avantage tantôt des uns tantôt des autres.

9. Une implication de l'ensemble des acteurs, condition nécessaire à l'atteinte des résultats escomptés

La mise en œuvre de la démarche d'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale des lignes de bus nécessite la coordination de nombreux acteurs. Le portage politique est évidemment une condition nécessaire ainsi que la motivation et la réactivité des services techniques des collectivités locales, en particulier les opérationnels (voirie et régulation du trafic). Etant au cœur de la démarche, l'opérateur se doit d'être force de proposition. Toutes les unités (marketing, opération, régulation, maintenance) qui le compose, ont tout intérêt à partager leurs besoins et attentes. L'opposition d'un seul d'un seul des acteurs précédemment cités peut annuler tout ou partie des bénéfices visés. Et l'implication ne se décrète pas, elle est l'aboutissement de 3 étapes : savoir, comprendre puis adhérer. La communication est sans doute ainsi la clef de la réussite de la démarche.

CONCLUSION

L'amélioration de la vitesse commerciale et de la régularité des lignes de bus est bénéfique à chacune des principales parties prenantes du service public de transport, à savoir l'utilisateur, l'opérateur et l'AOT/collectivité. Le frein principal à sa mise en œuvre est à l'heure actuelle la question épineuse du partage de la voirie. L'arbitrage entre intérêt individuel et collectif y est notamment parfois délicat à assumer. La démarche générale impliquant une transversalité des actions et des acteurs, on peut se demander dans quelle mesure le passage des AOT aux AOMD (Autorités Organisatrices de la Mobilité Durable) et celui des communautés d'agglomération aux métropoles vont pouvoir bénéficier à la concertation de toutes les parties prenantes au projet.

Toujours est-il que, dans ce contexte de crise de financement du transport public, la démarche se place en tant qu'alternative à une réduction de l'offre, ou vise *a minima* à la limiter avec des objectifs d'une part de productivité – invitant à une utilisation plus efficiente des moyens et, par extension, de l'argent public – et d'autre part d'attractivité – visant à une meilleure « rentabilisation » de l'offre, c'est-à-dire une augmentation de la fréquentation et des recettes à offre constante –. Toutefois, une amélioration de l'offre et/ou de sa qualité n'aboutit malheureusement pas automatiquement à une augmentation correspondante de la demande, c'est même plutôt rare. Or l'enjeu de l'accroissement de la participation des usagers au financement du transport public – par la tarification et/ou la fréquentation – est primordial. Rapidité et régularité contribuent respectivement à attirer et fidéliser des usagers. Mais au delà même des performances techniques des transports collectifs, c'est la reconquête de l'image du transport public, auprès des usagers mais aussi et surtout des non usagers, qu'il faut viser.

Si la reconquête d'habitudes de mobilité plus durables passe ainsi par une amélioration drastique de la qualité de l'offre publique, en augmentant notamment sa vitesse et sa régularité, le transport public a un autre atout de taille à faire valoir : il offre la possibilité, contrairement à l'automobile, de valoriser son temps de trajet. Encore relativement peu exploité, cet avantage de l'appropriation possible des temps de trajet, notamment via les technologies de l'information et de la communication (TIC), est pourtant de nature à parvenir à faire reconsidérer le temps de déplacement, non plus comme un temps perdu – car généralement pas une fin en soi, mais motivé par une activité à destination telle que le travail, les études, les loisirs, etc. – mais comme un temps utile.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

CERTU (2010), *Carrefours urbains*, Ed. du Certu, Collection Références, 180p

CERTU (2009), *Bus à Haut Niveau de Service – Du choix du système à sa mise en œuvre*, Ed. du Certu, Collection Références, 159p

CERTU (2009), *Le profil en travers, outil de partage des voiries urbaines*, Ed. du Certu, Collection Références, 184p

CERTU (2004), *Les modes de transports collectifs urbains : éléments de choix par une approche globale des systèmes*, Ed. du Certu, Collection Références, 192p

CERTU (2001), *La priorité aux feux pour les véhicules de transport en commun*, Ed. du Certu, Collection Dossiers, 230p

CERTU (1997), *Aide à la conception de la voirie urbaine par l'analyse fonctionnelle*, Collection Dossier, 129p

CERTU (1996), *Les arrêts de bus dans leur contexte urbain*, Ed. du Certu, Collection Dossiers, 103p

Rapports/Articles

Bertrand D., Rambaud F., *THNS (Transport à Haut Niveau de Service) et espace public : aspects techniques de l'insertion urbaine*, 13p

Bradfer F., Ernon B., Van Duyse D., *Les systèmes de transport collectif structurants – Etats des lieux et perspectives*, 10p

Clément L., Dekokère A., Faivre D'Arcier B. (1994), *Réseaux intermédiaires de transports publics urbains : innovation technologique ou nouveau concept organisationnel ?*, 12p

Diani C. (2005), *Réseau TICE – Formation Performances des lignes de bus*

Dobruszkes F., Fourneau Y. (2007), *Coût direct et géographie des ralentissements subis pour les transports publics bruxellois*, 19p

Dorbritz R., Lütchi M., Weidmann U. (2008), *Effects of on-board ticket sales on public transport reliability*, 13p

Faivre D'Arcier B. (2010), *La situation financière des transports publics urbains est-elle « durable » ?*, 28p

GART, UTP (2013), *Report modal et équilibre économique : deux enjeux pour l'avenir du transport urbain*, 24p

Institut Keolis (2012), *Formation – Démarche pour une progression de la vitesse commerciale*, 150d

Mazzella T. (2013), *Prioritizing public transit for speed, reliability, and rider satisfaction*, 23p

STIF, *Recommandations pour améliorer les performances d'une ligne de bus*, 45p

STIF (2001), *Guide technique des systèmes de priorité bus aux carrefours à feux*,

TR-Engineering (2007), *Plan stratégique : Priorité aux transports publics par route – Boîte à outils pour l'amélioration des temps de parcours d'une ligne de bus* », 22p

UITP, *EBSF : designing the future of the bus*, 10p

Entretiens

Dekokère Alain, Directeur Chargé de Mission - Marketing Stratégique à Keolis, 23 juin 2014

Gonzalez Pizarro Alberto, Chef de Projet BHNS à Keolis Conseils et Projets (KCP), le 28 juillet 2014

Famy Christelle, chargée de mission accessibilité routière et sécurité au sein du service Voirie Mobilité Urbaine du Grand Lyon, le 30 juillet 2014

Barberia Laurence, rattachée à la direction de la prospective et du dialogue public du Sytral, le 4 août 2014

Aimard Alexandre, rattaché à la direction de l'infrastructure du Sytral, le 12 août 2014

Debyser Philippe, expert exploitation à Keolis, le 19 août 2014

Loc'h Philippe, Directeur projet tramway à Keolis Conseil et Projets (KCP), le 20 août 2014

Rambaud François et Bertrand Dominique, respectivement spécialiste insertion urbaine bus et tram au CERTU, le 21 août 2014

Raccurt Philippe et Patry Aurélien, respectivement Chef de projet et Responsable aménagements de voirie à la Direction Projets Marketing Intermodalité de Keolis Lyon, le 29/08/2014

Visite terrain

Le réseau urbain d'Angers pour ses nombreux aménagements et priorités bus, grâce à Philippe Loc'h, le 20 août 2014

Internet

Histoire générale des Transports [en ligne], http://www.amtuir.org/03_index_htu_gale.htm, consulté le 24/07/2014

Transétude [en ligne], www.transetude.com, consulté le 02/05/2014

La qualité de service [en ligne], <http://www.qualitetransports.gouv.fr/la-qualite-de-service-r19.html>, consulté de 26/08/2014

ANNEXE : GUIDE D'ENTRETIEN

Les questions présentées ci-après ont fourni un support d'aide pour mener à bien les entretiens. Seules les plus pertinentes en regard de la profession de la personne interrogées ont été posées et la discussion s'est par ailleurs installée en fonction des éléments apportés par l'interlocuteur. Ce guide donne ainsi simplement une idée des thèmes potentiellement abordés.

SENSIBILITE AU SUJET DE LA VITESSE COMMERCIALE

- Quelle place occupe la vitesse commerciale dans votre quotidien en comparaison à d'autres thématiques ?
- Participez-vous ou avez-vous déjà participé à des projets concernant l'amélioration des vitesses commerciales ?
- Diriez-vous que c'est une des préoccupations principales de vos interlocuteurs réguliers ? Qui tend à croître / décroître ?

ENJEUX / OBSTACLES

- Quels sont selon vous les enjeux liés à l'amélioration des vitesses commerciales ?
- Quels sont selon vous les principaux obstacles dans la mise en œuvre de projets d'amélioration des vitesses commerciales ?

RELATION FILIALE / AOT

- A quel moment et comment traitez-vous du sujet des investissements pour l'amélioration de la vitesse commerciale avec l'AOT ?
- Existe-t-il une clause dans la DSP qui évoque des pénalités en cas d'avance/retard ?
- En existe-t-il d'autres reliées aux temps de parcours ?

FINANCEMENT

- Quel budget / part du budget est allouée à l'amélioration des vitesses commerciales ?
- Dans ce contexte de crise financière, cette part du budget tend elle à disparaître des priorités ou au contraire à prendre de plus en plus de poids ?

GOUVERNANCE

- Que va modifier selon vous le passage vers une autorité organisatrice de la mobilité durable (AOMD) / métropole ?
- Comment se répartissent les compétences de l'AOT et de la collectivité ?
- Quel est l'élément déclencheur d'une analyse approfondie de la vitesse commerciale / de mise en œuvre d'aménagements spécifiques pour les bus ?

BONNES PRATIQUES / POINTS A AMELIORER

- Avez-vous identifié des bonnes pratiques concernant l'amélioration des vitesses commerciales sur votre réseau ? Et si oui, avez-vous effectué un suivi des gains de temps et/ou d'argent ?
- Avez-vous identifié des « mauvaises » lignes en termes de vitesse commerciale ? Et si oui, avez-vous une idée des raisons principales pour lesquelles la vitesse est si peu satisfaisante ?
- Qu'est-ce qu'une vitesse commerciale satisfaisante selon vous ?

OUTILS / DONNEES SAE

- Quels types de données relève votre SAE ?
- De quelle manière les valorisez-vous ?
- Pendant combien de temps conservez-vous les données ?

DEFINITION DES TEMPS DE PARCOURS

- Sur quelles bases / selon quelles règles sont calés les temps de parcours théoriques ?
- Quelles sont les principales contraintes terrain qui rendent difficile leur calage ?
- Quel arbitrage faites-vous pour définir les temps de parcours théoriques ?

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
PARTIE 1 – De la nécessité d’amélioration de la rapidité et de la régularité des lignes de bus	3
1.1. La place du bus dans le service public de transport.....	3
1.1.1. Rappel historique sur les transports collectifs urbains en France	3
1.1.2. Vers un compromis entre couverture spatiale et compétitivité face à la voiture	6
1.2. Pour un système de transport collectif plus pertinent, plus efficient et plus durable	7
1.2.1. Des usagers attentifs à la rapidité et la régularité d’un mode de transport.....	7
1.2.2. Productivité et apaisement du climat social à la clefs pour l’exploitant.....	8
1.2.3. Une AOT à la recherche de viabilité économique	9
1.2.4. Et plus largement, des préoccupations sociétales, urbanistiques et environnementales pour la collectivité	10
1.3. Des retours sur investissement permettant la mise en œuvre d’un cercle vertueux.....	12
PARTIE 2 – Démarche d’amélioration des temps de parcours des lignes de bus : objectifs et méthode	14
2.1. Une minimisation des temps perdus pour des gains à la fois de rapidité et de régularité... 14	
2.1.1. Vitesse commerciale, temps de parcours et «temps perdus»	14
2.1.2. Quelques points durs, sources de ralentissement mais aussi d’irrégularité.....	15
2.2. Deux approches complémentaires pour une identification des marges de progrès	17
2.2.1. Une approche terrain pour une identification des dysfonctionnements à solutionner	17
2.2.2. Une approche systémique pour une identification des facteurs d’influence à optimiser	19
2.3. Une démarche, trois angles d’attaque potentiels.....	22
2.4. Méthodologie d’étude d’amélioration des temps de parcours d’une ligne	22

2.4.1.	Recueil et analyse des temps de parcours : identification voire quantification des dysfonctionnements.....	23
2.4.2.	Diagnostic : prise de conscience des contraintes locales et des potentielles causes des dysfonctionnements.....	24
2.4.3.	Proposition de solutions : faisabilité technique et acceptabilité sociale	26
PARTIE 3 – Une palette de solutions complémentaires		29
3.1.	Un jeu d’acteurs complexe : temporalité de mise en œuvre des solutions.....	29
3.1.1.	La ligne de bus, un système évolutif mais contraint	29
3.1.2.	Une nécessaire coopération, voire en premier lieu sensibilisation, des nombreux acteurs concernés	31
3.2.	A court terme : une redéfinition éventuelle de la ligne et de sa place dans le réseau.....	32
3.2.1.	Les caractéristiques de la ligne à questionner En premier lieu.....	32
3.2.2.	Des modalités d’exploitation à différencier pour les lignes à forte fréquence/fréquentation	34
3.3.	A moyen terme : une infrastructure à optimiser	35
3.3.1.	Quelques solutions générales	36
3.3.2.	En sections courantes : une limitation des conflits par une séparation physique des usages	37
3.3.3.	Aux carrefours : une priorisation des TC	41
3.3.4.	Aux arrêts : une amélioration des temps d’échanges passagers et de l’accessibilité	42
3.4.	A long terme : une réflexion sur le parc bus	45
3.5.	Vers une éventuelle adaptation de la demande ?	47
3.6.	Synthèse	47
Principaux éléments à retenir		49
Conclusion		52

Bibliographie.....	53
Annexe : Guide d'entretien.....	55
Table des matières	57
Liste des illustrations.....	60
Liste des abréviations.....	61
Glossaire.....	62

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 – Bref historique de l'ingénierie de la circulation	4
Figure 2 – Comparaison de la consommation d'espace liée à la voiture, au bus et au vélo.....	11
Figure 3 – Cercle vertueux de l'amélioration de la régularité et de la vitesse commerciale	13
Figure 4 – Schéma de décomposition du temps de parcours	15
Figure 5 – Exemple de relevés de temps de parcours sur un tronçon d'une ligne de bus	16
Figure 6 – Facteurs d'influence sur le temps d'échange-passagers.....	19
Figure 7 – Facteurs d'influence sur le temps de déplacement	20
Figure 8 – Contraintes liées à la mutualisation du triptyque « infrastructure/matériel roulant/exploitation » pour le mode bus.....	30
Figure 9 – Dysfonctionnement d'un arrêt localisé en amont et à proximité d'un feu.....	33
Figure 10 – Temps perdu moyen par VTC à chaque carrefour en fonction de la durée du cycle de feu, du type de phasage et de la configuration du carrefour.....	37
Figure 11 – Couloir bus à contresens de la circulation générale (Angers)	39
Figure 12 – Schéma descriptif de la mise en alignement des arrêts.....	43
Figure 13 - Précision de l'accostage du TCSP de Rouen	45
Figure 14 - Modularité du bus proposé par Irisbus Iveco dans le cadre du projet EBSF.....	46

Liste des tableaux

Tableau 1 – Principaux dysfonctionnement d'une ligne	18
Tableau 2 – Eléments à analyser pour un diagnostic général	25
Tableau 3 – Causes potentielles de dysfonctionnement d'un carrefour	27
Tableau 4 – Synthèse : avantages/inconvénients TC et autres impacts du type de couloir bus	40
Tableau 5 – Synthèse : avantages / inconvénients TC et autres impacts d'une priorité aux feux.....	42
Tableau 6 – Synthèse : avantages / inconvénients TC et autres impacts de la mise en alignement d'un arrêt.....	44

LISTE DES ABREVIATIONS

AOT	Autorité Organisatrice des Transports
BE	Bureau d'Etudes
BHNS	Bus à Haut Niveau de Service
DSP	Délégation de Service Public
EBSF	European Bus System of the Future
GART	Groupement des Autorités Responsables de Transport
HC	Heures Creuses
HP	Heures de Pointe
MPA	Montée Porte Avant
PCC	Poste de Commande Centralisé
PMR	Personne à Mobilité Réduite
PTU	Périmètre de Transport Urbain
SAEIV	Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information Voyageurs
SDA	Schéma Directeur d'Accessibilité
T-à-D	Tourne-à-Droite
T-à-G	Tourne-à-Gauche
TC	Transports en Commun
TCSP	Transports en Commun en Site Propre
TdP	Temps de Parcours
TP	Transport Public
UTP	Union des Transports Publics
VAL	Véhicule Automatique Léger
VP	Véhicule Personnel/Particulier
VT	Versement Transport

GLOSSAIRE

COURSE

C'est le trajet d'un véhicule entre deux points, par défaut les deux terminus d'une ligne. Un aller-retour correspond à 2 courses.

TEMPS DE PARCOURS

C'est le temps nécessaire à l'exécution d'une course. Il peut varier fortement selon le sens de la course, le moment de la journée, de la semaine ou même de l'année.

VITESSE COMMERCIALE

C'est le ratio de la longueur d'une course sur son temps de parcours. Elle tient donc non seulement compte de la vitesse moyenne du véhicule mais aussi des temps d'arrêts, y compris ceux en station.

TEMPS DE BATTEMENT

C'est un temps technique qui sert à absorber les éventuels retards et permet ainsi aux véhicules d'effectuer des départs à l'heure. Il est défini en fonction de la durée de la course et de la variabilité des temps de parcours et généralement compris entre une à deux fois l'écart type du temps de parcours, ce qui représente environ 10% du temps de parcours.

TEMPS DE ROTATION

C'est le temps nécessaire à un même véhicule pour revenir au même point (en prenant généralement comme origine un des deux terminus). Il est ainsi la somme des deux temps de parcours (aller et retour), des temps de battement et des temps de retournement (nécessaires aux véhicules pour rejoindre l'arrêt de départ dans l'autre sens) à chacun des deux terminus.

INTERVALLE / FREQUENCE

C'est le temps moyen mesuré entre le passage par un même point de deux véhicules successifs circulant dans le même sens, et par défaut appartenant à une même ligne (on peut aussi parfois parler d'intervalle sur une partie de ligne ou un tronçon commun à plusieurs lignes).

On utilise souvent (abusivement) le terme de fréquence, qui correspond en réalité au nombre de passages de véhicules de transport en un point donné dans l'échelle de temps d'une heure.

Par exemple, 4 passages à l'heure correspondent à un intervalle de 15 minutes.

REGULATION PAR HORAIRES / INTERVALLES

Par défaut, le principe de régulation retenu est la régulation d'horaires qui consiste à assurer, aux terminus et en ligne, le maximum de départs et de passages aux horaires prévus, ou le cas échéant avec des retards les plus faibles possibles mais jamais avec de l'avance.

En deçà de 10 minutes d'intervalle, la régulation par intervalles est à privilégier. Elle consiste à observer au départ des terminus et en des points spécifiques (voire tout au long du parcours), des intervalles égaux ou faiblement différents entre les bus. Son intérêt réside dans le fait qu'elle permet une répartition homogène de la charge entre les différents véhicules et évite ainsi de provoquer des retards liés à l'afflux de voyageurs.

REGULARITE

C'est la constance des temps de parcours dans le temps. Elle induit donc la régularité des intervalles et la ponctualité vis-à-vis des horaires définis.