



HAL
open science

Étude de préfiguration d'un Transport en Commun en Site Propre à Aix-en-Provence. Les propositions de scénarios : du choix du tracé au choix du mode et à son intégration au sein du réseau

Laura Lascar

► To cite this version:

Laura Lascar. Étude de préfiguration d'un Transport en Commun en Site Propre à Aix-en-Provence. Les propositions de scénarios : du choix du tracé au choix du mode et à son intégration au sein du réseau. Gestion et management. 2009. dumas-00563951

HAL Id: dumas-00563951

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00563951>

Submitted on 7 Feb 2011

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.

ETUDE DE PREFIGURATION D'UN TRANSPORT EN COMMUN EN SITE PROPRE A AIX-EN-PROVENCE

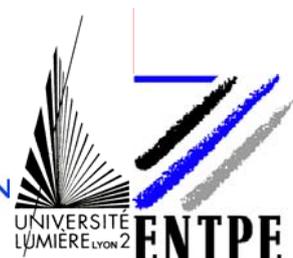
Les propositions de scénarios : du choix du tracé
au choix du mode et à son intégration au sein du
réseau

Laura LASCAR

Master TURP
Promotion 17

27 Août 2009

Président du jury : Patrick BONNEL
Maître de TFE : Guillaume COSTANZO



FICHE BIBLIOGRAPHIQUE

[Intitulé du diplôme] Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes (TURP)
[Tutelles] - Université Lumière Lyon 2 - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)
[Titre] Etude de préfiguration d'un Transport en Commun en Site Propre à Aix-en-Provence.
[Sous-titre] Les propositions de scénarios : du choix du tracé au choix du mode et à son intégration au sein du réseau.
[Auteur] Laura LASCAR
[Membres du Jury (nom et affiliation)] Président de jury : Patrick BONNEL Maître de stage : Guillaume COSTANZO
[Nom et adresse du lieu du stage] Transport TechnologieConsult Karlsruhe Gmbh 27 rue de la Villette, 69003 Lyon
[Résumé] <p>Afin de répondre aux objectifs du Plan de Déplacements Urbains, l'agglomération d'Aix-en-Provence fait le choix de réaliser un axe de transport en commun en site propre. Les études de préfiguration du TCSP doivent proposer différents scénarios avec des variantes de tracé, de mode et de réorganisation du réseau. Dans le cas d'Aix, l'élaboration des scénarios est confrontée à une problématique courantes des villes moyennes, à savoir des contraintes budgétaires importantes et une demande en transport diffuse. De plus, les contraintes d'insertion urbaine restreignent les possibilités de tracés.</p> <p>Aussi, ma démarche est fondée sur des analyses comparatives en termes de coûts et de capacité des modes ainsi qu'en termes de potentiel de desserte et d'insertion pour les tracés.</p> <p>Au final, trois scénarios de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) sont proposés. Leurs variantes reposent sur le tracé et sur le degré « d'ouverture » du site propre aux lignes classique.</p> <p>Des premiers éléments d'évaluation permettent de sélectionner deux scénarios avec un tracé identique. Une analyse de la fréquentation pourra déterminer le principe de fonctionnement le mieux adapté.</p>

[Mots clés] TCSP, BHNS, ville moyenne, insertion urbaine, restructuration		Diffusion : - papier : [oui/ non] - électronique : [oui/ non] (* : Rayer la mention inutile) Confidentiel jusqu'au :
[Date de publication] 31 Août 2009	[Nombre de pages] 111 pages	[Bibliographie (nombre)] 8 références bibliographiques

PUBLICATION DATA FORM

[Entitled of Diploma] Master Degree Diploma in Urban and Regional Passenger Transport Studies
[Supervision by authorities] - Université Lumière Lyon 2 - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)
[Title] Opportunity and feasibility studies of a public transportation system with an exclusive right-of-way in Aix-en-Provence
[Subtitle] The propositions of scenario: what route, what transportation system and what reorganization?
[Author] Laura LASCAR
[Members of the Jury (name and affiliation)] President of the jury : Patrick BONNEL Master of training : Guillaume COSTANZO
[Place of training] Tranport TechnologieConsult Karlsruhe GmbH 27 rue de la Villette, 69003 Lyon
[Summary] <p>In a context of sustainable mobility, the city of Aix-en-Provence chose to realize a Public Transit System Operating on Dedicated Facilities (PTODF). Our opportunity and feasibility studies must propose different solutions for the PTODF in terms of route, of system of transport and reorganization of the network.</p> <p>In our propositions, we must take in account the different issues of the city. Some are said to be usual to medium-sized towns, such as limited financial resources and low demand of transport. Others are specific to Aix, like the insertion limits.</p> <p>Thereby the methodology is based on comparative analysis of capacity and costs of the system, and the possibilities of insertion and service enable to identify the route.</p> <p>In the end, we propose three scenarios of Bus with a High Level of Service (BHLS) depending on different routes and the use of the dedicated facilities by the buses</p> <p>The first elements of assessment show that one of two routes studied can be eliminated. The analysis needs to be continued to choose the functioning principle of the BHLS.</p>

<p>[Key Words] Transportation system, Exclusive right-of-way, BHLS, BRT, medium-sized town</p>		<p>Distribution statement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paper : [yes / no][*] - Electronic : [yes / no][*] <p>(* Scratch the useless mention)</p> <p>Declassification date :</p>	
<p>[Publication date] August 31th 2009</p>	<p>[Nb of pages] 108 pages</p>	<p>[Bibliography] Yes (8 references)</p>	

SOMMAIRE

LISTE DES ILLUSTRATIONS	9
REMERCIEMENTS	11
PREAMBULE	12
INTRODUCTION	13
1 LE CONTEXTE DE L'ETUDE	14
1.1 Rappels des aspects législatifs, institutionnels et réglementaires	14
1.2 Le Contexte d'Aix-en-Provence	16
1.3 Conclusion	23
2 LE PROJET DE TCSP A AIX-EN-PROVENCE	25
2.1 Qu'est-ce qu'un TCSP ?	25
2.2 La problématique d'un TCSP à Aix-en-Provence	28
2.3 Principes méthodologiques	32
3 LES PROPOSITIONS DE SCENARIOS DE TCSP A AIX-EN-PROVENCE	36
3.1 Récapitulatif du diagnostic territorial : des besoins qui s'expriment pour les quartiers ouest et sud	36
3.2 Le choix du Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) pour Aix-en-Provence	43
3.3 Quelle proposition de tracé entre Jas de Bouffan et le sud de la ville ?	53
3.4 Les scénarios proposés	65
3.5 L'évaluation de chaque scénario	79
3.6 Retour sur la méthodologie : les limites	84
3.7 Vers l'élaboration d'un scénario final et un projet à long terme	84
CONCLUSION	88
BIBLIOGRAPHIE	89
ANNEXES	90
TABLE DES MATIERES	106

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Hiérarchie des documents de planification.....	16
Figure2 : Les 34 communes de la CPA. Source : CPA.....	17
Figure 3 : Carte du réseau de transport interurbain de la CPA. Source : CPA	18
Figure 4 :Plan du réseau Aix-en-Bus.Source : CPA	19
Figure 5 : Sites propres et parcs relais existants et en projet. Source : CPA	1
Figure 6 : Répartition des compétences d'organisation pour l'exemple de de la liaison Aix-Marseille	22
Figure 7 : Rouen. Situation avant et après TCSP. Source : CERTU	26
Figure 8 : Carte des projets sélectionnés lors du premier appel à projet de transport urbain. Source : www.developpement-durable.gouv.fr	28
Figure 9 : Densité de population (hab/km ²) en 1999 par zone fine.Source : INSEE.....	30
Figure 10 : Coupe-type de voie avec l'insertion d'un TCSP	31
Figure 11 : Schéma récapitulatif de la méthodologie des études de préfiguration : une approche prospective en trois étapes.	35
Figure 12 : Découpage par zone fine de la commune d'Aix-en-Provence	37
Figure 13 : Déplacements internes à chaque secteur et concentriquesselon les différents horizons .Source Eureca	38
Figure 14 : déplacements périphériques selon les différents horizons. Source Eureca	38
Figure 15 : corridors de déplacements en nombre de déplacements par jour avec hypothèse maximale.Source Eureca	40
Figure 16 : Offre par corridor pour le réseau d'Aix-en-Bus	41
Figure 17 : Axes de déplacement étudiés pour le TCSP.....	42
Figure 18 : Mode TVR développé à Nancy et Caen, mode Translohr développé à Clermont- Ferrand. Source : TTK et LL.....	44
Figure 19 : Mode BHNS en modes thermique (Nantes) ou électrique (Lyon). Source : TTK	45
Figure 3.9 : Comparaison des systèmes selon leur capacité. Source CERTU.....	46
Figure 21 : BHNS avec guidage mécanique. Source : TTK.....	48
Figure 22 : BHNS avec guidage optique (Rouen). Source TTK	48
Figure 23 : Schéma de principe de structuration du réseau autour du TCSP. Source : CERTU	50
Figure 24 : le « Busway » à Nantes : priorité aux Rond-point. Source : Certu	50
Figure 25 : Schéma de fonctionnement de troncs commun.....	51
Figure 26 : Réseau de transport urbain : tronc-commun triskell à Lorient	1
Figure 27 : Les différents tronçons à l'étude pour le tracé du TCSP	55
Figure 28 : Coupe-types du tronçon A (cours Gambetta) en situation actuelle et en situation projet	58
Figure 29 : Coupe-types du tronçon C (avenue Coste) en situation actuelle et en projet.....	60
Figure 30 : Coupe-types du tronçon D (avenue Schumann) en situation actuelle et en projet.....	60
Figure 31 : Coupe-types du tronçon D(rue Blondel) en situation actuelle et en projet.....	61
Figure 32 : Coupe-types du tronçon E (avenue Pierre Brossolette) en situation actuelle et en projet	62

Figure 33 : les deux variantes de tracé proposées.....	65
Figure 34 : Scénario A : réseau restructuré.....	71
Figure 35 : Scénario B. Réseau restructuré.....	74
Figure 36 : Scénario C. réseau restructuré.....	77

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu Marc PEREZ, directeur du département des études générales en France chez TTK, qui a accepté que je réalise mon Travail de Fin d'Etude au sein de son équipe.

J'adresse de sincères remerciements aux personnes qui m'ont encadrée au cours de cette étude au sein TTK: Guillaume COSTANZO et Jan GROSSE BEILAGE qui m'ont apporté leur connaissance et leur expertise ainsi que Fabien GUERIN et Sylvain TREIL pour les renseignements qu'ils m'ont apportés sur les certains points.

Je tiens également à remercier Clément SOULAS (Eureca) pour l'aide qu'il m'a apportée.

Merci à Sébastien RABUEL (CERTU) pour toute la documentation qu'il a accepté de me communiquer.

Un merci tout particulier à Sophie DEBOST pour tout l'enthousiasme qu'elle a manifesté tout au long de mes cinq mois chez TTK.

Enfin, je remercie Bruno FAIVRE d'ARCIER et Patrick BONNEL pour la formation de qualité que j'ai eu l'opportunité de recevoir au cours du master TURP.

PREAMBULE

Le présent rapport a été rédigé dans le cadre du Master 2 professionnel de « Transports Urbains et Régionaux de Personnes » (TURP) habilité par l'Université Louis Lumière de Lyon et par l'École Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) ainsi que dans le cadre du Travail de Fin d'Etude (TFE) de l'ENTPE. Il vient ainsi clore cinq années de formation supérieure spécialisée dans les transports en vue d'un double diplôme d'Ingénieur des Travaux Publics de l'Etat et de Master 2.

Ce mémoire est le fruit de cinq mois de stage, effectué du 20 avril au 20 septembre 2009, au sein du bureau d'étude franco-allemand TransportTechnologieConsult Karlsruhe GmbH (TTK). Rattachée au département des « études générales » de l'antenne lyonnaise, j'ai été supervisée par Guillaume COSTANZO, chef de projet chez TTK.

La société TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH (TTK) a été fondée en 1996 par l'Albtal-Verkehrs-Gesellschaft MbH (AVG) et par la société Planung Transport VerkehrAG (PTV). Fondée à l'origine pour exporter le concept du tram-train, l'entreprise a depuis largement développé son spectre d'activités. Organisé en deux pôles, « infrastructures » et « études générales », TTK constitue aujourd'hui un pôle de compétences en matière d'études multimodales et de planification des transports publics. La croissance de l'activité en France a notamment conduit à la création d'une agence à Lyon en 2002. Le département des « études générales » est compétent dans une multitude de domaines :

- Etudes de faisabilité. Elles portent sur les projets ferroviaires classiques, les projets de TCSP (métro, tramway, tram-train, bus HNS) et de restructurations de réseaux d'autobus ;
- Missions d'AMO qui consistent à assister la Maîtrise d'Ouvrage dans la mise en place d'un projet ;
- Etudes de matériels roulants ;
- Mission de conseil aux Autorités Organisatrices des Transports (AOT) ou aux exploitants ;
- Etudes tarifaires.

En l'occurrence, mon travail a porté sur une étude de préfiguration d'un Transport en Commun en Site Propre (TCSP) à Aix-en-Provence. Cette étude a été remportée suite à un appel offre lancé par la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix par le groupement formé des deux bureaux d'étude : Eureca, le mandataire, et TTK. Elle s'inscrit ainsi dans une procédure classique de marché public de service. Débutées en 2008, ces études, planifiées sur 10 mois, se découpent en trois phases. Pour ma part, je suis intervenue dans le projet dès la fin de la première phase, j'ai donc essentiellement travaillé par la suite sur la phase 2.

De tels projets, de par leurs enjeux et de par le nombre important d'acteurs qu'ils font intervenir, sont soumis à divers aléas. Dans le cas qui nous intéresse, les études ont été marquées par l'annulation par le Conseil d'Etat des élections municipales de la ville d'Aix-en-Provence dans le courant du mois de juin. En conséquence, les études ont été suspendues de mi-juin à mi-juillet et le comité technique prévu en juillet a été annulé. Dans la mesure où, en fin de compte, la même maire a été élue, le projet de TCSP n'est pas définitivement compromis. Néanmoins, il est inutile de préciser que la progression du projet en a été fortement ralentie.

Les résultats présentés dans ce mémoire sont ainsi moins avancés que ce qui avait été prévu au départ et ne sont exposés qu'à titre provisoire puisqu'ils n'ont pas encore fait l'objet d'une validation par le comité de pilotage. Cela dit ils sont le reflet des problématiques qui peuvent se poser lors de la conception d'un TCSP et des solutions alternatives que l'on peut proposer.

INTRODUCTION

Rendu obligatoire par la LOTI pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, le PDU vise à réduire la place de voiture en ville. C'est ainsi que de plus en plus de villes tendent à développer leur réseau de transports urbains et à en améliorer l'efficacité. Dans cette perspective la mise en place d'un transport en commun en site propre (TCSP) apparaît comme étant une des solutions adaptées pour développer l'usage des transports publics.

Suite à l'appel à projets « transports collectifs » du Grenelle de l'environnement, pas moins de 50 projets de TCSP en France ont été retenus et bénéficieront d'un soutien de l'Etat d'ici 2011. D'ores et déjà, Nantes, Bordeaux, et Lyon - pour ne citer qu'elles - peuvent se féliciter de leurs lignes de tramway. Cependant le tramway tel que nous l'entendons, dit « sur fer », ne paraît pas forcément adapté aux besoins des villes moyennes au vue de sa capacité, de ses coûts d'investissement et d'exploitation et surtout de l'urbanisation de la ville. En effet, les villes moyennes se caractérisent souvent par une urbanisation très étalée et par conséquent peu dense. Il est alors plus difficile de mettre en évidence des axes suffisamment structurants pour être pertinents dans la mise en place d'un TCSP guidé. Dès lors que peut-on proposer à ces villes comme type de TCSP : quel système de transport et pour quel principe de fonctionnement ?

Aussi ce travail s'appuie-t-il sur l'exemple d'Aix-en-Provence pour illustrer les problématiques auxquelles peuvent faire face les villes moyennes dans leur volonté de développer une offre de transport pertinente, efficace et adaptée à la demande des usagers. En effet, Aix-en-Provence est dans une situation courante des villes moyennes françaises. On constate en effet que l'aire desservie par le réseau de transport urbain est étendue, mais la densité de population n'est importante que dans le centre de la ville. L'urbanisation diffuse autour du centre ville diminue le potentiel linéaire, tout comme l'intensité de service et la vitesse commerciale. Cela préfigure les futures difficultés à déterminer un axe fort pour un TCSP et la restructuration du réseau de transport associée. D'autre part, même si nous écartons de notre problématique le montage financier d'un projet de TCSP, il faut garder en mémoire que le critère du coût est un des éléments déterminant dans les choix opérés. Outre ces problématiques générales des villes moyennes, Aix-en-Provence est confrontée à des difficultés qui lui sont propres dans sa volonté de mettre en place un TCSP. Sa voirie, par exemple, reste très étroite, ce qui contraint l'insertion d'un TCSP, axe fort du réseau. De plus, le réseau souffre d'un manque de lisibilité, en partie dû au fait que les lignes de bus n'ont d'autre choix que faire le tour du centre historique dans un sens seulement.

Le travail présenté dans se rapport porte sur la phase de proposition de scénarios des études de préfiguration du projet TCSP. La méthodologie adoptée doit permettre de construire des variantes de projet qui répondent aux enjeux de mobilité durable dans le Pays d'Aix. Elle traite ainsi les questions portant sur:

- le choix du tracé ;
- le choix du mode ;
- les choix de restructuration.

En parallèle, l'élaboration des scénarios doit également intégrer une vision à long terme du réseau. Cet élément fait également partie des critères sur lesquels les scénarios seront comparés à l'issue de cette phase.

1 LE CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 Rappels des aspects législatifs, institutionnels et réglementaires

1.1.1 L'organisation des transports

1.1.1.1 *Les grands principes d'organisation des transports de personnes*

Si l'on retrace l'histoire de l'organisation des services de transports, nous pouvons distinguer quatre grandes périodes au cours du XX^{ème} siècle. Dans un premier temps, l'organisation des services de transport ne se distinguait pas des mesures de police générale, que ce soit ordre public ou police de la circulation. Un peu plus tard, vient l'ère de la coordination et de l'interventionnisme public : la mise en place de transports publics doit être obligatoirement déclarée à la préfecture et les services doivent être inscrits aux plans départementaux de transports. Dans les années 70, arrive le temps des réformes avec l'instauration du versement transport, la création des établissements publics régionaux et la loi du 19 juin 1979 concernant les « Transports Publics d'Intérêt Local », première réforme législative des transports qui stipule que « le contrôle de l'Etat s'applique à toutes les matières concernant la sécurité, l'hygiène, l'environnement, l'organisation générale et la réglementation des transports ». Enfin, les années 80 marquent un tournant dans l'organisation des transports avec la mise en application de la décentralisation au secteur des transports grâce à la Loi d'Organisation des Transports Intérieurs.

Depuis, l'organisation institutionnelle des transports publics de personnes est régie par quatre grands principes:

- Loi d'Organisation des Transports Intérieurs (LOTI) du 31 décembre 1982
- Loi sur l'Air et l'utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996 qui impose un caractère obligatoire aux Plans de Déplacements Urbains (PDU)
- La Loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU), votée en décembre 2000, vient renforcer la LAURE sur le rôle des PDU. Ses deux principales réformes concernent :
 - le transfert de la compétence Transport aux régions,
 - la nouvelle organisation des transports en Île de France : la Région est intégrée au Conseil d'Administration du Syndicat des Transports d'Ile-de-France (régionalisation du STIF).
- La Loi relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale (CHEVENEMENT) du 12 juillet 1999 qui vient modifier le Code Général des Collectivités Territoriales.

Cette dernière loi a eu un impact sans précédent sur les Périmètres de Transports Urbains (PTU). Elle a notamment engendré une profonde modification du paysage de l'organisation des transports collectifs urbains :

- Les syndicats intercommunaux disparaissent progressivement, notamment au profit des communautés d'agglomération ;
- Les P.T.U. s'étendent et empiètent sur le périmètre des transports du département. De ce fait, une pluralité d'opérateurs de transport intervient maintenant sur les P.T.U. alors que jusque là, l'opérateur urbain assurait seul les dessertes sur le P.T.U.

En outre, elle a complexifié les relations entre les autorités organisatrices pour la gestion des pôles d'échanges intermodaux par exemple, et en multipliant les conventions financières avec les départements entre autres.

1.1.1.2 La répartition des compétences d'organisation

Ainsi aujourd'hui chaque acteur voit ses compétences en termes de transports de personnes bien délimitées.

Concernant l'organisation des transports publics urbains, cette compétence est obligatoire pour les communautés d'agglomération et les communautés urbaines. En revanche, elle est facultative pour les communautés de commune et les communes. Dans tous les cas, la compétence transports s'accompagne de la création d'un PTU dans les conditions définies par la LOTI et le décret du 16 août 1985. La communauté d'agglomération ou la communauté urbaine peut transférer cette compétence à un syndicat mixte, comme tel est le cas à Lyon par exemple.

Plus précisément, à l'intérieur du PTU, l'autorité organisatrice des transports publics urbains (AOTU) est compétente pour l'organisation de l'ensemble des services de transport :

- Lignes régulières ;
- Services de transports scolaires ;
- Transport à la demande ;
- Transport Spécifique des Personnes à Mobilité Réduite ;
- y compris les transports collectifs organisés avec les taxis.

De manière générale, les AOT ont pour mission de mettre en place les plans de déplacements urbains (PDU), c'est-à-dire d'organiser les déplacements, le stationnement, la circulation et le transport de marchandises sur le PTU. Les transports publics urbains sont donc un volet du PDU.

A l'échelle régionale, l'organisation des transports publics régionaux routiers et ferroviaires relève de la compétence du Conseil Régional tandis que le Conseil Général a sous sa responsabilité l'organisation des transports publics routiers à l'intérieur du territoire des départements et à l'extérieur d'un PTU.

Enfin, la compétence de l'Etat s'applique aux transports d'intérêt National et dans une certaine mesure aux transports en Ile-de-France. Il possède également un pouvoir normatif et réglementaire notamment en termes de sécurité.

1.1.2 La mise en œuvre des politiques de déplacements urbains : cadre légal

Formalisée pour la première fois dans l'article 28 de la Loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs du 31 Décembre 1982, l'élaboration des Plans de Déplacements Urbains PDU a été rendue obligatoire dans les PTU compris dans une agglomération de plus de 100 000 habitants ou recoupant celle-ci par la loi n° 96-1236 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE).

La loi Solidarité et Renouvellement Urbains (SRU), quant à elle, du 13 Décembre 2000 n'a pas modifié le champ d'application des PDU, mais leur a assigné de nouveaux objectifs, notamment sur l'organisation du stationnement sur la voirie. Elle a indiqué dans son article 103 la nécessité d'une compatibilité des PDU avec les orientations des schémas de cohérences territoriaux (SCOT), des schémas de secteur, des Directives Territoriales d'Aménagement (DTA) et avec le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA).

Dans les textes, les 29^{ème} et 30^{ème} orientations du PRQA demandent à ce que « les collectivités territoriales et les AOTU [[s'organisent] pour mieux coordonner les transports collectifs. Le but est d'offrir des

alternatives durables au transport individuel et une plus grande cohérence dans la chaîne des déplacements multi-modes » et que « l'Etat, les collectivités et les transporteurs [donnent] une réelle priorité aux transports publics, traduites dans les budgets ».

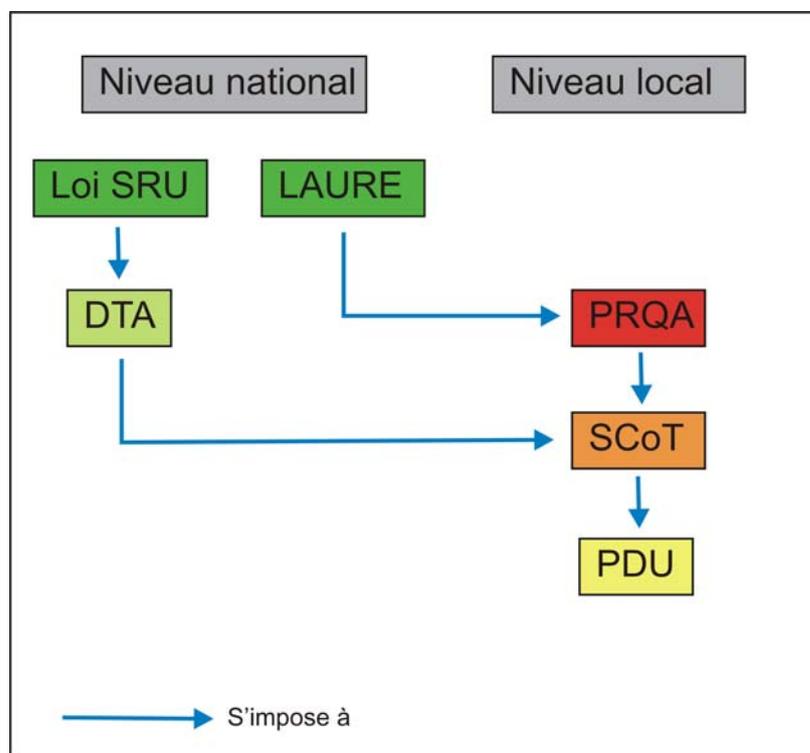


Figure 1 : Hiérarchie des documents de planification

Ainsi, sur un même territoire plusieurs autorités organisatrices peuvent intervenir :

- la région si une ligne ferroviaire existe ;
- le département pour les lignes interurbaines entre deux communes du même département,
- l'AOTU (communauté de commune, communauté d'agglomération, syndicat mixte etc...) organise les transports urbains sur son PTU. et élabore les PDU en cohérence avec l'ensemble des autres outils de planification.

Examinons à présent le contexte aixois : qui est AOTU et sur quel périmètre s'exercent ses compétences ? Quelle politique est engagée et dans quel contexte départemental et régional ? Existe-il des lignes à vocation départementale ou régionale dont il faudrait tenir compte dans notre proposition de plan de desserte ?

1.2 Le Contexte d'Aix-en-Provence

1.2.1 Une Autorité organisatrice des transports : la communauté d'agglomération du Pays d'Aix (CPA)

1.2.1.1 Présentation de la CPA

C'est en 1993 que fut créée la communauté de communes du Pays d'Aix qui regroupait alors six communes. Cette entité s'est progressivement développée, passant à 33 communes en 2001, année

où elle devint la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix. Depuis l'arrivée de la commune de Mimet en janvier 2002, la CPA compte 34 communes membres.



Figure 2 : Les 34 communes de la CPA. Source : CPA

Conformément à la loi Chevènement, la Communauté du Pays d'Aix (CPA) est une communauté d'agglomération puisqu'elle compte plus de 50 000 habitants sur l'ensemble de son territoire et puisque l'une de ses communes membres a une population supérieure à 15 000 habitants. A ce titre, cet EPCI (Etablissement Public de Coopération Intercommunal) bénéficie d'un régime fiscal propre et a l'obligation de prendre les compétences suivantes :

- développement économique ;
- aménagement de l'espace communautaire dont les transports urbains,
- équilibre social de l'habitat sur le territoire communautaire ;
- politique de la ville.

Ainsi l'organisation des transports sur le territoire de la communauté relève aujourd'hui de la compétence de la CPA.

De plus, sur le Périmètre des Transports Urbains (PTU), la compétence transport de la CPA s'exerce à deux niveaux d'échelle. En effet, la CPA est autorité organisatrice des transports en commun (AOI) sur l'ensemble du PTU, c'est-à-dire sur l'ensemble du territoire de ses 34

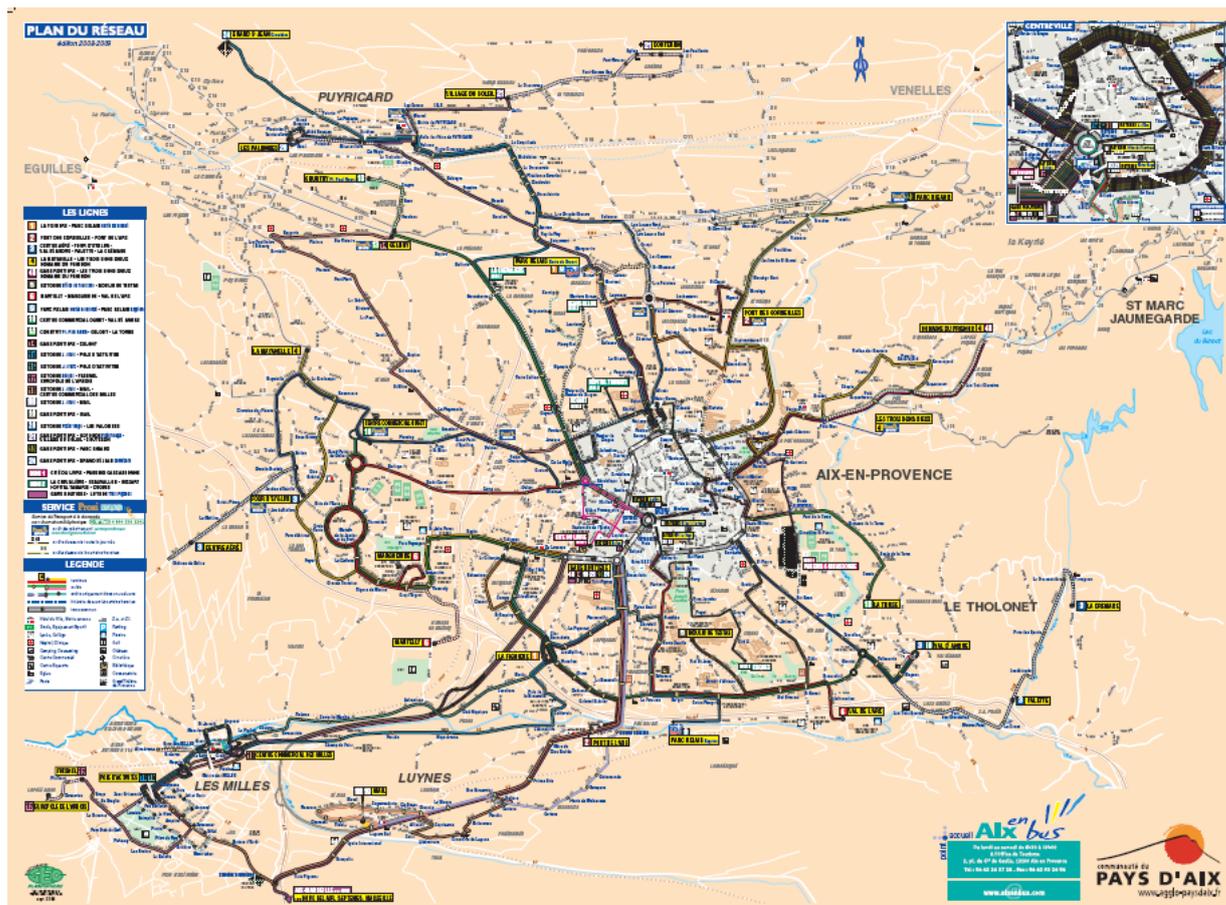


Figure 4 : Plan du réseau Aix-en-Bus. Source : CPA

1.2.1.2 L'orientation de la politique des transports de la CPA : « Plus de choix de transport, moins de pollution »¹

La Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix a engagé la réalisation de son Plan de Déplacements Urbains dans le courant de l'année 2002. Ce PDU communautaire, élargi à son bassin de compétence, fait suite à un premier PDU que la ville d'Aix, alors Autorité Organisatrice des Transports Urbains (A.O.T.U), a réalisé au plan technique en 1999.

Le PDU du Pays d'Aix, lancé en 2002, a été voté de façon définitive par le Conseil communautaire le 24 juin 2005 après l'avis favorable de l'enquête publique.

En termes de calendrier : le PDU s'est échelonné de la manière suivante :

Diagnostic : septembre → décembre 2002

Scénario : janvier → avril 2003

Elaboration du projet : avril → juillet 2003

Consultation des collectivités publiques : septembre → novembre 2003

Concertation préalable : novembre 2003 → mars 2004

Enquête publique aout → octobre 2004

¹ Rapport d'activités 2007 de la CPA

Approbation : mars 2005

Conformément à la législation, il a été mis en cohérence avec le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) PACA (approuvé le 11 mai 2000). La Directive Territoriale d'Aménagement (DTA) des Bouches du Rhône n'a été approuvée qu'après la validation du PDU (par décret le 10 mai 2007). Quant au futur Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) du Pays d'Aix, son périmètre vient d'être arrêté et son élaboration est en cours.

En 2008, le Tribunal Administratif de Marseille a annulé le PDU du Pays d'Aix suite à la requête de diverses associations, invoquant un vice de forme. La CPA n'ayant pas fait appel suite au jugement, une nouvelle procédure d'élaboration de PDU est lancée. Le prochain document sera rédigé sur la base de celui de 2005.

Le PDU de 2005 fixe un cadre en matière de déplacements sur la période 2005-2015 et développe ses actions autour de deux axes forts :

- proposer une alternative crédible à la voiture.
- et améliorer la qualité et le cadre de vie des 340 000 habitants du PTU du Pays d'Aix.

Dans ce sens, il définit 10 objectifs pour mieux se déplacer et préserver le Pays d'Aix. Chacun porte sur un des thèmes précisés par la LOTI.

Concernant les transports en commun, l'objectif est d'atteindre une part de marché de 11% d'ici 2013 contre 7% en 2003. L'enjeu est clairement annoncé : proposer « une alternative à l'usage individuel de la voiture, source de pollution, de stress et de danger ».

Dans ce dessin, la CPA a progressivement repris les réseaux existants et les a développés. A commencer par le réseau d'Aix en bus où les lignes du secteur Sud ont été renforcées, les services de transport à la demande fonctionnent maintenant avec le double de véhicules. En 2007, la CPA a investi dans des sites propres bus. Aujourd'hui, fière de cette initiative, elle tend à développer ces infrastructures. Dans le même temps, elle veut développer et faciliter les échanges entre les modes, c'est pourquoi elle mène une politique de parcs relais et de pôles d'échange entreprenante.



Figure 5 : Sites propres et parcs relais existants et en projet. Source : CPA

Les actions de la Communauté ont ensuite été focalisées sur la création d'un réseau de cars à l'échelle du Pays d'Aix. En pratique, chacune des 33 communes a été reliée avec le centre d'Aix par des lignes ayant leur terminus à la gare routière d'Aix-centre. Enfin les circuits scolaires ont été complétés et optimisés.

Si l'on résume, la politique des déplacements de la Communauté du Pays d'Aix repose essentiellement sur :

- Une hiérarchisation des moyens de transports. Autrement-dit il s'agit d'adapter les moyens mis en œuvre à la demande. Dans cet esprit, le transport à la demande a été privilégié pour la desserte des communes plus excentrées comme Saint Marc Jaumegarde ;
- La création d'interfaces entre les principaux modes de déplacements (les pôles d'échanges ou pôles multimodaux, les parcs relais) dans le but de faciliter au maximum les échanges ;
- La multiplication des itinéraires prioritaires pour les bus et cars grâce aux infrastructures de site propres. L'idée est ici d'améliorer les temps de trajet en transports en commun, de s'affranchir des aléas de la circulation afin de fiabiliser l'offre et d'entraîner un report modal de la voiture vers les bus et cars ;
- Le maillage du réseau pour couvrir le territoire.

1.2.2 Une volonté forte de développement du transport ferré au niveau régional

Si l'on schématise, les transports publics de personnes autour d'Aix-en-Provence sont organisés de la manière qui suit :

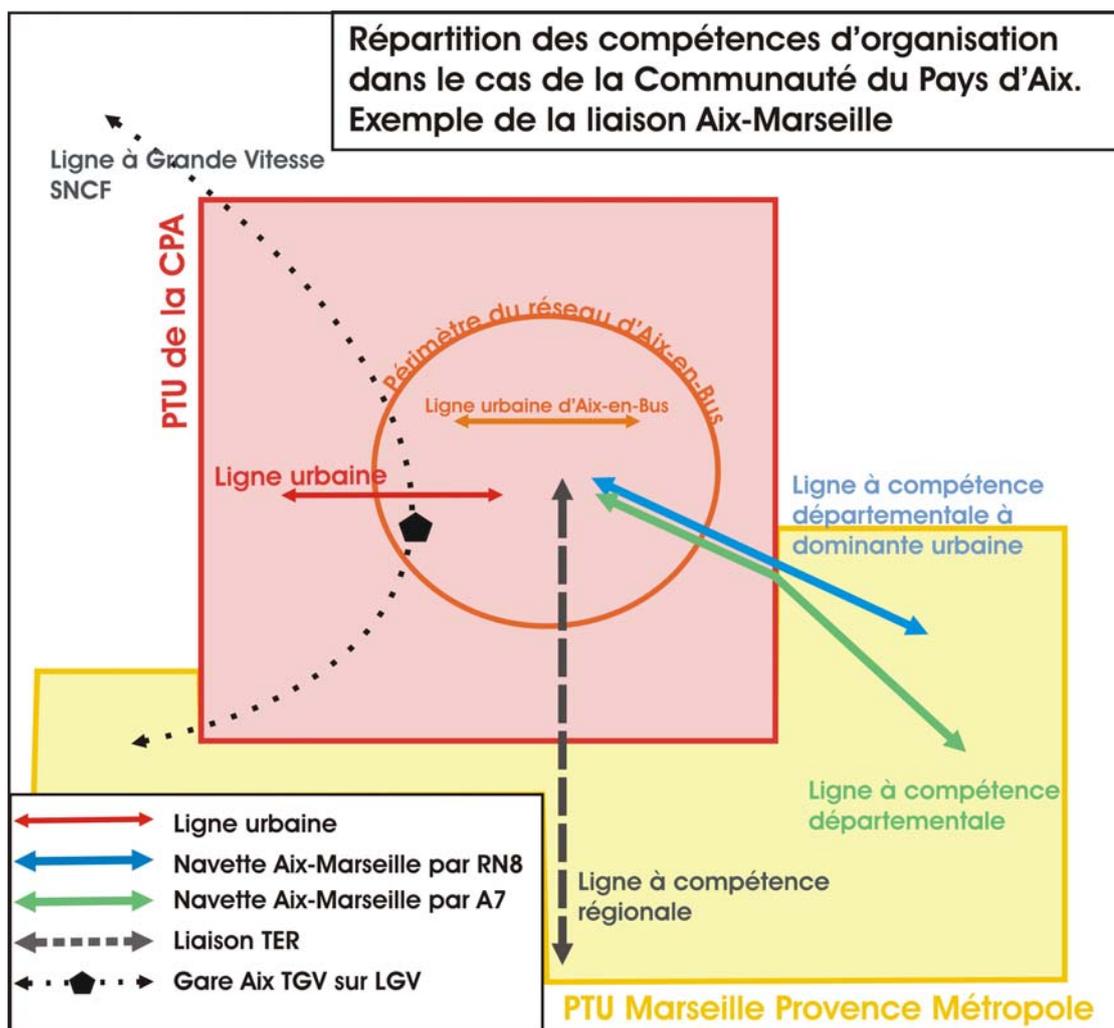


Figure 6 : Répartition des compétences d'organisation pour l'exemple de de la liaison Aix-Marseille

De fait, de par la multiplicité des acteurs qui interviennent dans la problématique des transports, la CPA doit inscrire sa politique de déplacement urbain dans une perspective plus large qui prend en compte non seulement la croissance des déplacements mais également les projets des différentes autorités organisatrices des transports.

De manière concrète, les outils de planification, tels que DTA et PRQA, se traduisent par un important investissement de la Région PACA dans ses lignes ferroviaires à vocation régionale. De nombreux projets ont vu le jour ces dernières années. De ce fait, la Communauté du Pays d'Aix doit préparer dès à présent l'insertion du train dans son réseau de transport. Nous pouvons citer à ce sujet trois projets qui touchent directement le territoire de la CPA :

- la ligne Aix-Marseille modernisée est d'ores et déjà entrée en service en décembre 2008 ;
- la desserte d'Aix Nord (Calade, Venelles, Meyrargues, Pertuis, Mirabeau) doit être réactivée dès 2014 ;
- la réouverture de la ligne Aix/les Milles devrait intervenir en 2015.

En conséquence, la CPA doit prendre un certain nombre de mesures en cohérence avec les grands projets de transports de la Région. Sa première action devra être de supprimer les dessertes concurrentes avec le train. Dans un second temps, elle pourra organiser ses lignes en rabattement

autour des gares et des pôles d'échange. Il est notamment prévu de redimensionner la gare routière d'Aix-centre afin d'alléger son trafic. En attendant la mise en service de cette nouvelle gare routière, prévue pour 2012, la CPA a pour projet de créer un nouveau pôle d'échange secondaire dans le secteur des Milles sur le site du plan d'Alliane. Les objectifs sont triples :

- Favoriser les échanges entre des lignes de cars intercommunaux sans lien avec le centre d'Aix, ce qui permettra ainsi de désengorger la gare routière centre ;
- Fournir au pôle d'activité d'Aix en Provence, au village des Milles et au quartier de la Duranne un équipement central permettant une refonte complète du réseau urbain et une densification de l'offre à la hauteur des besoins (secteur générant autant de déplacements qu'une ville de 40 000 habitants). L'arrivée à terme en 2011 de la Délégation de Service Public du réseau urbain d'Aix est un élément extrêmement favorable pour une recomposition de l'offre.
- Anticiper sur la mise en place d'une liaison ferroviaire avec Aix.

Il faut enfin souligner que cette volonté de la CPA d'organiser l'intermodalité fait partie des mesures phares de la politique des transports de la CPA.

1.2.3 Une volonté de poursuivre la réorganisation du réseau urbain d'Aix-en-Bus : un TCSP pour Aix-en-Provence

A présent, afin de donner tout leur sens aux objectifs visés dans son PDU, la CPA a décidé de mettre en place un Transport en Commun en Site Propre sur son réseau d'Aix-en-Bus. Cet axe structurant a pour ambition d'augmenter la performance de l'ensemble du réseau en termes de rapidité, de fiabilité, de cohérence entre les différents modes de transports. Il doit être la manifestation concrète de la politique ambitieuse en matière de développement des transports en commun de la CPA. Inscrit dans le PDU, le projet de TCSP a fait l'objet d'un appel d'offre pour ses études de préfiguration.

Les délais pour la mise en œuvre de ce Transport en commun moderne et efficace sont courts puisque la CPA a pour objectif de l'inscrire au cahier des charges du futur exploitant du réseau à l'occasion du renouvellement de la Délégation de Service Public en 2011. C'est ainsi qu'elle a lancé un appel d'offre en octobre de l'année dernière pour la première phase des études qui viennent analyser la pertinence et la faisabilité d'un tel mode de transport. Ce type d'étude s'inscrit au début d'une longue procédure administrative, juridique et financière.

1.3 Conclusion

D'un point de vue législatif, la question de la répartition des compétences de transport est loin d'être aussi simple que l'on pourrait le penser : de multiples acteurs interviennent et les limites de compétences sont parfois difficiles à identifier.

Dans le cas d'Aix-en-Provence, la situation est (heureusement) plutôt simple : la compétence transport est confiée à la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix (CPA) sur le périmètre de ses 34 communes. Elle est donc en particulier autorité organisatrice du réseau d'Aix-en-Bus qui regroupe les communes d'Aix-en-Provence, Saint Marc de Jaumegarde et le Tholonet. Notre périmètre d'étude se limite donc à ces trois communes.

La CPA en tant qu'AOTU affiche une volonté forte pour dynamiser et développer son réseau de transports en commun au détriment de la voiture individuelle. Elle initie dans ce sens de nombreux projets. Le Plan de Déplacements Urbains, obligatoire de fait, fait figure de projet majeur dans la perspective de mobilité durable.

Le projet de TCSP s'inscrit ainsi dans ce cadre qui veut redonner la place qu'ils méritent aux transports en commun.

2 LE PROJET DE TCSP A AIX-EN-PROVENCE

Avant d'aller plus loin dans notre développement sur le projet de TCSP lancé par la CPA, il est important de rappeler et de préciser la nature et les objectifs d'un Transport en Commun en Site Propre.

2.1 Qu'est-ce qu'un TCSP ?

2.1.1 Un système à trois composantes

On entend par transport collectif en site propre (TCSP) un système de transport public de voyageurs, utilisant une voie ou un espace affectés à sa seule exploitation, bénéficiant généralement de priorités aux feux et fonctionnant avec des matériels allant des autobus aux métros, en passant par les tramways².

Si l'autobus est le système de transport utilisé pour le fonctionnement du TCSP, il est communément appelé Bus à Haut Niveau de Service (BHNS).

De manière plus précise le terme TCSP est défini par la circulaire ministérielle du 10 juillet 2001:

« Les TCSP peuvent être ferrés ou routiers. Les modes ferrés (métro, VAL³ ou tramway) sont caractérisés par une voie, des équipements et un matériel roulant spécifiques et par la réservation d'une emprise dédiée à la circulation du TCSP. Ne sont pas prises en compte les dessertes du réseau ferré national. Les modes routiers peuvent être guidés ou non.

« Le TCSP est caractérisé par la continuité du haut niveau de service offert (fréquence, régularité, capacité, vitesse commerciale...) garantissant aux clients un service de qualité, caractérisé par une bonne vitesse commerciale et une régularité de passage sur toute la longueur d'une ligne. Cette qualité de service est obtenue grâce à des emprises réservées au transport collectif, inutilisables et non franchissables par les voitures particulières sur la majeure partie du tracé, mais aussi grâce au système d'exploitation spécifique qui l'équipe (système d'aide à l'exploitation et à l'information, équipement des stations, régulation centralisée ou non). Ne sont considérés comme TCSP que les opérations réalisées par barreaux complets de plusieurs kilomètres.

« Le TCSP se distingue donc par des aménagements ponctuels de carrefour ou de voirie de type « voie réservée » destinés à apporter une amélioration locale avec pour objectif principal, sinon exclusif, d'accroître la vitesse commerciale. »

Ainsi un TCSP est un système global reposant sur trois piliers :

- une infrastructure : voies dédiées, système de guidage éventuel et stations de qualité qui marquent l'axe fort ;
- un véhicule (bus, « mégabus », bus guidé, tramway sur pneus ou sur rails, tram-train, métro) ;
- des systèmes d'aide à l'exploitation (régulation, priorité aux feux...) et d'information des voyageurs.

Cela dit ces caractéristiques techniques ne suffisent pas à définir entièrement un TCSP. Ce dernier est en effet associé à objectifs précis qui doivent répondre à des enjeux de mobilité et d'urbanisation.

² Selon la définition du site du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

³ Véhicule Automatique Léger

2.1.2 De l'intérêt d'un TCSP

2.1.2.1 Un enjeu de mobilité durable

Du point de vue uniquement de l'exploitation, le TCSP offre l'opportunité de structurer le réseau autour d'un axe fort. La réorganisation du réseau associée à la mise en place du TCSP permet de moderniser le réseau afin de le rendre plus cohérent et plus lisible pour les usagers. L'enjeu d'un tel remodelage du réseau est d'adapter l'offre en transport en commun à la demande des usagers en densifiant l'offre sur certains axes avec une bonne productivité (vitesse commerciale, régularité).

Mais au delà de cet effet structurant, un TCSP permet d'améliorer l'offre de transport en termes de qualité de service. En effet, dans la mesure où les voies réservées permettent s'affranchir les aléas de la circulation (rapidité et gain de régularité), les priorités aux feux contribuent à la rapidité du trajet, et où le matériel roulant est choisi en partie pour le confort qu'il offre, le TCSP se veut compétitif avec la voiture en ce qui concerne les critères de temps de parcours, de fréquence et de confort. Son objectif est ainsi de favoriser un report modal de la voiture vers les transports en commun et d'attirer de nouveaux clients. Il répond donc à des enjeux de mobilité durable.

D'autre part pour se conformer totalement à cet objectif, un projet de TCSP doit comporter une dimension multimodale et prendre en compte les autres modes. Non seulement le TCSP doit être en cohérence avec le reste du réseau des transports urbains mais il doit également s'articuler avec :

- le réseau ferroviaire régional ;
- le réseau départemental d'autocar ;
- les grandes pénétrantes routières par l'intermédiaire de parcs-relais.

Enfin n'oublions pas que la mise en place d'un TCSP pose la question de son insertion urbaine. Ce qui implique des choix : l'insertion du site propre sur la voirie se fait en dépit des places de stationnement ou des voies de circulation.

Ainsi un projet de TCSP permet de redistribuer l'espace de la voie publique dans le cadre d'un projet urbain qui restreint la place de l'automobile.

2.1.2.2 Enjeux de requalification urbaine

La réalisation d'un système de transport public en site propre est aussi un projet d'aménagement. La qualité de l'offre de transport, complétée de l'aménagement relatif à un nouvel axe ou à un réseau de TCSP, constitue un élément important et structurant dans l'organisation du territoire. L'impact engendré par la réalisation de la nouvelle infrastructure devient une opportunité pour la requalification des rues empruntées.

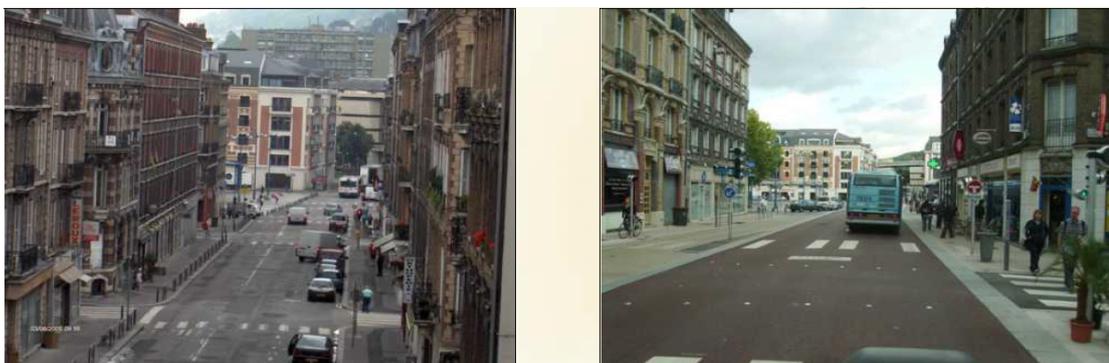


Figure 7 : Rouen. Situation avant et après TCSP. Source : CERTU

Pour un aménagement de qualité, l'accès au réseau est un élément essentiel, c'est le point de passage, pour le piéton, entre la rue et le transport public. Le TCSP offre de véritables stations, accessibles et confortables.

Enfin, le TCSP est le support des projets d'urbanisme. Il marque la volonté de la Collectivité d'investir durablement sur un axe, un quartier. Le TCSP génère alors un fort effet d'entraînement vis-à-vis des autres investisseurs, des acteurs économiques dans leurs choix d'implantation, de la population dans ses choix d'habitat⁴.

2.1.3 L'appel à projets TCSP du Grenelle Environnement

Les projets actuels de TCSP s'inscrivent dans la démarche de promotion de la ville durable du Grenelle Environnement. Ce dernier concept est par ailleurs étroitement lié au développement d'une mobilité urbaine durable qui recouvre plusieurs objectifs :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre, les pollutions et les nuisances,
- faciliter les déplacements, en les rendant plus confortables, plus fiables, plus simples.

C'est pourquoi l'Etat a annoncé le retour de subventions d'une hauteur de 800M€ entre 2009 et 2011 qui permettent d'aider les collectivités locales à financer des projets de TCSP et de réaliser 365 km de nouvelles lignes de transports durables. Au moment de la rédaction de ce rapport, 50 projets TCSP ont été sélectionnés lors d'un premier appel à projet.

Ces projets de lignes nouvelles ou d'extension correspondent à des situations très variées, et apportent des solutions de transport sur mesure :

- 2 projets d'extension de lignes de métro à Marseille et Lyon ;
- des projets d'extension de lignes de tramway dans d'importantes capitales régionales ;
- des projets de lignes nouvelles de tramway ;
- des projets de bus à haut niveau de service ;
- un projet de funiculaire à Grasse.

215 km de tramway et 150km de bus à haut niveau de service (BHNS) seront ainsi mis en service dans les prochaines années et un deuxième appel à projet est en cours d'élaboration.

⁴ Voir publication du certu sur les commerces et le tramway à Lyon



Figure 8 : Carte des projets sélectionnés lors du premier appel à projet de transport urbain. Source : www.developpement-durable.gouv.fr

2.2 La problématique d'un TCSP à Aix-en-Provence

Si la création d'un axe structurant fort comme celui d'un TCSP à Aix-en-Provence peut se justifier facilement, sa mise en place n'est pas forcément évidente. Dans le cas d'Aix-en-Provence, elle va se confronter à certains points durs. Certaines problématiques sont caractéristiques aux villes moyennes de manière générale, comme les problèmes de financement et de fréquentation du réseau ; d'autres sont plus spécifiques à la ville d'Aix-en-Provence elle-même, tels que l'étroitesse des rues et l'impossibilité de traverser l'hyper-centre.

2.2.1 Les problématiques liées aux villes moyennes

2.2.1.1 Le financement

Le financement des transports urbains est une question difficile. Il s'agit dans ce paragraphe de présenter succinctement les principes de financement du projet.

Un projet de transport en commun demande un investissement important pour la collectivité, qui n'est pas nécessairement rentabilisé à long terme. Notons cependant que, contrairement au calcul financier, le calcul socioéconomique, qui prend en compte aussi bien les composantes monétaires du projet que ses composantes monétarisables – tels que variations de temps de parcours, accidents de la circulation ou certains impacts sur l'environnement, peut montrer la pertinence et les avantages socioéconomiques du projet sur tout le long de la vie d'un projet.

Ainsi même si un projet de TCSP a un impact globalement positif, les coûts d'investissement et les surcoûts d'exploitation et de maintenance qu'il entraîne ne pouvant pas être compensés par les recettes liées au projet, demandent un effort financier conséquent pour la collectivité.

Jusqu'en 2004, la circulaire du 10 juillet 2001 relative aux aides de l'État fixait des taux de subvention des études et réalisations liées au développement des transports collectifs dans le cadre d'une politique globale et la réalisation de PDU. Cela a permis à des agglomérations moyennes telles qu'Orléans de s'équiper d'une ligne structurante de tramway. Depuis lors, l'État a supprimé ces subventions, laissant aux AOTU la charge de développer leurs réseaux de manière autonome.

En 2008, l'État est revenu sur sa décision et a débloqué 800 M€ pour financer les 50 projets de TCSP qui ont été retenus lors de l'appel à projet TCSP du Grenelle Environnement. Le lancement d'un deuxième appel à projet est prévu pour 2010. Pour le projet dont il est question ici, les délais sont trop courts pour pouvoir envisager une éventuelle participation.

Néanmoins, les AOT disposent d'une ressource de financement propre aux transports publics : le Versement Transport (VT), impôt que versent les entreprises de plus de 9 salariés situées sur le PTU.

Par conséquent, si les grandes agglomérations peuvent financer des métros ou des tramways pour répondre aux besoins de déplacements de la population, le VT n'est pas suffisant pour certaines agglomérations de taille moyenne pour investir dans de telles infrastructures de transports.

Notre problématique n'inclut pas la dimension du montage financier du projet. En revanche, une analyse des coûts sera menée afin de justifier le choix du mode et de comparer les différentes variantes proposées.

2.2.1.2 Une demande en transport en commun faible, et non linéaire

La ville d'Aix-en-Provence est confrontée à un problème récurrent pour une ville moyenne : son réseau urbain Aix-en-Bus n'est que faiblement fréquenté. En effet, la part modale des transports en commun n'était que de 7% en 2003⁵. Cette faible utilisation est à mettre en parallèle avec les faibles performances du réseau mais également avec l'urbanisation diffuse du territoire qui s'associe avec un usage important de la voiture.

Dans le cas de l'agglomération d'Aix-en-Provence, l'aire desservie par le réseau de transport en commun est très étendue (219 km²), mais la densité de population n'est importante que sur dans le centre de la commune. Le potentiel linéaire de la demande est donc faible.

⁵ Source : rapport d'activité de la CPA en 2007

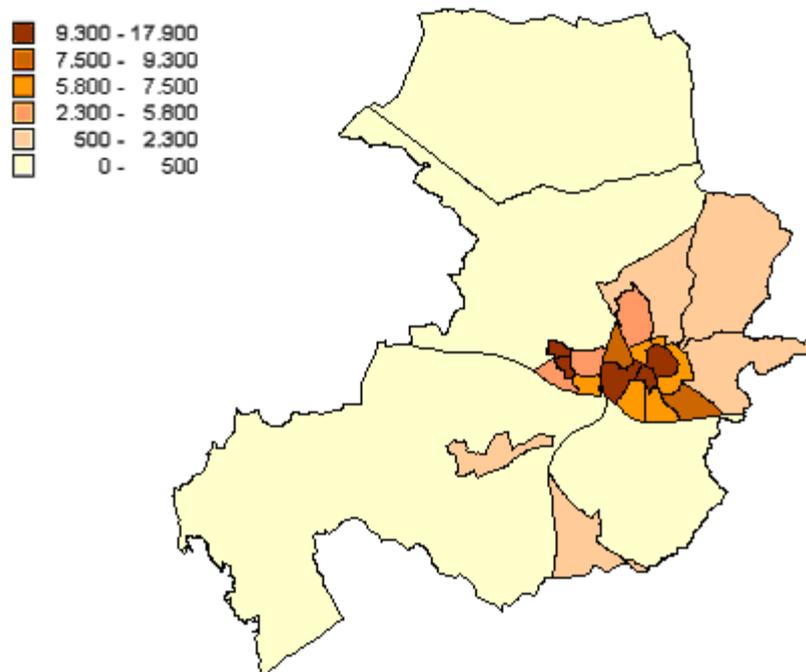


Figure 9 : Densité de population (hab/ km²) en 1999 par zone fine. Source : INSEE

Le choix de la CPA est de desservir finement l'ensemble de ses habitants, ce qui a des conséquences directes sur l'offre et la performance de son réseau. En 2007 l'offre kilométrique commerciale s'établit à 4 360 008 kilomètres, soit environ 30 km par habitants par an. Cette offre importante est contrebalancée par le fait que de nombreuses lignes de bus présentent des dessertes partielles, ce qui nuit à la lisibilité. En outre, afin de limiter les coûts d'exploitation, le niveau de service des lignes reste faible. L'image du réseau en est que plus détériorée.

Par ailleurs, le réseau est structuré de manière radiale autour du centre-ville d'Aix-en-Provence. Ainsi, les liaisons périphérie à périphérie sont soumises inévitablement à une rupture de charge : le taux de correspondance sur ce réseau est de 1,7. Sachant cela, même si le nombre de voyages par habitants pour l'année 2007 peut paraître élevé (87,4 voy/hab/an), il n'est pas représentatif du nombre de déplacements effectués en transport en commun.

Aussi, une des problématiques auxquelles sera confrontée cette étude sera d'identifier un axe de transport en commun pertinent non seulement en termes de demande mais aussi en termes de structuration du réseau. Il est, en effet, difficilement envisageable de travailler sur un projet de TCSP sans raisonner sur l'ensemble du réseau, soit intégrer dans notre réflexion les autres lignes de bus. En conséquence, la question de la réorganisation du réseau de bus autour du TCSP est également au cœur de ce travail.

Enfin, la problématique posée par une demande diffuse appelle à s'interroger sur le choix du mode adapté pour de telle configuration.

2.2.2 Les problématiques spécifiques au cas d'Aix-en-Provence

2.2.2.1 L'insertion urbaine

Plus haut nous avons mentionné la nécessité de redistribuer l'espace de la voirie lors de la mise en place d'un TCSP. Afin que le TCSP prenne tout son sens, des mesures à l'encontre de la place de la voiture en ville doivent être appliquées.

Un rapide calcul montre que la largeur des voiries peut devenir une contrainte importante pour la circulation automobile. Sachant qu'une plateforme de site propre à double sens nécessite une largeur de 6 mètres pour un tramway (voire moins pour certains matériels) et de 7 mètres pour un bus, si l'on part de l'hypothèse que l'on veut maintenir par ailleurs deux sens de circulation générale (6m), une file de stationnement (2m) et des trottoirs de taille suffisante (2 fois 2m), la largeur nécessaire entre façades est de 18 à 19 mètres.

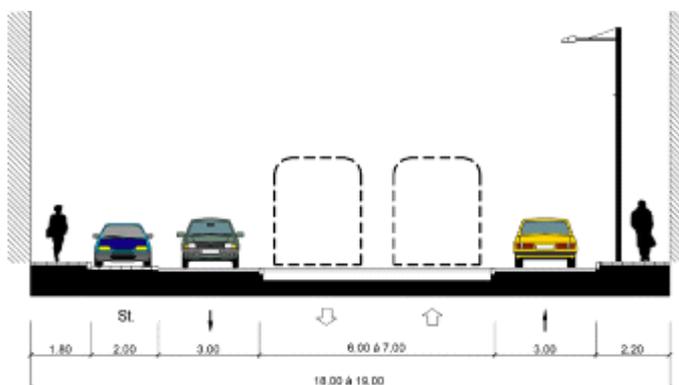


Figure 10 : Coupe-type de voie avec l'insertion d'un TCSP

Dans des rues de largeur inférieure, différents moyens sont envisageables pour insérer un site propre :

- réduire ou supprimer le stationnement ;
- mettre la circulation automobile en sens unique voire la supprimer ;
- n'aménager le site propre TC que dans un sens de circulation (à l'approche des carrefours, par exemple) ;
- acquérir les emprises nécessaires hors voirie.

Faute de choisir une de ces mesures, le transport collectif n'est plus un TCSP, il est mélangé avec la circulation : mauvaise vitesse commerciale, mauvaise régularité, coûts d'exploitation élevés, parc de véhicules maximisé, recettes minorées...

Dans le cas qui nous intéresse, nous sommes face à ce type de problématique. La voirie est étroite, particulièrement dans l'hyper-centre, de l'ordre de 12 ou 13 mètres. De plus les possibilités de réorganisation de la circulation restent très limitées. En effet, la ville est peu quadrillée et est parcourue par nombre de chemins et d'impasses. L'insertion du TCSP va donc être déterminante dans le choix du tracé et va impliquer de fortes contraintes au niveau du stationnement ou de la circulation.

Ceci est rendu d'autant plus délicat étant donné le fort usage de la voiture dans cette agglomération. Il est donc impératif de mener une étude approfondie des contraintes physiques et fonctionnelle. Pour chaque variante du tracé, il nous faudra répondre aux problèmes suivants :

- la largeur de la voirie nous permet-elle de respecter les normes d'accessibilité PMR ?
- permet-elle de conserver le stationnement ?
- permet-elle de conserver le même plan de circulation ?
- le cas échéant, quel plan de circulation alternatif pouvons-nous proposer ?
- et si la question se pose : devons-nous préférer maintenir une file de stationnement ou un sens de circulation ?

2.2.2.2 *La question de l'anneau unidirectionnel autour du centre-ville.*

La configuration d'Aix-en-Provence est caractérisé par un l'hyper-centre, de taille réduite, et quasiment uniquement piéton : seuls les deux minibus ont l'autorisation d'y circuler. Le reste des véhicules motorisés ont seulement la possibilité de faire le tour du centre-ville qui est encerclé par une espèce de rocade urbaine à sens unique. Bus et voitures circulent donc autour du centre sans y pénétrer dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Cet anneau unidirectionnel est pénalisant :

- d'une part pour la lisibilité du réseau, la plupart des lignes du réseau n'ont pas le même trajet dans un sens et dans l'autre ;
- d'autre part pour le temps de parcours et donc l'efficacité du réseau : il oblige les lignes de bus qui sont diamétralisées à faire un détour par rapport à leur chemin le plus direct.

Les questions qui se posent alors sont les suivantes :

- Faut-il laisser l'anneau à sens unique ?
- Faut-il mettre l'anneau à double sens uniquement pour le TCSP ?
- Faut-il mettre l'anneau à double sens pour toutes les lignes ?

Néanmoins la question de la place des TC sur l'anneau n'est pas à proprement parler liée au TCSP qui ne l'empruntera que partiellement, elle pose plus la question de la limitation de la place de la voiture sur cet axe de contournement du centre ville. Un premier pas a été franchi, il y a quelques années, en réservant un couloir pour les bus mais le passage en double sens a été exclu. Le projet de TCSP est l'occasion de reposer la question de l'aménagement de l'anneau car il permet d'inscrire et de contextualiser ce passage à double sens dans une politique plus globale en faveur d'une mobilité durable portée notamment par le TCSP.

2.2.2.3 *Conclusion*

Au final, au cours de cette étude, trois grandes questions seront abordées :

1. Au regard de la demande faible et diffuse en transport en commun, quel axe proposé pour la mise en place d'un TCSP et pour quel mode de transport ?
2. Quel tracé de l'infrastructure pouvons-nous définir compte tenu des contraintes de la voirie à Aix-en-Provence ?
3. Enfin, si on adopte une vision plus transversale du projet, quelles perspectives futures pouvons-nous envisager en fonction, d'une part, du développement urbain de l'agglomération, et d'autre part des ambitions politiques de celle-ci tournées vers la mobilité durable? En l'occurrence, jusqu'à quel point nos propositions doivent-elles prendre en compte la question de la mise à double sens de l'anneau ?

Nous précisons à présent la méthodologie mise en place pour répondre à la problématique évoquée ci-dessus.

2.3 Principes méthodologiques

La méthodologie des études de préfiguration est construite pour répondre à la problématique posée. Elle est également conditionnée par les objectifs qui ont été fixés par le commanditaire de l'étude. Ce paragraphe a pour objet de préciser les attentes de la CPA concernant le degré de détail de l'étude et d'expliquer les principes méthodologiques adoptés pour répondre à la demande. Enfin, nous détaillerons le déroulement des études de préfiguration : où en est-on ? Et quelle sera l'organisation pour la suite ?

2.3.1 Objectifs des études de préfiguration

Concernant le TCSP d'Aix-en-Provence, un des enjeux de l'étude est de permettre à l'autorité organisatrice compétente en matière de transports, la CPA, d'adapter rapidement son cahier des charges vis-à-vis de l'exploitant en prenant en compte l'introduction d'un nouveau moyen de transport structurant l'ensemble de son réseau. Cette étude s'inscrit donc dans un laps de temps relativement court puisque le renouvellement de la délégation de service public (DSP) est prévu pour 2011.

Mais de manière plus large, les enjeux liés à l'étude sont à rapprocher des objectifs du TCSP. Les attentes de la CPA se portent non seulement sur une structuration du réseau autour du futur TCSP mais dans le même temps sur une optimisation des moyens de transports dans le cœur de l'agglomération aixoise. Il est donc question ici d'anticiper la demande en déplacement en constante croissance ainsi que d'inciter fortement les automobilistes à abandonner leur véhicule au profit des transports en commun.

L'objectif de l'étude est de déterminer un axe fort de desserte, support d'un projet urbain cohérent, et dont la composante multimodale serait intégrée dès le départ. En d'autres termes, cet axe serait relié au dispositif de parc relais, aux pôles d'échanges, et aux autres réseaux de transports (existants et futurs).

Bien que la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix ait d'ores et déjà mené des études en interne sur cette question, elle souhaite aller plus loin dans les investigations et demande à disposer d'éléments objectifs sur l'opportunité et la faisabilité d'un transport en Commun en site Propre. L'étude doit ainsi présenter différentes alternatives qui s'offrent à la CPA et comparer les différentes solutions techniques envisagées sur la base de critères à la fois qualitatifs et quantitatifs afin de permettre une prise de décision à la CPA. En outre, le niveau de précision des études doit être suffisant pour permettre la justification de la réalisation du projet.

L'étude se concentre sur le périmètre du réseau d'Aix-en-Bus, soit le territoire des communes d'Aix-en-Provence ; Le Tholonet et Saint Marc de Jaumegarde.

2.3.2 Une approche prospective et stratégique

Les études de préfiguration se situent en amont des études ; elles constituent la première étape de définition du projet. Elles comportent à la fois un volet études d'opportunité et un volet études de faisabilité qui permettent d'évaluer les besoins et les différentes possibilités du projet.

Les études d'opportunités permettent d'étudier la demande de projet et de décider si le concept est viable. Cette première étape a pour enjeu de valider la demande des utilisateurs par rapport aux objectifs généraux de l'organisation. Elle permet en outre de définir de manière plus précise le périmètre du projet. Dans notre étude, il s'agira d'analyser la demande en déplacements sur le territoire du Pays d'Aix afin de dégager les corridors de déplacements avec des enjeux forts pour un TCSP. Lors de cette phase, il est nécessaire de prendre en compte les évolutions probables des besoins.

C'est pourquoi la démarche adoptée est organisée selon les principes d'une approche prospective : en fonction des perspectives futures (grands investissements d'agglomération, zones d'activités, population estimée etc.), il faut déterminer pour le long terme le projet le plus adapté à la situation de référence à cet horizon. Ce réseau de long terme sert alors de support à l'élaboration de variantes de projet à des horizons plus proches. Ces projets, plus modestes, doivent être cohérents avec le projet de long terme.

Ainsi en fonction des différents projets d'aménagements menés autour du Pays d'Aix que nous avons pu citer précédemment, trois différents horizons d'étude peuvent être définis :

- Le long terme, au delà de 2025, correspond à la réalisation de l'ensemble des équipements d'agglomération prévus dans le SCoT ;

- Le moyen terme, soit un horizon de 2012-2015, correspond à la mise en service voyageurs de la ligne ferroviaire vers les Milles et Rognac, à l'accroissement de capacité et l'ouverture de nouvelles gares sur la ligne de Val de Durance, et à la mise en service de pôles d'échanges majeurs de la gare centrale et du plan d'Aillane ;
- Le court terme, soit un horizon 2010-2011, correspond aux premières actions à mettre en œuvre en préfiguration des projets plus lourds.

A cheval sur les études d'opportunité, les études de faisabilité visent à analyser la faisabilité économique, organisationnelle et technique du projet. A partir des corridors d'études retenus à l'issue des études d'opportunité, différents scénarios ou variantes de projets sont envisagés. Chaque scénario est évalué selon des critères de faisabilité technique, économique et organisationnelle. Au terme de cette analyse de faisabilité, les scénarios sont comparés selon différents critères qualitatifs et quantitatifs. Cette analyse multicritères permet de dégager un scénario éventuel à approfondir dans la suite des études.

En conclusion, le degré de précision des études de préfiguration dépend des objectifs visés par le commanditaire de l'étude et de l'importance du projet. Quoiqu'il en soit, les études de préfiguration restent une première étape dans le processus d'élaboration du projet et appellent des études complémentaires plus poussées. Elles n'ont ici qu'une vision stratégique et donnent une première orientation au projet. De plus, il faut souligner le fait qu'elles n'engagent en rien la réalisation du projet.

2.3.3 Une méthodologie en trois phases

Dans un groupement comme celui formé par les bureaux d'étude Eureca et TTK pour le TCSP d'Aix-en-Provence, les rôles de chacun sont délimités selon leurs compétences propres. TTK a la charge des études de faisabilité tandis qu'Eureca s'occupe des études d'opportunité. Ces deux types d'études ne sont pas indépendants dans le déroulement des études, ils s'entrecroisent au cours des trois phases classiques des études de préfiguration.

La première phase est un diagnostic qui vise à faire un état des lieux de la situation termes de demande en déplacements selon des horizons distincts. Il liste de manière exhaustive tous les projets d'aménagement et de transports, il situe tous les pôles générateurs de déplacements afin de modéliser les flux de déplacements actuels et futurs. C'est aussi l'occasion de faire l'analyse du réseau de transport (organisation, structuration, performance etc) et de son adéquation avec les enjeux actuels et de développement futur.

Vient alors la phase de propositions de scénarios qui sont élaborés au regard de l'analyse précédentes : plusieurs variantes de solutions répondant aux enjeux du projet sont étudiées et comparées selon des critères qualitatifs et quantitatifs.

Enfin la troisième et dernière phase des études approfondit le « meilleur » scénario de la phase 2 retenu par le maître d'ouvrage selon les objectifs qu'il s'est fixé.

De manière schématique, les études de préfiguration se déroulent de la manière décrite ci-dessous :

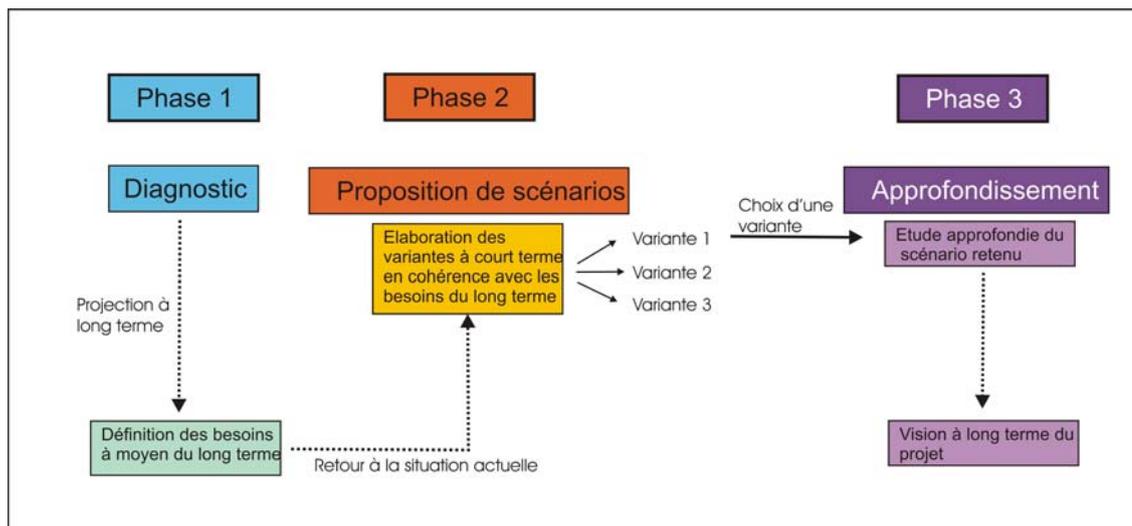


Figure 11 : Schéma récapitulatif de la méthodologie des études de préfiguration : une approche prospective en trois étapes.

Pour ma part, mon stage au sein de TTK a coïncidé avec la phase d'élaboration des scénarios. Le travail qui suit se concentre dès lors sur les propositions de variantes en termes de faisabilité.

Cette phase de propositions de variantes du projet s'inscrit directement dans la continuité de la partie « diagnostic du territoire » et se déroule classiquement en plusieurs étapes. Ce qui suit présente la méthodologie de chaque étape du raisonnement ainsi que les principaux résultats.

3 LES PROPOSITIONS DE SCENARIOS DE TCSP A AIX-EN-PROVENCE

Comme nous l'avons expliqué dans le paragraphe précédent, la phase 2 des études de préfiguration correspond à l'élaboration des différents scénarios. Les propositions des variantes du projet s'appuient sur le diagnostic qu'il a été fait du territoire : non seulement sur la population et son évolution, la structuration du territoire (équipements, densité etc) mais également sur l'offre actuelle en transport en commun et son adéquation avec la demande qui en est faite. L'objet de cette partie est de présenter les scénarios élaborés ainsi que leur justification. Il est donc nécessaire de commencer par un récapitulatif du diagnostic qui a mené vers les choix qui ont été faits.

3.1 Récapitulatif du diagnostic territorial : des besoins qui s'expriment pour les quartiers ouest et sud

3.1.1 Le territoire : population et emplois

Le territoire d'Aix-en-bus s'étend sur les communes d'Aix-en-Provence, Le Tholonet et Saint-Marc de Jaumegarde soit 144600 habitants pour une superficie de 219 km², le centre d'Aix représentant à lui seul une population de 61 800 pour 5 km².

Si l'on se concentre sur la commune d'Aix-en-Provence, nous notons de nettes disparités au sein même de la commune en termes de fonctionnalité du territoire. Ainsi, le quartier de Jas de Bouffan situé à l'ouest du centre historique est plus résidentiel tandis que les Milles sont essentiellement un pôle d'activités. C'est pourquoi la commune a été découpée selon 17 zones pour l'analyse.

Les projections selon les différents horizons amènent à retenir les points suivants :

- La commune d'Aix en Provence a connu une croissance démographique et surtout économique exceptionnelle entre 1999 et 2006, gagnant 12 000 habitants et 19 000 emplois salariés.
- Pour les prochaines années, on prend l'hypothèse d'un ralentissement de ce dynamisme même si l'achèvement de la ZAC de la Duranne devrait continuer à l'alimenter.
- La structuration du territoire est, et restera, marquée par la présence d'un centre ville attractif, la prééminence de l'emploi sur l'habitat dans la partie sud et inversement dans la partie nord.
- Directement corrélés à la démographie et l'emploi, les déplacements mécanisés générés par la commune ont aussi fortement augmenté depuis 1997, date de la dernière Enquête-Ménages-Déplacements.

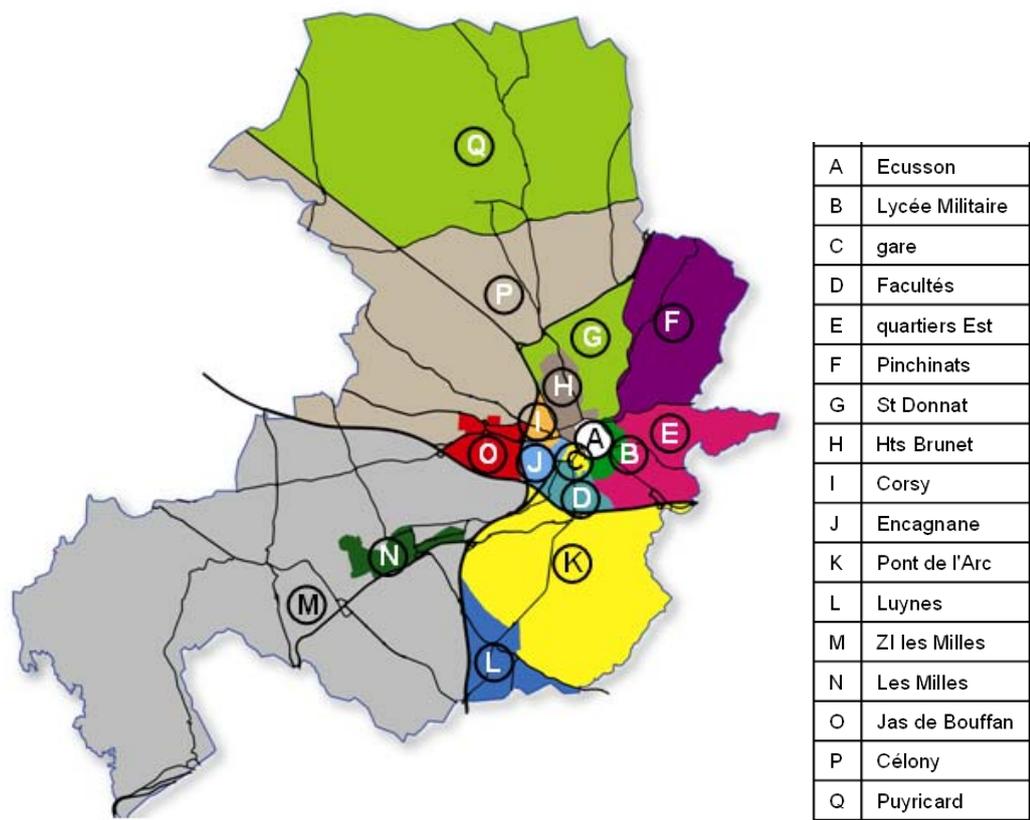


Figure 12 : Découpage par zone fine de la commune d'Aix-en-Provence

3.1.2 La demande en déplacement

Sans entrer dans les détails de la méthodologie, l'analyse de la demande en déplacements sur le territoire d'Aix-en-Provence donne les résultats suivants :

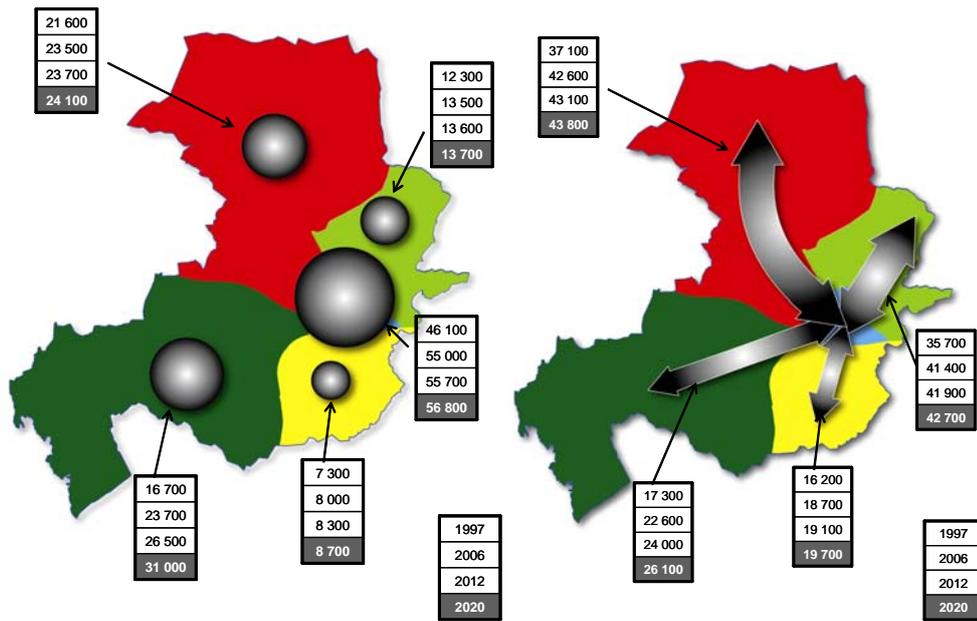


Figure 13 : Déplacements internes à chaque secteur et concentriques selon les différents horizons. Source Eureka

Déplacements concentriques selon les différents horizons. Source Eureka

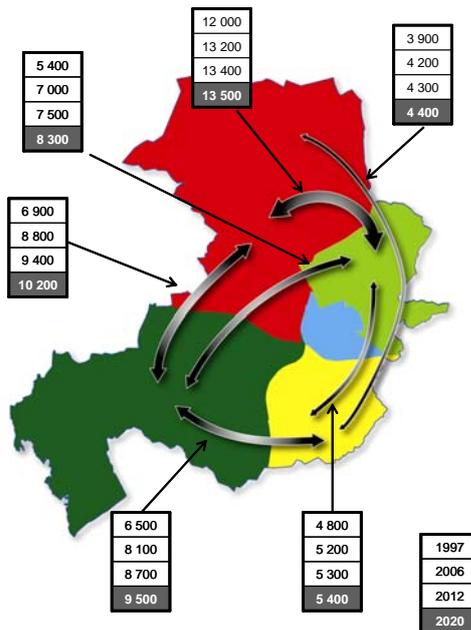


Figure 14 : déplacements périphériques selon les différents horizons. Source Eureka

Au final, nous retenons que les déplacements internes à la commune (55%) sont majoritairement de proximité ou radiaux de/vers le secteur central ; les déplacements « périphériques » sont peu nombreux malgré la dichotomie nord-sud du territoire.

3.1.3 L'offre en transport en commun : un manque de lisibilité et de hiérarchisation du réseau

Le réseau Aix en bus est composé d'une vingtaine de lignes⁶. L'offre kilométrique est relativement élevée pour une agglomération de cette taille en France. Un effort certain a été réalisé sur la lisibilité du réseau avec une diamétralisation des lignes et leur cadencement. Néanmoins on constate un manque de hiérarchisation de l'offre de transport et un manque de maillage du réseau : celui-ci reste essentiellement construit en étoile autour d'un anneau contournant le centre avec un point de correspondance principal : la Rotonde.

De plus si la desserte du centre ville est contrainte par l'étroitesse du réseau viaire, le sens de circulation unidirectionnel des bus sur l'anneau ne favorise pas la lisibilité de l'offre pour la clientèle.

Par ailleurs, ce réseau s'inscrit dans un contexte relativement favorable à la voiture avec une offre de stationnement en centre ville pléthorique (10 000 places) contradictoire avec la politique de développement des parcs relais et peu de contraintes sur la voiture : les couloirs bus actuels sont peu nombreux et facilement permmissibles.

Cependant le réseau routier arrive à saturation en heures de pointe sur certains axes, rendant nécessaire la valorisation des modes alternatifs et notamment les transports en commun.

3.1.4 Identification des corridors pertinents pour un TCSP : confrontation demande et offre

3.1.4.1 Principe méthodologique

Sur la base des analyses précédentes, il convient de déterminer les corridors les plus pertinents pour développer un TCSP à Aix en Provence. Nous retenons de croiser trois approches complémentaires en identifiant :

1. Les corridors où la demande de déplacements (tous modes) est la plus forte en volume, où les flux sont suffisants pour justifier la création d'un TCSP, mode lourd qui par nature est appelé à transporter beaucoup de monde.
2. Les corridors où l'offre journalière en transport collectif est la plus dense actuellement et préfigure en quelque sorte un TCSP dont le niveau d'offre est élevé.
3. Les corridors où la congestion de la voirie est la plus pénalisante pour les flux automobiles et, par conséquent, les TC routiers, et où l'aménagement de sites propres procurerait aux TC un net avantage sur les automobiles vis-à-vis des temps de parcours dont on sait qu'ils conditionnent pour beaucoup le choix modal.

3.1.4.2 Résultats

Il ressort de l'analyse du réseau de voirie et de la circulation routière que la congestion est considérée comme généralisée à Aix en heures de pointe sur les principales pénétrantes. Les voitures roulent au pas quels que soient les itinéraires. Dans ces conditions, le critère de la congestion n'est pas pertinent dans l'identification des corridors. Dès lors nous appuyons notre analyse sur les deux premiers critères.

Nous pouvons souligner la bonne concordance de l'offre sur les relations entre le centre d'Aix et les quartiers Est, Sud (Facultés) et Jas-de-Bouffan. Par comparaison, l'offre apparaît fortement dimensionnée sur les corridors Nord où la demande est moins intense ce qui s'explique, en partie, par la desserte du parc-relais des Hauts de Brunet qui nécessite une fréquence élevée pour être attractive auprès des automobilistes. Cette distorsion relève donc d'une politique particulièrement volontariste de la part de l'Autorité Organisatrice sur les axes Nord.

⁶ Une schématisation du réseau actuel est présentée en annexe de ce rapport

A contrario, la desserte vers le sud, au-delà de l'autoroute, c'est-à-dire vers Pont de l'Arc puis les Milles, est moins bien dimensionnée avec une demande importante en volume et une offre finalement assez restreinte (en comparaison avec les autres corridors). Cette faiblesse relative de l'offre peut s'expliquer par la difficulté que l'on connaît à répondre à la demande de déplacements générée par le secteur des Milles, certes forte mais surtout très dispersée, la zone prise en considération pour l'évaluer étant très étendue. De plus, il faut rappeler que l'évaluation des déplacements est faite à l'horizon 2020 et repose de ce fait sur un fort développement de l'habitat et de l'économie sur les Milles et la Duranne et donc des déplacements générés ; actuellement ces derniers sont moindres et l'écart entre l'offre et la demande plus réduit.

Ainsi, en recoupant les approches précédentes, on constate que les corridors de déplacements et d'offre ne se superposent pas exactement.

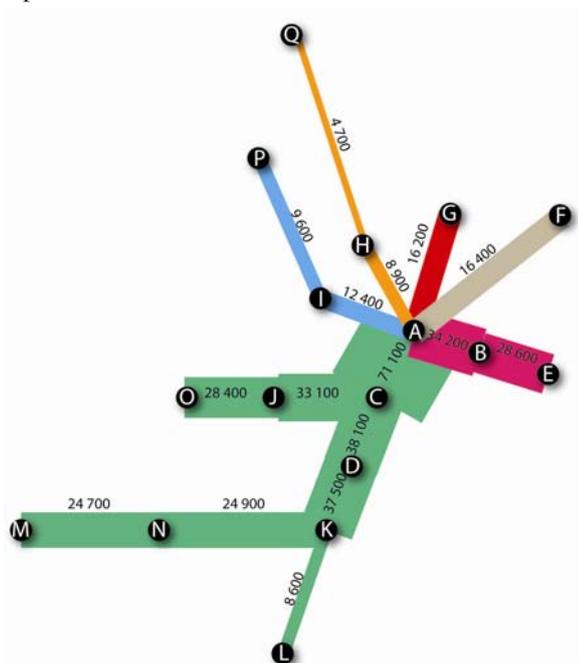


Figure 15 : corridors de déplacements en nombre de déplacements par jour avec hypothèse maximale. Source Eureka

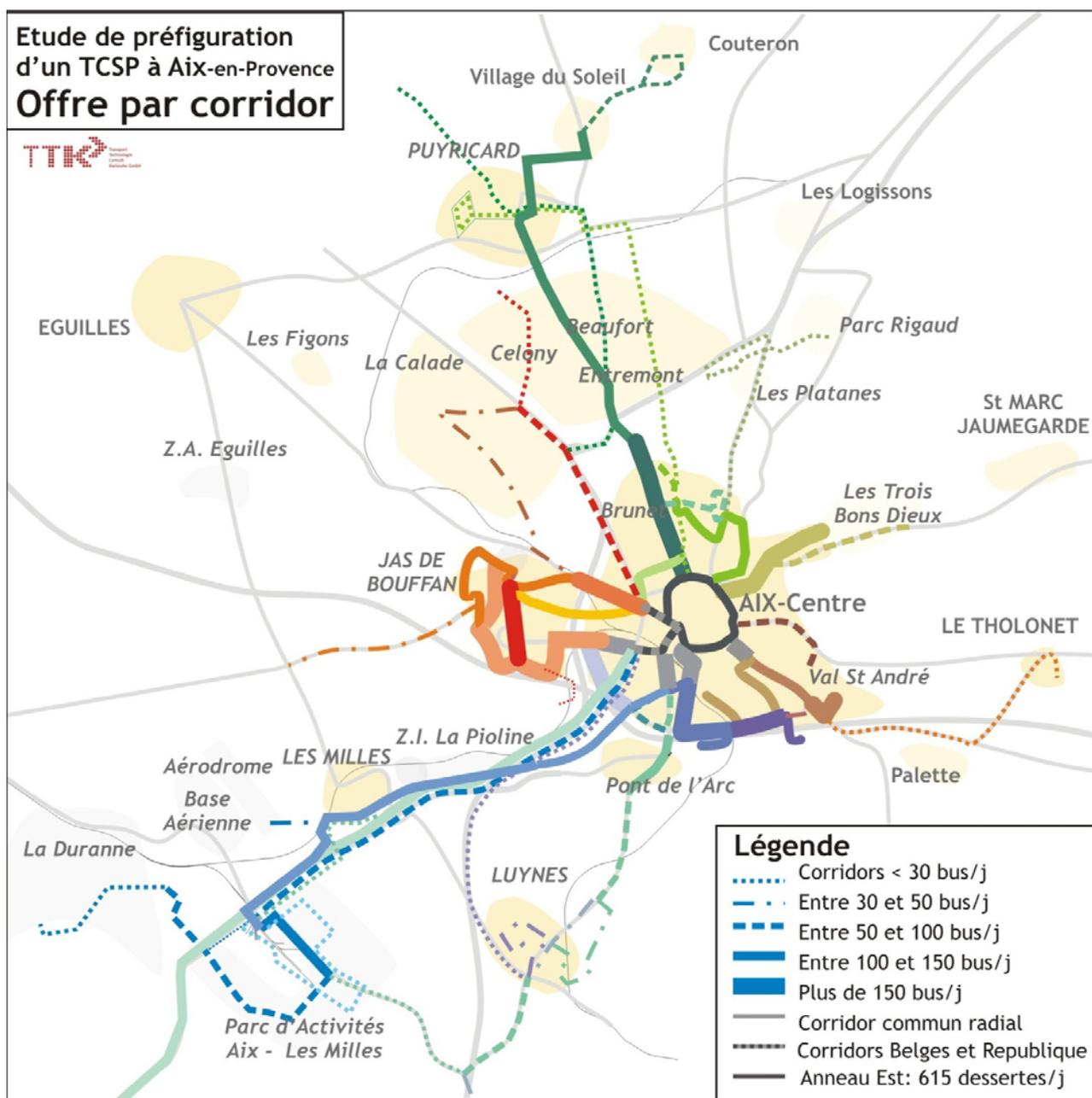


Figure 16 : Offre par corridor pour le réseau d'Aix-en-Bus

Sur ces considérations, nous proposons de retenir trois corridors d'étude pour la recherche d'un tracé de TCSP entre le centre d'Aix-en-Provence et :

1. Les quartiers Ouest (Jas-de-Bouffan)

Le quartier de Jas de Bouffan est situé à l'ouest du centre-ville d'Aix-en-Provence et séparé du centre de la ville par l'autoroute du Val de Durance A51. Ce quartier est majoritairement résidentiel même si l'on note toutefois la présence de nombreux équipements municipaux..

Ce quartier est classé Zone Urbaine Sensible (ZUS).

2. Les quartiers Est (Val St André).

- Déterminer les corridors d'étude pertinents pour développer un TCSP ;
- Identifier les points forts et les points faibles du réseau de transport en commun actuel.

L'intérêt d'une telle démarche est ainsi de proposer, lors d'une deuxième phase, des variantes de projet de TCSP en cohérence avec le reste du réseau et qui vient combler les déficits de l'offre actuelle.

Les scénarios de cette deuxième phase de l'étude sont construits de manière à répondre enjeux mis en exergue dans la phase précédente. Chaque scénario propose et justifie :

- Le tracé du TCSP ;
- Le choix du mode de transport ;
- La réorganisation du réseau autour du TCSP.

En outre, chaque scénario est évalué selon la desserte qu'il propose et les coûts d'investissement et d'exploitation.

Dans le cas d'Aix-en-Provence, le choix du système peut se justifier dès la fin de la phase de diagnostic. C'est par là que nous commencerons.

3.2 Le choix du Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) pour Aix-en-Provence

3.2.1 Principe méthodologique

De manière générale le choix du mode est un arbitrage entre des problématiques de potentiel de fréquentation (et donc de débit du système et de capacité des véhicules), des aspects économiques (coûts du matériel, de l'éventuel système de guidage etc), l'évolutivité du système, les problématiques d'insertion (gabarit des véhicules notamment).

Le choix du mode de transport pour le TCSP intervient le plus souvent après avoir déterminé les axes d'étude. Une analyse comparative entre les différents modes de TCSP existants sur des critères quantitatifs (capacité et coûts), et qualitatifs (possibilités d'insertion) permet de déterminer la pertinence des différents modes selon les caractéristiques de chaque tracé. Ensuite selon le mode choisi, des variantes de fonctionnement peuvent être envisagées.

Ainsi, dans l'ordre, les critères sur lesquels le choix du mode de TCSP est basé sont :

1. La capacité du système adapté à la demande ;
2. Les coûts d'investissement et d'exploitation du système ;
3. Les caractéristiques géométriques (les possibilités d'insertions)
4. Les caractéristiques fonctionnelles (choix du fournisseur de matériel roulant, synergie avec les autres éléments du réseau etc.)

Dans le cas du TCSP d'Aix-en-Provence, il n'est pas nécessaire de définir les tracés avant de pouvoir faire un choix du matériel roulant du TCSP. Des quatre critères évoqués ci-dessus, celui de capacité du mode semble suffisant pour déterminer le système adapté à la ville : la demande en déplacement nous permet d'ores et déjà de trancher. .

Ainsi, dans ce qui suit nous présenterons les différents systèmes envisageables pour le TCSP d'Aix-en-Provence. Une analyse comparative selon ces critères viendra déterminer le mode le plus adapté.

3.2.2 Justification du choix : comparaison avec les autres systèmes de TCSP existants

Il existe une large palette de systèmes TCSP. Nous distinguons tout d'abord trois principales familles :

1. Le métro ;
2. Le tramway ;
3. Le bus.

Au sein de ces trois familles, le choix est encore multiple et varié. A l'heure actuelle, le tramway a le vent en poupe et refait son apparition dans les villes. Nous pouvons citer les exemples de Nantes, Strasbourg, Lyon, Marseille ou encore Montpellier.

Plus récemment, le concept de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) s'est développé dans de nombreuses villes moyennes. En outre, il existe divers modes intermédiaires entre le tramway classique dit « sur fer » et le BusHNS, nous pouvons citer :

- Le Transport sur Voie Réservée (TVR) développé à Nancy et Caen;
- Le tramway sur pneu : le Translohr présent à Clermont-Ferrand ;



Figure 18 : Mode TVR développé à Nancy et Caen, mode Translohr développé à Clermont-Ferrand. Source : TTK et LL

Le TVR est considéré usuellement comme un « tramway sur pneu » mais il s'agit plutôt d'un trolleybus guidé⁷, développé par Bombardier et mis en place à Nancy et Caen. Sa capacité est équivalente à celle de bus articulés. Le TVR a finalement été une expérience malheureuse à plusieurs titres :

- Fiabilité du système pas avérée, nombreux déraillements, ayant conduit à une exploitation à vitesse lente (environ 15km/h !) ;
- Le réseau de Nancy a perdu du trafic avec le projet ;
- Bombardier a abandonné la production du TVR, ce qui rend désormais problématique toute extension de fréquence, extension de ligne et nécessitera un changement de mode à l'horizon de renouvellement du matériel roulant : Caen et Nancy s'orienteraient désormais plutôt vers le BusHNS à guidage optique.

⁷ La terminologie « tramway sur pneu » est contestée par le guide du Certu sur les BNHS. Selon leur définition, le TVR est un BHNS. Cette notion sera développée plus loin.

Par conséquent, nous excluons directement le TVR de l'étude. En ce qui concerne le Translohr, il présente comme le TVR le risque de dépendance des réseaux à un seul fournisseur, mais sa fiabilité s'est montrée supérieure. Il est toujours en production et développé également hors de France en Chine et en Italie. Nous proposons ainsi d'étudier sa pertinence pour le TCSP d'Aix-en-Provence.

Quant au concept de BusHNS consiste à appliquer au bus toutes les recettes qui font le succès du tramway :

- capacité (bus articulé) ;
- montée / descente à chaque porte ;
- stations aménagées avec automates de vente, information voyageurs, abris ;
- guidage en station pour une accessibilité aux PMR ;
- site propre ;
- priorité aux feux.



Figure 19 : Mode BHNS en modes thermique (Nantes) ou électrique (Lyon). Source : TTK

Le BusHNS est tout à fait compatible et interopérable avec un réseau de bus classique (dépôt, troncs communs...), il mérite donc une analyse approfondie.

Ainsi chacun de ces modes présente des caractéristiques qui lui sont propres en termes contraintes d'insertion, de fonctionnalité, de capacité et de coûts. Leur comparaison selon ces caractéristiques est fournie en annexe.

Pour le cas d'Aix-en-Provence, la question entre tramway, Translohr ou BHNS est vite tranchée. Selon les estimations faites par Eureka, avec une hypothèse maximale, le corridor le plus chargé en déplacement tous modes confondus (VP et TC) atteint 71100 déplacements par jour. Cela correspond à 4444 déplacements par heure et par sens sur une plage horaire entre 5h du matin et 21h le soir.

Ce résultat reste largement en dessous du seuil de capacité maximale du tramway une rame même si l'on considère un report modal intégral de la voiture particulière vers les transports en commun. Or une hypothèse de report modal intégral est complètement irréaliste, d'autant plus dans le contexte aixois où, rappelons le, la part de marché des transports en commun représente 7% !

Ainsi en termes de capacité, un BHNS est beaucoup mieux adapté au cas d'Aix-en-Provence.

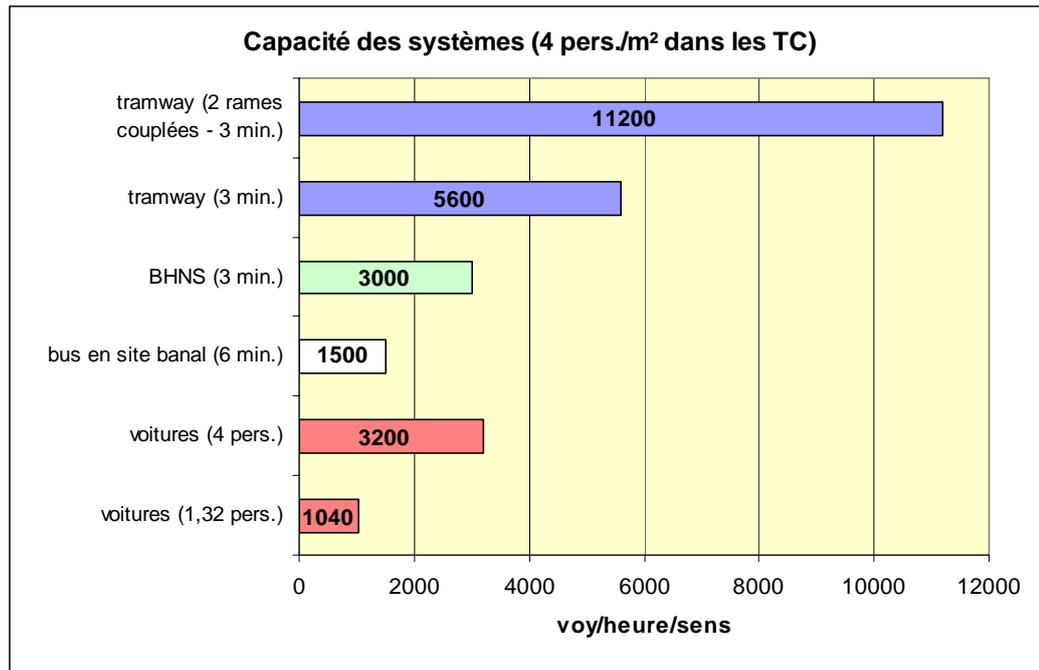


Figure 3.20 : Comparaison des systèmes selon leur capacité. Source CERTU

Par ailleurs, le BHNS présente nombre d'avantages par rapport aux autres modes cités pour une ville de la taille et de la configuration d'Aix-en-Provence.

D'une part, d'un point de vue coût du système, le BHNS demande moins d'effort financier de la part de la collectivité : l'investissement en matériel roulant n'est pas forcément nécessaire ou s'il l'est le coût d'un est 10 fois inférieur à celui d'une rame de tramway⁸. De plus le coût d'investissement de l'infrastructure par kilomètre est de 10 M€ au maximum contre 20 M€ pour un tram. Enfin, les coûts d'exploitation par kilomètre rapportée à la capacité du système montre que les deux systèmes tramway, BHNS sont équivalents.

D'autre part, le BHNS est avantagé par un certains nombre de points :

- Sa flexibilité lui permet de sortir de sa trajectoire en cas d'obstacle ou bien d'être prolongé ;
- Il bénéficie d'un choix de fournisseurs très développé ;
- Il peut utiliser les dépôts existants ou faire bénéficier les autres lignes de bus des aménagements réalisés.

Enfin, le BHNS permet une évolution du réseau. En effet, il peut préfigurer une ligne de tramway sur le long terme.

En conclusion, comme dans la plupart des autres agglomérations moyennes, le potentiel de développement des transports collectifs et les ressources financières ne justifient pas le choix du tramway à moyen terme pour Aix-en-Provence. En revanche, le BHNS peut être conçu comme un système structurant, offrant à la ville de nouvelles perspectives dans lesquelles il peut créer un « effet TCSP ».⁹ La question que nous nous posons à présent est « sur quel principe de fonctionnement pouvons-nous mettre en place le BHNS » ?

⁸ La durée de vie du matériel roulant est en revanche trois fois moindre que celle d'un tramway.

⁹ On appelle « effet TCSP », la subite augmentation de la fréquentation des transports en commun suite à la mise en service d'un TCSP. Précisons que cette appellation est abusive : seule la nouvelle infrastructure de transport en commun n'explique pas la progression de l'usage des transports collectifs.

3.2.3 Quel BHNS pour Aix-en-Provence ?

3.2.3.1 Rappel de la problématique

Le choix du BHNS se légitime pour la desserte du territoire du Pays d'Aix compte tenu de sa flexibilité, de ses faibles coûts et du fait que sa capacité est adaptée à la demande en transport en commun sur le territoire aixois. Pourtant, demeure la question de sa mise en œuvre. Car, en effet, la problématique à laquelle doit répondre le TCSP est bien de structurer le réseau tout en s'adaptant à une demande diffuse autour du centre-ville. La souplesse du BHNS peut apporter une solution à cette question.

3.2.3.2 Rappel de la définition du Haut Niveau de Service

S'il est resté pendant longtemps uniquement un concept, aujourd'hui le BHNS est devenu une réalité, un mode de plus en plus prisé par les autorités organisatrices séduites par son moindre coût, sa flexibilité et ses hautes performances.

Le Bus à Haut Niveau de Service n'est pas un « simple bus » en site propre, c'est un TCSP à part entière, il repose donc sur les trois composantes du système cité précédemment :

- Une infrastructure : plate-forme du site propre, stations etc,
- Un véhicule roulant : un bus ;
- Un système d'exploitation.

Si l'on décompose la terminologie de son appellation, un BHNS est un autobus : un véhicule routier de plus de 9 places assises, conducteur compris, limité en longueur (13m50 pour les bus standards, 18m75 pour les bus articulés, et 24m50 pour les bus bi-articulés) et limité à 2m55 en largeur. Il doit se soumettre au code de la route. Ces caractéristiques le différencient des tramways et des nouveaux systèmes tels que le TVR de Bombardier ou le Translohr de Lohr Industries.

De plus il existe une multitude de véhicules selon le type d'énergie qu'ils utilisent :

- Moteur thermique (diesel pour le TEOR de Rouen, ou gaz nature pour la Busway de Nantes) ;
- Moteur électrique (Cristalis à Lyon).

Récemment de nouveaux systèmes se développent qui peuvent utiliser les deux types d'énergie.

Enfin, les autobus peuvent être guidés :

- Le TEOR de Rouen utilise un guidage optique ;
- Le TVR (Transport sur Voie Réservee) de Nancy et Caen est guidé par un rail central.

Dans d'autres cas, le guidage peut se faire uniquement en station ou bien sur l'intégralité du tracé.



Figure 21 : BHNS avec guidage mécanique. Source : TTK



Figure 22 : BHNS avec guidage optique (Rouen). Source TTK

Quant à la qualification du « haut niveau de service », elle recoupe les différentes composantes suivantes :

- Les fréquences. Celles-ci doivent être élevées : au minimum toutes les 8 minutes en heure de pointe et au maximum toutes les 20 minutes en heure creuse. De plus les fiches horaires ne doivent pas faire de distinction entre période scolaire et période normale ;
- L'amplitude horaire doit être large : préférentiellement de 5h à 21h ;
- La régularité et la ponctualité aux arrêts doivent être respectées. Les horaires doivent être également cadencés pour plus de lisibilité.
- Le temps de parcours doit être compétitifs avec celui de la voiture et le temps de trajet doit être fiable ;
- Le confort est doit être maximisé tant sur la qualité de l'intérieur du véhicule que sur la conduite ;
- L'information au voyageur est indispensable ;
- L'accessibilité doit répondre aux exigences de la loi en termes d'accessibilité PMR. L'intermodalité doit être favorisée.

Au final le bus à haut niveau de service doit se rapprocher au maximum des caractéristiques d'un tramway.

3.2.3.3 Les différents principes de fonctionnement du BHNS

Dans le cas d'Aix-en-Provence, le BHNS doit être conçu comme un axe fort du réseau. Or plusieurs possibilités s'offrent à nous. En effet, de par son roulement sur pneus, le BHNS peut dévier de sa trajectoire. Cette flexibilité qui le caractérise lui permet diverses formes d'organisation qui varient selon « le degré de dépendance avec le site propre et le « degré d'ouverture » du site propre aux lignes classiques »¹⁰.

Nous pouvons citer deux grands principes, un avec une dépendance forte au site propre tandis que le deuxième est un système plus ouvert :

- le principe du « Busway » à Nantes :
 - une seule ligne de bus fonctionne comme un tramway avec un matériel spécifique et un site propre dédié à la ligne ;
 - politique rabattement sur le Busway en navette avec des lignes en amont fonctionnant en correspondance au terminus.
- type site propre à Tours (ou Lorient) :
 - site propre sur le tronç commun des lignes,
 - toutes les lignes arrivant dans les « entonnoirs » aux extrémités du tronç commun,
 - il n'y a pas de correspondance organisée entre ces lignes.

1) Première alternative : le « Busway » à Nantes

Le « Busway » est une ligne de TCSP à Nantes dont le fonctionnement s'inspire fortement du principe du tramway classique et l'applique au BHNS. Il s'agit d'une ligne de BusHNS qui circule sur un site propre qui lui est strictement réservé et les autres lignes de bus sont organisées autour celui-ci.

¹⁰ Source : CERTU

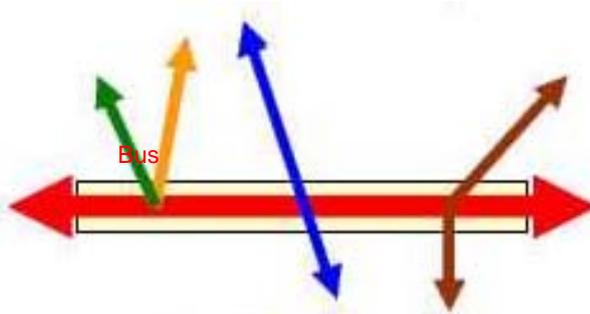


Figure 23 : Schéma de principe de structuration du réseau autour du TCSP. Source : CERTU

A l'instar du tramway, le « Busway » bénéficie également de la priorité aux carrefours et aux feux.

À Nantes, le « Busway » en quelques chiffres :

- 15 stations
- Longueur : 7 km
- Vitesse commerciale : 20km/h
- Intervalle minimum entre deux bus : 3 min et 30 s
- 23 000 voy/j
- Coûts d'investissement : 50 M€ pour les études, l'infrastructure, les aménagements voirie, les stations, le dépôt, le système d'exploitation ; auxquels il faut rajouter 9,2 M€ pour le matériel roulant (20 bus articulés) ; soit un coût d'investissement de 8M€/km.



Figure 24 : le « Busway » à Nantes : priorité aux Rond-point. Source : Certu

Nous retrouvons ce principe de fonctionnement du BHNS dans les villes de Caen et Nancy (TVR).

2) Seconde alternative : « le tronc-commun » : un site propre pour plusieurs lignes

Le principe de tronc commun est adopté à l'heure actuelle par les villes de Lorient, Rouen ou encore Tours. Dans ces cas, le site propre profite à plusieurs lignes de bus. Ceci permet d'augmenter les fréquences sur certaines sections ciblées. En effet pour renforcer la fréquence sur les sections à forte demande, le choix a été fait de créer des troncs communs de lignes sur ces sections plutôt que d'augmenter la fréquence des lignes les traversant. Dans ce dernier cas, la fréquence est également augmentée sur les branches périphériques des lignes alors même que l'urbanisation de ces zones (souvent à base de lotissements) ne nécessite pas une telle offre.

Comme l'illustre le schéma qui suit, le maillage des lignes en tronc-commun permet ainsi avec quatre lignes de fréquence 30 minutes de créer une ligne forte à 7,5min sur un tronc commun. Une autre variante est de créer un tronc commun à 10 minutes avec deux lignes à 20 minutes.

Dès lors, l'offre est concentrée là où le besoin se fait sentir sans dispersion des moyens.

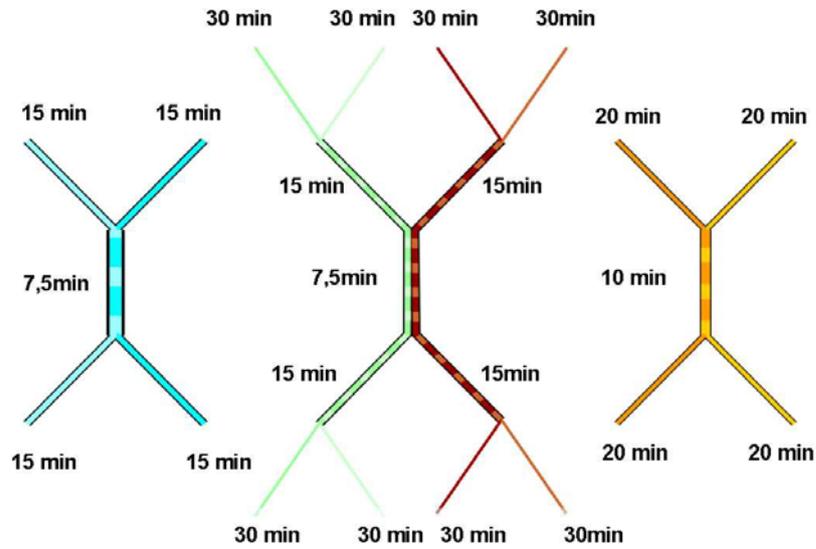


Figure 25 : Schéma de fonctionnement de troncs commun

Tours, Lorient et Rouen ont mis en place des BHNS en forme de tronc commun dans leur réseau de transport urbain :

Réseau	Tours	Lorient (Triskell)	Rouen (Teor)
--------	-------	-----------------------	-----------------

Lignes de bus sur tronc commun	8	13 ou 4 selon la section	3
Longueur en site propre (km)	20	4,6	29,8
Vitesse commerciale (km/h)	20	18 - 23	19
Intervalle min entre deux véhicules	2	?	2
Coût d'investissement (M€) ¹¹	?	31 soit 6,7M€/km	165 soit 5,5 M€/km

Tableau 1 : Comparaison des BHNS en tronc-commun des réseaux de Tours, Lorient et Rouen



Figure 26 : Réseau de transport urbain : tronc-commun triskell à Lorient

3) La configuration « mixte » : un compromis entre Busway et tronc-commun

Le principe de « tronc-commun » est un système dit « ouvert » à l'inverse du système « Busway » dit « fermé ». Cela dit, entre « busway » et « tronc-commun », il existe une configuration intermédiaire appelée « configuration mixte ». Dans ce cas, le site propre est utilisé par une ligne de

¹¹ Le coût d'investissement pour le tronc commun est variable et dépend essentiellement des aménagements voiries, et du matériel roulant utilisé. Il faut noter par exemple que les coûts d'investissement de Lorient comprennent le coût de réalisation d'un pont (11M€) mais qu'aucun investissement n'a été fait dans le matériel roulant.

BHNS sur toute sa longueur comme par d'autres lignes classiques sur une partie de l'infrastructure afin de rentabiliser l'investissement.

L'intérêt d'une configuration mixte est d'optimiser l'espace, d'augmenter la performance de l'ensemble du réseau en faisant bénéficier les lignes de bus classiques du site propre du BHNS.

3.2.3.4 Conclusion

Ainsi entre « Busway » et « tronc-commun », la souplesse du busHNS permet d'organiser le système selon différents degrés de performances. Le choix de la configuration s'appuie à la fois sur :

- Les objectifs visés par l'AOTU dans son projet de TCSP en termes de performances ;
- La morphologie et l'urbanisation de la ville ;
- Les contraintes de réorganisation du réseau ;
- Les contraintes urbaines.

Si les choix respectifs d'un Busway à Nantes et d'un tronc-commun à Lorient ont été plutôt aisés, l'agglomération d'Aix-en-Provence se trouve dans un entre-deux. La question est alors la suivante : doit-on privilégier une forme de BHNS de type Busway ou de type « configuration mixte » ?

Si l'on résume, la réelle différence entre ces deux configurations se situe dans les principes de restructuration : tandis que l'une privilégie voire force les rabattements vers le TCSP, la seconde préfère réutiliser l'infrastructure pour d'autres lignes que le BHNS. Dans le cas d'Aix, les contraintes de réorganisation du réseau et l'urbanisation de la ville favorisent a priori le scénario « tronc-commun » mais les contraintes urbaines et les objectifs du TCSP incitent à un scénario « Busway ».

Dans la suite de l'étude, nous proposerons d'étudier deux formes de configuration du BHNS pour le cas d'Aix-en-Provence : un BHNS de type « Busway » et l'autre de type « configuration mixte ».

L'option du système ouvert de type « tronc-commun » n'a pas été retenue car elle est trop éloignée des objectifs de performance du TCSP de la CPA.

Ainsi, les variantes du projet de TCSP à Aix-en-Provence portent sur le choix du tracé et le degré d'ouverture du site propre aux lignes classiques. Dans la phase d'étude suivante, nous définirons les scénarios à étudier ainsi que leurs principes de restructuration associée en comparant leur pertinence en termes de population et équipements desservis, de leur insertion physique, et de coûts. Cette analyse comparative constituera un premier élément de décision entre les différentes configurations proposées.

3.3 Quelle proposition de tracé entre Jas de Bouffan et le sud de la ville ?

La question du système de transport étant résolue, il reste à définir les possibles tracés pour le BHNS. Au vu des résultats du diagnostic, nous proposons de concentrer nos recherches sur les corridors générant le plus fort potentiel pour un TCSP et situés au sud-est (Val St André), au sud (facultés) et à l'ouest du centre-ville (Jas de Bouffan).

Quant à la desserte du Parc d'Activités des Milles, bien qu'elle doive être également prise en compte, elle ne fera cependant pas l'objet d'étude particulière dans ce rapport car comme indiqué précédemment celle-ci s'inscrit plus dans le cadre de la réouverture de la ligne ferroviaire Aix-les milles combinée à une desserte fine en bus de la zone d'activité..

3.3.1 Principes méthodologiques

Afin de déterminer un tracé pour le BHNS entre le quartier de Jas de Bouffan et les quartiers sud de la ville, notre méthode s'est appuyée sur une analyse des différents tronçons selon leurs caractéristiques propres ainsi que sur la pertinence de leur combinaison.

Dans un premier temps, mon travail a consisté à sélectionner différents tronçons pour chaque quartier. Cette sélection s'est faite sur la base d'une visite de terrain qui a permis de déterminer a priori les tracés possibles pour le BHNS. S'en est suivit une analyse plus détaillée des caractéristiques propres des tronçons :

- Critère de desserte : quelle population et quels équipements sont desservis dans une bande de 300 mètres autour du tracé ?
- Critère de restructuration : que peut-on prévoir a priori comme possibilité de restructuration du réseau autour ce tronçon ?
- Critère d'insertion : quelles sont les contraintes d'insertion du BHNS pour chaque tronçon ? Quelle répartition de voirie peut-on envisager ? Quelle sera l'impact sur la circulation automobile ?

L'intérêt de caractériser chaque corridor identifié est de dessiner des variantes de tracé pour l'élaboration des scénarios. Dans l'idéal, deux ou trois tracés sont suffisants pour proposer trois ou quatre scénarios au maximum. Nous sélectionnons deux tronçons possibles pour la desserte de chaque quartier. A l'issue de l'analyse, seuls les tronçons les plus pertinents seront conservés dans la suite de l'étude et leur combinaison définira le tracé.

3.3.2 Les variantes de tracé étudiées

3.3.2.1 Présentation de chaque tronçon

La visite de terrain effectuée peu après le diagnostic nous a permis de retenir deux tronçons pour le secteur de jas de Bouffan (numérotés 1 et 2), deux autres pour le secteur des quartiers sud-est (tronçons A et B) et encore deux autres pour le secteur sud (D et E). De plus un dernier tronçon a été sélectionné pour relier l'extrême sud à l'est de la ville (tronçon C)

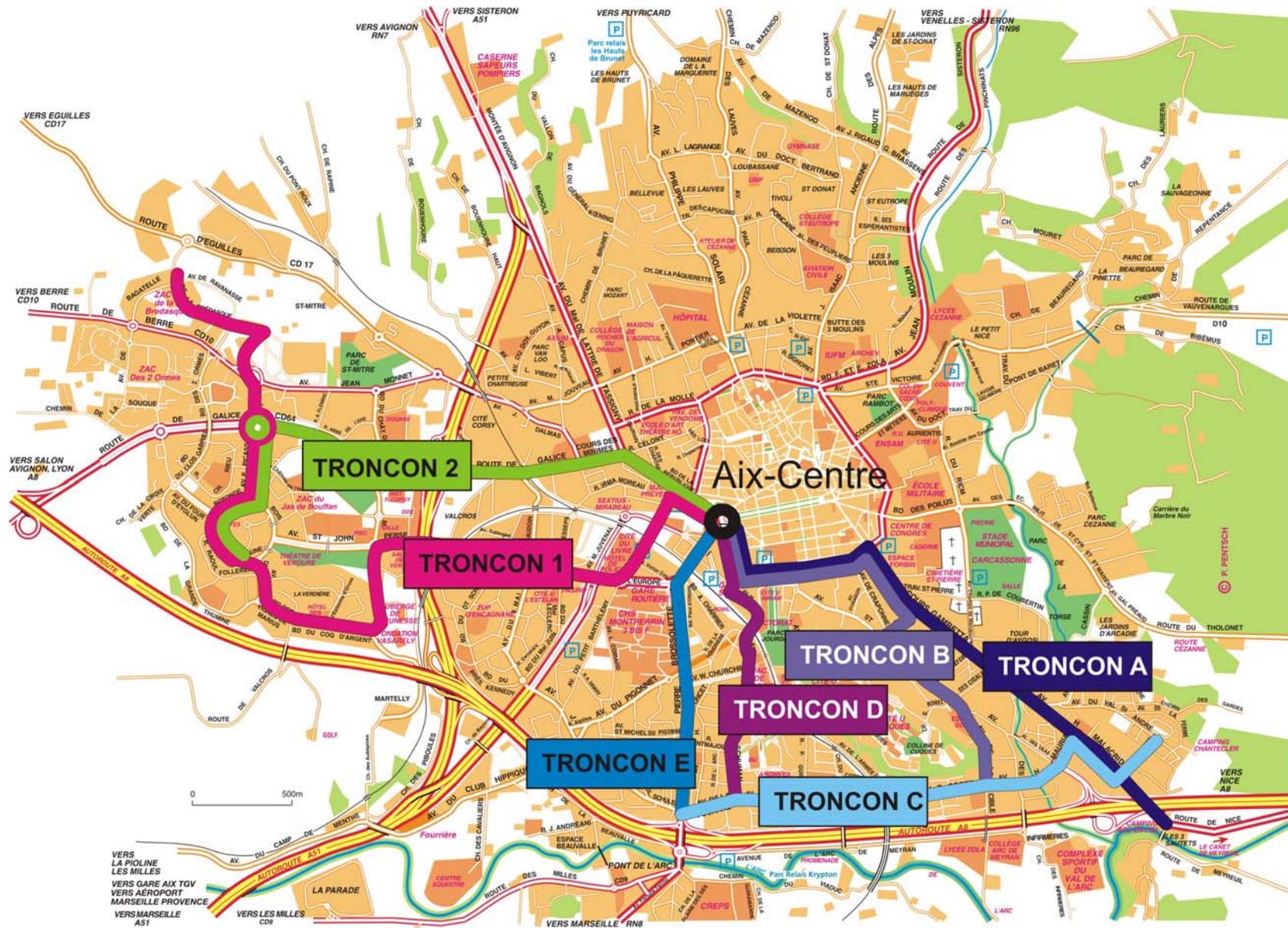


Figure 27 : Les différents tronçons à l'étude pour le tracé du TGCSP

Afin d'élaborer des scénarios de desserte, nous proposons de combiner les différents tronçons définis ci-dessous :

Pour la desserte de Jas de Bouffan :

- Un premier itinéraire possible part de la rotonde, emprunte l'avenue de la République, bifurque vers le sud par l'avenue Armand Lunel puis la rue des allumettes, ensuite continue sur l'avenue de l'Europe, puis sur l'avenue Saint John Perse jusqu'à la rotonde du bois de l'aune pour remonter jusqu'au centre commercial par l'avenue Picasso ;
- Un second itinéraire, plus au nord, emprunte le boulevard de la République, puis le cours des minimes pour rejoindre la route de Galice. Il redescend jusqu'à la Rotonde du bois de l'aune.

Pour la desserte des quartiers sud, 4 tronçons ont été retenus dont 2 pour la desserte du quartier des facultés et deux pour le sud-est.

- Le tronçon A : emprunte le cours Gambetta et continue sur l'avenue Henri Malacrida pour connecter le parc-relais au réseau,
- Le tronçon B se présente comme une alternative au tronçon A pour la desserte des quartiers sud-est. Il reprend l'itinéraire de la ligne 5 jusqu'à l'avenue de la cible.

Ces deux propositions nécessitent toutes deux de mettre à double sens le boulevard du Roi Renée.

- Le tronçon C est parallèle à la rocade sud. Il suit l'avenue J.P. Coste et l'avenue Gaston Berger. Il s'associe aux deux tronçons nord-sud ci-après.
- Le tronçon D remonte l'avenue de Robert Schuman puis l'avenue Maurice Blondel avant de rejoindre l'avenue Victor Hugo et la Rotonde. Ce tronçon permet une desserte directe des facultés et de la gare SNCF.
- Le tronçon E, plus linéaire, propose de passer par l'avenue de l'Europe et Pierre Brossolette.

3.3.2.2 *Les enjeux de chaque tronçon*

La première étape pour évaluer la pertinence de chaque tronçon est d'identifier population et les équipements présents dans une bande de 300 m de part et d'autre de chaque tronçon. Ce calcul a été réalisé sur la base des données de l'INSEE 1999 et de leur projection aux horizons 2006 et 2020. Par ailleurs, nous avons recensé les différents équipements publics dans cette même bande.

Pour revenir sur la méthodologie, les calculs d'influence du TCSP ont été calculés sur une bande de 300m autour du TCSP et non 400m comme c'est souvent le cas, voire 500m comme dans le guide du CERTU sur les BHNS. Dans le cas d'Aix-en-Provence ce choix nous semble raisonnable car les tronçons étudiés se trouvent dans un rayon de 300 ou 400m d'une autoroute ou d'une autre infrastructure de transport qui induit un effet de coupure forte et une étanchéité entre les quartiers.

Tronçon	1	2	A	B	C	D	E
Longueur	5434	4114	3126	2816	2079	1690	2219
Population desservie 1999	29000	23700	15800	15700	9000	10100	10900
Population desservie 2006	32000	26000	16900	16800	9400	10800	11500
Population desservie 2020	33300	27000	17500	17400	9700	11200	12000
Equipements desservis	+++	++	+	+	+	++ Facultés Gare	+ Hôpital
Bilan	Avantage 1		Egalité		-	Egalité	

Tableau 2 : Population et équipements desservis dans une bande de 300m de part et d'autre des tronçons. Source : Eureca

De cette première analyse, il ressort que le tronçon 1 présente un plus grand potentiel en termes de population et d'équipements desservis que le tronçon 2. Par conséquent dans la suite, nous éliminerons le tronçon 2. Les tronçons A et B se départageront sur d'autres critères. Il en est de même pour les tronçons D et E, même si l'on peut noter toutefois que le tronçon D présente l'avantage de desservir la faculté et la gare SNCF.

3.3.2.3 Les possibilités de restructuration du réseau

A ce stade de l'étude, les possibilités de restructuration sont évaluées de manière qualitative. Les observations que l'on peut faire ont uniquement pour but de départager les tronçons. Aucun principe de restructuration n'est appliqué, il s'agit de faire une analyse rapide des lignes de bus empruntant les tronçons sélectionnés¹².

Là encore, les tronçons A et B sont équivalents : chacun d'eux est emprunté par une ligne, respectivement la ligne 3 et la ligne 5.

En revanche, nous notons une différence nette entre les tronçons D et E. Le premier est actuellement desservi par la ligne 6 et une partie de la ligne 9 qui rejoint ensuite le tracé du tronçon E. tandis que le tronçon E est un accès privilégié des lignes en provenance du sud (ligne 18, navette Aix-Marseille etc).

Par ailleurs, il est intéressant de noter que ce critère confirme notre choix d'éliminer le tronçon 2 en faveur du tronçon 1 qui est le support d'un plus grand nombre de lignes de bus.

Ainsi, si les tronçons A et B ne peuvent être encore départagés, il semble que le tracé du tronçon E sur l'avenue Pierre Brossolette constitue un avantage pour la réorganisation des lignes en provenance du sud.

3.3.2.4 Analyse d'insertion.

La visite de terrain effectuée en fin de phase diagnostic a permis de faire un relevé des contraintes physiques, notamment les ouvrages d'art, pour chaque tronçon. Ce qui permet d'évaluer a priori les possibilités de mise en place du TCSP ainsi que sa répercussion en termes de coûts d'investissements. De plus l'étroitesse des rues de la plupart des villes françaises peut rendre difficile l'insertion des transports collectifs. C'est pourquoi une première analyse d'insertion du BHNS va

¹² Le tableau est fourni en annexe.

permet de mettre en avant les éventuelles incompatibilités entre nos choix de tronçon et les possibilités d'insertion.

Concernant l'aspect méthodologique, les coupe-types en situation de projet sont dessinées sur la base des normes réglementaires actuelle et/ou réglementations du CERTU. Les valeurs sont fournies en annexes.

1. Le tronçon 1

Ce tronçon dessert le quartier de Jas de Bouffan, situé dans la périphérie ouest d'Aix-en-Provence. L'itinéraire qu'il emprunte est constitué de voies très larges (en moyenne 16 m) ce qui ouvre un large éventail de possibilités pour l'insertion d'un BHNS. Seule la portion proche du centre-ville peut poser quelques difficultés : l'avenue Armand Lunel se rétrécit jusqu'à une largeur minimale de 11,5m sur quelques mètres. Ce point dur peut être levé en supprimant la circulation automobile sur cette petite portion pour ne laisser la place qu'à un double sens pour les bus.

Il n'y a donc pas de difficultés majeures d'insertion pour ce tronçon.

2. Le tronçon A

Le cours Gambetta et son prolongement par l'avenue Malacrida constituent une des principales pénétrantes de la ville, un accès direct au centre aixois des communes est du Pays d'Aix. A double sens sur tout l'axe, elles subissent cela-dit de nombreuses variations de largeur. Nous notons en particulier deux points durs pour l'insertion du TCSP.

Cours Gambetta, au niveau de l'avenue des déportés de la résistance aixoise, la largeur de la voie n'atteint que 12,6m et au sud de l'avenue de René Cassin le tronçon passe par un pont d'une largeur de 9,5m, y compris les trottoirs. Ceci empêche toute possibilité de double sens pour les voitures. Plusieurs alternatives peuvent néanmoins être envisagées.

Nous pourrions par exemple proposer de mettre la voie à sens unique pour les voitures, pas nécessairement sur l'intégralité de la voie et dégager des itinéraires de substitution. Cette mesure serait assez radicale pour décourager l'entrée des voitures dans la ville. De plus celle-ci est généralement employée dans les quartiers très densément urbanisés, ce qui n'est pas le cas ici. L'autre solution est de faire un site mixte dans un sens. Mais dès lors, quelle est la pertinence du site propre ? Dans ce dernier cas, il y aurait suffisamment de place pour insérer une piste cyclable.

Le pont pourrait être dédié à la circulation des véhicules motorisés. Une autre passerelle devrait être construite pour permettre le passage des piétons et des autres modes doux.

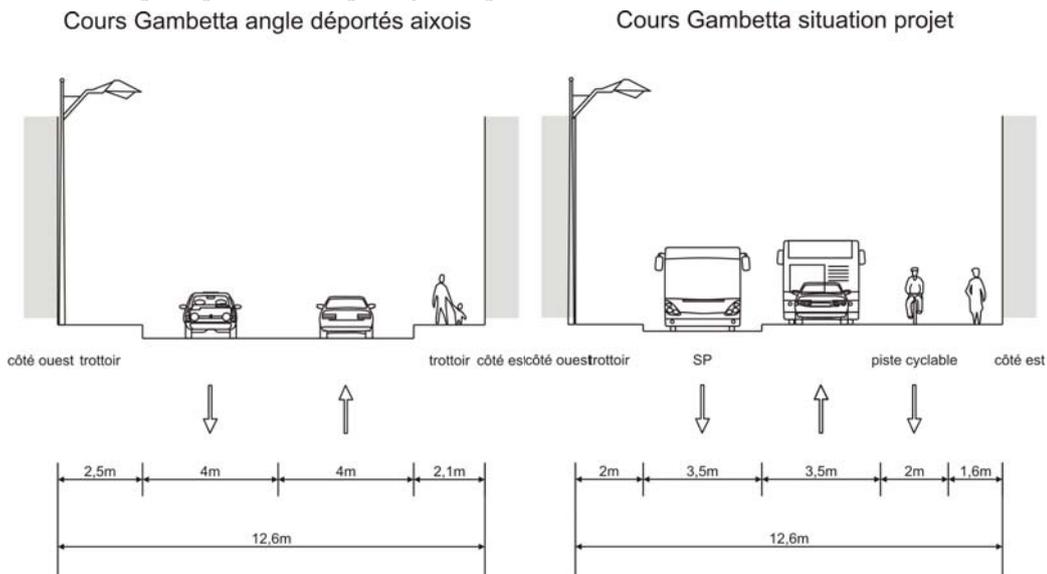


Figure 28 : Coupe-types du tronçon A (cours Gambetta) en situation actuelle et en situation projet

Le tronçon A présente quelques difficultés d'insertion mais qui peuvent être résolues au moyen de modifications du plan de circulation.

3. le tronçon B

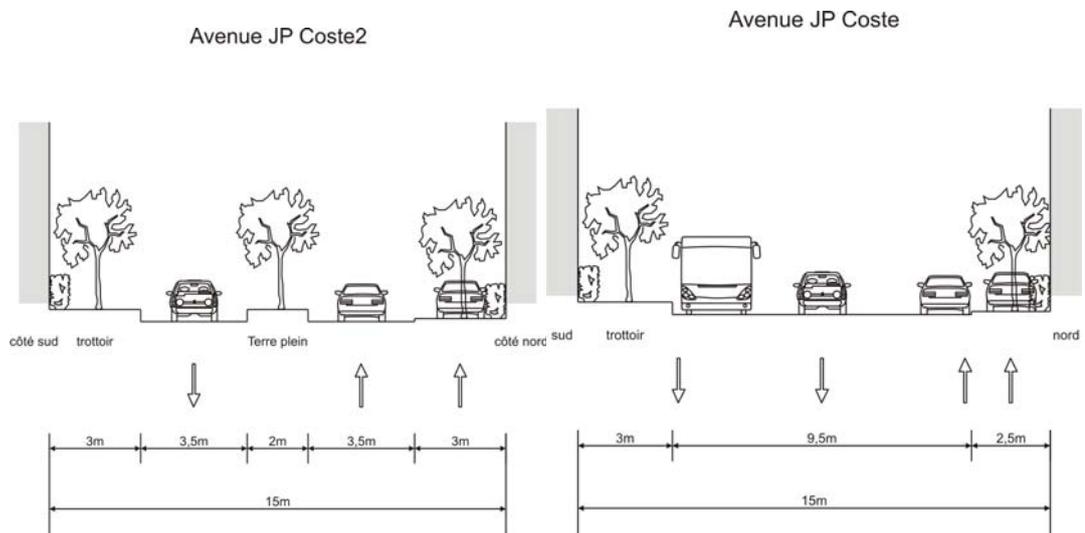
Le tronçon B dessert le même secteur que le tronçon A mais de façon moins linéaire et traverse des quartiers résidentiels. L'itinéraire emprunté par le TCSP dans ce cas de figure présente là encore de fortes contraintes concernant sa largeur : entre 12,4 au minimum sur Saint Jérôme et 14,2 au maximum. Or nous notons que l'avenue Laurent Gautier est large de 8,5 m de façade à façade.

Sachant que l'insertion du BHNS nécessite une largeur de 6,5 mètres minimum et que la largeur d'un trottoir est réglementée à 1m75 minimum ; 8,5 m de largeur sont une contraintes suffisamment forte pour éliminer le tronçon B de l'étude.

4. le tronçon C

Le tronçon C relie l'est et l'ouest de la partie sud de l'avenue Henri Malacrida à l'avenue Robert Schuman ou Pierre Brossolette selon si le tronçon est combiné avec le tronçon D ou E.

Il est large de 15 m minimum, il est à une voie dans un sens et deux voies dans l'autre mais pas sur toute sa longueur. L'insertion du TCSP nécessite de supprimer des arbres et de réduire la largeur des trottoirs mais ne pose pas de difficultés particulières.



Avenue JP Coste en projet

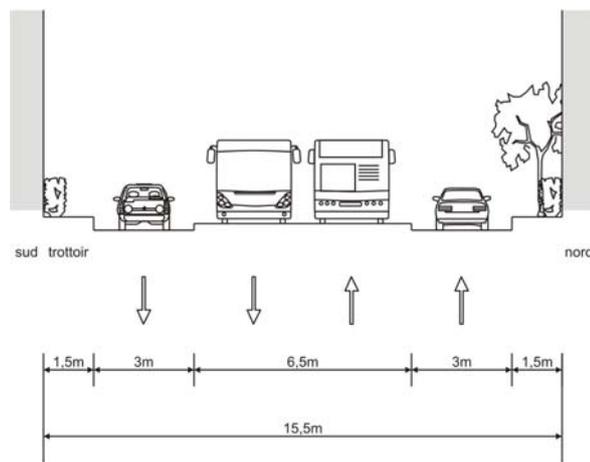


Figure 29 : Coupe-types du tronçon C (avenue Coste) en situation actuelle et en projet

5. Le tronçon D

Le tronçon D constitue un axe nord – sud entre l’avenue de la Fourane et la rotonde via l’avenue Robert Schuman et l’avenue Maurice Blondel. Il permet une desserte au droit des facultés et de la gare SNCF.

Large d’environ 13 m avec un minimum de 12,5m dans la partie sud de Schuman, il s’élargit à partir de l’avenue Winston Churchill. L’insertion du TCSP implique la suppression du stationnement et une mise en sens unique de la voirie. La circulation des véhicules dans l’autre sens est possible par l’avenue Henri Poncet, parallèle à Schuman.

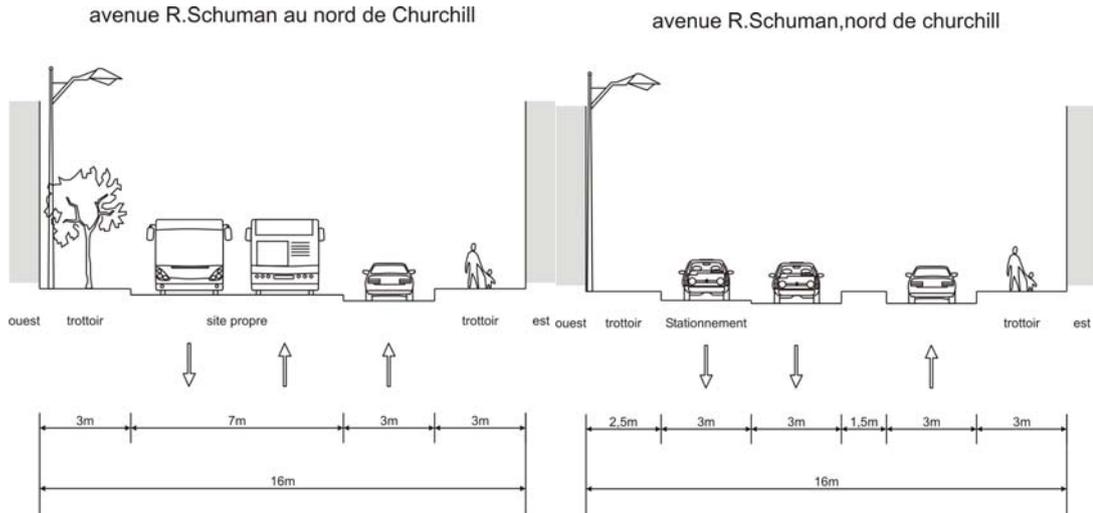


Figure 30 : Coupe-types du tronçon D (avenue Schumann) en situation actuelle et en projet

En situation projet sur l’avenue de Schuman, on conserve une voie pour la circulation des véhicules particuliers dans le sens sud-nord. La circulation du nord vers le sud serait assurée par l’avenue Poncet. Le stationnement est totalement supprimé et la largeur des trottoirs réduites.

Seulement, ces mesures ne permettent pas de traiter le rétrécissement à 12,5m de l’avenue Schumann au niveau de l’avenue Churchill. Afin de respecter la norme PMR qui impose une largeur minimale de 1m75 pour les trottoir. Dès lors, nous suggérons de ne conserver qu’une voie en double sens, large de 7 mètres, en site propre dans un sens et en site mixte (bus et voiture) dans le sens de circulation automobile. Le site mixte n’est nécessaire que sur une portion réduite de l’avenue, sur le reste les bus circulent en site propre intégral.

La gare SNCF est située avenue Maurice Blondel, il est donc préférable que celle-ci reste à double sens en situation projet, ce que permet la largeur de la voie actuelle. Nous pouvons également suggérer de mettre la voie en sens unique, ce qui permet de réserver un emplacement pour une piste cyclable. Dans les deux cas, les arbres situés à l’ouest de la voirie devront être coupés. L’option 2 permet de restituer un alignement d’arbres.

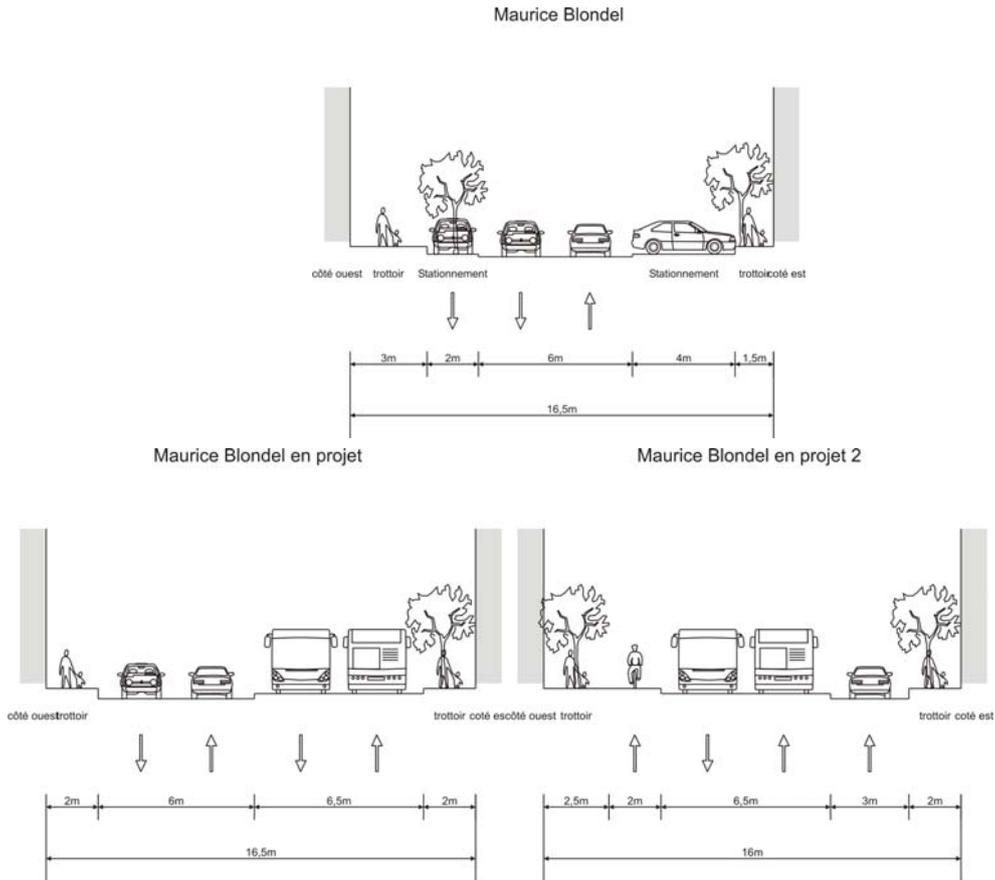


Figure 31 : Coupe-types du tronçon D (rue Blondel) en situation actuelle et en projet

Concernant le tronçon D, l'insertion du BHNS nécessite la suppression du stationnement et d'une des deux voies de circulation sur l'avenue de Schumann. Seul le stationnement est supprimé sur l'avenue Maurice Blondel. Notons toutefois que la partie sud de Schumann, plus étroite, contraint les possibilités d'insertion. Sur une portion du tronçon, l'aménagement ne peut se faire en site propre intégral mais doit se faire en site mixte réglementé. Par conséquent, les performances du BHNS peuvent s'en ressentir.

6. le tronçon E

Deuxième axe nord-sud, le tronçon E emprunte l'avenue Brossolette qui constitue une des principales pénétrantes d'Aix-en-Provence.

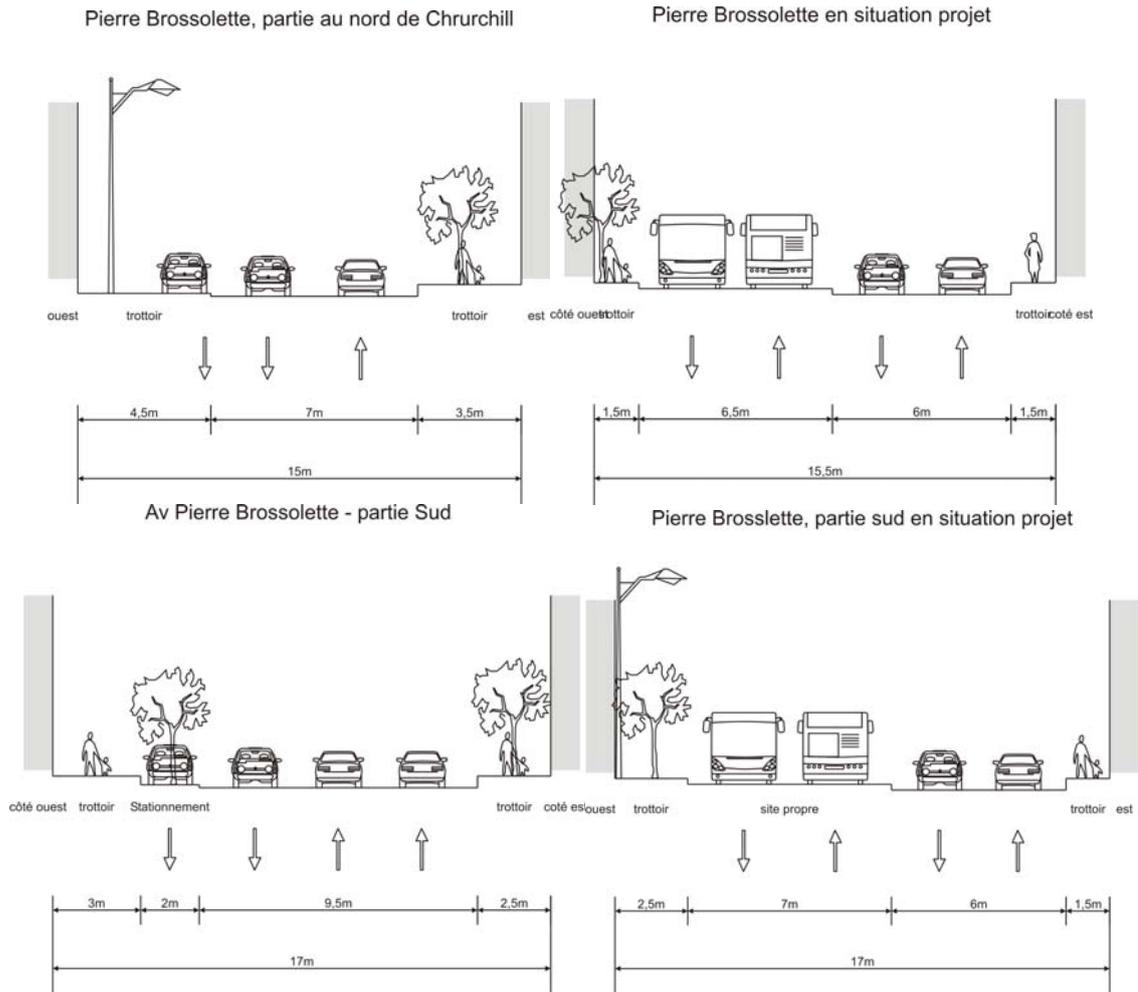


Figure 32 : Coupe-types du tronçon E (avenue Pierre Brossolette) en situation actuelle et en projet

L'avenue Pierre Brossolette est à double sens sur la totalité de sa longueur. Nous distinguons la partie au sud de l'intersection avec l'avenue Winston Churchill, à deux voies dans le sens sud-nord et une seule dans le sens nord-sud, et la section au nord de l'avenue Winston Churchill, plus étroite, avec deux voies uniquement.

Si nous partons de l'hypothèse qu'il est nécessaire de conserver le double sens pour les voitures, le tronçon n'est pas assez large pour permettre des aménagements pour les modes doux telle une piste cyclable. Notons toutefois que la partie nord du tronçon pourrait être élargie du côté est.

Le passage par l'avenue Victor Hugo demande une étude plus approfondie sur le fonctionnement du pôle d'échange de la gare routière ; et ne sera pas traitée dans cette étude.

Ainsi l'insertion du BHNS sur l'avenue Pierre Brossolette implique la suppression d'une voie de circulation et du stationnement. Cela dit, la largeur de la voie permet de garder un double sens de circulation pour les automobilistes.

7. Conclusion

En conclusion, à l'issue de cette analyse d'insertion nous pouvons exclure le tronçon B de notre étude : sa largeur de 8,5 m est une contrainte forte qui empêche le passage d'un BHNS.

Par ailleurs, l'étroitesse des rues nous amène à proposer des solutions de type « site mixte » sur certaines portions de tronçon, notamment pour la partie sud du tronçon D. Cette solution alternative, si intéressante soit-elle, reste néanmoins un frein à la performance du haut Niveau de

Service recherché. Aussi, il apparaît préférable de combiner la partie nord (au-dessus de l'avenue de Winston Churchill) du tronçon D et la partie sud du tronçon E afin de conserver un site propre bus sur toute la longueur de l'itinéraire du BHNS.

3.3.2.5 Récapitulatif sur les tronçons

En conclusion, l'analyse des différents tronçons en termes de contrainte d'insertion permet d'aboutir aux choix suivants :

Sur la partie ouest, le tronçon 1 se dégage nettement pour la desserte de Jas de Bouffan. Le tronçon 2, sans être totalement écarté, nous semble plus à conserver dans une perspective de long terme. Il pourra à terme accueillir une infrastructure TCSP complémentaire sous réserve d'une densification urbaine et d'un développement autour de l'axe.

Parmi les tronçons du secteur sud, seul le tronçon B est totalement abandonné.

Par ailleurs, il paraît opportun de proposer un compromis entre les tronçons D et E. Du tronçon E nous conserverons la partie sud, jusqu'à l'avenue de Winston Churchill par laquelle on rejoint la partie nord du tronçon E qui dessert les facultés et la gare. Cette fusion permet d'optimiser les points forts de chaque tronçon :

- Tous deux présentent des enjeux forts, que ce soit en termes de population desservie (autour de l'avenue Pierre Brossolette pour le tronçon E), ou d'équipements (les facultés et la gare ou le tronçon D) ;
- Site propre sur l'intégralité du tronçon ;
- Plus grandes opportunités de réorganisation pour les lignes de bus en provenance du sud ;
- Avantage comparatif avec la voiture important sur la pénétrante sud due à la forte congestion sur Pierre Brossolette.

Si l'on résume :

	Population desservies	Equipements desservis	Possibilités de réorganisation du réseau	Possibilités d'insertion	Sélectionné
Tronçon 1	+++	+++	+++ Offre importante	+++	✓
Tronçon 2	+	+	+ Une seule ligne sur le tronçon	Pas étudiées	✗
Tronçon A	++	+	+ Une seule ligne	+	✓
Tronçon B	++	+	+ Une seule ligne	-	✗
Tronçon C	+	+	++	++	✓
Tronçon D	++	+++	+	+	✗
Tronçon E	++	+	+++	++	✗
Tronçon E' (D+E)	++	+++	+++	++	✓

Tableau 3 : Récapitulatif des tronçons

3.3.2.6 Conclusion : les tracés retenus

En somme, nous proposons d'étudier deux tracés pour la desserte entre Jas de Bouffan et le Sud d'Aix-en-Provence qui associent le tronçon 1 avec un des tronçons sud : le tronçon A d'une part ; et un deuxième tronçon qui est une combinaison des tronçons D et E, lui-même couplé avec le tronçon C. En clair, cela donne les tracés suivants :

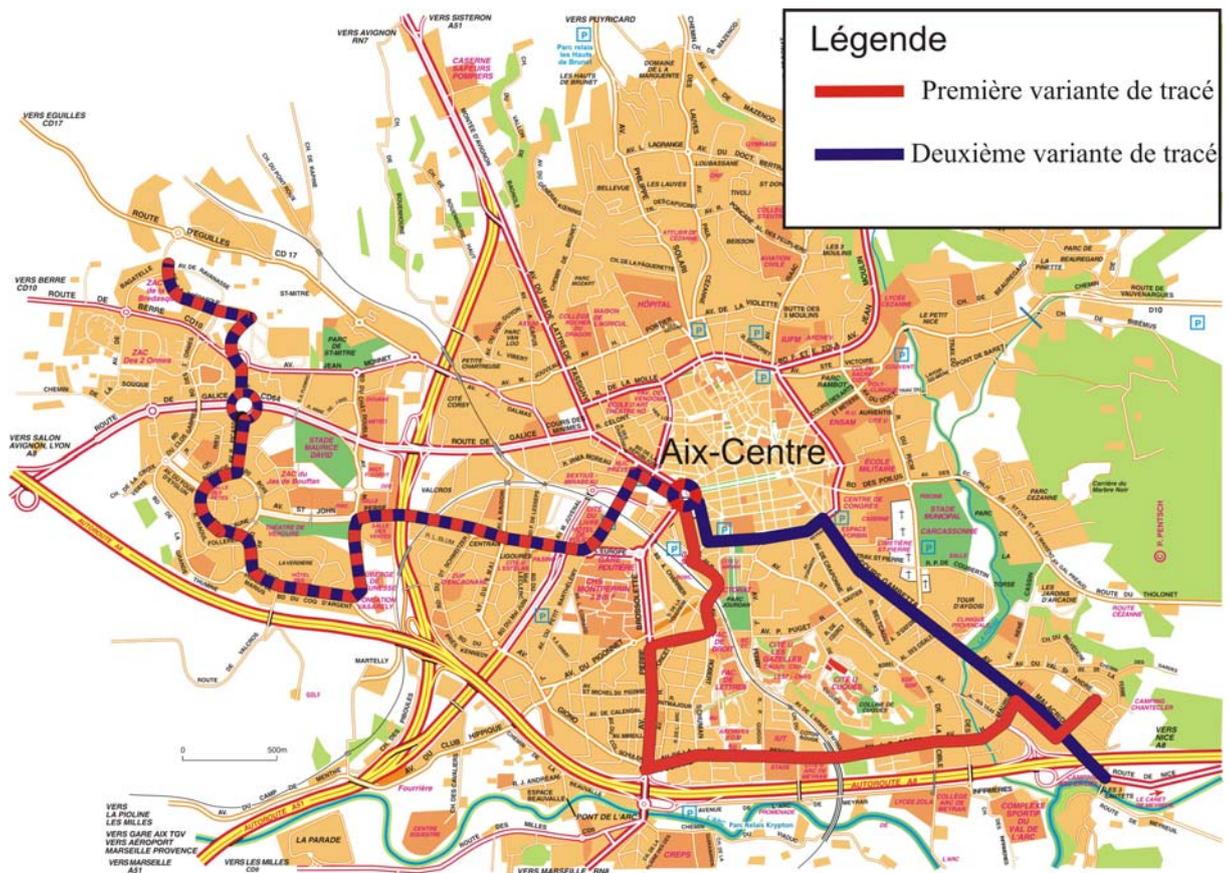


Figure 33 : les deux variantes de tracé proposées

Le tracé 1 est long de 10 123 mètres tandis que le tracé 2 est long de 8 487 mètres.

3.4 Les scénarios proposés

Dans cette partie, nous expliquons notre méthode qui a conduit à l'élaboration de nos différents scénarios.

3.4.1 Les propositions de variantes de principe de fonctionnement

Suite à la définition des variantes de tracé, il reste à déterminer le type de fonctionnement du BHNS que l'on souhaite mettre en place selon les scénarios. Dans le cas d'Aix-en-Provence, l'étude comparative a montré que deux choix s'offrent à nous : le BHNS type « Busway » ou le BHNS type « configuration mixte ».

Ainsi, nous choisissons d'étudier trois scénarii :

- Le scénario A propose un BHNS type « mixte » sur le tracé 1 ;
- Le scénario B propose un BHNS type « mixte » sur le tracé 2 ;
- Le scénario A propose un BHNS type « Busway » sur le tracé 1 ;

3.4.2 Comment réorganiser notre réseau autour du TCSP ?

Suite à la définition des variantes de tracés et de fonctionnement pour le TCSP, se pose la question de la restructuration du réseau de bus autour de cet axe qui se veut structurant. Il est en effet nécessaire de prendre en considération cette question dès les études de préfiguration afin

d'anticiper les contraintes d'organisation des lignes de bus. La restructuration est intimement liée au principe de fonctionnement de notre BHNS.

Cela dit, quels que soient les choix opérés concernant le principe de fonctionnement, la réorganisation du réseau répond aux mêmes enjeux et aux mêmes objectifs.

3.4.2.1 Enjeux et objectifs de la restructuration

La mise en place d'un transport en commun en site propre, sous qu'elle que forme que ce soit, nécessite une refonte de l'offre proposée dans les quartiers concernés par l'arrivée de la nouvelle infrastructure.

La réorganisation du réseau de bus doit permettre d'optimiser à la fois l'usage de la nouvelle infrastructure et celui des lignes existantes : en améliorant la durée du temps de parcours des usagers notamment. L'amélioration des performances du réseau doit permettre un report modal important.

Elle doit permettre notamment un accès rapide au centre-ville, éviter au maximum les suppressions de desserte, tout en limitant l'augmentation de l'offre kilométrique.

Enfin, la réorganisation du réseau doit être l'occasion de remédier aux déficits mis en exergue lors du diagnostic : lisibilité et hiérarchisation du réseau, tels seront les derniers objectifs de cette restructuration du réseau.

Pour cela, nous mettons en place une méthodologie dont nous exposons les principes ci-dessous.

3.4.2.2 Les principes de restructuration selon les configurations de BHNS.

Tout d'abord les principes de la restructuration ne sont pas les mêmes selon le principe de fonctionnement du TCSP même si les enjeux sont les mêmes.

Dans une situation « Busway », la restructuration est basée sur une politique de rabattement des lignes secondaires vers la ligne forte. Cette méthode induit certes des ruptures de charges pour l'usager mais augmente la rapidité du déplacement grâce à l'offre renforcée en termes de fréquence, de fiabilité et de ponctualité sur la ligne forte.

Pour répondre aux objectifs de la restructuration, l'idée sera d'éviter au maximum les lignes en doublons de la nouvelle infrastructure et maximiser les points de contacts entre lignes de bus avec le TCSP afin de permettre les correspondances. En revanche, il faudra être vigilant à ne pas supprimer les lignes ayant une vocation de desserte fine interne aux quartiers.

Dans un scénario « tronc-commun », un des principaux enjeux est de renforcer la fréquence de passage sur un itinéraire en site propre par utilisation de l'infrastructure par plusieurs lignes. Par exemple deux lignes cadencées en 10/20 (toutes les 10 minutes en heure de pointe et toutes les 20 minutes en heures creuses) permettent un cadencement 5/10 sur leur « tronc en commun » à proprement dit. Il ne s'agit donc pas de privilégier les points de contacts avec le site propre ni de détourner les lignes de bus afin d'optimiser l'infrastructure mais plutôt de permettre à des lignes d'augmenter l'offre sur une section afin de répondre à la demande tout en lui permettant de profiter du site propre. Il faut donc identifier les tronçons nécessitant une fréquence élevée et un haut niveau de service et les lignes profitant seulement de « l'effet d'aubaine. »

Enfin, une forme « mixte » entre Busway et Tronc-commun va reprendre les principes de restructuration du « Busway » en termes de fréquences de la ligne forte et ceux du tronc-commun concernant l'utilisation de l'infrastructure par d'autres lignes de bus. La restructuration n'est ni guidée par une politique de rabattement ni par la volonté d'augmenter les fréquences sur un tronçon en particulier mais plutôt par la volonté de créer un axe structurant dont l'infrastructure peut profiter à d'autres lignes.

3.4.2.3 Analyse des lignes impliquées par la restructuration

Préalablement à la restructuration, la première étape consiste à faire une analyse des lignes concernées par l'arrivée du TCSP. Cela permet d'une part d'évaluer dans quelle mesure la ligne est impliquée dans la restructuration et d'autre part d'identifier le niveau d'offre de ces lignes. En effet, restructurer un réseau n'est pas seulement une question de tracé de ligne mais également de fréquence de la ligne. En outre, cela définira la ligne de bus appelée à devenir la nouvelle ligne forte du TCSP dans le cas du scénario « busway » ou des scénarios « mixte ».

Dans le cas de notre étude, nous commençons par identifier les quartiers concernés par l'arrivée du TCSP :

- Jas de Bouffan ;
- La Mayanelle ;
- Celony ;
- Valcros ;
- Encacagne ;
- La Figuière ;
- Le Pignonnet ;
- Quartiers des facultés ;
- Moulin de Testas ;
- Saint-Jérôme ;
- Val Saint-André ;
- Val de l'arc.

Puis nous établissons un classement des lignes impactées par la restructuration, à savoir celles qui desservent au moins un des quartiers cités ci-dessus :

- Trois lignes sont directement impliquées par la restructuration. Autrement dit, elles effectuent le trajet du futur TCSP : Jas de Bouffan – Quartier Sud.
- Cinq lignes sont fortement impactées par la restructuration : elles ont un de leurs terminus dans l'un des quartiers cités.
- Enfin six autres lignes peuvent être éventuellement impactées par la restructuration : elles traversent les quartiers desservis par le TCSP.

L'annexe fournit un tableau récapitulatif qui présente les lignes impactées par la restructuration selon leur degré d'implication, leur niveau d'offre et leur fréquentation annuelle en 2007.

Ce tableau nous indique que le niveau d'offre des lignes directement et fortement impactées par la restructuration est plutôt inégal. Si les lignes 3 et 6 présentent une offre similaire en termes de fréquences, la ligne 10, quant à elle, a une offre beaucoup moins soutenue.

Si la fréquentation annuelle de chaque ligne présente l'avantage de nous renseigner sur l'importance de la ligne dans le réseau, cette donnée reste insuffisante pour comprendre le fonctionnement de la ligne. Cet élément revêt d'une importance certaine dans la restructuration.

Or, les données dont nous disposons sur l'utilisation du réseau par les usagers sont relativement peu fournies : nous n'avons malheureusement à notre disposition qu'une enquête Montées-Descentes (M/D) datant de 2008. Il nous est donc impossible de mettre en évidence les Origines-Destinations (O/D) des clients sur chaque ligne de bus. Cette enquête permet néanmoins de donner une idée des arrêts les plus fréquentés pour les lignes impliquées dans la restructuration¹³. Elle nous indique également que les voyages ont majoritairement comme arrêt d'origine ou de destination la Rotonde, soit le centre d'Aix-en-Provence, pôle de correspondance. Ainsi les voyages internes aux quartiers semblent minoritaires. Cette analyse renforce l'idée selon laquelle la

¹³ Les graphiques de fréquentation des lignes sont fournis en annexe.

restructuration autour de l'infrastructure doit améliorer les liaisons avec le centre d'Aix-en-Provence prioritairement.

De cette analyse, nous retiendrons que les lignes 3 et 6 sont des lignes fortes du réseau impliquées directement par la restructuration. Les lignes 1, 4 et 9 sont également des lignes fortes qui relient les quartier sud et ouest au nord-est de la ville. Les lignes 5 et 2 sont des lignes secondaires. La ligne 10 est la seule ligne tangentielle du réseau : elle ne passe pas par le centre-ville. Enfin, les lignes 15, 16, 17, et 19 sont des lignes à caractère périurbain.

3.4.2.4 Les principes de desserte

La deuxième étape dans le processus de restructuration est de fixer des niveaux de service pour chaque ligne en cohérence avec les besoins identifiés. Pour la restructuration du réseau différents niveaux de lignes ont été retenus : on distingue la ligne principale des lignes fortes, des lignes secondaires et des lignes complémentaires.

Le réseau d'Aix-en-Bus est déjà cadencé pour la plupart de ses lignes. Dès lors l'offre du réseau de bus restructuré devrait s'appuyer en principe sur celle existante. En particulier, le cadencement aux heures de pointe sera repris lors de la restructuration.

Les lignes fortes sont au minimum cadencées à 10 minutes aux heures de pointe, et minimum toutes les 15 minutes en journées.

Les lignes secondaires seront cadencées jusqu'à 20 minutes en HP et HJ et les lignes complémentaires auront une fréquence plus espacée.

Dans certaines variantes le réseau est complété par une navette de centre-ville.

Les plages de fonctionnement ont été définies de façon suivante :

- Lignes fortes : 6h15 – 22h (service réduit après 20h) ;
- Lignes secondaires : 6h15 - 20h
- Lignes complémentaires:7h-20h
- Navette de centre-ville (certaines variantes) : 6 – 22h30

Les plages horaires pour un jour ouvrable de base (JOB) ont été définies de la façon suivante :

HP : heure de pointe
HJ : heure de journée
HS : heure soirée

Heure de journée	06:00 - 07:00
Heures de pointe	07:00 - 09:00
Heures de journée	09:00 - 17:00
Heures de pointe	17:00 - 19:00
Heure de journée	19:00 - 20:00
Heures soirée	20:00 - 22:30

Par ailleurs, il reste à définir les principes de desserte de la ligne principale en lien avec les objectifs visés par le TCSP.

Aussi, nous proposons que chaque scénario présente les invariants suivants :

- Le site propre est emprunté de bout en bout par une ligne forte. Afin d'assurer une bonne desserte entre Jas de Bouffan et les quartiers sud..
- L'intervalle entre deux bus sur l'itinéraire TCSP est au maximum de 7,5 minutes. L'exploitation est cadencée et l'amplitude horaire du service est comprise entre 6h du matin et 22h le soir. Les performances du réseau sont ainsi améliorées, de même que la lisibilité.
- Par ailleurs, contrairement à la situation actuelle, il n'y a pas de distinction entre l'offre en période scolaire et celle en période hors scolaire pour la ligne principale. De plus, un service minimum est assuré le dimanche.

- Le TCSP dessert au moins un parc relais en priorité. Cette mesure vise à favoriser le report modal de la voiture vers les transports en commun et permet de réduire la place de la voiture en ville.

En complément et pour conclure ce paragraphe sur les principes de restructuration que nous avons suivi, nous rappelons ci-après quelques préceptes que doivent suivre une bonne restructuration d'un réseau de transports en commun :

- Relier les quartiers et communes périphériques au centre-ville par la liaison la plus directe et la plus rapide possible ;
- Les grands équipements tels que les gares, les hôpitaux, les cliniques, ou encore les universités génèrent des flux depuis toutes les directions. Ils doivent donc être maillés depuis le maximum de direction. Par ailleurs, les hôpitaux/cliniques et universités doivent être reliés à la gare centrale par une ligne forte ;
- Concernant, les liaisons internes aux quartiers, il faut relier les lycées et les collèges à leurs secteurs de rattachement. Par ailleurs, les centres commerciaux, les marchés et les services sociaux doivent être également desservis par les lignes de bus. Pour mémoire, 70% des clients d'un supermarché n'ont pas de caddie et donc sont a priori susceptibles de prendre les transports en commun¹⁴ ;
- Il est nécessaire de prendre en compte les liaisons interquartiers. Cela dit si la demande en déplacement est faible, il peut être intéressant de profiter d'une liaison scolaire le cas échéant. Concernant la desserte des zones industrielles, nous pouvons faire face à la même problématique. Une des solutions envisagées afin de limiter les coûts est de créer une desserte aux heures de pointe.

3.4.2.5 *La question de l'anneau unidirectionnel autour du centre historique*

La restructuration du réseau des lignes de bus pose la question de l'anneau unidirectionnel autour du centre historique d'Aix-en-Provence.

Comment traiter cette question ? La solution que nous proposerons aura des conséquences directes sur les itinéraires des lignes restructurées et ainsi sur les coûts d'exploitation. Mais surtout, le choix de mettre ou non l'anneau à double sens pour les bus a un impact significatif sur le temps de parcours de bout en bout des lignes qui bénéficient du double sens.

Si l'on réfléchit en termes de phasage du projet, cette problématique renvoie à une vision à long terme du projet de TCSP. Partant de là, nous suggérons de laisser le sens de circulation dans sa situation actuelle pour la version à court ou moyen terme du projet. En revanche, dans une optique plus lointaine, il serait intéressant de réfléchir à une mise en double sens de l'anneau au moins sur une moitié de celui-ci.

3.4.2.6 *Conclusion*

En conclusion, nous retiendrons que les scénarios présentent des spécificités qui leur sont propres en termes de restructuration : tandis que le scénario « busway » privilégie les rabattements, les scénarios « mixte » cherchent à faire converger les lignes de bus sur le site propre.

Cependant, nous retrouvons un certain nombre d'invariants pour chacun d'eux :

- Les lignes 6 et 3, fortement impliquées dans la restructuration et avec une fréquence et une fréquentation importante ont vocation à devenir les futures lignes de BHNS du réseau ;
- Elles empruntent le site propre sur toute sa longueur, cadencées à 7,5 minimum en HP, leur plage horaire s'étend de 6h à 22h tout au long de l'année ;

¹⁴ Selon une étude de Kéolis

- Dans chaque scénario nous serons vigilants à desservir de manière efficace les parcs relais.

Quant à la question de l'anneau unidirectionnel, nous choisissons de le laisser tel quel dans un premier temps, quitte à revenir dessus dans une phase ultérieure de l'étude.

3.4.3 Présentation des scénarios

Nous présentons à présent les trois scénarii proposés ainsi que l'itinéraire du BHNS et sa restructuration associée selon le type de fonctionnement choisi.

3.4.3.1 Scénario A : la desserte des pôles générateurs du sud en « configuration mixte »

Cette variante propose de relier le quartier de jas de Bouffan *La Mayanelle* au sud de la ville, via le quartier des facultés et de la gare, et de prolonger le tracé du TCSP jusqu'au quartier de Val Saint André en longeant la rocade sud. Elle est construite sur le principe d'un BHNS en configuration « mixte ».

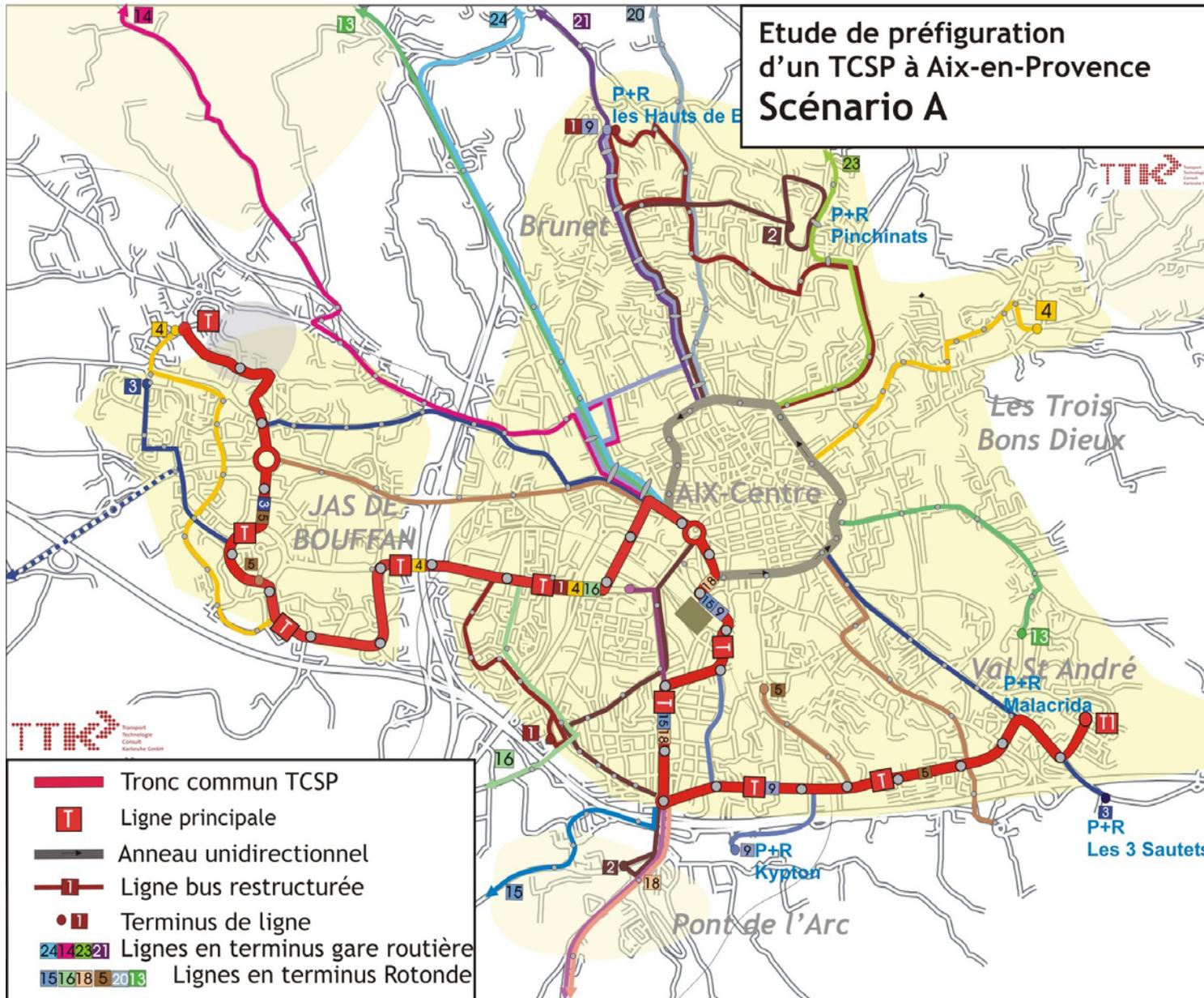


Figure 34 : Scénario A : réseau restructuré

La colonne vertébrale du TCSP est constituée de la ligne 6, renommée ligne T pour une meilleure lisibilité. Cadencée à 6 minutes en HP et 10 en journée, sa fréquence diminue à toutes les 15 minutes en soirée jusqu'à 22h.

Le site propre profite également sur certaines portions aux lignes 1, 3, 4, 5, 9, 15, 16, et 18 dont les itinéraires ont parfois été déviés pour emprunter le site propre en tronc-commun. Outre le temps gagné sur le site propre, cela permet de désengorger la gare routière qui arrive à saturation.

La ligne 10, quant à elle, a été totalement supprimée, les liaisons entre Jas de Bouffan et Val Saint André étant dorénavant assurées par la ligne forte T. Le détour par la rotonde est contrebalancé par le haut niveau de service et la rapidité de temps de parcours de la ligne. De plus les niveaux d'offre de la ligne 1 et de la ligne 2 suffisent à compléter l'offre tangentielle sur la partie sud-ouest.

La ligne 5 fait à présent un crochet par Val de l'Arc aux heures de points pour desservir le collège et le Lycée du Val de l'Arc, puis reprend l'ancien itinéraire de la ligne 6 sur sa partie est vers Jas de Bouffan. Elle vient donc en renfort de la ligne principale.

Enfin la ligne 9 relie toutes les 12 minutes le parc relais « Krypton » avec le centre-ville par un trajet direct et sur site-propre.

Restructuration du réseau d'Aix en bus associée à la variante A							
		Description de l'itinéraire	HP	HJ	HS	Amplitude	
Ligne principale	A	Jas de Bouffan <i>Mayanelle</i>	Val saint André	7.5	10	15	6h-22h
lignes fortes	1	La Figuière	Parc relais Hauts de Brunet	10	15	/	6h15-20h
	4	Jas de Bouffan, <i>La Mayanelle</i>	Les trois Bons Dieux	10	10	40	6h30-22h
Lignes secondaires	3	Jas de Bouffan, <i>Four d'Eyglun</i>	Parc Relais Les trois sautets	15	15	30	6h30-22h
	9	P+R Hauts de Brunet	P+R Krypton	12	12	12	6h15-21h
	5	Jas de Bouffan, <i>Rond Point de l'Aune</i>	Moulins de Testas	15	15	/	6h30-20h
	2	Pont de l'Arc	Pont de Corneilles	20	20	30	6h15-22h
Lignes complémentaires	15	Rotonde J. d'Arc	Pôle d'Activités	15	30	/	6h30-20h
	13	Celony	La Torse	20	30	/	6h30-20h45
	16	Rotonde J. d'Arc	Pôle d'Activités	60	30	/	7h30-19h45
	18	Rotonde J. d'Arc	Centre Commerc. des Milles	60	60	/	7h45-20h

Tableau 4 : Récapitulatif de l'offre des lignes restructurées. Scénario A

Etant donné que le tracé du TCSP reprend les tracés des anciennes lignes 10 et 6, le positionnement des stations a largement été fondé sur l'emplacement des stations existantes. Cela dit, nous avons cherché à optimiser et à rationaliser leur position et leur nombre.

Compte tenu du niveau de service élevé sur l'itinéraire, l'aire d'influence de chacune des stations est plus élevée. Nous pouvons donc desservir moins finement chaque quartier. afin de viser une

inter-station de 400m environ et donc d'augmenter la vitesse commerciale et diminuer les temps de parcours. Aussi, à choisir, nous avons privilégié les stations situées au droit des pôles générateurs, comme la gare, les centres commerciaux, les établissements scolaires etc...

Au final, la refonte de la politique de desserte est importante : de 38 stations, nous en retenons, 28 sur une dizaine de kilomètres, soit une distance d'inter-station de 370 mètres.

A titre d'exemple nous avons supprimé les 3 stations sur 4 sur le Rond point de l'Aune à Jas de Bouffan pour n'en retenir qu'une avec une position intermédiaire (ancienne station « Croix verte »). De même, dans le secteur de Val de l'Arc où la desserte actuelle est dite « fine », nous proposons de supprimer un arrêt sur deux. Enfin, vers le centre-ville, nous maintenons un arrêt sur l'avenue Victor Hugo pour permettre un accès direct au centre historique aux usagers en provenance du sud. L'arrêt de Rotonde Bonaparte assure une desserte du nouveau quartier des allées provençales.

3.4.3.2 Scénario B : la desserte du sud-est directement en « configuration mixte »

Cette variante propose de relier le quartier de jas de Bouffan *La Mayanelle* directement au sud-est de la ville, jusqu'au parc relais les trois Sautets. Ce scénario suppose une mise à double sens partielle de l'anneau autour du centre-ville sur le boulevard du Roi René.

Elle est construite sur le principe d'un BHNS en configuration « mixte ».

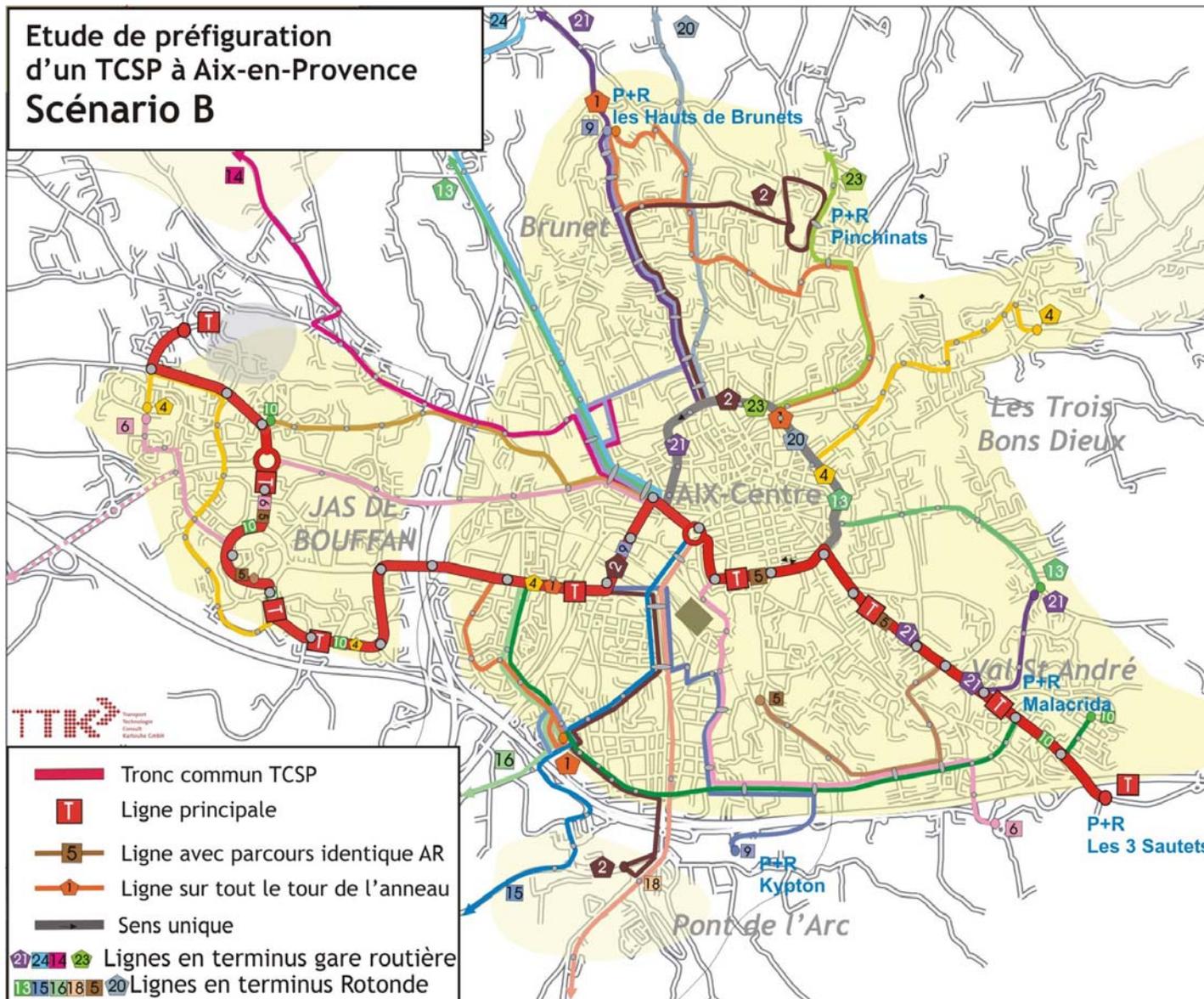


Figure 35 : Scénario B. Réseau restructuré

La ligne principale du TCSP est constituée de la ligne 3, renommée ligne T pour une meilleure lisibilité. Comme dans le scénario précédent, cette ligne est cadencée à 6 minutes en HP et 10 en journée, et sa fréquence diminue à toutes les 15 minutes en soirée jusqu'à 22h.

Sur sa partie sud-est, le site propre profite à un nombre limité de lignes : seules les lignes 5, 21 et, dans une moindre mesure, la ligne 10 peuvent emprunter le site propre en tronc-commun.

Pour cette variante, les possibilités de restructuration ont été relativement limitées. Toutefois, nous avons choisi de :

- Rabattre plus rapidement la ligne 5 sur le site propre cours Gambetta, et de prolonger la ligne sur l'ancien itinéraire de la ligne 3 pour la desserte du nord-ouest ;
- De prolonger la ligne 21 dans le sud de la ville. Elle emprunte à présent le site propre cours Gambetta et le quitte pour gagner son nouveau terminus à la Torse. Elle rejoint ainsi la ligne 13 à son terminus.
- La ligne 6 assure la desserte du centre aéré jusqu'alors desservi par la ligne 3.

Enfin, le terminus de la ligne T au parc relais des trois Sautets permet d'assurer une liaison rapide vers le centre ville aux usagers venus en voiture.

Restructuration du réseau d'Aix en bus associée à la variante B							
		Description de l'itinéraire		HP	HJ	HS	Amplitude
Ligne principale	T	Jas de Bouffan, <i>La Mayanelle</i>	Parc Relais Les trois sautets	7.5	10	15	6h-22h
lignes fortes	1	La Figuière	Parc relais Hauts de Brunet	10	15	/	6h15-20h
	4	Jas de Bouffan, <i>Domaine des fleurs</i>	Les trois Bons Dieux	10	10	40	6h30-22h
	6	Jas de Bouffan, <i>La Mayanelle</i>	Val de l'Arc	10	15	30	6h15-22h
	9	P+R Hauts de Brunet	P+R Kryton	12	12	12	6h15-21h
	Lignes secondaires	5	Jas de Bouffan, <i>Rond Point de l'Aune</i>	Moulins de Testas	15	15	/
2		Pont de l'Arc	Pont de Corneilles	20	20	30	6h15-22h
Lignes complémentaires	10	Jas de Bouffan <i>centre commercial</i>	Val Saint André-	30	60	/	6h45- 19h45
	15	Rotonde J. d'Arc	Pôle d'Activités	15	30	/	6h30-20h
	16	Rotonde J. d'Arc	Pôle d'Activités	60	30	/	7h30- 19h45
	13	Celony	René Cassin	20	30	/	6h30- 20h45
	21	René Cassin	Village du Soleil	20/40	20/40	/	6h30- 20h30
	18	Rotonde J. d'Arc	Centre Commerc. des Milles	60	60	/	7h45-20h

Tableau 5 : Récapitulatif de l'offre des lignes restructurées. Scénario B

Par ailleurs, nous avons estimé qu'il n'était pas nécessaire de supprimer les emplacements des stations existantes sur la partie sud de la ligne 3, seulement d'en repositionner une à l'angle du cours Gambetta et de l'avenue Magnan. Au final, nous comptabilisons 25 stations pour environ 8 kilomètres de ligne, soit une distance inter station de 350 m.

3.4.3.3 Scénario C : la desserte des pôles générateurs du sud en « busway »

Cette variante propose le même tracé que la variante A : elle relie le quartier de jas de Bouffan *La Mayanelle* au sud de la ville, via le quartier des facultés et de la gare, et de prolonger le tracé du TCSP jusqu'au quartier de Val Saint André en longeant la rocade sud. En revanche, elle est construite sur le principe d'un BHNS en configuration « busway ».

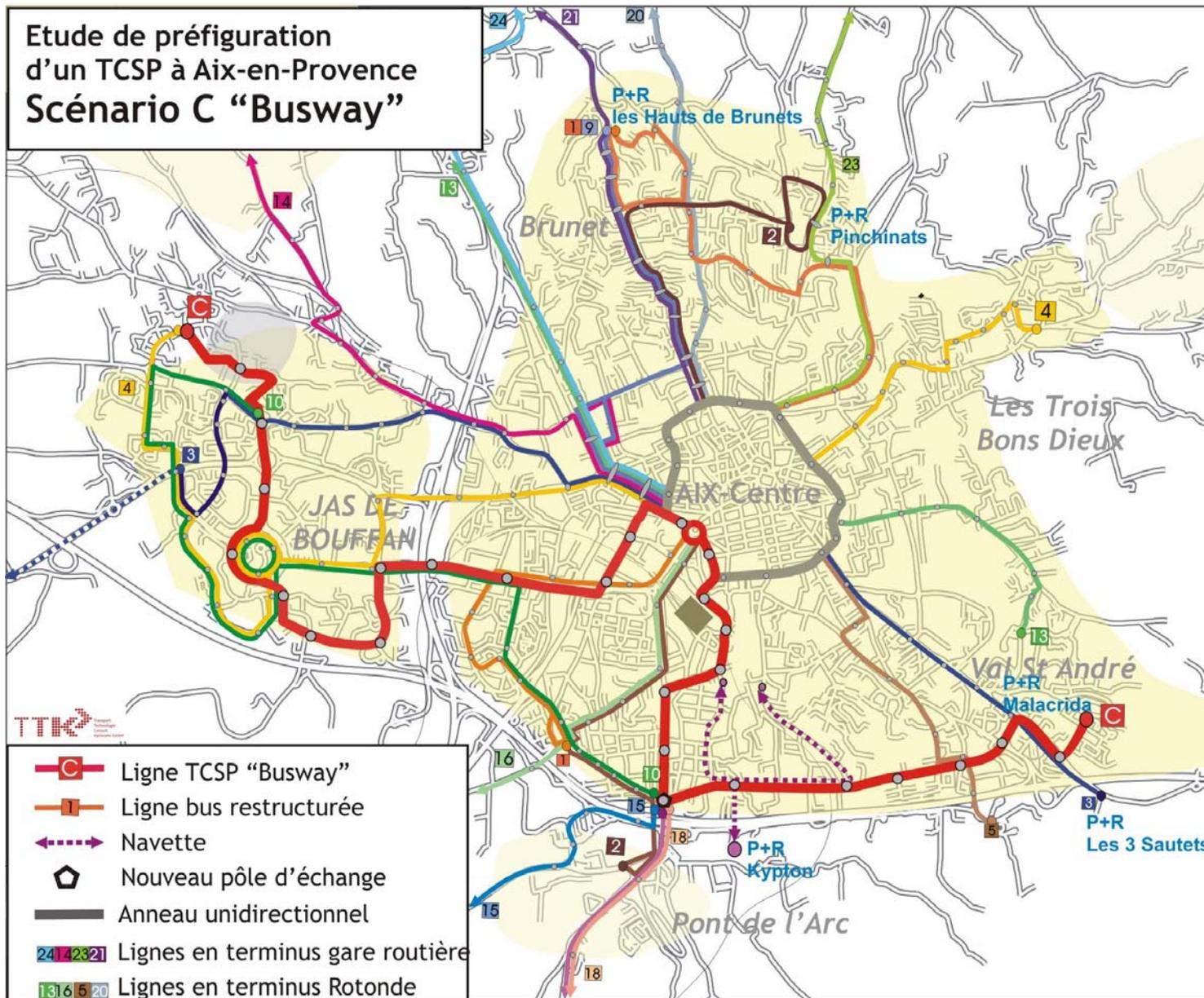


Figure 36 : Scénario C. réseau restructuré

La ligne « Busway » est constituée de la ligne 6, appelée ici ligne C.

La restructuration a été pensée en privilégiant les rabattements des lignes vers la ligne principale structurante.

Ainsi, toutes les lignes périurbaines du sud, telles que les lignes 15, 18, et la navette Aix-Marseille voient leur terminus modifié au nouveau pôle d'échange situé à l'angle de l'avenue Pierre Brossolette et l'avenue de la Fourane, soit à l'entrée de la ville. De la même manière, la ligne 10 relie Jas de Bouffan au nouveau pôle d'échange de Pierre Brossolette, son terminus.

La ligne 4 continue de relier les trois bons dieux à la Mayanelle mais son itinéraire est détourné de manière à ne pas faire doublon avec la ligne C. La ligne a donc une fonction de desserte fine interne.

Enfin, nous avons mis en place une navette entre la ligne C et le parc relais « krypton » ainsi que les facultés et l'arrêt Moulin du Testas.

		Restructuration du réseau d'Aix en bus associée à la variante C					
		Description de l'itinéraire	HP	HJ	HS	Amplitude	
Ligne principale	C	Jas de Bouffan <i>Mayanelle</i>	Val saint André	5	8	15	6h-22h
lignes fortes	1	La Figuière	Parc relais Hauts de Brunet	10	15	/	6h15-20h
	4	Jas de Bouffan, <i>La Mayanelle</i>	Les trois Bons Dieux	10	10	40	6h30-22h
Lignes secondaires	3	Jas de Bouffan, <i>Grande Bastide</i>	Parc Relais Les trois sautets	15	15	30	6h30-22h
	9	P+R Hauts de Brunet	Rotonde	12	12	12	6h15-21h
	5	Rotonde J. d'Arc	Val de l'Arc	15	15	/	6h30-20h
	2	Pont de l'Arc	Pont de Corneilles	20	20	30	6h15-22h
Lignes complémentaires	10	Jas de Bouffan <i>centre commercial</i>	Pôle d'échange La Fourane	30	60	/	6h45- 19h45
	15	Pôle d'échange La Fourane	Pôle d'Activités	15	30	/	6h30-20h
	16	Rotonde J. d'Arc	Pôle d'Activités	60	30	/	7h30- 19h45
	13	Celony	La Torse	20	30	/	6h30- 20h45
	18	Pôle d'échange La Fourane	Centre Commerc. des Milles	60	60	/	7h45-20h
Navette	N	P+R Hauts de Brunet	Facultés - Moulins de Testas	10	10	10	6h-22h

Tableau 6 : Récapitulatif de l'offre des lignes restructurées. Scénario C.

Le choix d'emplacement des stations est conditionné par la politique de rabattement. En effet, dans ce scénario, les correspondances sont fortement encouragées. C'est pourquoi, pour chaque point de contact entre la ligne de TCSP et les autres lignes de bus une correspondance doit être possible. Nous implantons donc nos stations selon ce critère. Par conséquent, dans cette variante, nous devons distinguer les stations servant à desservir un quartier, de celles avec un rôle de pôle d'échange comme tel est le cas de la station au sud de Pierre Brossolette.

Comme dans le scénario A, nous dénombrons 28 stations séparées par 370m en moyenne.

3.4.3.4 Conclusion

Nous avons été amenés au cours de cette étude à proposer trois variantes pour la desserte en TCSP d'Aix-en-Provence.. La comparaison des différents scénarios permettra de répondre aux questions premières suivantes :

- Quels corridors de desserte pour les quartiers sud ?
- Quelle organisation sur l'itinéraire haut niveau de service : busway ou site mixte ?

Il s'agit à présent d'évaluer chaque scénario sur la base de critères quantitatifs et qualitatifs afin de faire un choix sur la solution la plus pertinente à approfondir. Nous ne présenterons que quelques éléments d'évaluation.

3.5 L'évaluation de chaque scénario

3.5.1 Principe d'évaluation

Usuellement, l'évaluation de chaque scénario est basée sur des critères :

- Quantitatifs :
 - Gain de temps ;
 - Nombre de déplacements gagnés ;
 - Evolution de la part modale ;
 - Nombre de voyages.km ;
 - Populations, emplois et services desservis ;
 - Coûts d'investissement, d'exploitation et taux de couverture.
- Qualitatifs :
 - Qualité de l'intermodalité ;
 - Impact sur l'aménagement du territoire ;
 - Impact sur l'environnement
 - Etc..

Dans ce rapport, nous présenterons uniquement les résultats de certains critères quantitatifs. Comme je l'ai précisé dans le préambule de ce rapport, la présente étude a été suspendue pendant deux mois suite à l'invalidation du résultat des élections municipales à Aix-en-Provence par le Conseil d'Etat. Par voie de conséquence, tous les résultats se rapportant au gain de clientèle ne peuvent être fournis. L'évaluation présentée dans ce rapport est ainsi loin d'être complète mais permet déjà d'amener des premiers éléments de conclusion qui seront amenés à être complétés par la suite.

3.5.1.1 La population et les équipements desservis

L'évaluation de la population et des services desservis pour chaque scénario est basée sur la même méthodologie que dans le paragraphe 3.3.2.2. .

3.5.1.2 Les coûts d'investissement et d'exploitation

L'estimation des coûts d'investissement est basée sur un ratio par kilomètre de ligne.

Ce ratio est calculé à partir d'un retour d'expérience des différents projets de BHNS existants. Ces coûts varient fortement d'un projet à l'autre.

Les coûts d'investissement dépendent en particulier de la construction éventuelle d'ouvrages d'art, de dépôts, de parc relais. En somme, les coûts d'investissement fluctuent en fonction des choix d'aménagement urbains opérés. Ils dépendent également du choix du matériel roulant et des stations. C'est pourquoi le coût d'investissement par kilomètre est compris dans une fourchette assez large de 4 à 10 M€/km (tout compris).

Les coûts d'exploitation sont calculés sur la base de la production kilométrique ainsi que d'un coût unitaire par véhicule.kilomètres en distinguant BHNS et bus classique. Pour les coûts d'exploitation, les coûts unitaires d'un BHNS sont plus difficiles à appréhender : la décomposition des coûts des exploitants permet mal d'identifier ceux liés au BHNS. Si les coûts liés au personnel de conduite et à l'énergie peuvent être appréhendés, ceux liés à la maintenance sont soumis à plus d'incertitude. Quoiqu'il en soit, les ratios usuellement utilisés comptent un coût moyen (HT) par kilomètre parcouru de «3,5 à 5 € du kilomètre ». Ainsi dans notre calcul, nous avons retenu une valeur de 4€/bus.km.

Nous avons calculé le delta de kilomètres en exploitation par rapport à la situation de référence en 2007. Ce nombre est calculé à partir du nombre de kilomètres parcourus par ligne selon les jours la semaine, les week-ends, jours fériés, vacances, etc.

De plus, le temps de parcours de bout en bout de la ligne a été calculé à partir d'une hypothèse de vitesse commerciale de 20 km/h.

3.5.1.3 Résultats

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus :

	Longueur tracé (km)	Population desservie (1999)	Temps de parcours de bout en bout de la ligne (minutes)	Coûts d'investissements (en M€)	Surcoûts d'exploitation	
					en €	en %
Scénario A	10.123	51892	30	40,5 - 101	965 545 €	6.6%
Scénario B	8.487	48208	25	34 - 85	1 131 744 €	8.7%
Scénario C	10.123	51892	30	40,5 - 101	96 633 €	0.4%

Tableau 7 : Eléments de comparaison entre les scénarii

Nous remarquons que la population desservie selon les scénarios est proportionnelle à la longueur du tracé. Cela dit, alors que le scénario B ne dessert que peu d'équipements, les variantes A et C permettent un accès direct à la gare SNCF, aux facultés, aux cités universitaires et à de nombreux établissements scolaires, autrement dit à un nombre important de pôles générateurs de déplacement.

Le coût d'investissement se trouve dans une fourchette large. Pour Aix-en-Provence, sachant que le secteur de Jas de Bouffan demande moins de réaménagements que le secteur sud, nous pouvons estimer le coût d'investissement moyen par kilomètre à 7M€. Ce qui donne un

investissement de 70M€ pour les scénarii A et C et 59M€ pour le scénario B. Les sommes en jeu sont donc non négligeables même pour le scénario B qui revient moins cher.

Les surcoûts d'exploitation dépendent du principe de fonctionnement choisi. Les scénarios A et B en configuration mixte entraînent une augmentation d'environ 7,5% : la variante A étant moins chère que la variante B. En revanche, le scénario Busway n'a quasiment aucune répercussion sur les coûts d'exploitation.

Ce résultat n'est guère étonnant. En effet, le principe du Busway est fondé sur le rabattement systématique des lignes de bus sur l'infrastructure de TCSP. Ainsi, bien que l'on augmente fortement l'offre sur cette ligne, nous réduisons d'autre part les kilomètres des lignes rabattues.

Cette méthode a un avantage économique certain mais, en contre partie, force les correspondances et les ruptures de charge qui dégradent l'offre et l'image du réseau. Ainsi, il est à prévoir que le nombre de déplacements gagnés dans ce scénario est beaucoup faible que dans les scénarios A et B, en particulier dans le contexte aixois où le nombre de correspondance est déjà élevé.

Dès lors, si le nombre de déplacements est moins important, les recettes le sont également, de même que le ratio investissement/nombre de déplacements gagnés sera plus grand.

Enfin, à titre indicatif, nous pouvons calculer le nombre de bus nécessaires¹⁵ pour assurer le niveau de service fixé sur chaque ligne de BNHS. Les hypothèses de temps de battement ont été fixées en fonction du cadencement de la ligne et du temps de parcours de bout en bout de la ligne.

Ligne forte		Scénario A	Scénario B	Scénario C
Hypothèses	Temps de battement	3	2	2.5
	Intervalle minimale entre deux bus (min)	7.5	7.5	5
	Réserve	1.15	1.15	1.15
	Vitesse commerciale (km/h)	20	20	20
Données	Longueur (km)	10.123	8.487	10.123
Nombre de rames		10	8	15

Tableau 8 : Nombre de rames pour la ligne forte pour chaque scénario

Le scénario A a besoin de dix bus pour fonctionner dans les conditions que nous avons déterminées, le scénario B huit et le scénario C en demande quinze. Aujourd'hui, selon la même méthode de calcul, la ligne 6 a besoin de neuf bus et la ligne 3 six. On peut donc conclure que les scénarios A et B, en configuration « mixte », peuvent ne pas nécessiter de nouvelles rames de bus, tandis que le scénario C, en mode « busway », demande un investissement relativement important pour compléter son parc de matériel roulant.

3.5.2 Conclusion

Pour la taille de l'agglomération d'Aix en Provence, le principe Busway semble a priori peu adapté. En effet, il ne semble pas exister de potentiel suffisant sur un itinéraire précis traversant l'agglomération de l'est à ouest ou de nord au sud pour justifier la création d'une seule ligne forte. En effet, le principe de rabattement systématique sur le Busway est d'autant mieux vécu que la part de l'itinéraire en HNS est important afin que le temps gagné sur la partie HNS contrebalance la rupture de charge imposée. Or au vue du diagnostic, il semble que relativement peu de personnes effectuera la totalité du parcours, par contre la restructuration impacte un nombre important de relations. Il est à craindre qu'une part importante des usagers du BHNS utilise celui-ci sur une

¹⁵ Nombre de rames = $(L/Vc + 2 * Tbat / 60) * (60/F) * R$

longueur trop faible pour que le gain de temps compense la rupture de charge. Cette solution semble la moins favorable à un report modal car il ne se dégage pas un axe suffisamment important pour justifier la création d'un BHNS de type Busway. Ainsi, selon ces critères il faudrait plutôt retenir le principe de la configuration mixte qui permet de diffuser l'avantage du site propre sur plusieurs lignes sans obligation de rupture de charge. Ce propos mériterait toutefois d'être corroboré par le calcul des gains en déplacements pour chaque scénario.

Toutefois, si l'on se restreint à l'analyse des coûts d'exploitation, les solutions « mixtes » restent les plus onéreuses puisque l'on augmente fortement l'offre kilométrique dans le but d'atteindre un haut niveau de service pour la ligne principale. En revanche dans le cas du « busway », l'augmentation kilométrique est compensée par la réduction de la longueur des autres lignes de bus en rabattement sur la ligne principale. Par conséquent, les coûts d'exploitation n'augmentent que de 0,4% pour le scénario C tandis qu'ils augmentent de 6,6% pour le scénario A et 8,7% pour le scénario B.

Enfin, du point de vue de la pertinence du tracé en termes de population desservies, les scénarios A et C présentent plus d'avantages que le scénario B.

En résumé :

Scénario	A	B	C
Descriptif	La desserte des pôles générateurs du sud en « configuration mixte »	La desserte du sud-est directement en « configuration mixte »	La desserte des pôles générateurs du sud en « Busway »
Population et équipements desservis	Zones fortement urbanisées desservies Desserte de pôles générateurs	Zones fortement urbanisées desservies Peu d'équipements stratégiques desservis	Zones fortement urbanisées desservies Desserte de pôles générateurs
Coûts d'investissement	70 M€ Très élevé	Elevé 69M€	70 M€ Très élevé
Coûts d'exploitation	6,6% d'augmentation par rapport à 2007 Surcoût financier important	8,7% d'augmentation par rapport à 2007 Surcoût financier important	0,4% d'augmentation par rapport à 2007 coût stable
Gain de déplacement	Configuration qui permet de diffuser les lignes de bus du tronc-commun Trajets directs privilégiés Gain de déplacement		Impose des ruptures de charges inévitablement Gain de déplacement moindre
Structuration du réseau et cohérence	Bonne hiérarchisation du réseau suite à la restructuration	Tracé qui ne permet pas une restructuration globale des lignes du secteur	Bonne hiérarchisation du réseau suite à la restructuration
Evolution du réseau	Permet l'évolution du réseau vers une structuration plus forte	Vision à long terme plus difficile	Peut préfigurer un tramway
Qualité de l'intermodalité	Desserte directe de la gare Desserte directe par une ligne empruntant le site « mixte »	Desserte directe du P+R des trois sautets	Desserte directe de la gare Navette pour le desserte du P+R du Kypton
Bilan	Pertinence dans la desserte Gain de performance du réseau Future évolution intéressante Coûts d'investissement et d'exploitation importants	Desserte moins stratégique Moindre perspective d'évolution Hiérarchie du réseau moins lisible Coûts d'investissement et d'exploitation importants	Pertinence dans la desserte Possible évolution du réseau Coûts d'exploitation limités Rupture de charges imposées

Bien que l'évaluation des scénarios ne soit pas aboutie, nous pouvons d'ores et déjà proposer d'éliminer le scénario B qui semble plus couteux et moins performant que les scénarii A et C. Ces derniers ne peuvent encore être départagés : il reste de nombreux critères à estimer. Celui du gain de déplacement en particulier permettra sans doute à la CPA d'avoir toutes les clés en main pour prendre sa décision.

3.6 Retour sur la méthodologie : les limites

Si la démarche prospective adoptée pour les études de préfiguration permet d'anticiper les déplacements et d'élaborer un projet le plus cohérent possible sur le long terme, elle s'appuie cependant sur des données pas toujours fiables et sur des hypothèses qui peuvent être discutées. En effet, l'analyse que j'ai menée se fonde sur plusieurs éléments sur lesquels pèsent quelques incertitudes.

D'une part l'analyse des tracés se basent sur l'analyse sociodémographique qui a été réalisé par Eureca en phase diagnostic et notamment les projections de populations et de déplacement.

Le modèle de déplacement utilisé est un outil mathématique dont les résultats sont soumis aux incertitudes liées, d'une part, aux données utilisées et, d'autre part, aux hypothèses élaborées. En effet, il est de coutume de dire que l'incertitude d'un modèle est liée à l'incertitude sur les données d'entrée. Le modèle mis en place dans le cadre de cette étude est soumis aux incertitudes majeures suivantes :

- L'ancienneté de l'EMD (1997)
- L'absence de comptage exploitable permettant de recalculer la distribution de la matrice
- Le zonage utilisé : c'est celui de l'EMD compte tenu des incertitudes existantes, il n'a pas été jugé pertinent du fait de l'absence de données fiables de le redécouper plus finement. Par conséquent, la taille et la composition des zones ne sont pas optimisées par rapport au réseau de TC.

Dans ce contexte, il est nécessaire de prendre un certain recul concernant l'interprétation des résultats des tests de potentiels réalisés en phase de diagnostic ainsi que des projections aux horizons 2006 (pour la situation actuelle), 2012 (situation à moyen terme) et 2020 (situation à long terme).

Néanmoins, la comparaison relative de scénarios d'offres contrastés mais construit selon les mêmes hypothèses sociodémographiques à un même horizon ne pose aucun problème, ils subissent « les mêmes biais ». Par contre, il convient d'être prudent lors de l'analyse des chiffres absolus et donc notamment ceux de potentiel de fréquentation.

D'autre part, l'analyse d'insertion a été menée sur la base de visite de terrain ainsi que sur plan. Cependant, la ville d'Aix ne possède pas de base informatique exhaustive sur les largeurs de voies notamment. Il est donc possible que ponctuellement les coupes types proposées doivent être reprises. Néanmoins, si des corridors ont été exclus de l'analyse, c'est que l'emprise disponible était grossièrement inadaptée à l'insertion d'un TCSP. Les aléas d'insertion restant portent donc sur des points de détails ne remettant pas en cause la philosophie des tracés plus que sur des vrais points durs qui auraient été oubliés.

Enfin, l'analyse de la fréquentation du réseau actuel n'a pu se faire qu'à partir de données de montées descentes aux arrêts ainsi que de charges globales des lignes. Des données plus fines telles qu'une enquête origine destination sur le réseau n'étaient pas disponibles. Celles-ci auraient permis d'affiner les choix de restructuration à la marge notamment pour les questions de rabattement en périphérie. Là encore cela ne change pas la logique générale des choix effectués mais des enquêtes complémentaires seront nécessaires dans la suite des études pour affiner les propositions de restructurations.

3.7 Vers l'élaboration d'un scénario final et un projet à long terme

Une fois qu'un des scénarios proposés a été retenu par le maître d'ouvrage, il est nécessaire d'approfondir les études et de les préciser. L'intérêt est moins de vérifier la faisabilité du scénario (ce qui est plus du ressort de la phase de propositions) que de préciser les investissements

nécessaires à la mise en place du projet et notamment d'identifier les éventuelles mesures conservatoires à prendre à court terme.

Cette phase traite en détail la construction éventuelle d'ouvrages d'art ou évalue les travaux nécessaires à l'insertion des stations sur la voirie. Elle permet en outre d'étudier le fonctionnement des pôles d'échange en situation projet en fonction de leur capacité. Le but est donc de recenser et d'estimer les aménagements associés au projet.

Le scénario final doit aussi faire des propositions de fonctionnement du réseau : propositions d'horaire et cadencement ainsi que sur l'organisation de l'intermodalité et des correspondances entre lignes.

Enfin, le scénario final doit proposer une vision à long terme du projet : des perspectives d'évolution qui seront phasées à un horizon plus lointain de façon à répartir les coûts d'investissement sur la durée.

A titre d'exemple, nous présentons la version « à long terme » du scénario A si celui-ci était retenu :

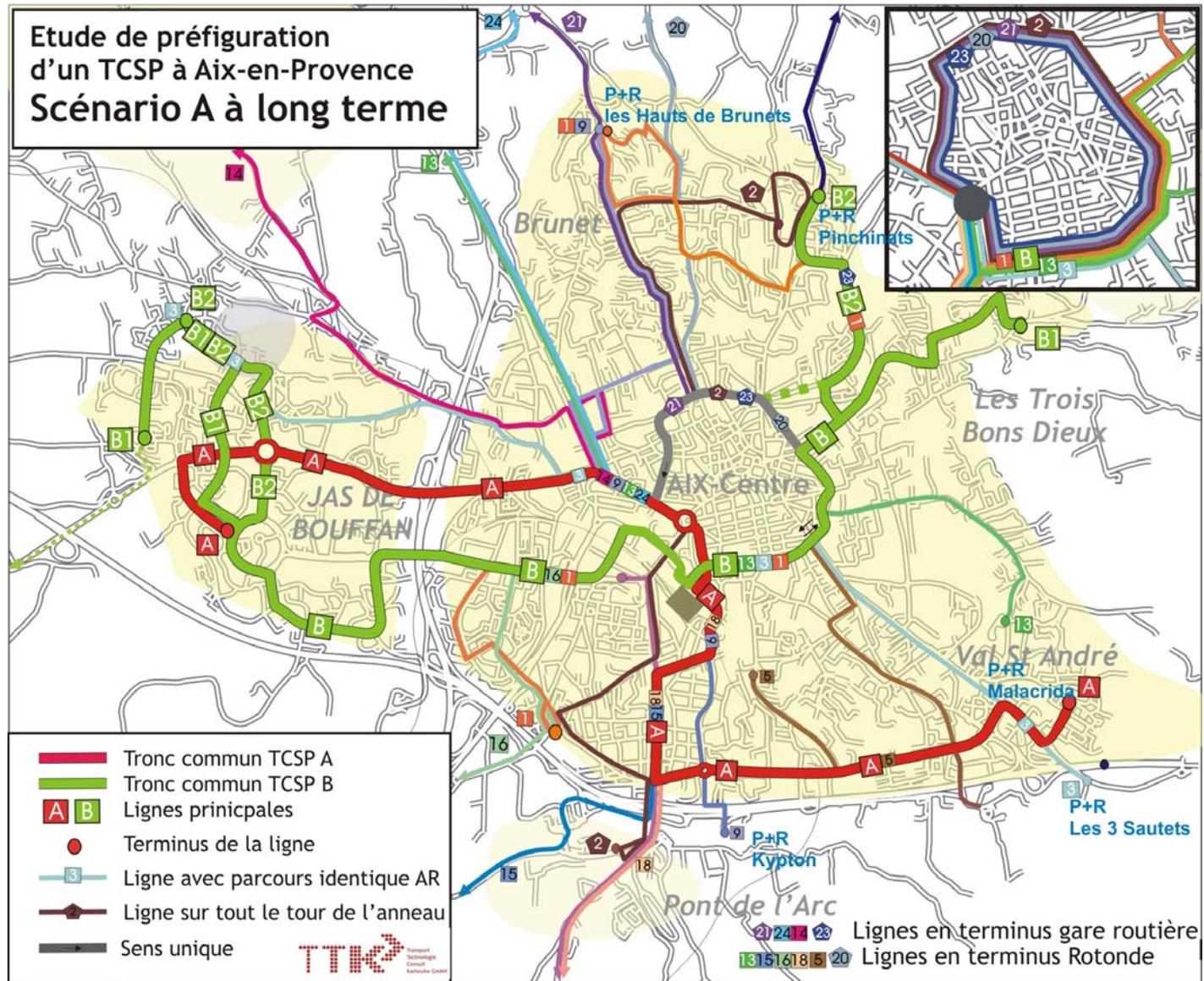


Tableau 9 : Vision à long terme du scénario A

Il s'inscrit dans le cadre d'un développement de Jas de Bouffan sur sa partie nord et permet de traiter la partie nord est de l'agglomération en étendant la zone d'influence du TCSP.

Il traite par conséquent la question du double sens de l'anneau : une partie des lignes de bus empruntant le site propre sur la partie sud de l'anneau n'ont plus la contrainte d'en faire le tour.

CONCLUSION

Le projet TCSP d'Aix-en-Provence ne peut pas être réduit à la réalisation d'une infrastructure mais doit être pensé comme un projet global incluant une restructuration et une amélioration de la lisibilité du réseau d'Aix-en-Bus. De plus, il s'inscrit dans un contexte de développement des transports et doit ainsi tenir compte des futurs projets d'aménagements dans son périmètre.

Le travail que je viens de présenter explique la démarche que j'ai suivie au cours de cette phase de propositions de scénarios. L'objectif poursuivi était de trouver des réponses aux problématiques posées par la mise en place d'un Transport en Commun en Site Propre sur le réseau d'Aix-en-Bus.

L'étude a permis d'identifier le Bus à Haut Niveau de Service comme le mode de transport le mieux adapté. En effet, considérant des critères de capacité et de coûts, et de par sa flexibilité, le BHNS semble tout indiqué pour une ville moyenne comme Aix-en-Provence. Par ailleurs, une étude des déplacements projetés à long terme a permis de déterminer les corridors d'étude les plus intéressants. De leur analyse, nous avons identifié deux tracés pour le BHNS. Enfin le choix entre un principe de fonctionnement en configuration « Busway » ou « mixte » est resté une question ouverte au travers des propositions de variantes de réseau restructuré autour du TCSP.

Les premiers éléments d'évaluation nous permettent d'ores et déjà d'orienter notre réflexion vers deux des trois scénarios proposés. Le scénario B semble être le moins performant compte tenu de sa desserte moins stratégique et de ses coûts d'investissement et de fonctionnement élevés.

Les scénarios A et C ont pour point commun de proposer un itinéraire identique pour le TCSP. Celui-ci dessert au plus près les habitants de la Zone Urbaine Sensible du Jas de Bouffan, il leur assure une liaison rapide et fiable au centre de la ville. Dans sa partie sud, le TCSP propose une desserte au droit de la gare et des facultés. Il rejoint ensuite la pénétrante principale de la ville puis longe la rocade sud. Il couvre ainsi une bonne partie du territoire.

Leur différence réside dans le mode de fonctionnement du BHNS, en mode « Busway » pour la variante C et en mode « mixte » pour le scénario A, et par conséquent sur leurs principes de réorganisation du réseau.

Ces deux scénarios n'ont pas les mêmes impacts sur les coûts d'exploitation et a priori sur les déplacements générés. En l'état actuel de l'analyse, l'étude menée ne permet pas de conclure. L'analyse multicritères doit être conduite à son terme avant que le « meilleur » scénario soit identifié.

A l'issue de cette analyse comparative, un seul sera approfondi au cours de la troisième et dernière phase des études de préfiguration. Les questions auxquelles s'attachera de répondre cette étude auront un degré supérieur de détail et porteront, entre autres, sur :

- L'insertion des stations ;
- Le fonctionnement des pôles d'échange ;
- la synergie de la ligne principale avec le reste du réseau :
 - L'organisation des correspondances pour le scénario « Busway » ;
 - L'utilisation du site propre par les différentes lignes dans le scénario « configuration mixte ».

Enfin, l'infrastructure du TCSP pourra être réalisée par étapes, ce qui permet de répartir les investissements qui sont conséquents, sur une période plus étendue. La phase 3 de la présente étude devrait répondre à cette question.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et Rapports

RABUEL Sébastien, *Le Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) en France*, CERTU Inrets, 2008

GARCIA Fabien, *Les réseaux de bus dans les villes moyennes*, Les collections du CERTU, 2006, 102p

CERTU, *Le Bus à Haut Niveau de Service. Concept et recommandations*, CERTU, octobre 2005, 111p

CERTU Déplacements en villes moyennes, *Fiche n°2 : Les chiffres du transport public dans les villes moyennes*, CERTU, Mairies des villes moyennes, CNFPT, mai 2008

CERTU Déplacements en villes moyennes, *Fiche n°1 : Le transport à la demande dans les villes moyennes*, CERTU, Mairies des villes moyennes, CNFPT, février 2007

Prefecture des Bouches du Rhône, *Directive territoriale d'aménagement des Bouches du Rhône*, Prefecture des Bouches du Rhône, mai 2007, 134 p

Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix, *Plan de déplacement urbain de l'agglomération d'Aix-en-Provence*, Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix, 2005

Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix, *Rapport d'activité*, Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix, 2007

Textes législatifs et réglementaire

Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE)

Loi n°82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs (LOTI)

Loi n°2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains (SRU)

Loi n°99-586 du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale (Loi CHEVENEMENT)

Code général des collectivités territoriales

Code de l'urbanisme

Code de l'environnement

Circulaire ministérielle du 10 juillet 2001

Réglementation PMR

Sites internet

www.certu.fr

www.developpement-durable.gouv.fr

www.aixenbus.com

www.agglo-paysdaix.fr

www.mairie-aixenprovence.fr

www.agglo-rouennaise.fr

www.nantesmetropole.fr

www.tour-agglo.fr

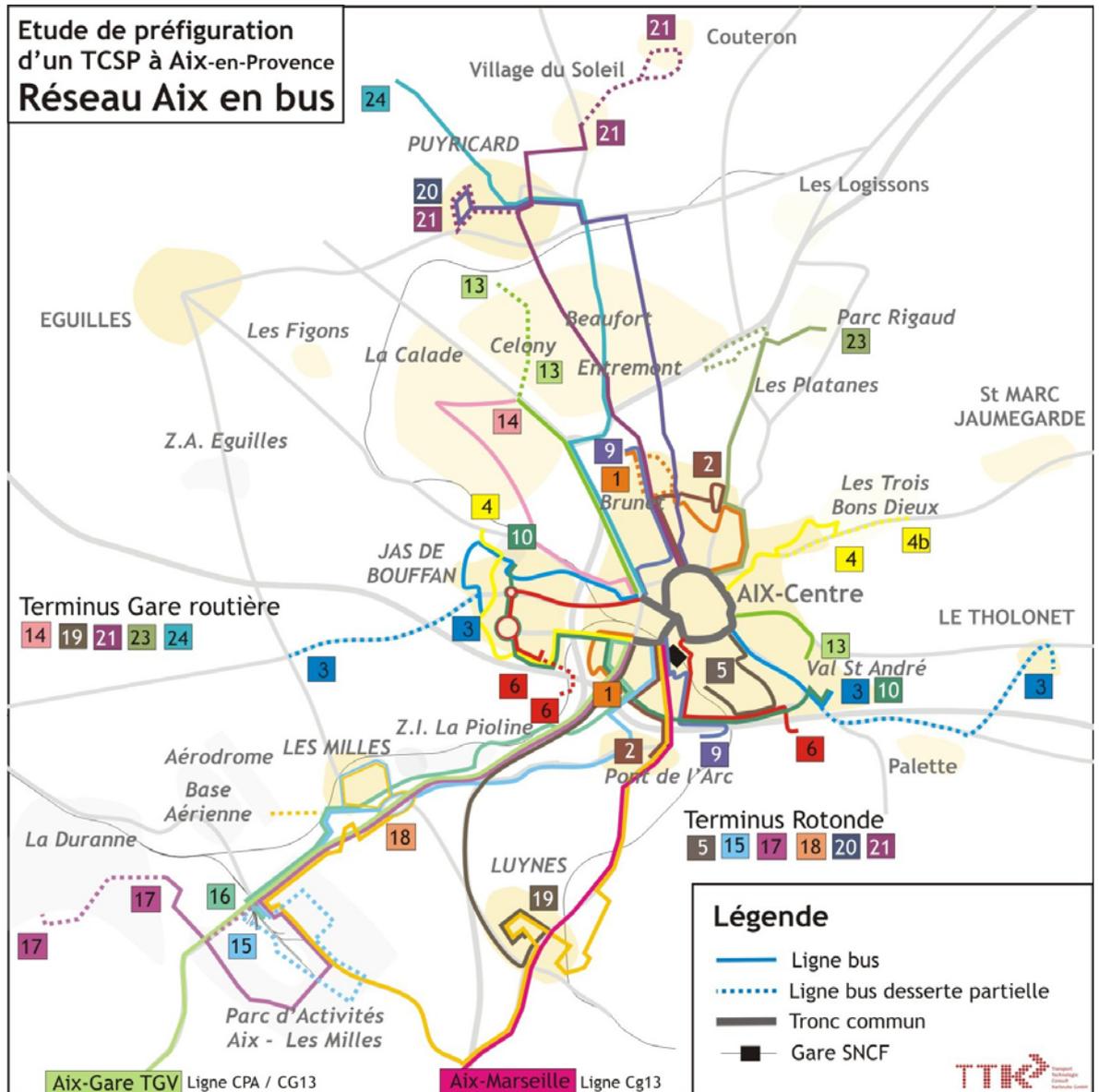
www.caporient.fr

ANNEXES

ANNEXE A : GLOSSAIRE

AO : Autorité Organisatrice
AOT : Autorité Organisatrice des Transports
AOTU : Autorité Organisatrice des Transports Urbains
BHNS : Bus à Haut Niveau de Service
CPA : Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix
DTA : Directive Territoriale d'Aménagement
Enquête M/D : Enquête Montée/Descente
EMD : Enquête Ménage Déplacement
Enquête O/D : Enquête Origine/Destination
JOB : Jour Ouvrable de Base
LAURE : Loi sur l'Air et l'utilisation Rationnelle de l'Energie
LOTI : Loi d'Orientation des Transports Intérieurs
Loi SRU : Solidarité Renouvellement Urbain
PDU : Plan de Déplacements Urbains
PRQA : Plan Régional de Qualité de l'Air
PTU : Périmètre des Transports Urbains
P+R : Parc Relais
SCoT : Schéma de Cohérence Territorial
TC : Transport en Commun
TCSP : Transport en Commun en Site Propre
VAL : Véhicule Automatique Léger
VP : Véhicule Particulier
VT : Versement Transport
ZUS : Zone Urbaine Sensible

ANNEXE B : PLAN DU RESEAU D'AIX-EN-BUS SCHEMATISE



ANNEXE C : CARACTERISTIQUES DES TRONÇONS

Tronçons	Itinéraire		Longueur (m)	Meilleur temps de parcours (minutes)		Lignes du réseau actuel sur le tronçon	Charges maximales cumulées
	départ	arrivée		selon lignes existantes	pour une vitesse de 18km/h		
A	Parc relais les 3 sautets	Rotonde	3126	9 minutes entre Rotonde et val saint André HCM	10	3	1728
B	Saint Benoit	Rotonde	2617	8 minutes entre Rotonde office de tourisme et saint benoit	9	5	1323
C	Malacrida	Schuman	1855	9 minutes entre Saint benoit et la Beauvalle	6	10,6,5,9	3334
C bis	Malacrida	Brossolette	2079		7	10,6,5,9	
D	Schuman	Rotonde	1690	4 minutes e Facultés a Rotonde Victor Hugo en HCM	6	6,9	4385
E	Pont de l'Arc	Rotonde	2219	5 minutes de Rotonde a Pont de l'arc en HMP	7	18, aix-marseille	4688
1 (sud)	Rotonde	Rd Pt Galice via vignes de Marius	4934	9 minutes de vignes de marius à Rotonde	16	4,10,1	5491
2 (nord)	Rotonde	Rd Pt du bois de l'Aune	4114	9 minutes de Rotonde a Pt point de galice en HPS	14	6	3194

ANNEXE D : LARGEUR DE LA VOIRIE

Troncon	Noms des rues	Largeur min (m)	Largeur max (m)	Largeur moyenne (m)
A	Avenue Henri Malacrida	12.9	51.1	14
	Cours Gambetta	9.4	24.8	12,5- 24,5
	Bouvelard du roi René	20.3	29.9	23
	Avenue Victor Hugo	35.6	35.6	35.6
B	Avenue de la cible	12.5	15.7	13.5
	Avenue Saint Jérôme	12.3	14.4	13.8
	Avenue Lucien Gautier	8.5	12.3	9
	Avenue Paul Beltcaguy	8.3	9.5	9
	Cours Gambetta	24.4	24.5	24.5
	Bouvelard du roi René	20.3	29.9	23
	Avenue Victor Hugo	35.6	35.6	35.6
C	Avenue Henri Mauriat	14.9	32.6	15
	Avenue Jean-Paul Coste	15.2	21	15.5
	Avenue Gaston Berger	13.5	30.6	16.5
	Avenue de la Fourane	15	15	15
D	Avenue Robert Schuman	11.8	20.7	12.5
	Avenue Maurice Blondel	13	16	13.5
	Avenue Victor Hugo	23.5	35.6	23,5-35,6
E	Avenue Pierre Brossolette	15.8	25.2	17
	Avenue des Belges	40.2	51.1	44.6
1	Avenue des Belges	40.2	51.1	44.6
	Avenue de l'Europe	38.4	51.3	49
	Avenue Saint John Perse*	49.3	53.4	50
	Avenue Saint John Perse	36.3	36.6	35.5
	Avenue Marcel Pagnol*	19.5	22.2	20
	Boulevard du Coq d'Argent*	19.1	20.7	20
	Boulevard des Vignes de Marius*	20	20	20
	Avenue du Deffens*	20.3	21.6	21
	Rotonde du bois de l'Aune	10.5	29	16.5
	Avenue Picasso	49.7	49.9	49.8
2	Rond point du Lieutenant Colonel Jean Pierre			
	Boulevard de la République	19.2	19.5	19.3
	Route de Galice	18.3	49.7	25
	Rond point du Lieutenant Colonel Jean Pierre			
	Avenue Picasso	49.7	49.9	49.8
bonus	Rotonde du bois de l'Aune	10.5	29	16.5
	Avenue Winston Churchill	30.6	36.6	34
	rue des Allumettes	13	16	13.5
	Avenue Armand Lunel	13	16	13.5

ANNEXE E TABLEAU COMPARATIF DES CARACTERISTIQUES DU TRAMWAY, BUS ARTICULE, TROLLEYBUS ARTICULE ET TRANSLOHR

Comparaison		Tramway de 2m40	Bus articulé	Trolleybus articulé	Translohr
Caractéristiques géométriques de l'infrastructure	profil en plan				
	largeur emprise d'un site propre central sur voirie	5,8m	6,5m	6,5m	5,4m
	possibilité de dévier le véhicule en cas d'obstacle sur la voirie	non	oui	oui	non
	rayon de courbure minimal	18m	12m	12m	12m
	surlargeur en courbe de 25 m environ	1,5m	1m	1m	1m
	Quais				
	Longueur (rames simples-rames doubles)	40-80m	18m	18m	30-60m
	Hauteur	20-30m	18m	18m	20-25cm
	Accessibilité PMR	oui	oui avec guidage optique ou mécanique		oui
Caractéristiques des rames	vitesse maximale	70-80 km/h	70-80 km/h	70-80 km/h	70-80 km/h
	alimentation électrique	750 ou 1500V		600-750V	750V
	architecture des caisses	3 à 5 caisses	2 caisses	2,3 caisses	3,4 caisses
	plancher	25-35 cm	20-30 cm	20-30 cm	25cm
	places assises	58	45	45	48
	places debout	172	70	70	168
	total places	230	115	115	216
	couplage possible des rames	oui	non	non	oui pour rames de 25m
	total place maximum par unité (mégatrolleybus 25m, translohr:46m, tramway:50m)	352	115	160	318
Capacité des systèmes	capacité HP 6 minutes	2304	1150	1150	2160
	Capacité HP 2 minutes	6912	3450	3450	6480
	Capacité HP maxi avec fréquence de 2 minutes et convois avec longueur maxi	10548	3450	4800	9546
	capacité système comparée au tramway		32.70%	45.50%	90.50%

	Evolutivité		oui , peut être transformé en tramway à terme		non
Coûts des systèmes	Prix moyen unitaire (M€)	3	0.3	0.7	3
	Durée de vie	30	10	20	?
	Prix moyen M€/km (hors gros ouvrage d'art et opération de renouvellement urbain)	20	10	12	20
	Coût moyen d'exploitation (€/veh.km)	7	4	5	?
	Coût d'exploitation (€/km)/capacité moyenne d'un service	0.03	0.035	0.043	?
	coût d'investissement kilométrique (M€)/capacité moyenne d'un service	0.087	0.087	0.104	0.093
Analyse fonctionnelle	extension de ligne sur voirie non aménagée	non	oui	oui avec pose de ligne aérienne	non
	possibilité financière de développer rapidement un réseau maillé	non	oui	oui	non
	besoin de dévier les réseaux	oui	souhaitable mais non indispensable		oui
	Choix du fournisseur des rames	oui	oui	oui	non
	Synergie avec systèmes existants	oui	oui: utilisation des dépôts existants et possibilités de faire profiter d'autres lignes des aménagements réalisés		non: nouveau système qui nécessite son propre dépôt

ANNEXE F : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU RESEAU ACTUEL EN 2007

Ligne	Itinéraire	Type d'itinéraire	Longueur AR (m)	Nbre de services en 2007	Nbre km année 2007
3	Jas de Bouffan <i>Four d'Eyglun,</i> Val Saint André	Four - Val Saint André	16697	75	122623
		Four- La Palette	18353	27	48067
		Four - la Crémade	20922	25	52661
		Centre aéré-La Palette	25306	10	28191
		Centre aéré-Val Saint André	23688	32	75233
		Centre aéré-La Crémade	26722	14	35220
6	Jas de Bouffan <i>Margueride,</i> Val de l'Arc	Normal	17970	170	310881
		Modifié	18952	48	92183
10	Jas de Bouffan <i>Centre commercial,</i> Val Saint André		15533	56	89921
1	La Figuière, Parc relais <i>Hauts de Brunet</i>	Normal	15347	138	217912
		Modifié	13521	47	68443
2	Pont de l'Arc, Pont des Corneilles		14441	141	206333
4	La Mayanelle, les trois Bons Dieux	Normal	19855	124	257936
	La Mayanelle, trois Prignons	Modifié	19756	83	166484
	Gare Routière, les trois Prignons	4B	10312	13	22521
5	Rotonde <i>Office du tourisme,</i> Moulin du Testa		9036	137	124670
9	Parc relais <i>Hauts du Brunet,</i> Parc relais <i>Krypton</i>		13429	278	342171
13	La Torse, Celony	Normal	14083	60	84935
	La Torse,	Modifié	16496	38	64598

	Country				
14	Gare routière, Celony		16516	56	91218
15	Ronde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle d'activités</i>	Normal	19050	90	176403
		Modifié	23354		47268
16	Ronde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle d'activités</i>		18993	63	120454
18	Ronde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes <i>mail-les Milles centre commercial</i>	Normal	34514	27	93809
		Modifié : mail	16929	6	10225
		Modifié : pôle activité	28187	6	17025
18 B		Normal	17932	25	55966
Total Lignes					3023349

ANNEXE G : TABLEAU DES LIGNES IMPLIQUEES DANS LA RESTRUCTURATION

Impliquées dans la restructuration	Ligne	Itinéraire	Fréquence		Fréquentation pour 2007 (rang)	Production kilométrique en 2007(km)
			HP	HC		
Directement	3	Jas de Bouffan <i>Four d'Eyglun</i> , Val Saint André	15		1 337 486 (4eme)	361994
			15			
	6	Jas de Bouffan <i>Margueride</i> , Val de l'Arc	10		1 927 372 (2eme)	403064
Fortement	10	Jas de Bouffan <i>Centre commercial</i> , Val Saint André	30		311 056 (13eme)	89921
			60			
	1	La Figuière, Parc relais <i>Hauts de Brunet</i>	10		1 485 777 (3eme)	284152
Fortement	2	Pont de l'Arc, Pont des Corneilles	20		740 362 (6eme)	206333
			20			
	4	La Mayanelle, les trois Bons Dieux	10		2 415 914 (1ere)	428977
			10			
	5	Ronde <i>Office du tourisme</i> , Moulin du Testa	60		509 429 (9eme)	124670
			60			
9	Parc relais <i>Hauts du Brunet</i> , Parc relais <i>Krypton</i>	12		1 137 716 (5eme)	342171	
Eventuellement	13	La Torse, Celony	20		441 323 (11eme)	149533
			30			
	14	Gare routière, Celony	30/60		112 379 (17eme)	91218
			60/120			
	15	Ronde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle d'activités</i>	15		706 225 (8eme)	223671
	16	Ronde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle d'activités</i>	30		251 248 (15eme)	120454
60						
18	Ronde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes <i>mailles Milles centre commercial</i>	60		113 608 (16eme)	177025	

ANNEXE H : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU SCENARIO A

Ligne	Nouvelle Ligne	Nouvel Itinéraire à court et moyen terme pour le scénario A	Longueur AR (m)	Nbre de services 2007	Nbre km année 2007
3	3	Jas de Bouffan Domaine des fleurs, P+R Les 3 sautets	16361	183	297181
		La Palette, La Crémade	1891	76	7248
		Les 3 sautets, La Palette	1531	93	5770
		Centre aéré, Domaine des fleurs	10560	56	59527
6	T	Jas de Bouffan Mayanelle, Val saint André	20092	329	646520
10	/	Supprimée	0	0	0
1	1	La Figuière, Parc relais Hauts de Brunet par Jean Moulin	15175	185	216259
		La Figuière, Parc relais Hauts de Brunet par Violette	13302	188	67893
2	2	Pont de l'Arc, Pont des Corneilles	14441	141	207690
4		La Mayanelle, les trois Bons Dieux	18757	124	245173
		La Mayanelle, trois Prignons	18897	83	160076
		Gare Routière, les trois Prignons	10312	13	23728
5	5	Jas de Bouffan Rond point de l'aune, Moulin de testas	16330	137	184137
		Jas de Bouffan Rond point de l'aune, Moulin de testas par Val de l'Arc	17631	302	44219
9	9	Parc relais Hauts du Brunet, Parc relais Krypton	12696	278	319812
13	13	La Torse, Celony	14083	60	85977
		La Torse, Country	16496	38	64268
14	14	Gare routière, Celony	16516	56	89913
15	15	Rotonde Jeanne d'Arc, les Milles Pôle d'activités	19355	106	180098
			23659	79	51861
16	16	Rotonde Jeanne d'Arc, les Milles Pôle d'activités	19396	63	124639
18		Rotonde Jeanne d'Arc, Luynes mail-les Milles centre commercial	29435	33	81064

		Rotonde Jeanne d'Arc, Luynes mail	17535	12	10731
		Rotonde Jeanne d'Arc, Luynes mail, Les Milles Pôle d'activité	19079	31	11676
18 B			18528	25	62717
					3248179
					224831
					6.9%
					899 322.30
					€
					6.6%

ANNEXE I : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU SCENARIO B

Ligne	Nouvelle Ligne	Nouvel Itinéraire pour le scénario B à court et moyen terme	Nbre de services 2007	Nbre km année 2007
3	T	Jas de Bouffan <i>Domaine des fleurs</i> , P+R Les 3 sautets	329	559801
		La Palette, La Crémade	76	7248
		Les 3 sautets, La Palette	255	5770
6	6	Jas de Bouffan <i>Domaine des fleurs</i> , Val saint André	218	342666
		Centre aéré, Domaine des fleurs	56	59527
10	10	Val Saint André- Jas de Bouffan <i>centre commercial</i>	56	92412
1	1	La Figuière, Parc relais <i>Hauts de Brunet par Jean Moulin</i>	185	216259
		La Figuière, Parc relais <i>Hauts de Brunet par Violette</i>	188	67893
2	2	Pont de l'Arc, Pont des Corneilles	141	225050
4		La Mayanelle, les trois Bons Dieux	124	265093
		La Mayanelle, trois Prignons	83	175612
		Gare Routière, les trois Prignons	13	23728
5	5	Jas de Bouffan Rond point de l'aune, Moulin de testas	137	213459
9	9	Parc relais <i>Hauts du Brunet</i> , Parc relais <i>Krypton</i>	278	342559
13	13	La Torse, Celony	60	84701
		La Torse, Country	38	63454
14	14	Gare routière, Celony	56	89913
15	15	Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle d'activités</i>	106	177260
16	16	Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle</i>	63	124639

		<i>d'activités</i>		
18		Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes mail-les Milles centre commercial	33	95052
		Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes mail	12	10361
		Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes mail, Les Milles Pôle d'activité	30	17250
18 B			24	58960
			83	
21	21		83	31193
Total Lignes				3318667
Différence par rapport à la situation actuelle				295318
en pourcentage				8.9%
Différence de coûts d'exploitation en €				1 181 271.50 €
Augmentation du cout d'exploitation par rapport au total				8.7%

ANNEXE J : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU SCENARIO C

Ligne	Nouvelle Ligne	Nouvel Itinéraire pour le scénario C à court et moyen terme	Longueur AR (m)	Nbre de services 2007	Nbre km année 2007
3	3	Jas de Bouffan <i>Domaine des fleurs</i> , P+R Les 3 sautets	15014	183	272714
		La Palette, La Crémade	1891	39	7248
		Les 3 sautets, La Palette	1531	37	5770
		Centre aéré, Domaine des fleurs	10560	56	59527
6	C	Jas de Bouffan <i>Mayanelle</i> , Val saint André	19921	359	728870
10	10	Jas de Bouffan <i>Centre commercial</i> , Pôle d'échange Pierre Brossolette	12567	56	72223
1	1	La Figuière, Parc relais <i>Hauts de Brunet</i> par Jean Moulin	15347	138	218710
		La Figuière, Parc relais <i>Hauts de Brunet</i> par Violette	13521	47	69011
2	2	Pont de l'Arc, Pont des Corneilles	14441	141	207690
4		La Mayanelle, les trois Bons Dieux	18056	124	236010
		La Mayanelle, trois Prignons	18447	83	156265
		Gare Routière, les trois Prignons	10312	13	23728
5	?	Rotonde, Val de l'arc	7414	137	102195
9	9	P+R Hauts de Brunet, Rotonde	9953	278	250716
5 et 9	Navette	P+R Kypton, Facultés ou P+R Kypton, Moulin de Testa	5665	360	185585
13	13	La Torse, Celony	14083	60	85977
		La Torse, Country	16496	38	64268
14	14	Gare routière, Celony	16516	56	89913
15	15	Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle</i> <i>d'activités</i>	15691	90	146005
			19995	16	43829
16	16	Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , les Milles <i>Pôle</i> <i>d'activités</i>	18993	63	122049

18		Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes mail-les Milles <i>centre commercial</i>	31354	27	86349
		Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes <i>mail</i>	13769	6	8427
		Rotonde <i>Jeanne d'Arc</i> , Luynes <i>mail</i> , Les Milles <i>Pôle d'activité</i>	25027	6	15317
18 B			14816	25	50152
				0	
Total Lignes					3035833
Différence par rapport à la situation actuelle					12484
en pourcentage					0.4%
Différence de coûts d'exploitation en €					49 936.00 €
Augmentation du cout d'exploitation par rapport au total					0.4%

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	11
PREAMBULE	12
INTRODUCTION	13
1 LE CONTEXTE DE L'ETUDE	14
1.1 Rappels des aspects législatifs, institutionnels et réglementaires	14
1.1.1 L'organisation des transports	14
1.1.1.1 Les grands principes d'organisation des transports de personnes	14
1.1.1.2 La répartition des compétences d'organisation	15
1.1.2 La mise en œuvre des politiques de déplacements urbains : cadre légal	15
1.2 Le Contexte d'Aix-en-Provence	16
1.2.1 Une Autorité organisatrice des transports : la communauté d'agglomération du Pays d'Aix (CPA)	16
1.2.1.1 Présentation de la CPA	16
1.2.1.2 L'orientation de la politique des transports de la CPA : « Plus de choix de transport, moins de pollution »	19
1.2.2 Une volonté forte de développement du transport ferré au niveau régional	21
1.2.3 Une volonté de poursuivre la réorganisation du réseau urbain d'Aix-en-Bus : un TCSP pour Aix-en-Provence	23
1.3 Conclusion	23
2 LE PROJET DE TCSP A AIX-EN-PROVENCE	25
2.1 Qu'est-ce qu'un TCSP ?	25
2.1.1 Un système à trois composantes	25
2.1.2 De l'intérêt d'un TCSP	26
2.1.2.1 Un enjeu de mobilité durable	26
2.1.2.2 Enjeux de requalification urbaine	26
2.1.3 L'appel à projets TCSP du Grenelle Environnement	27
2.2 La problématique d'un TCSP à Aix-en-Provence	28
2.2.1 Les problématiques liées aux villes moyennes	28
2.2.1.1 Le financement	28
2.2.1.2 Une demande en transport en commun faible, et non linéaire	29
2.2.2 Les problématiques spécifiques au cas d'Aix-en-Provence	30

2.2.2.1	L'insertion urbaine	30
2.2.2.2	La question de l'anneau unidirectionnel autour du centre-ville.	32
2.2.2.3	Conclusion	32
2.3	Principes méthodologiques	32
2.3.1	Objectifs des études de préfiguration	33
2.3.2	Une approche prospective et stratégique	33
2.3.3	Une méthodologie en trois phases	34
3	LES PROPOSITIONS DE SCENARIOS DE TCSP A AIX-EN-PROVENCE	36
3.1	Récapitulatif du diagnostic territorial : des besoins qui s'expriment pour les quartiers ouest et sud	36
3.1.1	Le territoire : population et emplois	36
3.1.2	La demande en déplacement	37
3.1.3	L'offre en transport en commun : un manque de lisibilité et de hiérarchisation du réseau	39
3.1.4	Identification des corridors pertinents pour un TCSP : confrontation demande et offre	39
3.1.4.1	Principe méthodologique	39
3.1.4.2	Résultats	39
3.1.4.3	Conclusion	42
3.2	Le choix du Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) pour Aix-en-Provence	43
3.2.1	Principe méthodologique	43
3.2.2	Justification du choix : comparaison avec les autres systèmes de TCSP existants	44
3.2.3	Quel BHNS pour Aix-en-Provence ?	47
3.2.3.1	Rappel de la problématique	47
3.2.3.2	Rappel de la définition du Haut Niveau de Service	47
3.2.3.3	Les différents principes de fonctionnement du BHNS	49
3.2.3.4	Conclusion	53
3.3	Quelle proposition de tracé entre Jas de Bouffan et le sud de la ville ?	53
3.3.1	Principes méthodologiques	54
3.3.2	Les variantes de tracé étudiées	54
3.3.2.1	Présentation de chaque tronçon	54
3.3.2.2	Les enjeux de chaque tronçon	56
3.3.2.3	Les possibilités de restructuration du réseau	57
3.3.2.4	Analyse d'insertion.	57

3.3.2.5	Récapitulatif sur les tronçons	63
3.3.2.6	Conclusion : les tracés retenus	64
3.4	Les scénarios proposés	65
3.4.1	Les propositions de variantes de principe de fonctionnement	65
3.4.2	Comment réorganiser notre réseau autour du TCSP ?	65
3.4.2.1	Enjeux et objectifs de la restructuration	66
3.4.2.2	Les principes de restructuration selon les configuration de BHNS..	66
3.4.2.3	Analyse des lignes impliquées par la restructuration	67
3.4.2.4	Les principes de desserte	68
3.4.2.5	La question de l'anneau unidirectionnel autour du centre historique	69
3.4.2.6	Conclusion	69
3.4.3	Présentation des scénarios	70
3.4.3.1	Scénario A : la desserte des pôles générateurs du sud en « configuration mixte »	70
3.4.3.2	Scénario B : la desserte du sud-est directement en « configuration mixte »	73
3.4.3.3	Scénario C : la desserte des pôles générateurs du sud en « busway »	76
3.4.3.4	Conclusion	79
3.5	L'évaluation de chaque scénario	79
3.5.1	Principe d'évaluation	79
3.5.1.1	La population et les équipements desservis	80
3.5.1.2	Les coûts d'investissement et d'exploitation	80
3.5.1.3	Résultats	80
3.5.2	Conclusion	81
3.6	Retour sur la méthodologie : les limites	84
3.7	Vers l'élaboration d'un scénario final et un projet à long terme	84
	CONCLUSION	88
	BIBLIOGRAPHIE	89
	ANNEXE A : GLOSSAIRE	91
	ANNEXE B : PLAN DU RESEAU D'AIX-EN-BUS SCHEMATISE	92
	ANNEXE C : CARACTERISTIQUES DES TRONÇONS	93
	ANNEXE D : LARGEUR DE LA VOIRIE	94
	ANNEXE E TABLEAU COMPARATIF DES CARACTERISTIQUES DU TRAMWAY,BUS ARTICULE,TROLLEYBUS ARTICULE ET TRANSLOHR	95

ANNEXE F : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU RESEAU ACTUEL EN 2007	97
ANNEXE G : TABLEAU DES LIGNES IMPLIQUEES DANS LA RESTRUCTURATION	99
ANNEXE H : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU SCENARIO A	100
ANNEXE I : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU SCENARIO B	102
ANNEXE J : PRODUCTION KILOMETRIQUE DU SCENARIO C	104