



HAL
open science

Les analyses multicritères dans les projets de transport : applications aux projets d'extension du tramway de Strasbourg

Paul Poussard

► **To cite this version:**

Paul Poussard. Les analyses multicritères dans les projets de transport : applications aux projets d'extension du tramway de Strasbourg. Gestion et management. 2010. dumas-02913766

HAL Id: dumas-02913766

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02913766>

Submitted on 10 Aug 2020

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.

Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes
Année 2009-2010

Les analyses multicritères dans les projets de transport

Applications aux projets d'extension du tramway de Strasbourg

Paul Poussard

Mémoire soutenu le 20 septembre 2010

Jury: M. Bruno Faivre d'Arcier (LET)
M. Charles Raux (LET)
M. Guy Foulon (Egis Rail)

Université Lumière Lyon 2
Faculté des Sciences économiques et de Gestion

Ecole Nationale des
Travaux Publics de l'Etat

Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes
18^e promotion

Les analyses multicritères dans les projets de transport

Applications aux projets d'extension du tramway de Strasbourg

Paul Poussard

Photo de couverture : © egis rail-m.rivoire

Mémoire soutenu le 20 septembre 2010

Stage réalisé du 12 avril au 30 septembre 2010
Egis Rail
Service Etudes Fonctionnelles et Planification

Jury : M. Bruno Faivre d'Arcier (LET)
M. Charles Raux (LET)
M. Guy Foulon (maître de stage, Egis Rail)

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] Les analyses multicritères dans les projets de transport | | |
| [Sous-titre] Applications aux projets d'extension du tramway de Strasbourg | | |
| [Auteur] Paul Poussard | | |
| [Membres du Jury (nom et affiliation)] Bruno Faivre d'Arcier, Laboratoire d'Economie des Transports Charles Raux, Laboratoire d'Economie des Transports Guy Foulon, Egis Rail | | |
| [Nom et adresse du lieu du stage] Egis Rail – Service Etudes Fonctionnelles et Planification 168-170 avenue Thiers 69455 Lyon cedex 06 | | |
| [Résumé] <p>Les bureaux d'études ont souvent recours à une analyse multicritère pour départager plusieurs variantes d'un projet. Cette méthode est davantage un outil d'aide à la décision que d'évaluation des projets. L'étude a pour but de proposer une méthodologie d'analyse multicritère. Pour cela, elle s'appuie sur des travaux de recherche évoquant les forces et faiblesses des analyses multicritères, et sur des études de transport faisant intervenir cet outil.</p> <p>La méthode proposée est ensuite appliquée à plusieurs aspects de deux projets de transport. Ceux-ci concernent des extensions de lignes de tramway de l'agglomération strasbourgeoise : le prolongement de la ligne A vers l'Ouest et celui de la ligne D vers l'Est.</p> | | |
| [Mots clés] Analyse multicritère ; aide à la décision ; tramway ; Strasbourg ; CUS ; | Diffusion : - papier : oui /non* - électronique : oui /non* (* : Rayer la mention inutile) | |
| Confidentiel jusqu'au : 30/09/2015 | | |
| [Date de publication] Septembre 2010 | [Nombre de pages] 76 p. + annexes | [Bibliographie (nombre)] 14 |

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] Multi-criteria analysis for transportation projects | | |
| [Subtitle] Application to Strasbourg tramway extensions | | |
| [Author] Paul Poussard | | |
| [Members of the Jury (name and affiliation)] Bruno Faivre d'Arcier, Laboratoire d'Economie des Transports Charles Raux, Laboratoire d'Economie des Transports Guy Foulon, Egis Rail | | |
| [Place of training] Egis Rail – Service Etudes Fonctionnelles et Planification 168-170 avenue Thiers 69455 Lyon cedex 06 | | |
| [Summary] Study offices often use multi-criteria analysis in order to compare several scenarios (e.g. variations in the lay-out of a line). This method is more a decision support tool than a real <i>ex ante</i> evaluation tool. The aim of this report is to propose a methodology for this tool. In order to reach this objective, several research works which explain strengths and weaknesses of multi-criteria analysis were read, and many studies for transportation projects using this tool were analysed. The last part of this study is an application of the proposed methodology to two transportation projects. These projects consist in the extension of two tram lines in the urban area of Strasbourg: the line A towards the West, and the line D towards the East. | | |
| [Key Words] Multi-criteria analysis; decision support; tramway; Strasbourg; CUS; | Distribution statement : - Paper : [yes / no]* - Electronic : [yes / no]* (* Scratch the useless mention) Declassification date : Sept. 30, 2015 | |
| [Publication date] September 2010 | [Nb of pages] 76 p. + appendix | [Bibliography] 14 |

REMERCIEMENTS

Mes plus vifs remerciements vont à M. Foulon, qui m'a permis d'intégrer Egis Rail le temps de mon stage. Ce fut pour moi une expérience plus qu'enrichissante, grâce à sa disponibilité, son écoute et ses conseils.

Plus généralement, un grand merci à l'ensemble du service Etudes Fonctionnelles et Planification, pour son accueil et l'ambiance de travail.

Merci aux personnes qui m'ont accordé un entretien lors de mon stage ; cette étape fondamentale de recueil des données n'aurait pas pu avoir lieu sans leur disponibilité et leur patience.

Enfin, je remercie mon entourage pour son soutien et ses conseils.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Contexte et objectifs de l'étude

Problématique

1. ANALYSE MULTICRITERE : DEFINITION(S)

1.1. L'analyse multicritère : une méthode « alternative » d'évaluation des projets

1.2. L'approche multicritère pour l'aide à la décision

2. INTERETS ET LIMITES DE L'ANALYSE MULTICRITERE

2.1. Intérêts

2.2. Limites

3. REMARQUES ET PRECONISATIONS

3.1. Méthodologie

3.2. Présentation de l'analyse et de ses conclusions

4. APPLICATIONS A DES PROJETS D'EXTENSION DU RESEAU DE TRAMWAY DE

STRASBOURG

4.1. Contexte des projets

4.2. Projet d'extension de la ligne A vers l'Ouest

4.3. Projet d'extension de la ligne D vers l'Est

CONCLUSION

Synthèse de l'étude

Limites et pistes de poursuite

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES

ANNEXES

Annexe 1 : Synthèse des entretiens

Annexe 2 : Lecture critique d'études de projets de transport

Contexte et objectifs de l'étude

Un bureau d'études, lors d'études amont, a pour principal rôle d'éclairer le maître d'ouvrage dans ses choix, et donc de lui fournir des éléments d'aide à la décision. Il s'agit donc d'étudier *a priori* plusieurs aspects d'un projet : la faisabilité technique, bien sûr, mais aussi la façon dont le projet répond aux enjeux en termes de transport, d'économie, d'urbanisme, d'impact sur l'environnement, etc. Le plus souvent, il ne s'agit pas à proprement parler d'une évaluation au sens économique du terme, mais d'une analyse prenant en compte divers critères. Dans ce contexte, les analyses socio-économiques sont parfois peu adaptées, et les difficultés méthodologiques que posent les anciennes méthodes d'analyse multicritère (ELECTRE, etc.) obligent à envisager ces études sous un angle moins scientifique, dans un contexte davantage adapté à la nécessité d'apprécier des impacts variés et de fournir un outil d'aide à la décision et au dialogue avec les parties prenantes à la décision, voire avec le grand public.

Aussi les études réalisées font-elles souvent place à la notion d'analyse multicritère. Différente, dans sa mise en œuvre, des anciennes méthodes homonymes, elle est fréquemment utilisée pour comparer plusieurs variantes d'un même projet, mais peut également être employée à toutes les étapes de l'élaboration d'une stratégie de déplacements. Elle offre de nombreux avantages, mais aussi quelques inconvénients, principalement méthodologiques. L'hétérogénéité des méthodes employées selon les études nuit par ailleurs, dans une certaine mesure, à la lisibilité de la démarche.

La mission demandée devait répondre à plusieurs objectifs :

- réaliser un retour critique sur les analyses multicritères réalisées dans le cadre d'études de transport, notamment des comparaisons de tracé pour des TCSP urbains : la démarche et la méthode de présentation des résultats sont particulièrement analysées ;
- proposer, dans la mesure du possible, une méthode d'analyse pouvant servir de base à de futures applications ;
- appliquer cette méthode lors d'une participation opérationnelle aux études d'avant-projet de deux prolongements de lignes de tramway dans l'agglomération strasbourgeoise.

Problématique

L'analyse multicritère telle que réalisée par les bureaux d'études comme Egis Rail répond à un double besoin des décideurs : d'une part, la nécessité de disposer d'un éventail d'arguments, techniques ou non, afin de prendre une décision ; d'autre part, une certaine volonté de rester libre dans ses prérogatives, et de ne pas subir une décision « extérieure », particulièrement si celle-ci est susceptible d'aller à l'encontre de la réussite du projet. Egis Rail a souhaité dresser un bilan de ces analyses pour mettre en avant les forces et faiblesses de cet outil et proposer une méthode d'analyse. Cela suppose donc une lecture critique de l'existant, mais aussi une documentation plus générale.

La première question est donc : comment l'analyse multicritère peut-elle assurer efficacement son rôle premier, à savoir l'aide à la décision ?

Une autre question posée par ce sujet porte davantage sur la forme que sur le fond : comment faire en sorte que l'analyse multicritère, une fois une méthodologie générale fixée, fasse apparaître cette homogénéité dans les documents d'étude, tout en conservant la clarté qui la caractérise ?

La première partie de cette étude s'attachera à un éclaircissement du terme « analyse multicritère », étant donné la diversité des contextes dans lesquels il est employé. La deuxième permettra de déterminer les forces et faiblesses de cet outil, afin de définir en troisième partie une proposition de méthode. La dernière partie sera l'occasion de mettre en pratique cette méthode dans le contexte des projets d'extension du tramway de Strasbourg.

1. ANALYSE MULTICRITERE : DEFINITION(S)

Une clarification sémantique s'impose au préalable, dans la mesure où **le terme « analyse multicritère » recouvre des réalités très diverses**. L'analyse multicritère sera donc abordée dans un premier temps à son sens originel, en tant que démarche d'évaluation des projets *a priori*, se voulant scientifique et concurrente des méthodes socio-économiques classiques. Dans un second temps, il sera question de l'approche multicritère en tant que méthode d'aide à la décision, partageant une partie des postulats à l'origine des analyses multicritères « historiques », mais dépossédée de ses aspects « scientifiques » et n'ayant pas vocation à tirer une conclusion définitive : c'est aujourd'hui la forme la plus courante des « analyses multicritères », qui sera particulièrement détaillée dans les parties suivantes.

1.1. L'analyse multicritère : une méthode « alternative » d'évaluation des projets

1.1.1. Fondements théoriques

Historiquement, le principe de l'analyse multicritère s'est construit par opposition à celui de l'analyse coûts-avantages, souvent qualifiée de « monocritère »¹ dans la mesure où elle ne fait appel qu'à une seule unité et à un seul axe de signification des éléments pris en compte. Plusieurs chercheurs ont contesté la valeur scientifique de celle-ci, affirmant que certains coûts sont en fait estimés de façon peu rigoureuse, sans tenir compte des ressentis de chacun : la méthode coûts-avantages n'était donc, à les croire, que peu scientifique car reposant sur de nombreuses suppositions non démontrées. Le postulat à l'origine du développement des analyses multicritères est donc avant tout la **remise en cause du « système de valeur unique » que sous-tend l'analyse socio-économique** : la monétarisation de l'ensemble des effets suppose qu'il est possible de dégager un « point de vue unique » et objectif, ce qui est contesté par ces chercheurs.

Partant de cette idée, et s'appuyant sur les technologies informatiques, ils ont alors développé la notion d'**analyse multicritère**, jugée plus à même de refléter l'ensemble des enjeux et conséquences d'un projet, et surtout **considérée comme plus transparente car n'agrégant pas l'ensemble de ces impacts sous forme chiffrée**. Ainsi, un des buts de la démarche est de permettre à chacun de retrouver son point de vue, en fonction des aspects qu'il estime plus ou moins importants. Cette méthode est donc censée favoriser l'émergence

¹ C'est par exemple le cas dans : RATP-Direction des Etudes Générales (1980). Il est à noter que dans ce rapport est évoquée une analyse multicritère qui suscitera la polémique (*cf. infra*).

d'une décision à la fois consensuelle et adéquate, dans la mesure où elle prend en compte autant que possible les systèmes de valeurs des différents acteurs ; en cela, l'analyse multicritère s'oppose au bilan coûts-avantages classique qui délivre – ou prétend délivrer – une solution « optimale », unique et non négociable. Pour autant, il faut souligner que l'analyse multicritère s'achève parfois sur une conclusion présentée comme fiable, scientifique et respectueuse des points de vue. Autrement dit, ce type d'analyse multicritère prétend également, tout au moins dans certains cas, délivrer une solution, sinon optimale, du moins « optimisée » en fonction des avis de chacune des parties prenantes. N'est-il pas curieux que certains partisans d'une méthode qui s'est bâtie contre une analyse coûts-avantages jugée trop « directive » accordent à l'analyse multicritère une valeur scientifique, et donc un caractère difficilement contestable ?

1.1.2. Principes

Pour atteindre cet objectif d'une décision partagée, diverses « méthodes » ont été élaborées pour établir des comparaisons entre divers scénarii à travers plusieurs critères, quantitatifs ou qualitatifs. Les méthodes « ELECTRE » (pour Elimination et choix traduisant la réalité), développées par le LAMSADE (Laboratoire d'analyse et de modélisation de systèmes pour l'aide à la décision) font partie de celles-ci, mais d'autres existent. Selon les cas, elles permettent de choisir une alternative parmi plusieurs possibilités, ou de hiérarchiser des actions (afin de déterminer des investissements prioritaires, par exemple).

La plupart reposent sur le fait que, pour chaque critère, il est possible de définir un seuil d'indifférence (c'est-à-dire un seuil en-deçà duquel l'écart entre deux solutions est jugé non significatif) et un seuil de préférence (écart au-delà duquel une alternative est nettement préférée à l'autre) ; l'écart entre ces deux seuils est défini par une « préférence faible » en faveur d'une alternative, traduisant une incertitude liée aux données utilisées et, plus généralement, à toute méthode d'évaluation.

Une fois les listes d'actions et de critères définies, les étapes suivantes de l'analyse multicritère consistent à définir un poids relatif pour chaque critère, puis à évaluer les performances de chaque possibilité. Enfin, diverses méthodes sont proposées pour agréger ces performances et aboutir au résultat de l'étude : sommes pondérées, relations de surclassement, etc.

1.1.3. Analyses multicritères et analyses coûts-avantages : opposition ou complémentarité ?

Ce mouvement en faveur de **l'analyse multicritère a rencontré un certain succès avant la parution du premier « rapport Boiteux »** (Commissariat Général du Plan, 1994). Celui-ci remet explicitement en cause ce procédé, affirmant : *« il convient de compléter les critères quantitatifs de rentabilité par des tests de sensibilité aux hypothèses et par une description soignée des éléments non incorporables dans les calculs, et des effets attendus du projet. Cette façon de faire est préférable à une présentation multicritères qui a l'inconvénient de donner implicitement un même poids à chacun des effets décrits qualitativement »*. Le rapport estime également que *« ne procéder à aucune évaluation monétaire laisserait la place à l'arbitraire et à la subjectivité, ou reviendrait à compter pour zéro les conséquences sur l'environnement »*. Particulièrement, si le rapport préconise, parallèlement à l'analyse coûts-avantages, de lister les impacts non quantifiables, il met en garde contre une présentation sous forme de tableau, *« surtout avec des appréciations quantifiées, qui pourrait induire à placer sur un même plan des éléments d'importances très différentes (...) une présentation d'argumentaire est préférable à l'application d'une méthode multicritère qui peut conduire à attribuer une valeur "scientifique" à une présentation qui n'en a pas »*.

Durant les années 1980-1990, les deux méthodes, analyse coûts-avantages et analyse multicritère, sont donc considérées comme opposées et totalement incompatibles : les articles de recherche à ce sujet sont nombreux et virulents, les partisans de chaque méthode remettant en cause le caractère scientifique du procédé « adverse »². Cette situation évolue cependant avec la parution du **second « rapport Boiteux »** (Commissariat Général du Plan, 2001) : **s'il réaffirme l'importance d'une analyse coûts-avantages chiffrée et détaillée dans l'évaluation des projets de transports, il constate que les deux méthodes sont finalement davantage complémentaires qu'opposées** : *« il apparaît en réalité que cette opposition entre les bilans socio-économiques et les analyses multicritères est largement factice, le résultat monétarisé d'un bilan ne prétendant pas plus dicter la décision que l'analyse multicritère n'impliquerait une pondération quasi uniforme des divers critères examinés (...) L'intérêt de faire du bilan socio-économique non le critère mais le noyau de l'estimation de la valeur du projet, c'est de permettre une analyse des raisons pour lesquelles on est conduit à s'écarter de la solution à laquelle ce seul bilan aurait conduit, et de pouvoir ainsi chiffrer le surcoût de la décision »*. De même, le CERTU affirme que *« les deux approches sont parfois*

² L'exemple le plus éloquent est cet échange d'articles entre MM. Roy et Hugonnard d'une part, et M. Gargaillo d'autre part :

- article originel : B. Roy et J.-C. Hugonnard (1982) ;
- contre-analyse de L. Gargaillo (1983) ;
- enfin, article de B. Roy et J.-C. Hugonnard (1983).

mises en opposition, l'une étant jugée trop subjective, l'autre trop agrégative ; nous considérons qu'elles se complètent et n'ont pas les mêmes finalités » (CERTU, 2005)

Plus généralement, les articles récents posent davantage la question de l'articulation entre ces deux méthodes d'analyse et à leur amélioration conjointe, et s'attachent beaucoup moins qu'autrefois à démontrer la « supériorité » de l'une sur l'autre – même si les rivalités passées ne sont jamais bien loin³.

La complémentarité entre les deux approches semble aujourd'hui bien acceptée, de même que les forces et faiblesses de chacune. Surtout, il apparaît que, si l'évaluation (au sens strict) des projets laisse toujours une large place aux bilans socio-économiques, la décision finale ne se base plus uniquement sur ceux-ci, mais accorde une importance grandissante à certains facteurs que l'on ne retrouve pas, ou peu, dans ces démarches d'évaluation : les impacts sur l'environnement, par exemple, comptent beaucoup dans certains projets d'infrastructures. Dans ce contexte, un dépassement de ces méthodes utiles mais limitées est nécessaire pour créer un véritable outil d'aide à la décision, donnant des pistes de réflexion en se gardant de tout « scientisme » déplacé. C'est de cet outil, largement répandu dans les études amont de projets de transport, qu'il va maintenant être question.

1.2. L'approche multicritère pour l'aide à la décision

Yves Crozet (2004) rappelle ainsi la différence fondamentale entre cette approche et la précédente : *« Soit il s'agit d'une méthode multicritère agrégée qui débouche donc sur un classement final des projets. Il doit alors être clairement affirmé que, dans ce cas, l'AMC est encore plus manipulable que le calcul économique puisqu'il est aisé de multiplier les critères. Les résultats sont donc très instables et n'échappent pas au risque technocratique. Soit l'agrégation entre les critères est laissée au décideur. Alors le fait de juxtaposer des données quantitatives et qualitatives redonne une vraie marge de manœuvre au politique. »* C'est à cette dernière situation que correspond la démarche étudiée ici. Celle-ci permet, par exemple, de comparer des projets entre eux, notamment des variantes de tracé, sur différents plans.

1.2.1. Principes de l'analyse multicritère

Les critères employés dans ce type d'analyse peuvent faire appel à des **variables qualitatives comme quantitatives** : par exemple, le nombre d'emplois desservis, le trafic

³ Quelques articles sont représentatifs de cette évolution : Debrincat L. et Meyère A. (1998), Roy B. et Damart S. (2002), par exemple. Cela va de pair avec un mouvement de poursuite des études visant à améliorer la précision de l'analyse coûts-avantages : cf. Rousselot M. (2002).

escompté, les effets sur le cadre urbain, les coûts d'investissement et de fonctionnement, la simplicité d'exploitation, etc. Son principe fondamental est de **présenter les informations sous une forme « désagrégée »**, c'est-à-dire que chaque critère est présenté isolément des autres. En cela, l'analyse multicritère apporte un complément à l'analyse socio-économique « classique », qui agrège l'ensemble des données disponibles (coûts, gains de temps, externalités, etc.) sous forme monétaire.

Il existe donc bien un lien de parenté avec les analyses multicritères « originelles », dans la mesure où les hypothèses de base sont partagées : notamment, l'impossibilité de ramener l'ensemble des impacts d'un projet à une valeur monétaire unique et universelle, et la nécessité d'une certaine transparence obtenue grâce à l'approche désagrégée. Il est cependant important de souligner les divergences avec la méthode précédente. Tout d'abord, la démarche la plus récente a **moins vocation à dicter la décision qu'à en préconiser une**. En effet, conséquence directe de l'absence de prétention « scientifique » de cette approche, le résultat d'une telle analyse n'a pas valeur de résultat « objectivement optimal », qui devrait s'imposer à tous. Cette différence s'explique principalement par une évolution de la méthode d'agrégation des critères. En fait, **il n'y a plus, au sens strict, d'agrégation** dans la mesure où les procédés scientifiques (ou présentés comme tels) ne sont plus utilisés : les notions de « somme pondérée » ou de « surclassement », qui avaient pour inconvénient – entre autres – d'appliquer des notions mathématiques à des critères non chiffrés, sont abandonnées au profit d'une appréciation argumentée de chaque critère et d'une synthèse analytique. On pourra objecter que cette méthode est moins rigoureuse. Mais la « rigueur » des méthodes précédentes n'était-elle pas une illusion ?

1.2.2. Démarche d'élaboration d'une approche multicritère

Il est difficile d'envisager une méthodologie unique pour construire une grille d'analyse multicritère pour aider à la décision. La diversité des contextes, des interlocuteurs et des impacts ne permet pas d'appliquer de manière satisfaisante un procédé unique à l'ensemble des projets. Cela est principalement dû à la grande souplesse de l'analyse multicritère, justement conçue pour être applicable et adaptée à chaque cas particulier. Toutefois, il est possible de définir quelques invariants dans la démarche.

Tout d'abord, cet outil présente la particularité de pouvoir être utilisé à tous les stades des études amont : il n'est ainsi pas rare de réaliser plusieurs analyses « emboîtées » les unes dans les autres. Selon les cas, cette analyse permet ainsi de déterminer un scénario général, de sélectionner des fuseaux, de choisir une variante ou un mode de transport.

De plus, il importe de prendre en compte le caractère itératif de la méthode : des critères peuvent gagner ou perdre en importance, d'autres peuvent apparaître durant le cours du projet,

etc. Se pose alors la question du rôle de l'analyse : si elle est flexible, n'est-elle pas « adaptée » pour correspondre à un choix déjà effectué et n'être en réalité qu'un outil de légitimation ? L'expérience semble permettre de répondre par la négative à cette question : d'une part, parce que de tels procédés de « modelage à volonté » s'avèrent relativement rares ; d'autre part, parce qu'il n'y a pas toujours adéquation du point de vue entre le maître d'ouvrage et le bureau d'études, dont le rôle est aussi d'alerter les décideurs lorsqu'un choix risquerait de mettre en péril l'équilibre ou l'intérêt du projet, ou les autres objectifs fixés.

Par ailleurs, l'analyse doit permettre de synthétiser l'ensemble de la réflexion : quel que soit le moyen utilisé pour la restituer (le plus fréquent étant le tableau récapitulatif), on doit pouvoir retrouver un argumentaire appuyé et exhaustif, sans exclure *a priori* d'éléments pouvant influencer la décision.

2. INTERETS ET LIMITES DE L'ANALYSE MULTICRITERE

Cette partie a été largement enrichie par les entretiens réalisés durant la première partie du stage, et dont un compte-rendu synthétique est donné en **annexe 1**, page 83.

2.1. Intérêts

2.1.1. L'évaluation d'un plus grand nombre d'effets

Le principal intérêt de l'analyse multicritère réside dans le fait que, en s'écartant de calculs purement économiques, elle permet de prendre en compte de nombreux critères que l'analyse coûts-avantages ne peut pas considérer, ou ne considérer que de manière imparfaite.

En effet, malgré de nombreux travaux de recherche menés ces dernières années, **il est toujours difficile, sinon impossible, de prendre en compte certains effets d'un projet** sur le cadre de vie. Par exemple, l'amélioration qualitative de l'espace public concomitante à un projet d'aménagement de TCSP génère *a priori* beaucoup de coûts et peu de bénéfices, mais c'est sans compter, d'une part, la réelle amélioration du cadre de vie vécue par les habitants pouvant déboucher sur de nouveaux usages générateurs de bénéfices (activité commerciale, etc.) et, d'autre part, le « bénéfice électoral » qu'un ou plusieurs élus peuvent retirer du projet... Ce dernier paramètre peut paraître peu scientifique, mais à partir du moment où il pèse dans la décision, il serait quelque peu « curieux » de n'en faire aucune mention.

Paradoxe notable, les conséquences d'un projet sur l'emploi et donc, *in fine*, sur l'économie, ne peuvent pas être facilement prises en compte dans le cadre d'une analyse coûts-avantages. De même, la desserte par une infrastructure de transports de quartiers où les enjeux sociaux sont particulièrement forts ne peut être prise en compte à sa juste valeur dans le cadre d'une telle analyse.

La raison est – et c'est une des faiblesses de cette méthode, reconnue par certains de ses partisans – que l'analyse coûts-avantages repose sur une « fonction d'utilité » qui s'applique uniformément à l'ensemble de la population, et non de manière différenciée selon les individus. Si cela peut se comprendre sur le plan méthodologique (il serait difficile d'évaluer l'intérêt socio-économique d'un projet en ramenant l'intérêt que chaque individu pourrait en tirer par rapport à son propre référentiel !), cela pose néanmoins le problème de l'individu-type : existe-t-il, et surtout, est-il toujours adapté ? Le caractère « monolithique », uniforme, de cette fonction d'utilité pose donc problème. A l'inverse, **une aide multicritère à la décision permet la prise en compte d'enjeux spécifiques pour un territoire ou une population.**

Par ailleurs, se pose **la question des « externalités »** liées au projet et affectant son environnement : milieu naturel, milieu humain, etc. Tout projet d'infrastructure engendrant des nuisances de divers ordres, durant les travaux comme en phase d'exploitation, il est nécessaire de les prendre en compte. Dans ce cas, il est intéressant de constater que, si l'approche multicritère et l'approche purement économique se différencient nettement et aboutissent à des résultats opposés, les deux semblent *a priori* pertinentes.

La première s'appuie notamment sur les ressentis de la population par rapport aux nuisances et aux autres conséquences environnementales d'un projet de transport : il en résulte une volonté de minimiser ces nuisances, même s'il faut pour cela envisager des solutions techniques relativement coûteuses. Cela est visible notamment dans le cas des lignes ferroviaires à grande vitesse ; l'inconvénient majeur de cette méthode est qu'elle conduit souvent à ne pas retenir le projet le plus efficient.

Au contraire, l'analyse coûts-avantages considère qu'il faut mettre en regard d'une part les nuisances et d'autre part le consentement à payer des populations pour éviter lesdites nuisances. Il ressort de l'ensemble des études effectuées que les individus, bien que critiques vis-à-vis des nuisances (bruit, pollution, etc.) que peut engendrer un projet, ne sont pas prêts à dépenser des sommes élevées pour voir ces nuisances diminuer. En conséquence, l'analyse socio-économique d'un projet considérera que les externalités négatives d'un projet de transport ne doivent entrer qu'à la marge dans le calcul du bilan final. Si cette approche est satisfaisante dans l'optique d'une utilisation optimale des fonds publics, il est permis de douter de la pertinence de la méthode pour l'acceptation générale du projet.

De plus, d'autres externalités que celles traditionnellement analysées (congestion, accidents, bruit, pollution atmosphérique) se font jour : les effets de coupure engendrés par les infrastructures lourdes, notamment en milieu urbain, mais aussi plus généralement l'occupation des espaces publics et l'impact sur les paysages. **La monétarisation de ces effets externes du transport a fait l'objet de recherches, mais est encore imprécise.** Qui plus est, il semble que ces effets de coupure touchent plus particulièrement certains publics, ce qui pose de nouveau la question du caractère uniforme de la fonction d'utilité employée par l'analyse coûts-avantages, alors que le caractère plus « empirique » de l'analyse multicritère lui permet de prendre en compte plus facilement ce type de paramètres.

Enfin, signalons l'avantage de l'analyse multicritère pour l'évaluation de certains aspects liés au transport lui-même : l'amélioration de la ponctualité, l'évolutivité ou encore la facilité d'exploitation d'un réseau ou d'une ligne ne peuvent pas être facilement monétarisés.

2.1.2. Avantages d'une approche désagrégée

En séparant divers critères, cette méthode s'avère donc plus transparente que l'analyse coûts-avantages classique, qui non seulement fait appel à des notions parfois difficilement compréhensibles pour un public non initié (valeur du temps, monétarisation des coûts liés aux conséquences humaines des accidents routiers, etc.), mais de plus agrège l'ensemble de ces valeurs dans un même calcul économique. Ce **caractère « compensatoire » de l'analyse coûts-avantages** présente certes des côtés positifs, comme permettre une comparaison entre divers éléments difficilement comparables *a priori*, mais il a aussi des aspects négatifs : il est difficile de comprendre pourquoi des pertes de temps peuvent être compensées par une baisse du nombre d'accidents, par exemple.

La transparence de l'analyse multicritère favorise donc le dialogue entre les parties prenantes à la décision : il s'agit depuis longtemps d'un enjeu important dans la mesure où les décideurs ne sont pas nécessairement des experts en évaluation socio-économique, mais cet **enjeu de dialogue** est d'autant plus fort depuis quelques années, avec l'implication grandissante du grand public dans les processus de concertation, encouragée par le contexte législatif.

2.1.3. Un atout pour la prise de décision

Par ailleurs, si l'on considère que l'aide à la décision est la principale fonction d'une analyse multicritère, celle-ci offre aux décideurs un avantage incontestable par rapport à un bilan coûts-avantages : en fournissant des éléments désagrégés, elle autorise toute liberté dans la synthèse de ces éléments, et donc *in fine* dans la prise de décision, pourvu qu'elle soit assortie d'une argumentation suffisante. Ceci est beaucoup plus délicat dans le cadre d'une analyse coûts-avantages qui, en s'appuyant sur un raisonnement chiffré et déjà agrégé, fournit un résultat « objectivement optimal » auquel toute personne de bonne foi devrait donc se soumettre, et prive *de facto* le décideur de son pouvoir décisionnel... sauf à justifier pourquoi il prendrait une décision non rationnelle, ce qui n'est jamais évident.

Sur le plan de la gouvernance, l'analyse multicritère semble donc intéressante à plus d'un titre, d'autant qu'elle permet à chacun des acteurs de forger son point de vue en fonction de ses sensibilités.

Du point de vue du bureau d'études, l'intérêt d'un tel outil est évident pour :

- clarifier le choix entre plusieurs projets ou variantes ;
- synthétiser le contenu de l'étude ;

- le cas échéant, justifier ses préconisations.

Du point de vue du maître d'ouvrage, l'analyse multicritère constitue une bonne démarche pour :

- finaliser les réflexions sur le projet, notamment en clarifiant les objectifs ;
- aboutir ainsi à une décision en fonction du panel de critères et/ou d'objectifs retenus ;
- légitimer *a posteriori* la décision auprès du public, grâce à la relative simplicité de lecture.

2.2. Limites

L'analyse multicritère rencontre en revanche des problèmes méthodologiques certains, qu'il importe de bien cerner pour employer au mieux cet outil.

2.2.1. Une méthode empirique

La principale erreur serait de considérer que l'analyse multicritère obéit toujours à une démarche rigoureuse comme le fait l'analyse coûts-avantages, dont la méthode est plus ou moins figée – quoique régulièrement révisée.

Nous avons vu plus haut que, précisément, l'analyse multicritère telle que pratiquée aujourd'hui s'oppose aux méthodes « rigoureuses » passées, faisant appel à des notions scientifiques et/ou à des traitements informatiques parfois obscurs pour aboutir à une décision. S'appuyant sur le double constat de la fiabilité limitée des « anciennes » analyses multicritères et de l'absence de certains critères dans l'analyse coûts-avantages, la méthode actuelle se veut donc clairement empirique, préférant une bonne argumentation à une pondération. **Cela pose *a priori* un problème de légitimité, puisque cette analyse peut paraître purement subjective.** C'est pour cela qu'il est important de développer l'argumentation autour de faits objectifs (études de circulation, contraintes géotechniques, etc.) pour orienter objectivement le choix.

2.2.2. Choix et agrégation des critères

Le souci majeur d'une analyse multicritère vient de plusieurs problèmes :

- le choix des critères ;
- le processus d'agrégation des critères.

La sélection des critères peut s'avérer problématique à plusieurs titres. Le nombre de critères pose en lui-même problème, car il conditionne la facilité avec laquelle peut être menée la suite du processus. Plus généralement, **les critères choisis peuvent orienter fortement le choix : il importe donc de ne faire l'impasse sur aucun aspect du projet.** S'il y a peu de chances que l'essentiel soit oublié (fréquentation, insertion, coûts, impacts sur les autres modes de transport, etc.), il est important de prendre en compte de « petits » critères qui, s'ils ne « font » pas le choix à eux seuls, peuvent faire pencher la balance en faveur d'une solution. *A contrario*, oublier ou ignorer des critères lors de l'évaluation de variantes ou de scénarios conduirait à une indécision, voire pire, à une mauvaise décision.

Le problème est également posé avec l'agrégation finale des critères, dans l'objectif d'aboutir à une préconisation. En tout état de cause, cette étape est à la fois plus simple et plus complexe qu'une somme des critères. Plus simple, parce qu'elle évite la question, délicate et génératrice de fortes approximations, des poids des critères ; plus complexe aussi, parce qu'elle suppose, pour éviter de créer une « pondération implicite », de tenir compte d'éventuelles redondances, de l'importance relative des critères et du caractère bloquant de certains d'entre eux. Comment, dans ce cadre, trancher entre deux variantes si aucun procédé scientifique n'est satisfaisant, et surtout, comment faire comprendre ce choix après coup ?

3. REMARQUES ET PRECONISATIONS

Les suggestions suivantes ont avant tout pour objectif de tirer parti de tous les avantages qu'offre l'analyse multicritère, tout en tenant compte de ses limites.

3.1. Méthodologie

Une analyse multicritère, comme nous l'avons vu, ne peut probablement pas obéir à une méthodologie standardisée, du fait de ses multiples champs d'application et d'une variation sensible de la méthode selon l'interlocuteur principal. Néanmoins, quelques précautions sont à prendre, notamment lors de l'attribution de valeurs (qualitatives ou quantitatives) aux critères.

Cette méthodologie a été définie suite aux entretiens résumés en **annexe 1**, page 83, et après une lecture critique de plusieurs études dont les points essentiels sont mentionnés en **annexe 2**, page 94.

3.1.1. Généralités

Il est premièrement **indispensable que la liste de critères retenue soit largement partagée avec la maîtrise d'ouvrage**. Aussi évidente qu'elle puisse paraître, cette étape permet surtout de partir sur des bases communes. Cela peut s'avérer crucial en cas d'indécision initiale du maître d'ouvrage, ou inversement, en cas de non-coïncidence des résultats de l'étude avec la volonté politique. Particulièrement, il semble nécessaire, du moins au départ, de n'exclure aucun critère pour analyser le spectre le plus large possible d'effets du projet, quitte à simplifier ultérieurement la lecture, notamment face aux décideurs.

Il est en effet souhaitable, lors des rendus, de **se limiter à un petit nombre de critères ou, à défaut, de procéder à des regroupements « thématiques »** de ces critères. Un trop grand nombre de critères risque en effet de se heurter à deux problèmes : d'une part, le lecteur risque, face à une longue liste de critères, d'en sélectionner un certain nombre et donc de faire perdre une partie de l'intérêt à l'étude ; d'autre part, il existe un risque d'accorder à certains critères un « poids » important du fait des recoupements partiels qui peuvent exister entre critères. Toutefois, ces recoupements constituent aussi une force de l'analyse, car voir un même aspect sous plusieurs angles peut être d'un grand intérêt pour la maîtrise d'ouvrage.

Schématiquement, deux possibilités existent pour le choix des critères. Soit l'on privilégie une approche thématique que l'on décompose ensuite en divers aspects, soit l'on raisonne par objectifs puis par sous-objectifs. Dans tous les cas, il importe de trouver un certain équilibre entre les grands thèmes ou objectifs, qui guideront bien souvent la suite de l'analyse.

Certains éléments semblent cependant incontournables dans la liste des critères. Particulièrement, si l'avancement du projet le permet, intégrer le bilan d'une analyse socio-économique (TRI, etc.) permet de prendre en compte ce critère essentiel, sans en faire pour autant le seul outil de comparaison.

De plus, il est nécessaire de **définir clairement la situation de référence** qui sert de base à la comparaison. Est-ce la situation actuelle ? Est-ce un prolongement des tendances actuelles « au fil de l'eau » ? Est-ce une variante « de référence » préalablement définie ? C'est un point important, car il détermine la base sur laquelle s'appuieront les valeurs attribuées : une forte amélioration par rapport à la situation actuelle n'a pas la même signification que l'amélioration, même mineure, d'une variante de référence qui améliorerait déjà sensiblement l'existant. Opter pour une variante « de référence » permet de comparer plus facilement les coûts d'investissement entre les variantes, mais n'offre pas la même clarté lorsqu'il s'agit de comparer des coûts d'exploitation en situation de projet et en situation de « *do nothing* ». Tout dépend de ce que l'on souhaite mettre en avant, entre l'importance du changement ou l'optimisation de la décision – les deux n'étant évidemment pas incompatibles.

Le choix du **caractère qualitatif ou quantitatif des variables** dépend principalement de plusieurs facteurs. Les variables qualitatives, associées à un code couleurs, ont le mérite de favoriser la décision et constituent donc un bon moyen de communication, notamment vis-à-vis des élus et du public, mais des variables quantitatives sont également appréciées si elles permettent d'améliorer la précision des données. Dans le même registre, la discrétisation de variables qualitatives sur une échelle (allant par exemple de « -- » à « ++ ») doit être expliquée et explicitée : quand passe-t-on de « + » à « ++ » ? De la même manière, si les valeurs attribuées aux variables quantitatives ne sont pas évidentes (attribution d'une note, par exemple), une explication est indispensable. Des classements entre variantes sont *a priori* envisageables, mais posent des problèmes méthodologiques lors de l'agrégation des données, si cela revient à changer de référentiel en cours d'analyse.

Le processus permettant de passer de l'analyse des critères à la préconisation, autrement dit, le **processus d'agrégation des critères**, est particulièrement délicat.

D'une manière générale, il semble, comme nous l'avons vu, délicat d'employer des coefficients de pondération pour apprécier l'importance relative des critères, sauf si cela relève d'une demande du client. Si cette méthode devait être retenue, il importe de prévoir des tests de sensibilité sur ces coefficients, afin d'évaluer la « solidité » de la préconisation finale. En effet, d'une manière générale, la pondération stricte ne permet pas toujours d'aboutir à des résultats concluants, d'autant que cette pondération tient parfois lieu d'argumentation.

La hiérarchisation des critères est une piste intéressante, dans la mesure où elle conduit à établir une « préférence » en faveur d'un aspect particulier. Par ailleurs, cette notion de hiérarchisation permet de faire émerger la notion de critère « bloquant », notamment pour des raisons techniques. Toutefois, pour des raisons évidentes, il apparaît difficile de hiérarchiser ces critères dès qu'ils dépassent un nombre limité : on risquerait alors de retomber dans une équipondération, ou dans la négligence de certains critères. Un moyen de contourner cet obstacle est d'établir une liste succincte d'objectifs, regroupant chacun plusieurs critères. L'intérêt de cette méthode est double. D'une part, il est plus aisé de hiérarchiser trois ou quatre objectifs entre eux que de classer ou de pondérer une vingtaine de critères. D'autre part, il est facile de rattacher un objectif tel que « augmenter la vitesse commerciale du réseau » à ses conséquences concrètes, alors que plusieurs critères séparés ne permettraient pas de dégager cet objectif ; ainsi, l'intérêt pour le décideur est manifeste, d'autant que cela peut servir à la justification du choix.

Si l'on a opté pour une organisation des critères par thématiques, ou par objectifs, l'agrégation peut se faire en deux étapes, d'abord en évaluant chaque variante à l'aune de chaque thématique (ou objectif), puis de synthétiser l'ensemble en croisant l'ensemble des variantes avec l'appréciation obtenue pour chaque thématique (ou objectif). Dans ce cas, et à chaque étape, il est nécessaire d'argumenter le raisonnement qui conduit à préconiser *in fine* un scénario. L'importance relative des critères doit ici être explicitée : tel critère a un caractère éliminatoire ou très déterminant, etc. Les méthodes de présentation et de rendu peuvent, à cet égard, être particulièrement utiles.

Quoi qu'il en soit, c'est cette étape qui constitue le cœur du travail d'analyse du bureau d'études : c'est lors de celle-ci que l'on passe d'un « inventaire organisé » à une argumentation permettant la prise de décision. C'est pourquoi cette étape se doit d'être particulièrement argumentée.

3.1.2. Proposition d'une méthode d'analyse structurée par les objectifs du projet

La première étape, essentielle, est **la définition des objectifs du projet**. Si ceux-ci n'ont pas été définis par le maître d'ouvrage, il convient de les établir en coopération avec celui-ci, voire de les préciser si nécessaire. Lors de cette étape, il convient de ne pas confondre les objectifs et les moyens que l'on compte employer pour les atteindre : ceux-ci seront en effet définis dans les étapes ultérieures du processus. Une fois ces objectifs définis, il est préférable de ne plus en changer, sinon à la marge : dans la mesure où ils guident l'ensemble de la démarche multicritère, d'éventuels changements dans la liste de ces objectifs imposeraient une profonde remise en cause des étapes postérieures du travail. C'est en effet également lors de cette étape que **les critères doivent être définis et regroupés par objectifs** ; ils serviront à

évaluer les variantes et les scénarios. Ainsi est construite une **grille d'analyse multicritère à deux niveaux** : le premier niveau est celui des objectifs fondamentaux du projet, et le second celui des critères d'analyse. Il semble *a priori* possible de créer des sous-critères, mais pour des raisons de facilité de lecture de l'analyse, il est préférable de ne recourir à cette solution que dans certains cas où une complexité locale l'exige.

La deuxième étape consiste à **considérer l'ensemble des variantes réalisables** et à détailler les fonctionnalités de chacune, en fonction des objectifs définis au préalable. Ce travail permet de **construire un petit nombre de scénarios cohérents, différenciés et en adéquation avec les objectifs du projet**. Ces scénarios sont définis en collaboration avec la maîtrise d'ouvrage, puis analysés au regard de la grille définie en première étape. Comme la grille est à deux niveaux, **la comparaison multicritère s'effectue en deux étapes**. La première consiste à comparer les scénarios de manière détaillée, critère par critère, ce qui permet d'attribuer à chaque scénario une appréciation pour chaque objectif. La seconde partie consiste à croiser les scénarios avec les grands objectifs. En effet, s'il est délicat sur le plan méthodologique d'attribuer un poids à chaque critère, il devrait être plus aisé pour le décideur de déterminer, sinon des poids, du moins une hiérarchie entre les objectifs. C'est à travers ce travail de « priorisation » que doit se faire le choix final, où le maître d'ouvrage doit pouvoir compter sur le bureau d'études pour l'avertir si un choix qui semble *a priori* pertinent présente d'éventuels inconvénients susceptibles de nuire au projet.

3.2. Présentation de l'analyse et de ses conclusions

Si une méthodologie unique est difficile à mettre en œuvre, il semble en revanche possible d'harmoniser la présentation des analyses multicritères pour en faciliter la lecture et la compréhension.

Il semble, en dépit des défauts que le premier « rapport Boiteux » lui prête, que la présentation sous forme de tableaux récapitulatifs soit la meilleure solution pour synthétiser une réflexion. Cela n'exclut pas, et au contraire favorise, la rédaction parallèle d'une argumentation détaillée pour justifier les valeurs attribuées aux variantes pour chaque critère. De même, si l'agrégation finale des critères ou des thématiques peut également être illustrée sous forme de tableau, l'argumentation demeure primordiale.








Sur le plan purement formel, plusieurs éléments peuvent contribuer à homogénéiser les présentations :

- la création d'un langage graphique unique, incluant un code couleurs et l'utilisation complémentaire de pictogrammes pour souligner un point particulier,
- une présentation homogène des tableaux récapitulatifs.

3.2.1. Homogénéisation du langage graphique

Etant donné que l'analyse multicritère constitue également un bon outil de communication, un langage clair doit être employé lors de sa conception. Pour exprimer le caractère plus ou moins favorable d'une variante par rapport à un critère ou un objectif, on pourra employer les couleurs suivantes, immédiatement compréhensibles – du moins en France – par les interlocuteurs :

- effet très favorable : vert vif,
- effet favorable : vert clair,
- effet neutre : gris moyen,
- effet plutôt défavorable : orange clair,
- effet défavorable : rouge vif,
- effet très défavorable, rédhibitoire : rouge sombre, voire noir,
- effet non évalué : blanc.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Très favorable |
|  | Favorable |
|  | Neutre |
|  | Plutôt défavorable |
|  | Défavorable |
|  | Très défavorable |
|  | Non évalué / Sans objet |

L'utilisation de couleurs difficiles à interpréter est déconseillée. Typiquement, le jaune, même pâle, est à éviter pour désigner une solution neutre, car il est souvent considéré comme plus proche de l'orange (connotation négative) que du vert. Il est également déconseillé d'utiliser plus de 6 graduations pour l'échelle de valeurs, pour des raisons de facilité de perception. S'il est proposé trois niveaux du côté « défavorable » et seulement deux du côté « favorable », c'est avant tout parce qu'une des priorités d'un projet est, avant de chercher à maximiser ses effets positifs, de limiter ses impacts négatifs : d'où une meilleure différenciation nécessaire de ces derniers.

Ce code est particulièrement utile pour les critères qualitatifs. En ce qui concerne les critères pour lesquels une valeur quantifiée a pu être déterminée, il semble également judicieux d'utiliser un tel code, sous réserve de fixer et de justifier les seuils retenus ; cela n'empêche pas de mentionner explicitement les valeurs quantitatives.

Par rapport à l'utilisation de symboles (« + » et « - », par exemple), les couleurs interdisent, ou du moins rendent difficile, toute « addition » de critères que l'on pourrait être tenté de faire afin de comparer les variantes.

En complément, il peut être judicieux d'employer avec parcimonie des pictogrammes, pour souligner une difficulté particulière, un aspect que l'on souhaite mettre en exergue ou qui semble en contradiction avec la couleur utilisée : par exemple, si une variante a des conséquences globalement positives, mais un inconvénient très localisé, ce peut être une bonne piste pour souligner cet état de fait. Un pictogramme rappelant le panneau routier de danger peut donc s'avérer utile pour souligner un point devant faire l'objet d'une attention particulière. Mais cela pourrait complexifier la lecture. Il peut également paraître intéressant de faire de ce « point singulier » un critère à part entière, évalué séparément, afin de mieux le mettre en valeur.

3.2.2. Homogénéisation des tableaux récapitulatifs

Dans les rapports, compte tenu de l'importance accordée à l'analyse multicritères, il semble judicieux de procéder à la construction de tableaux récapitulatifs de grande taille, où figure dans chaque case, en plus du code couleurs proposé, l'argumentation synthétisée conduisant à attribuer cette valeur au critère (dans le cadre d'un critère qualitatif). En revanche, dans les présentations de type « PowerPoint », l'exigence de lisibilité incite à ne placer qu'un minimum d'informations textuelles dans les cases du tableau, sauf peut-être les éléments chiffrés, et à privilégier l'utilisation des couleurs.

Sur le plan de la présentation du tableau proprement dit, étant donné le grand nombre de critères par rapport au nombre de variantes à étudier, il semble plus intéressant de placer les critères en lignes, et les variantes en colonnes, pour conserver un bon confort de lecture ; cela facilite de plus l'évaluation de chaque variante. Surtout, il est important de conserver ce choix tout au long de la présentation ou du rapport, pour ne pas « dérouter » le lecteur.

Dans le cas de tableaux présentant une étape particulière du processus (présélection de scénarios, voire choix final), il peut être intéressant de synthétiser le choix en bas du tableau, en désignant par des flèches la ou les variante(s) préconisées. D'une part parce que ces préconisations, même si elles sont purement indicatives, font partie de l'analyse, et qu'il est donc logique qu'elles figurent dans le tableau récapitulatif ; d'autre part parce que cela facilite encore la lecture et renforce le rôle central de ce moyen de communication.

4. APPLICATIONS A DES PROJETS D'EXTENSION DU RESEAU DE TRAMWAY DE STRASBOURG

Les applications suivantes ont été réalisées dans le cadre des études d'avant-projet de deux extensions du réseau de tramway de l'agglomération strasbourgeoise.

4.1. Contexte des projets

4.1.1. Contexte territorial : l'agglomération strasbourgeoise

4.1.1.1. Présentation générale

Strasbourg est le chef-lieu du département du Bas-Rhin et de la Région Alsace. La ville comptait 276 000 habitants en 2007. Elle est située au centre d'une communauté urbaine fondée en 1967 (la CUS), regroupant 28 communes et 475 000 habitants. La seule commune de Strasbourg représente donc 60 % de la population de la CUS, qui elle-même rassemble plus de 40 % de la population du département.

Comme de nombreuses agglomérations européennes, la CUS (représentée sur la carte de la figure 1) est structurée autour d'un noyau urbain ancien constitué par la « Grande Île » et ses abords immédiats. Véritable cœur de l'agglomération, il est entouré de quartiers denses (faubourgs), datant des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, s'étendant parfois au-delà des limites de la ville-centre (Schiltigheim notamment). La seconde moitié du XX^{ème} siècle a été marquée, dans un premier temps, par la construction de grands ensembles, dans les quartiers périphériques de Strasbourg (HautePierre, Elsau, Meinau, Neuhof, Cité Nucléaire de Cronembourg), dans les communes voisines (Hoenheim, Bischheim, Schiltigheim, Illkirch) mais aussi dans certains quartiers proches du centre (Esplanade). Puis la dynamique de périurbanisation a conduit à un fort étalement de la surface urbanisée, le plus souvent sous forme d'habitat individuel, suivant globalement un axe Nord-Sud parallèle au Rhin ; toutefois, les territoires situés à l'Ouest (Kochersberg) et à l'Est (commune allemande de Kehl am Rhein) sont nettement polarisés par l'agglomération strasbourgeoise.

Figure 1 : La Communauté urbaine de Strasbourg

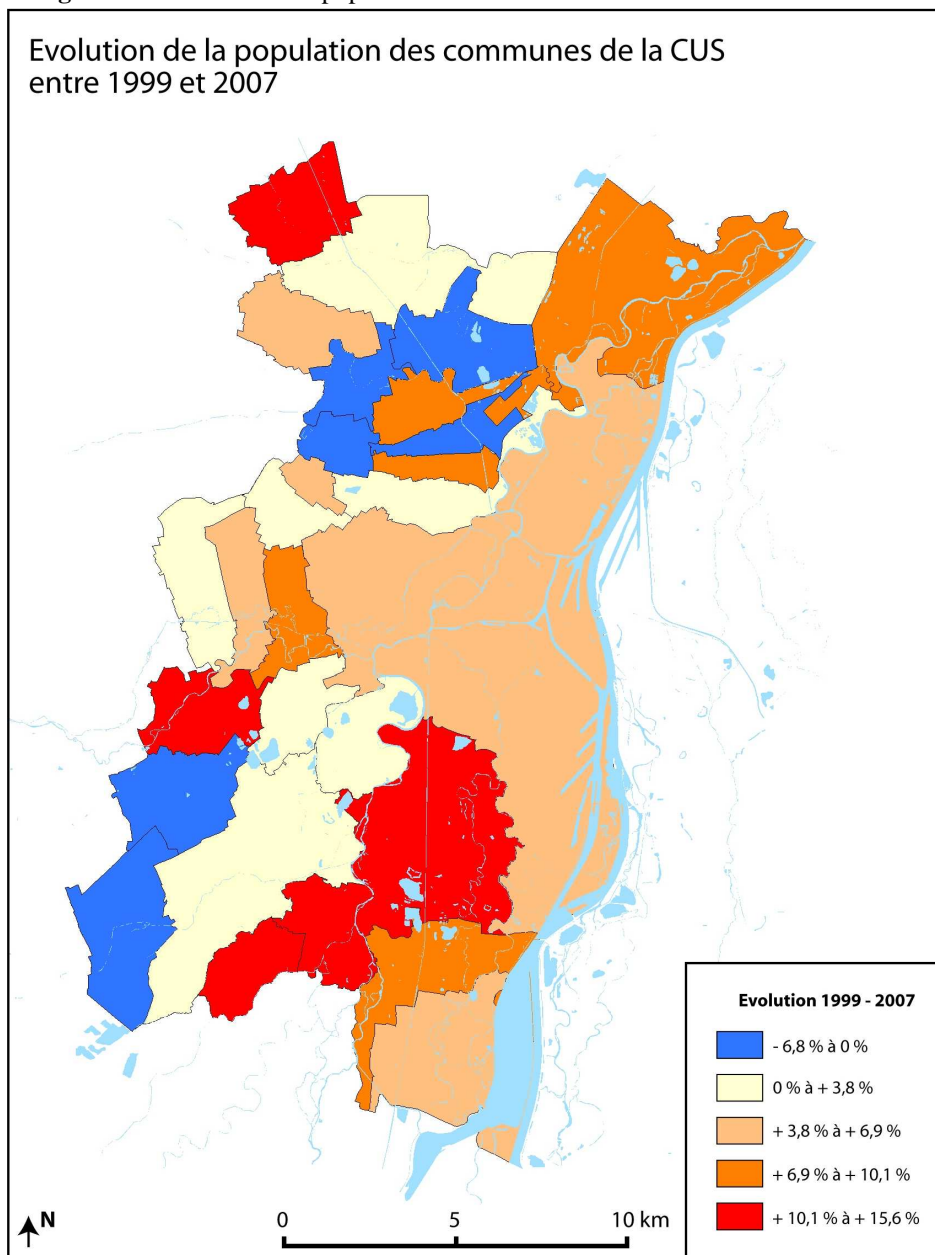
La Communauté urbaine de Strasbourg



Source : ADEUS.

De 1999 à 2007, la population de la CUS a connu une croissance de 4,9 %, cette moyenne traduisant des réalités contrastées selon les communes. En effet, si Strasbourg se situe dans la moyenne (+ 4,6 %), certaines communes périphériques s'avèrent particulièrement dynamiques : Illkirch-Graffenstaden en première couronne (+ 15,5 %), mais aussi des communes périurbaines plus éloignées comme Fegersheim (+ 15,5 %) et Eckwersheim (+ 14,5 %). Inversement, d'autres communes voient leur population stagner, voire diminuer : les communes périurbaines de Geispolsheim (stabilité), de Mundolsheim (- 2,5 %) et de Reichstett (- 6,7 %) sont dans ce cas. La figure 2 illustre cette diversité.

Figure 2 : Evolution de la population des communes de la CUS entre 1999 et 2007



Les évolutions démographiques sont donc contrastées selon les territoires, et très éloignées de l'ancien schéma selon lequel le centre se vide de ses habitants tandis que les territoires périurbains connaissent un fort dynamisme. Toutefois, dans le même temps, la population du département du Bas-Rhin a progressé de 7,5 %, ce qui traduit, entre autres, une dynamique de périurbanisation s'étendant en-dehors de la CUS.

4.1.1.2. Le SCOTERS, document de planification du territoire

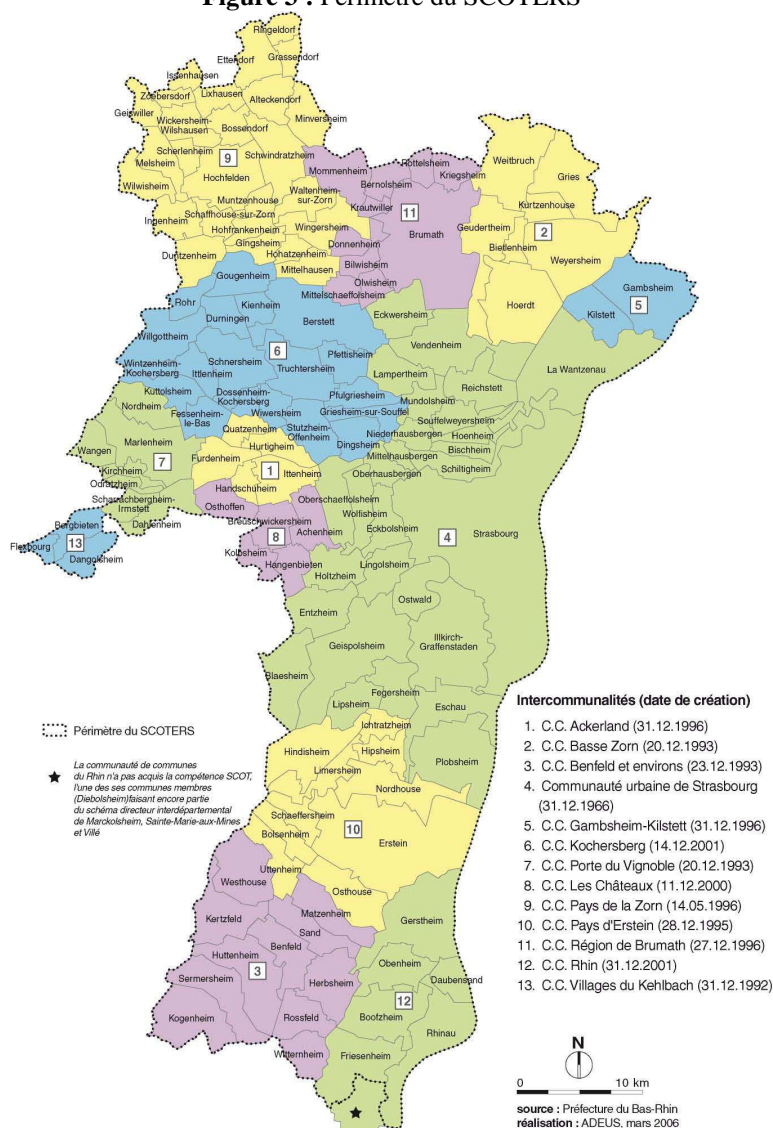
Ces évolutions fortes du territoire, associées à un certain nombre d'enjeux (préservation de l'environnement, volonté de conserver une vocation agricole dans certains territoires, etc.) ont amené à poser la question de la maîtrise de l'urbanisation, dans un contexte où le bassin de vie de Strasbourg dépasse désormais largement le périmètre de la CUS. Un premier Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) avait été créé en 1973, concernant 93 communes, mais l'augmentation de la mobilité et surtout des distances parcourues a incité à l'extension de ce périmètre.

C'est dans ce cadre qu'a été élaboré le SCOTERS (Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg) à partir de 1999. 141 communes sont désormais concernées, soit 600 000 habitants ; le périmètre d'application de ce document est représenté en figure 3. Approuvé en juin 2006, il impose une compatibilité à l'ensemble des documents d'urbanisme des communes concernées. Les objectifs du SCOTERS peuvent être résumés ainsi :

- Planification de l'aménagement du territoire ;
- Préservation du cadre de vie et du fonctionnement écologique du territoire ;
- Optimisation du développement économique ;
- Réponse aux besoins en logements ;
- Organisation du territoire autour des transports en commun.

Ce dernier point s'appuie sur notamment une meilleure intégration des réseaux existants (urbains, interurbains, régionaux) et sur plusieurs projets d'investissement, à toutes les échelles, et concernant l'ensemble des AOT du secteur (CUS pour les projets de transports urbains, Conseil Général pour les transports interurbains et Région pour les transports régionaux).

Figure 3 : Périmètre du SCOTERS



Source : ADEUS (2006), Rapport de présentation du SCOTERS.

4.1.2. Politiques de déplacements de la CUS

Les extensions de réseau qui font aujourd'hui l'objet d'études d'avant-projet s'inscrivent dans la continuité d'une politique engagée voici une vingtaine d'années, dont les principes et les grandes étapes sont brièvement rappelés ici.

4.1.2.1. Le tramway, élément central des politiques de déplacements

Au départ intéressée par un projet de métro à gabarit réduit (VAL), l'agglomération strasbourgeoise s'est finalement orientée, à la faveur d'une alternance politique, vers la constitution d'un réseau de tramway. Le principe qui a guidé la construction de la première ligne était le suivant : le tramway doit être, à la fois, un moyen d'améliorer l'offre et la qualité de service des transports dans la CUS, et une opportunité pour modifier profondément la

physionomie et les usages du centre-ville historique, notamment pour y limiter la place de la voiture (circulation comme stationnement).

Afin de traiter l'ensemble des enjeux liés à la mobilité urbaine et périurbaine, la CUS a entamé en 1989 une démarche de Plan de Déplacements Urbains (PDU). Si le premier PDU n'a été approuvé qu'en juillet 2000, de nombreuses études ont été menées durant les années 1990 dans le cadre de cette démarche, et une politique globale de déplacements, dont la construction de lignes de tramway n'est qu'un volet parmi d'autres, a été élaborée.

Cette démarche a conduit à la création de plusieurs documents de planification des déplacements (schéma directeur vélo, plan directeur tramway « 2010 », plans locaux de déplacements par secteur de la CUS, etc.), certes distincts, mais guidés par les mêmes objectifs généraux, réaffirmés dans le PDU de 2000.

Ainsi, la mise en service de la ligne A en 1994, entre le quartier excentré et sensible de Hautepierre et le Nord de la commune d'Illkirch-Graffenstaden (station *Baggersee*), s'est accompagnée de plusieurs mesures visant à atteindre ces objectifs :

- piétonisation de nombreux espaces emblématiques du centre-ville, mais aussi, d'une manière plus générale, aménagements facilitant la pratique de la marche et/ou du vélo dans les quartiers traversés ;
- création de trois parcs-relais au contact du tramway, permettant des temps de parcours attractifs vers le centre-ville ; c'est notamment le cas de celui de la station *Rotonde*, à proximité de deux infrastructures autoroutières et à quelques minutes de tramway du centre grâce au tunnel passant sous la gare ;
- mise en place dans le secteur central d'un plan de circulation et de stationnement favorisant les résidents et décourageant les mouvements pendulaires ;
- redéploiement de nombreuses lignes de bus afin de diffuser l'effet positif du tramway sur l'ensemble du réseau.

Le réseau de tramway s'est ensuite progressivement développé :

- prolongement de la ligne A vers le Sud (*Illkirch – Lixenbuhl*) via le campus universitaire (juillet 1998) ;
- doublement de la ligne A sur sa partie centrale en septembre 1998 (ligne D entre *Rotonde* et *Etoile – Polygone*) ;
- ouverture des lignes B (*Elsau – Hoenheim Gare*) et C (*Elsau – Esplanade*) en 2000, croisant le tronc commun A/D au centre de la ville (station *Homme de Fer*), et desservant plusieurs parcs-relais de grande capacité ;
- programme d'extensions « 2006-2008 » incluant le prolongement de la ligne B vers le Sud-ouest (communes d'Ostwald et de Lingolsheim), l'extension de la ligne C de

l'Esplanade au quartier du Neuhof, le prolongement de la ligne D vers l'est de Neudorf (station *Aristide Briand*), et la création de la ligne E, entre *Baggersee* et le quartier de la Robertsau, *via* les fronts de Neudorf et l'Esplanade, sans passer par le nœud central *Homme de Fer*.

La quasi-totalité des extensions prévues au « plan directeur tramway 2010 » de 1995 a ainsi été réalisée.

4.1.2.2. *Le réseau de transport en commun de la CUS*

Actuellement, le réseau de transport urbain de l'agglomération strasbourgeoise comprend cinq lignes de tramway, vingt-six lignes de bus ainsi que trois services de navettes de quartier.

Le tramway totalise, pour 36,4 km d'infrastructures, 52 km de lignes commerciales⁴ et 65 stations⁵. Le réseau s'articule autour de plusieurs nœuds de correspondance situés dans le « centre élargi » de la ville : *Homme de Fer*, *République*, *Landsberg* et *Etoile*. A la fin de l'année 2010, la mise en service de la ligne F, entre la gare centrale et le quartier de l'Esplanade, portera à 67 le nombre de stations desservies et à 40,5 km la longueur des infrastructures ; à cette échéance, certains tronçons seront desservis par trois lignes. Le réseau de bus dessert les 28 communes de la CUS. 900 arrêts sont proposés, le niveau de desserte variant selon les lignes et la densité des secteurs traversés. Progressivement restructuré à chaque extension du réseau de tramway, il propose de nombreuses possibilités de connexion avec celui-ci (toutes les lignes offrent une correspondance avec une ligne de tramway, le plus souvent avec deux lignes ou plus). Le réseau est représenté en figure 4.

En termes de trafic, le tramway a assuré en moyenne, en 2009, 272 000 voyages par jour ouvrable, et le réseau bus 125 000 voyages, soit moins du tiers des quelque 400 000 voyages quotidiens. Le nombre moyen de lignes prises est de 1,31.

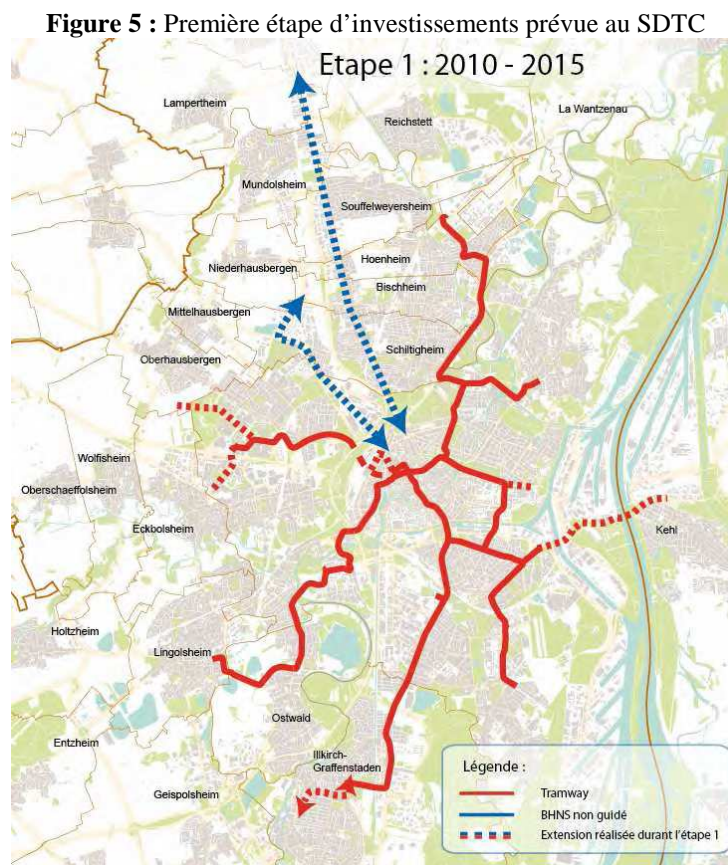
⁴ L'importante différence entre kilométrage d'infrastructure et kilométrage commercial reflète l'importance des troncs communs partagés par plusieurs lignes : ainsi par exemple, la ligne D n'est « seule » sur son infrastructure qu'entre les stations *Jean Jaurès* et *Aristide Briand*, soit 7 % de sa longueur.

⁵ Source : CTS, *Longueur commerciale du réseau tramway 2009*.

4.1.2.3. Projets

Le réseau de transports de l'agglomération strasbourgeoise devrait continuer son évolution dans les années à venir. Actuellement, le PDU est en cours de révision ; par ailleurs, un nouveau Schéma Directeur des Transports Collectifs « 2010-2025 » (SDTC) a été approuvé fin juin 2010 par le Conseil de la CUS.

Ce document fixe les grandes orientations pour les futures réalisations. Particulièrement, il rappelle que, si la couverture spatiale et temporelle du réseau est correcte pour le centre de l'agglomération et une partie de la première couronne, ce n'est pas le cas de l'ensemble de l'agglomération ; plus généralement, le risque de voir perdurer un « réseau à deux vitesses » est souligné. Il est donc proposé de poursuivre l'extension du réseau tramway, mais de manière plus modérée, et de réfléchir à un maillage du réseau au Nord du centre-ville pour éviter de congestionner la station centrale *Homme de Fer*. Surtout, ce document met l'accent sur le développement de plusieurs axes de bus à haut niveau de service (BHNS), radiaux et de rocade, afin de mieux mailler le réseau et de raccorder le maximum de territoires à un réseau attractif. Trois phases d'investissements sont prévues : 2010-2015 (représentée en figure 5), 2016-2020 et 2021-2025.



Source : CUS, Schéma Directeur des Transports Collectifs 2010-2025.

Les deux projets d'extension du réseau tramway dont il sera question ici font partie de la première tranche d'investissements : il s'agit, d'une part, du prolongement de la ligne A vers l'Ouest, et d'autre part du prolongement de la ligne D vers l'Est de Strasbourg et la ville allemande de Kehl.

4.2. Projet d'extension de la ligne A vers l'Ouest

4.2.1. Contexte et objectifs du projet

4.2.1.1. *Le secteur Ouest de l'agglomération : un secteur en développement*

Actuellement, le terminus Ouest de la ligne A est situé au centre du quartier de Hautepierre, classé « politique de la ville ». Le développement de nombreux projets urbains aux alentours de ce secteur rendent nécessaire, à court terme, une extension de la ligne.

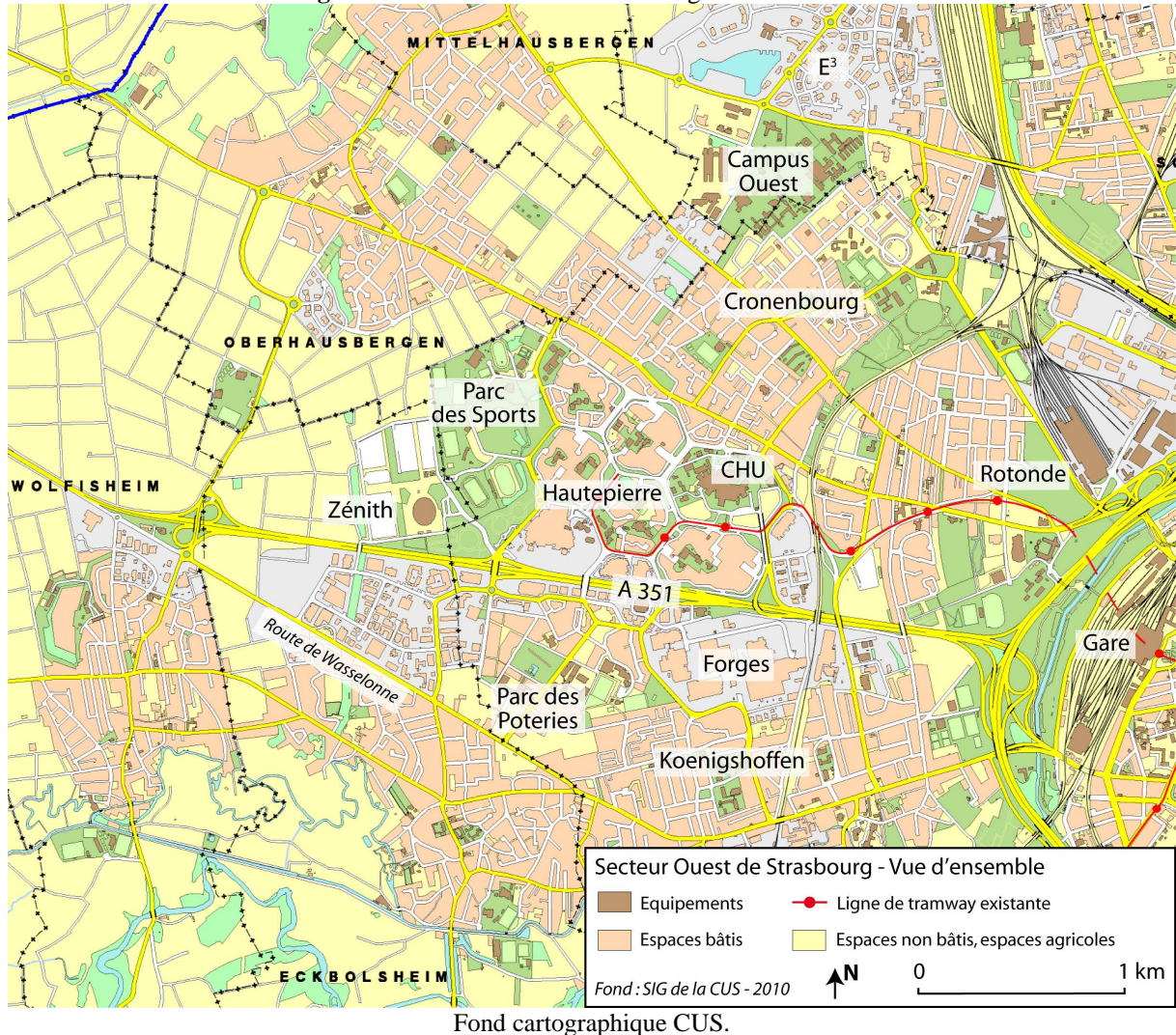
Par exemple, durant les années 2000, un nouveau quartier s'est développé au Sud de Hautepierre, autour du Parc des Poteries ; il comprend notamment l'important lycée Marcel Rudloff, et constitue un « morceau de ville » assez dense, mais mal relié aux autres quartiers. Le grand ensemble de Hautepierre, dont certains secteurs sont très dégradés, fait pour sa part l'objet d'un projet de rénovation urbaine (PRU). Ce projet devrait permettre, sur le plan des déplacements, d'améliorer la lisibilité des espaces en séparant nettement les voies publiques des parcelles privées, d'ouvrir le quartier en modifiant sensiblement le plan de circulation, et de constituer une véritable centralité. Le réaménagement de l'avenue Racine, axe traversant le quartier du Nord-ouest au Sud-est, est un aspect central du projet.

Plus généralement, le secteur Ouest de l'agglomération, représenté en figure 6, connaît de profonds changements. Cette partie de l'agglomération devrait connaître une forte croissance de sa population et du nombre d'emplois. Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) du SCOTERS stipule ainsi que « *le développement de l'espace métropolitain s'appuiera sur les pôles urbains suivants : (...)*

- l'Ouest de l'agglomération strasbourgeoise : Eckbolsheim dont le développement est lié à celui des quartiers les plus proches de Strasbourg à savoir Cronembourg, Hautepierre et Koenigshoffen ; cet ensemble constitue un quatrième pôle urbain au sein de l'agglomération strasbourgeoise ; ce pôle urbain pourra s'appuyer sur un nouveau secteur d'urbanisation situé entre Wolfisheim et Oberhausbergen ».

Ce projet de territoire s'est traduit récemment par l'arrivée du Zénith, au Nord de la commune d'Eckbolsheim.

Figure 6 : Secteur Ouest de Strasbourg – vue d’ensemble



Fond cartographique CUS.

Ce développement doit toutefois prendre en compte un certain nombre de contraintes, notamment environnementales, que les documents de planification mentionnent. Particulièrement, ce secteur est marqué par la présence d’une espèce animale à protéger (le grand hamster d’Alsace).

4.2.1.2. Enjeux du projet sur le plan des transports

La structuration de ce territoire devrait être assurée, selon le SCOTERS, par de grandes infrastructures de transport collectif. Ainsi sont prévus à terme :

- La Voie de Liaison Intercommunale Ouest (VLIO), infrastructure de rocade regroupant une voirie destinée aux véhicules particuliers et un site propre pour bus ; elle permettra de relier les communes de l’arc Nord-ouest strasbourgeois (Wolfisheim, Eckbolsheim, Oberhausbergen, Mittelhausbergen, Niederhausbergen) et de desservir l’Espace Européen de l’Entreprise (ou « E³ »), situé à Schiltigheim ;

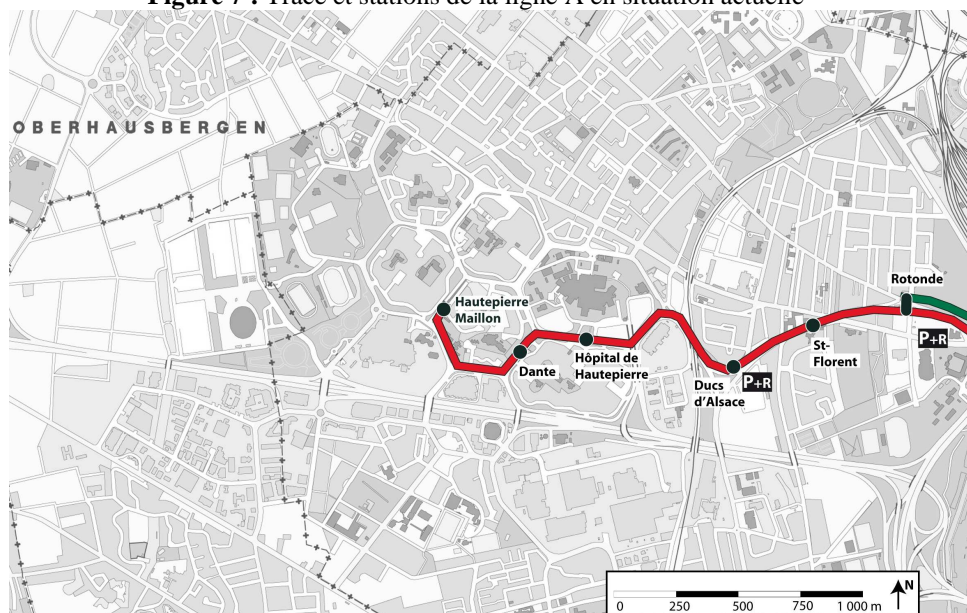
- La création du Transport en Site Propre de l'Ouest (TSPO), projet porté par le département en vue d'établir une liaison interurbaine à haut niveau de service entre Strasbourg, les territoires périurbains du Kochersberg et le pôle urbain de Wasselonne, situés à l'écart des infrastructures ferroviaires ;
- Le prolongement de la ligne F du tramway, depuis la gare centrale, vers le quartier dense de Koenigshoffen et la route de Wasselonne ;
- L'extension de la ligne A du tramway, vers le parc des Poteries d'une part, et vers la commune d'Oberhausbergen d'autre part, afin de faire en sorte que Hautepierre devienne un lieu de passage et un pôle urbain à part entière, à l'opposé du quartier d'aujourd'hui, situé en extrémité d'agglomération et replié sur lui-même.

Si le prolongement de la ligne A devrait être le premier de ces projets à voir le jour, il s'inscrit donc dans un plan d'ensemble qu'il convient de connaître pour définir les objectifs du projet et mener l'analyse des variantes.

4.2.1.3. Présentation du projet initial

Les objectifs fonctionnels du projet d'extension de la ligne A, dont le tracé actuel est présenté en figure 7, étaient de divers ordres : désenclavement de Hautepierre et/ou du Parc des Poteries, accompagnement du PRU de Hautepierre, desserte épisodique du Zénith, amélioration de l'intermodalité « voiture – tramway » par la construction d'un parc-relais en lien avec la VLIO, amélioration du réseau cyclable, redéploiement du réseau de bus, préservation d'une capacité d'extension ultérieure vers l'Ouest d'Oberhausbergen, etc.

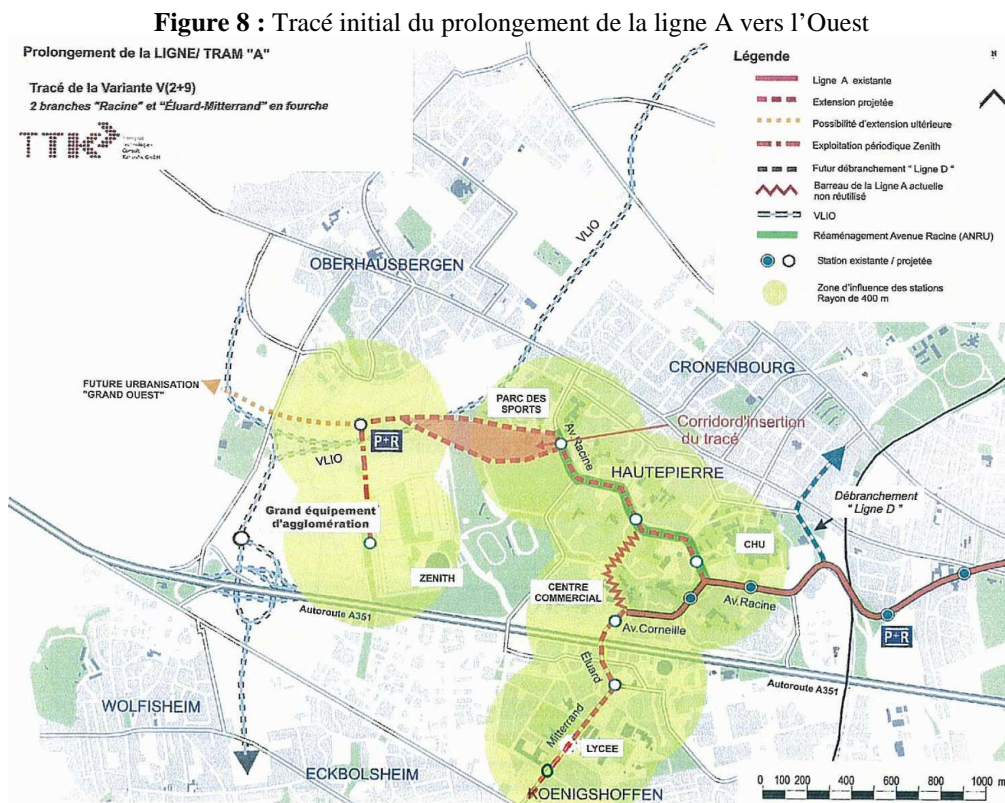
Figure 7 : Tracé et stations de la ligne A en situation actuelle



Fond cartographique CUS.

Lors des études de définition, diverses variantes avaient été considérées. Deux « familles » de tracé étaient distinguées : les variantes « Nord » d'une part, permettant de desservir au mieux l'ensemble de HautePierre et de s'insérer dans le projet de rénovation urbaine ; les variantes « Sud » d'autre part, davantage orientées vers le Sud de HautePierre, voire vers le quartier des Poteries.

A l'issue de la concertation, la CUS a décidé de réaliser une extension sous forme de fourche, une branche desservant l'avenue Racine et l'Ouest du quartier de HautePierre, l'autre branche s'orientant vers le lycée Marcel Rudloff. Le tracé est présenté en figure 8.



Source : TTK (2009).

Le projet consiste donc :

- A construire un débranchement, en aval de la station actuelle *Hôpital de HautePierre*, en direction du Nord : implanté sur l'avenue Racine, il dessert trois stations dans le quartier de HautePierre (successivement, *Victor Hugo*, *Tolstoï* et *Parc des Sports*) puis se dirige, à travers le parc des sports puis des espaces agricoles, vers un pôle multimodal nommé *Oberhausbergen Sud*, sur la commune du même nom, permettant de connecter la ligne de tramway à un parc-relais accessible par la VLIO, ainsi qu'aux bus circulant sur le site propre lié à la VLIO ;

il s'agit du terminus en situation normale, mais une antenne dirigée vers le Sud permet de desservir, en fonction des besoins, le Zénith ;

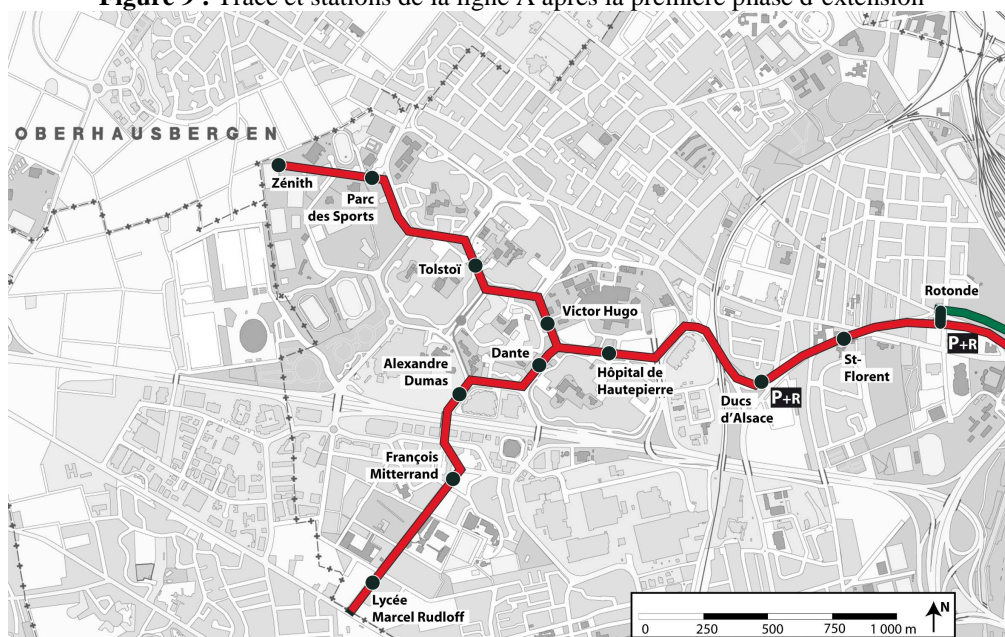
- A établir un deuxième débranchement, en aval de la station actuelle *Dante*, orienté vers le Sud ; il permet la desserte du centre commercial (station *Alexandre Dumas*), puis franchit l'autoroute A351 pour se diriger vers le quartier des Poteries, desservi par la station *François Mitterrand* et le terminus *Lycée Marcel Rudloff* ;
- Et à désaffecter la section actuellement exploitée entre le carrefour « avenue Corneille – avenue Eluard » et le terminus de *Hautepierre – Maillon*, situé sur l'avenue Cervantès.

La section du prolongement de la ligne A en direction du Parc des Poteries (branche dite « A2 ») ne pose pas de problème majeur, du fait de son insertion sur des voies publiques existantes. En revanche, la branche dite « A1 » doit faire face à plusieurs obstacles, liés notamment à la traversée d'espaces naturels et à la protection du grand hamster d'Alsace ; cela génère de fortes contraintes réglementaires, susceptibles de retarder la réalisation du projet. De plus, une relative incertitude existe quant à l'avenir exact, notamment en termes d'urbanisation, des environs du Zénith ; la situation doit être clarifiée avant d'y insérer toute nouvelle infrastructure.

Afin de ne pas retarder l'ensemble du projet et de répondre au plus vite aux besoins de desserte identifiés, il a donc été décidé d'effectuer l'extension de la ligne A en deux phases :

- La première phase consiste à réaliser l'ensemble de la branche « A2 », ainsi qu'une partie de la branche « A1 » : *celle-ci devra rester sur le territoire de la commune de Strasbourg* ; toutefois, pour desservir le Zénith dès cette première phase, une station « provisoire » sera implantée sur le tracé, au plus près possible de cet équipement ; la figure 9 représente le tracé de la ligne A à l'issue de la première phase.

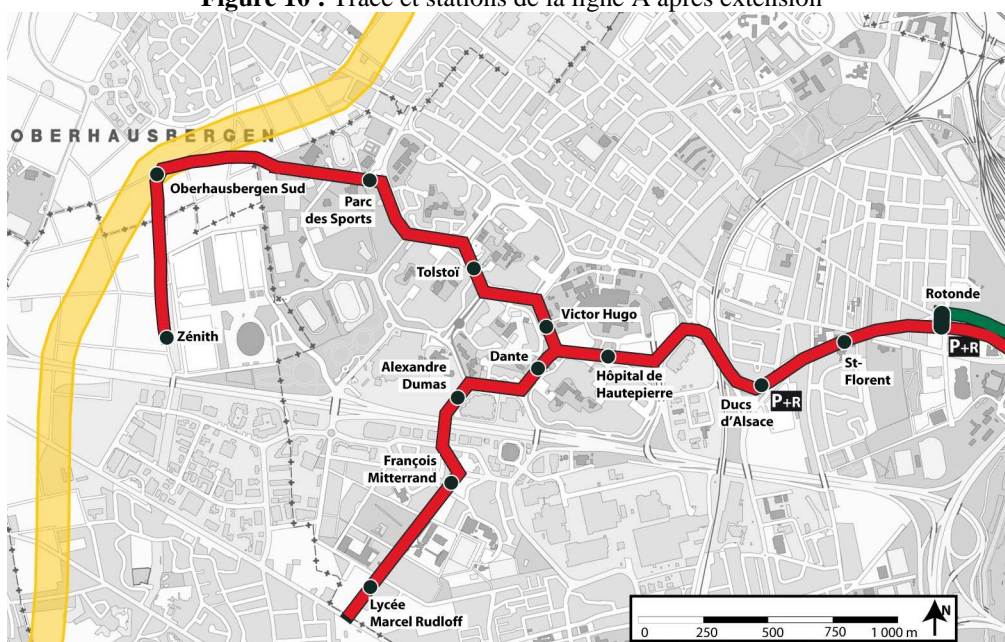
Figure 9 : Tracé et stations de la ligne A après la première phase d'extension



Fond cartographique CUS.

- La seconde phase permettra, après résolution des contraintes réglementaires, la poursuite de la branche « A1 » jusqu'au pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* et jusqu'à la station *Zénith* définitive. La figure 10 illustre cette situation ; le tracé jaune représente le corridor d'insertion de la VLIO, en cours de définition.

Figure 10 : Tracé et stations de la ligne A après extension



Fond cartographique CUS.

4.2.2. Première phase du projet

Le travail sur la première phase du projet a porté sur de nombreux aspects : tracé précis de la branche « A1 », restructuration du réseau bus, exploitation de la ligne après extension, etc. Dans tous les cas, la difficulté de cette étape réside dans la nécessité de prendre des décisions préservant l'avenir et surtout la possibilité de réaliser ultérieurement la deuxième phase sans inconvénient majeur. Si ces décisions ne se sont pas toujours appuyées sur une analyse détaillée, il est nécessaire de les signaler pour saisir l'ensemble des enjeux du projet.

4.2.2.1. Un contexte urbain particulier

Le quartier de Hautepierre ressort particulièrement dans le tissu urbain strasbourgeois : il consiste en une trame viaire formant des « mailles » hexagonales, unités urbaines ceinturées par de larges avenues. L'intérieur de ces mailles est majoritairement constitué d'habitat collectif caractéristique de l'époque de conception du quartier, mais inclut également quelques noyaux d'habitat pavillonnaire, ainsi que plusieurs équipements publics (établissements scolaires, etc.). Chacune de ces mailles est baptisée d'un prénom féminin. La figure 11 ci-dessous permet d'appréhender la toponymie particulière du lieu, qui sera fréquemment employée par la suite.

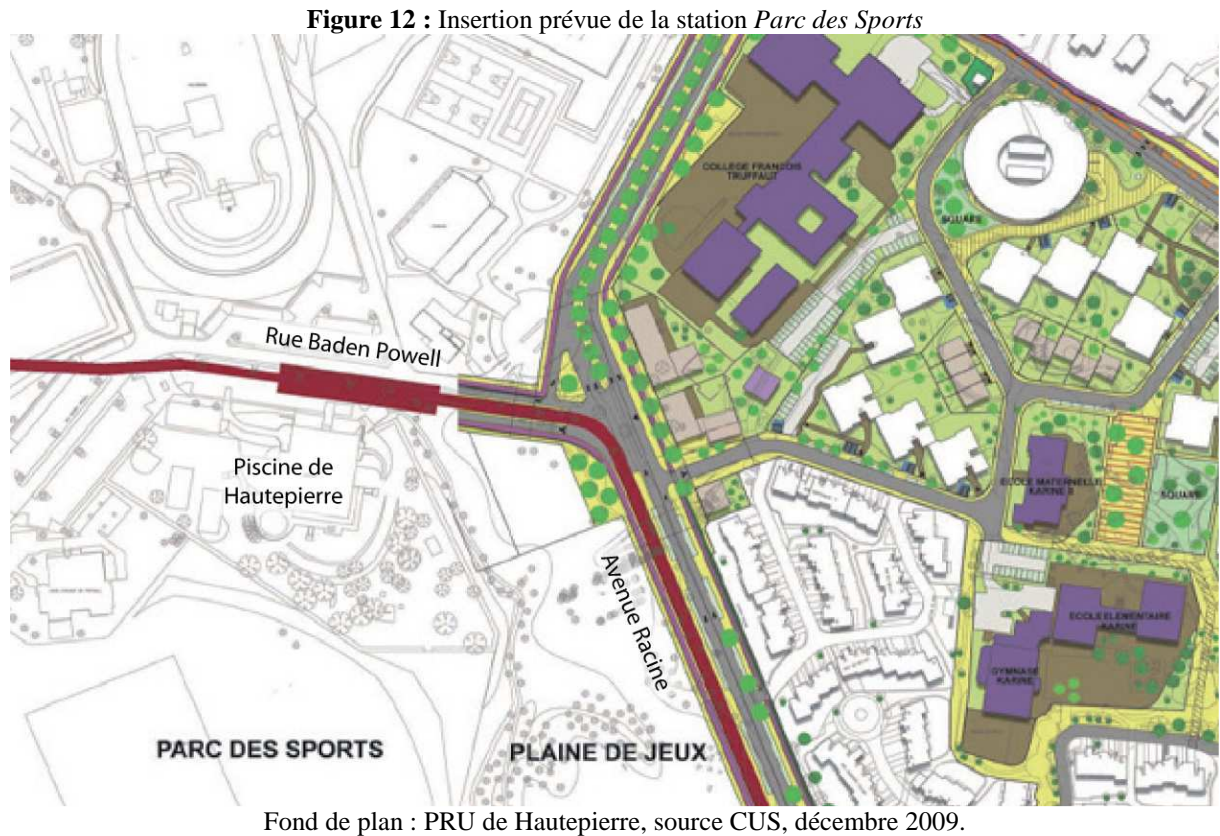
Figure 11 : Les « mailles » du quartier de Hautepierre



Fond cartographique CUS.

4.2.2.2. Positionnement de la station *Parc des Sports*

Deux emplacements étaient proposés pour la station *Parc des Sports*. Le tracé de base consistait à placer la station au plus près des installations sportives, dans la rue Baden Powell, devant l'entrée de la piscine de HautePierre. La figure 12 ci-dessous représente cette implantation.



Une variante consistait à implanter la station le long de l'avenue Racine, quelques mètres au Sud de l'intersection avec la rue Baden Powell, à proximité des logements de la maille Karine.

Ces deux emplacements répondent à des logiques différentes, l'une privilégiant la desserte des équipements sportifs, l'autre s'insérant au plus près des secteurs d'habitat collectif et pavillonnaire, et favorisant une éventuelle correspondance avec le réseau bus dans le cas où une ligne passerait sur l'avenue Racine. Cette station constitue, en première phase, le terminus de la ligne (hors événements au Zénith) : elle devrait donc être le lieu de manœuvres et de stationnement des rames, mais aussi, comme toute station, un lieu de passage et d'attente pour les voyageurs.

A la demande des riverains de l'avenue Racine, invoquant un risque de nuisances, mais aussi face à l'avis généralement favorable à une implantation proche des installations sportives, il a été décidé, *dans un premier temps*, de conserver le tracé de base. Cette solution

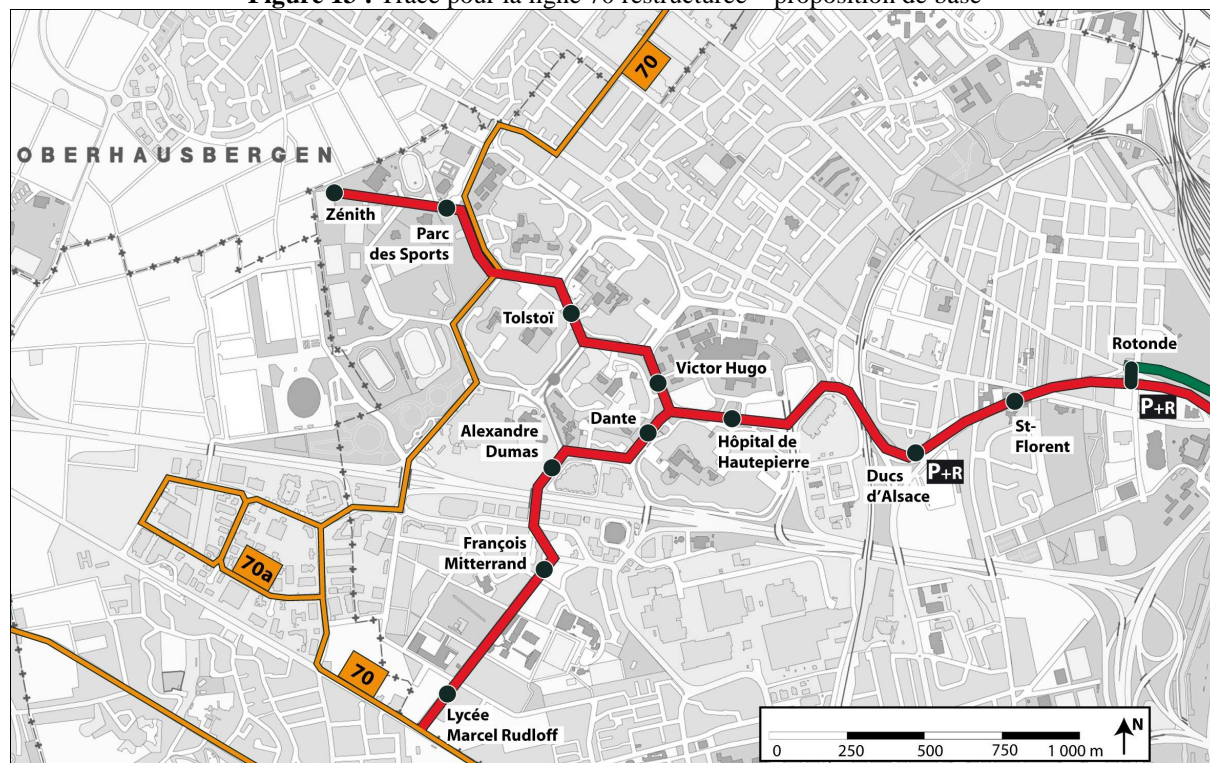
s'insère plus facilement, le cadre urbain étant moins contraint que sur l'avenue Racine où de nombreuses fonctions urbaines doivent être restituées. En revanche, cette variante est potentiellement pénalisante pour l'intermodalité bus – tramway, dans la mesure où même si la ligne 70 était implantée sur l'avenue Racine, elle se trouverait éloignée par rapport à la station de tramway (distance d'environ 150 m) ; inversement, une station de tramway sur l'avenue Racine aurait permis d'envisager une correspondance « quai à quai ».

4.2.2.3. Restructuration du réseau bus et tracé de la ligne 70 dans Hautepierre

La restructuration du réseau bus associée à l'extension de la ligne A du tramway a pour objectif principal, comme souvent, de renforcer l'attractivité du réseau tout en optimisant sa productivité globale. Cela passe donc par le renforcement de la complémentarité entre bus et tramway, par l'organisation de rabattements si ceux-ci ne sont pas pénalisants pour les utilisateurs du réseau, voire par la création de nouvelles liaisons si un potentiel a été identifié.

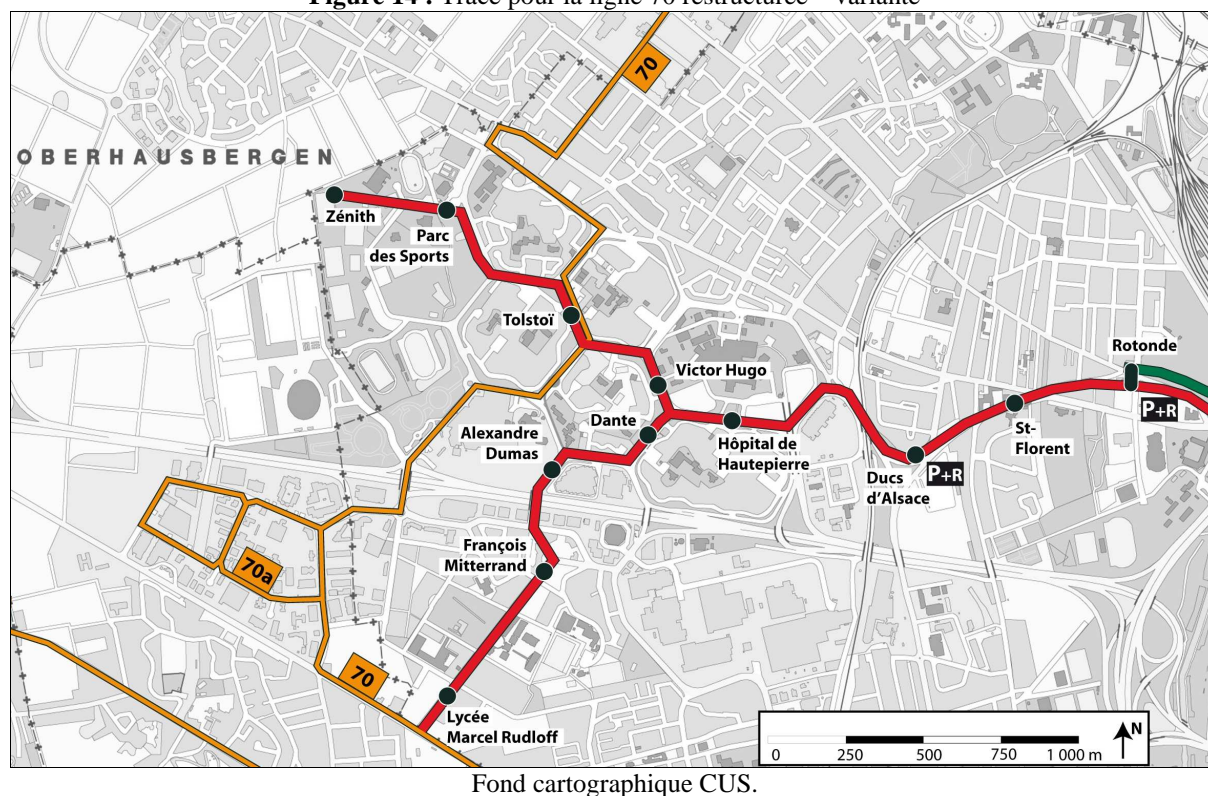
Parallèlement à la réorganisation générale du réseau, un point singulier de celle-ci a été constitué par la ligne 70. Deux variantes ont en effet été proposées (cf. figures 13 et 14 ci-dessous) : la première (proposition de base) a pour but de rendre le plus rapide possible l'itinéraire de la ligne, la seconde (qui avait été plébiscitée lors de la concertation) desservant plus finement le quartier et notamment l'avenue Cervantès, délaissée par le tramway après son prolongement et ne bénéficiant donc plus d'une offre de transports.

Figure 13 : Tracé pour la ligne 70 restructurée – proposition de base



Fond cartographique CUS.

Figure 14 : Tracé pour la ligne 70 restructurée – variante



La CUS devait indiquer sa préférence au regard des éléments suivants, permettant une analyse simplifiée mais couvrant l'ensemble des enjeux :

- Le tracé de base dessert un potentiel de trafic (population, emplois, scolaires) sensiblement inférieur à celui de la variante, mais permet des temps de parcours attractifs, notamment en ce qui concerne la connexion à la ligne A en venant du Nord (Campus Ouest et E³).
- Le tracé plus court de la proposition de base permet d'optimiser la production kilométrique du réseau bus ; à l'inverse, la variante permet une desserte fine du territoire et de la future centralité de l'avenue Cervantès, au détriment de l'efficacité économique du réseau.
- Dans les deux cas, une correspondance est assurée, quoique de manière non optimale (environ 100 mètres de marche), avec la branche « A2 » du tramway, à la station *Lycée Marcel Rudloff*. En ce qui concerne la branche « A1 », la variante permet une correspondance optimale, en quai à quai, avec le tramway à la station *Tolstoï*, mais celle-ci s'effectue après un détour par le Nord de la maille Karine pour les utilisateurs venant du Nord. La proposition de base ne permet pas de proposer une correspondance quai à quai avec le tramway à la station *Parc des Sports* si celle-ci est réalisée devant la piscine et impose un trajet à pied d'environ 150 mètres, mais le tracé rectiligne favorise la lisibilité et une bonne perception de la ligne.

L'importance des enjeux liés aux coûts de fonctionnement du réseau a conduit à préférer en première approche la proposition de base.

Ces décisions concernant la station *Parc des Sports* et le tracé de la ligne 70 avaient été prises dans un contexte précis. Or, il arrive que ce contexte évolue très vite. Ainsi, durant l'été, une décision importante a été prise quant au tracé du prolongement de la ligne A. Cela a conduit à poser les questions précédentes d'une toute autre manière, engendrant des réponses différentes. Dans ce cas, l'analyse multicritère s'avère un bon outil pour s'adapter rapidement au nouveau contexte et aux décisions à prendre.

4.2.2.4. Modification du tracé de la branche « A1 » dans Hautepierre

Le projet de base pour le prolongement du tramway prévoyait la mise en place d'un débranchement entre les stations actuelles *Hôpital de Hautepierre* et *Dante* : la branche « A1 » devait ainsi emprunter l'avenue Racine sur toute sa longueur, en parfaite cohérence avec les orientations du PRU de Hautepierre. Cette solution conduisait à désaffecter une section d'environ 450 mètres d'infrastructure, à savoir la section actuellement en service entre le carrefour Corneille – Eluard et le terminus de *Hautepierre – Maillon*, arrière-gare incluse.

Une autre solution consiste à utiliser l'infrastructure existante jusqu'à l'extrémité de l'arrière-gare, puis à emprunter l'avenue Racine vers l'Ouest afin de reprendre l'itinéraire initialement prévu pour la branche « A1 ». Il a été décidé d'envisager ce tracé pour la suite des études, pour les raisons développées ci-après.

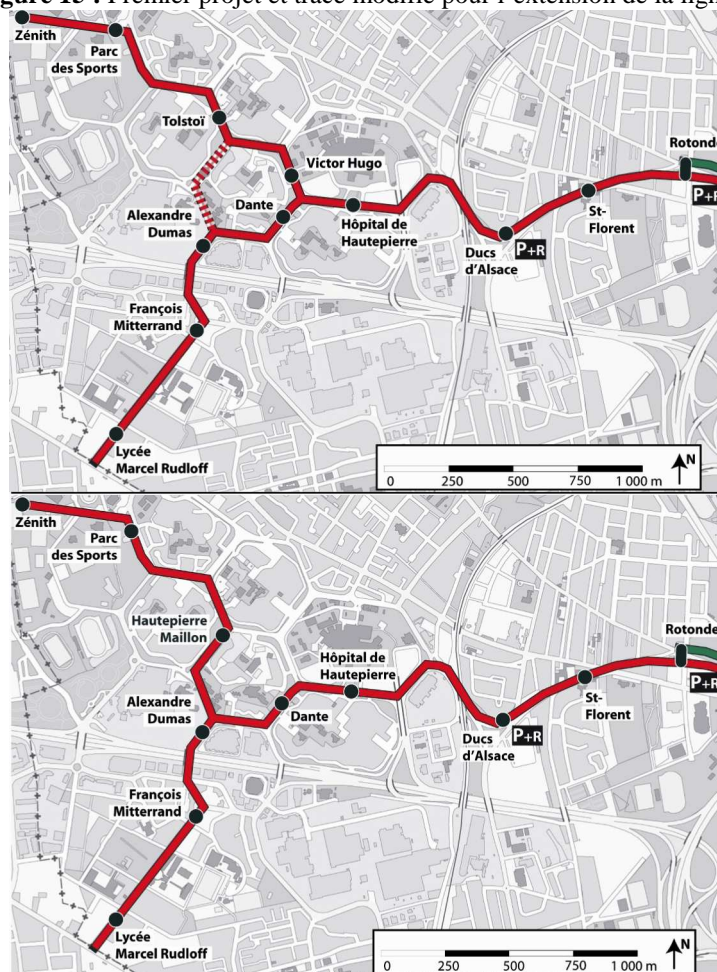
La figure 15 illustre le passage du premier projet (en haut), au nouveau tracé proposé (en bas). Sur la carte centrale, la ligne pointillée indique la portion d'infrastructure qui serait désaffectée dans le cas de la réalisation du premier tracé, mais qui serait conservée avec le nouveau tracé. Il est à noter que sur ce dernier, le positionnement des stations est indicatif et sera analysé plus loin.

Avec cette solution, les rames empruntant la branche A1 parcourent 460 mètres de plus que dans le projet initial, engendrant un surcoût pour l'exploitation, mais le gain en investissement est conséquent : 420 mètres d'infrastructure sont ainsi économisés. Ce critère a sans doute pesé dans la décision finale. Par ailleurs, le décalage de la station *Maillon* vers le Nord de l'avenue Cervantès, voire sur l'avenue Racine, permet d'éviter la construction de la station *Tolstoï*, ce qui limite les impacts négatifs sur les temps de parcours. Enfin, cette solution permettrait de continuer à desservir l'avenue Cervantès, ce qui présenterait plusieurs avantages :

- Une desserte attractive serait ainsi maintenue pour la future centralité urbaine prévue dans le PRU ;

- La suppression de la desserte pourrait être mal comprise par les habitants, d'autant que la station *Maillon* est actuellement une station très fréquentée du fait de son rôle de pôle d'échanges et de sa position centrale, à proximité de nombreux équipements⁶.

Figure 15 : Premier projet et tracé modifié pour l'extension de la ligne A



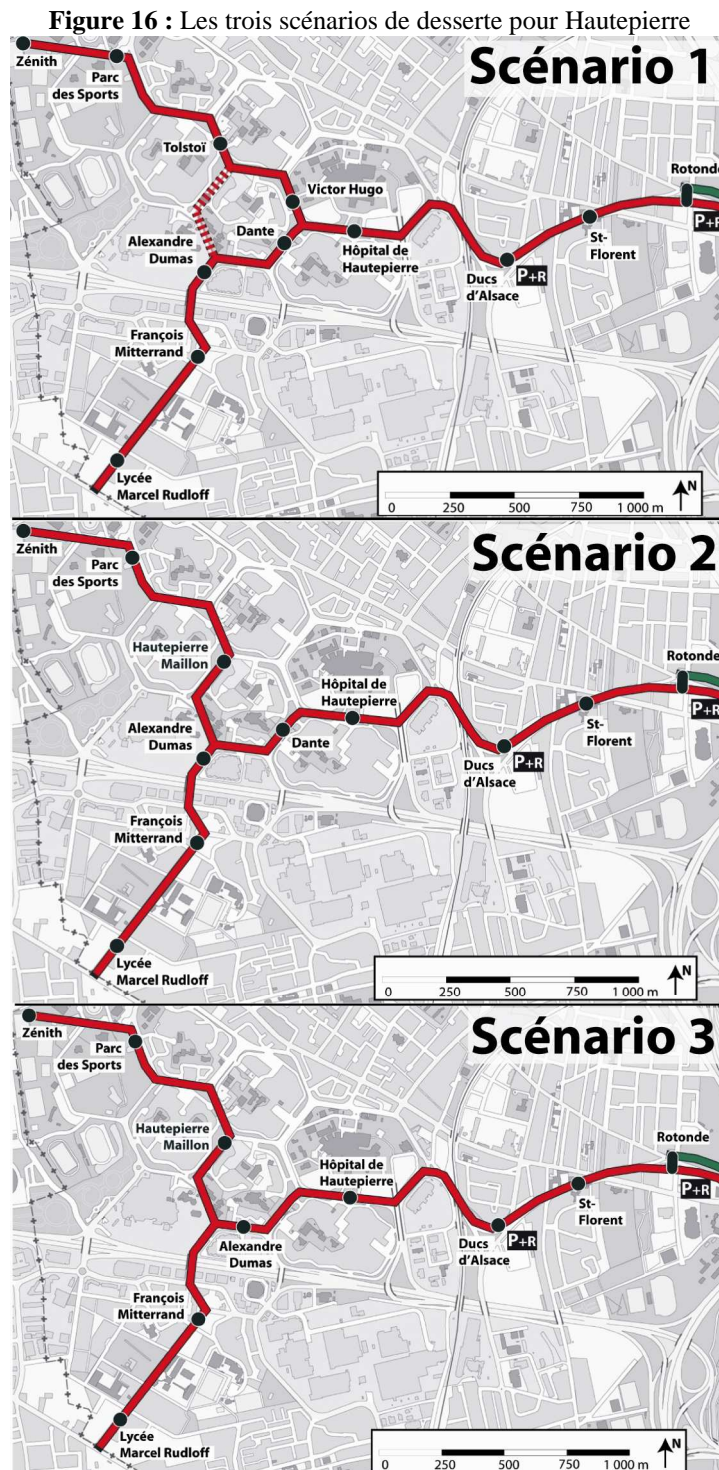
Fond cartographique CUS.

Toutefois, ce nouveau tracé nécessite une optimisation quant au positionnement des stations, celui-ci étant déterminé par les enjeux de desserte et la nécessité d'optimiser les correspondances. Deux options sont donc envisagées.

La première option modifie peu le positionnement des stations existantes, à l'exception de *Hautepierre – Maillon* qui est décalée vers le Nord. Dans le second cas, en plus du déplacement de la station *Hautepierre – Maillon*, la station actuelle *Dante* est supprimée et remplacée par une station située sur l'avenue Corneille, ce qui permet de supprimer également

⁶ Il est à noter que l'agglomération nantaise avait dû abandonner, en 2000, un tronçon de tramway lors du prolongement de la ligne 1 vers l'Ouest, mais la situation était différente dans la mesure où le prolongement permettait de mieux desservir l'ensemble du quartier, en supprimant une station relativement excentrée et peu utilisée. Ce tronçon a toutefois été réutilisé par la suite, en vue de développements ultérieurs du réseau.

la station *Alexandre Dumas* initialement prévue. Dans les deux cas, le déplacement de la station *Hautepierre – Maillon* permet la suppression de la station *Tolstoï* initialement prévue, ce qui permet de limiter l'impact du « détour » par l'avenue Cervantès en termes de temps de parcours. Par ailleurs, dans les deux cas, la station *Parc des Sports* est décalée sur l'avenue Racine afin de compenser au mieux la suppression de la station *Tolstoï*.



Fond cartographique CUS.

4.2.2.5. Analyse multicritère

L'analyse multicritère suivante permet de mettre en évidence les avantages et inconvénients respectifs des trois scénarios de desserte suivants, représentés sur la figure 16 :

- Le tracé de base initialement prévu, avec un débranchement entre les stations actuelles *Hôpital de Hautepierre* et *Dante* (**scénario 1**) ;
- Le tracé modifié, avec conservation de la station *Dante* actuelle (**scénario 2**) ;
- Le tracé modifié, avec fusion des stations *Dante* et *Alexandre Dumas* en une seule station *Alexandre Dumas*, située sur le tronç commun (**scénario 3**).

Objectifs de la première phase

Les objectifs de la première phase du prolongement de la ligne A sont les suivants :

- Améliorer la desserte de l'ensemble du quartier de Hautepierre et du Parc des Poteries ;
- Accompagner le PRU de Hautepierre ;
- Favoriser l'intermodalité, notamment entre le bus et le tramway ;
- Tenir compte des enjeux fonciers et financiers.

Définition des critères d'évaluation

En cohérence avec ces objectifs, les critères d'évaluation sont les suivants. La situation prise en référence pour évaluer les performances des scénarios en termes de desserte est la situation actuelle.

Pour l'objectif « amélioration de la desserte de Hautepierre et des Poteries » :

- Desserte de la zone commerciale du Sud de Hautepierre (maille *Irène*) ;
- Desserte de la maille *Brigitte* ;
- Desserte de la maille *Catherine* ;
- Desserte de la maille *Jacqueline* ;
- Desserte de la maille *Karine* ;
- Desserte du quartier du Parc des Poteries.

Pour l'objectif « accompagnement du PRU de Hautepierre » :

- Adéquation avec l'axe Est-ouest ;
- Desserte de la centralité Cervantès – Tolstoï.

Pour l'objectif « intermodalité » :

- Qualité des correspondances avec la ligne 50 à court terme ;

- Qualité des correspondances avec la ligne 50 à moyen-long terme ;
- Qualité des correspondances avec la ligne 70.

Pour l'objectif « enjeux fonciers et financiers » :

- Acquisitions foncières nécessaires ;
- Coût d'investissement pour le prolongement du tramway ;
- Coût d'exploitation tramway.

Les quatre scénarios seront évalués sur chaque critère, puis chaque objectif, selon le code couleurs suivant :

| | |
|--|-------------------------|
| | Très favorable |
| | Favorable |
| | Neutre |
| | Plutôt défavorable |
| | Défavorable |
| | Très défavorable |
| | Non évalué / Sans objet |

Analyse des scénarios

• **La qualité de la desserte** de HautePierre est évaluée par l'analyse des aires d'attraction des stations de tramway.

Concernant la zone commerciale, les scénarios 1 et 2 améliorent sensiblement sa desserte grâce à la station *Alexandre Dumas* située sur la rue Eluard. En revanche, dans le scénario 3, l'éloignement de cette station ne permet pas de desservir véritablement le centre commercial.

La maille *Brigitte* est dès aujourd'hui bien desservie, grâce aux stations *Dante* et au pôle d'échanges *HautePierre – Maillon*. Il est donc important de conserver un bon niveau de desserte. Le scénario 1 répond mal à cette exigence, car si les stations *Dante* et *Victor Hugo* permettent une bonne couverture de la partie orientale de la maille, le secteur proche de l'avenue Cervantès perd en qualité de desserte ; par ailleurs, les deux stations ne recevraient chacune, *a priori*, que la moitié de la desserte globale prévue, ce qui est peu attractif, alors que les deux stations sont proches et que leurs aires d'attraction se chevauchent largement. Enfin, cette solution poserait un problème d'acceptabilité, lié à l'existence de repères forts dans la conscience collective.

Le scénario 2 permet le maintien, à fréquence pleine, de la desserte de la station *Dante*, et la desserte à demi-fréquence de la station *Maillon* décalée vers le Nord. Le scénario 3 est sensiblement identique, dans la mesure où la nouvelle station *Alexandre Dumas* en limite Sud de la maille rend le même service que l'ancienne station *Dante* ; cette solution permet d'éviter

un chevauchement des aires d'attraction entre stations, et finalement une desserte plus équilibrée.

Concernant la maille *Catherine*, le scénario 1 s'avère le plus favorable : la station *Tolstoï* permet une bonne couverture du Nord et du cœur de la maille, tandis que la station *Victor Hugo* assure une desserte proche du secteur d'habitat collectif situé au Sud-est. Dans le cas des scénarios 2 et 3, seule la station *Maillon* est localisée à proximité : les immeubles du Nord-est de la maille sont donc plus éloignés du tramway.

La maille *Jacqueline* est desservie de manière voisine quel que soit le scénario : la station *Tolstoï* et la station *Maillon* décalée proposent une couverture satisfaisante, quoiqu'un peu éloignée de la partie Ouest de la maille. Cela montre l'importance d'une desserte complémentaire de ce secteur par la ligne de bus 70.

Pour la maille *Karine*, la situation est plus contrastée. Le scénario 1 permet de desservir de manière plus proche la partie pavillonnaire de la partie Sud de la maille, mais l'éloignement de la station *Parc des Sports* dans ce scénario limite la portée de cette station sur le cœur de la maille, constitué d'habitat collectif. *A contrario*, les deux autres scénarios proposent une meilleure desserte du centre de la maille, au détriment du Sud de celle-ci, quelque peu éloigné de la station *Maillon* (plus de 300 mètres).

La desserte du quartier du Parc des Poteries est, pour sa part, équivalente dans les trois scénarios : la desserte est effectivement assurée par les stations *François Mitterrand* et *Lycée Marcel Rudloff* dont la situation ne varie pas.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « amélioration de la desserte de Hautepierre et des Poteries ».

| Objectif « amélioration de la desserte de Hautepierre et des Poteries » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Desserte de la zone commerciale | | | |
| Desserte de la maille <i>Brigitte</i> | | | |
| Desserte de la maille <i>Catherine</i> | | | |
| Desserte de la maille <i>Jacqueline</i> | | | |
| Desserte de la maille <i>Karine</i> | | | |
| Desserte du quartier des Poteries | | | |
| Synthèse | | | |

- L'extension du tramway constitue un volet important du *PRU du quartier de Hautepierre*. Il convient donc de s'assurer qu'il est en bonne adéquation avec les grandes lignes de celui-ci.

Le PRU définit deux axes majeurs. Le premier est d'orientation Est-Ouest : il s'agit de l'avenue Racine requalifiée, de l'hôpital au parc des sports. Le scénario 1 est parfaitement adapté à cet axe, puisque la branche A1 l'emprunte sur toute sa longueur, lui conférant une unité et une image parfaitement homogène. Les deux autres scénarios détournent la branche A1 d'une partie de l'avenue Racine. Toutefois, l'orientation générale de la ligne suit toujours cet axe directeur et ne le remet donc pas en cause.

Le second axe du PRU suit une orientation Nord-Sud. Débutant sur la partie Nord de l'avenue Tolstoï, il se confond sur quelques dizaines de mètres avec l'axe Est-Ouest, puis se poursuit par l'avenue Cervantès vers la rue Eluard. Il réaffirme le rôle central de l'avenue Cervantès, qui recevrait de nombreuses nouvelles constructions constituant une véritable « façade » urbaine, en rupture avec l'urbanisme environnant. Le scénario 1 induit l'abandon de la desserte directe de ce secteur : ce scénario ne prend donc pas en compte cet axe du PRU. Les deux autres scénarios assurent la desserte de l'avenue Cervantès et permettent le maintien d'une desserte de qualité, sans toutefois prendre en compte l'intégralité de cet axe.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « accompagnement du PRU de Hautepierre ».

| Objectif « accompagnement du PRU de Hautepierre » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|---------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Prise en compte de l'axe Est – Ouest | | | |
| Prise en compte de l'axe Nord – Sud | | | |
| Synthèse | | | |

- L'*intermodalité* passe par des échanges aisés, rapides et sécurisés entre les différentes lignes du réseau, bus comme tramway. En l'occurrence, la problématique principale est celle des liens à assurer entre, d'une part, la ligne de tramway, et d'autre part, les lignes de bus de rocade 50 et 70.

Actuellement, ces échanges s'effectuent au pôle de *Hautepierre – Maillon*, dans de très bonnes conditions : l'avenue Cervantès est interdite à la circulation, et le passage d'un mode à l'autre s'effectue facilement. Il importe donc de conserver ces bonnes conditions de correspondance, et ce à deux horizons temporels.

En effet, lors de la mise en service de l'extension du tramway, la ligne 50 empruntera, en venant de Koenigshoffen, la rue Giraudoux pour franchir l'A351, puis contournera par l'Est la maille Eléonore et l'hôpital pour rejoindre le quartier de Cronenbourg. A terme, la ligne devrait traverser le site des Forges par une nouvelle voirie débouchant à l'Ouest de la maille Eléonore. La ligne 50 emprunterait alors l'avenue Racine pour contourner l'hôpital.

En première phase, la station *Dante* est nécessaire pour assurer une bonne intermodalité entre cette ligne et le tramway. Le scénario 1 permet ainsi des échanges à cette station, ainsi qu'à *Victor Hugo* pour l'autre branche. Dans le cas du scénario 2, la correspondance s'effectue à la station *Dante*, située sur le tronç commun. En revanche, dans cette situation transitoire, le scénario 3 ne permet pas de correspondance aisée entre le tramway et la ligne 50 : le positionnement de la station *Alexandre Dumas* impose une marche de 150 mètres environ. En phase définitive, quel que soit le scénario choisi, l'intermodalité est optimale à la station *Hôpital de HautePierre*.

Concernant la ligne 70, l'enjeu d'une correspondance avec la branche « A1 » de l'extension du tramway est d'autant plus important que l'autre point de correspondance, à la station *Lycée Marcel Rudloff*, ne sera pas optimal. Il est ici considéré que la ligne 70 emprunte, dans sa traversée de HautePierre, l'avenue Racine, comme expliqué précédemment. Le scénario 1 ne permet pas de correspondance aisée, étant donné l'éloignement de la station *Parc des Sports* par rapport à l'avenue Racine. A l'inverse, les deux autres scénarios favorisent une bonne intermodalité entre la ligne 70 et le tramway. Le scénario 1 ne pourrait assurer une bonne correspondance avec cette ligne de bus qu'à la condition de la détourner par l'avenue Cervantès et l'avenue Racine, ce qui permettrait une bonne correspondance à la station *Tolstoï*. Cependant, comme nous l'avons vu, cela dégraderait sensiblement la lisibilité et les temps de parcours, donc l'attractivité, de la ligne 70. Quoi qu'il en soit, l'intermodalité apparaît sensiblement dégradée.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « intermodalité ».

| Objectif « intermodalité » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|
| Avec la ligne 50, à court terme | | | |
| Avec la ligne 50, à moyen-long terme | | | |
| Avec la ligne 70 | | | |
| Synthèse | | | |

- **Des acquisitions foncières sont parfois nécessaires** pour insérer la ligne de tramway. Elles constituent un risque pour la réalisation d'un projet si le calendrier de celui-ci est serré, particulièrement lorsque (comme c'est le cas ici) certaines subventions sont subordonnées à l'engagement des travaux avant une date précise. Par ailleurs, dans certains cas, un problème de maîtrise foncière peut amener à d'importantes modifications du programme d'aménagement.

Les scénarios 1 et 2 ne posent pas *a priori* de problème majeur : bien que d'importantes acquisitions soient nécessaires pour élargir l'avenue Racine, celles-ci s'effectuent sur le domaine public. Le scénario 3 comporte un point dur localisé sur l'avenue Corneille :

l'insertion d'une station nécessite d'acquérir une bande de terrain au Sud de l'emprise actuelle, sur un terrain non maîtrisé, impliquant un fort impact sur l'activité existante. Par ailleurs, le coût d'une telle acquisition est à souligner.

Le coût d'investissement est, ici, directement lié à la longueur d'infrastructure à construire, au nombre de stations supplémentaires et au traitement de l'existant dans le cas d'une désaffectation.

Dans le cas du scénario 1, le coût s'avère élevé, celui-ci nécessitant la construction de plus de 400 mètres d'infrastructures supplémentaires. Par ailleurs, ce scénario implique aussi des dépenses pour le traitement de l'infrastructure désaffectée (plus de 400 mètres de plate-forme et la station *Maillon*). Au total, sept nouvelles stations sont nécessaires : *Victor Hugo*, *Tolstoï*, *Parc des Sports* et la station provisoire *Zénith* sur la branche « A1 », *Alexandre Dumas*, *François Mitterrand* et *Lycée Marcel Rudloff* sur la branche « A2 ».

Le scénario 3 emprunte la totalité de l'infrastructure existante, mais impose des frais de démontage pour deux stations (*Dante* en vue de son déplacement sur l'avenue Corneille et *Maillon* dans le cadre de son déplacement vers le Nord) et la construction de six nouvelles stations (*Alexandre Dumas*, *Maillon*, *Parc des Sports*, *Zénith*, *François Mitterrand* et *Lycée Marcel Rudloff*).

Enfin, le scénario 2 conserve au maximum l'existant : il ne nécessite que le démontage d'une station existante (terminus actuel de *Hautepierre – Maillon*) et la construction de six nouvelles.

Enfin, si l'on compare les scénarios en fonction du coût d'exploitation du tramway, celui-ci s'avère légèrement inférieur dans le cas du scénario 1, du fait du tracé plus direct de la branche « A1 ». Une légère différence existe par ailleurs entre les scénarios 2 et 3 : ce dernier revient un peu moins cher à l'exploitation, grâce à la meilleure vitesse commerciale due à la fusion de deux stations en une seule pour les rames empruntant la branche « A2 ».

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « enjeux fonciers et financiers ».

| Objectif « enjeux fonciers et financiers » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|-----------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Acquisitions foncières nécessaires | | | |
| Coût d'investissement extension tram | | | |
| Coût de fonctionnement tram | | | |
| Synthèse | | | |

Le tableau récapitulatif suivant permet d'évaluer la performance des scénarios par rapport aux objectifs du projet.

| Objectifs | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Amélioration de la desserte de HautePierre et des Poteries | | | |
| Accompagnement du PRU de HautePierre | | | |
| Intermodalité | | | |
| Enjeux fonciers et financiers | | | |

4.2.2.6. Exploitation du prolongement

Une fois le tracé de l'extension (définitivement ?) fixé, se pose la question de l'exploitation de ce prolongement. Plusieurs enjeux sont ici présents :

- La présence d'une fourche pose la question de la répartition des missions : « quelle fréquence, dans quelle direction ? » ;
- La fréquence doit rester attractive sur les branches pour que les territoires bénéficient pleinement de « l'effet tramway » et utilisent davantage les transports ;
- Toutefois, un écueil à éviter serait de proposer une offre trop importante, notamment sur le tronc commun, ce qui limiterait l'efficacité du réseau, et pourrait affecter le bilan socio-économique du prolongement ;
- De manière générale, un schéma d'exploitation permettant de limiter la hausse de la production kilométrique (hors quadrant Nord-ouest) est recherché ;
- Plus spécifiquement, le développement prévu de l'hôpital de HautePierre et les futurs aménagements renforçant l'attractivité de HautePierre laissent supposer la nécessité d'un renforcement global de l'offre ;
- La saturation du parc-relais *Rotonde* est une problématique qui pourrait être résolue en orientant davantage les automobilistes vers le parc-relais de la station *Ducs d'Alsace* ; développer l'offre au niveau de ce parc-relais est un levier d'action à ne pas négliger ;
- Enfin, le schéma d'exploitation choisi en 2010 ne doit pas empêcher d'ultérieures modifications à une échéance plus lointaine.

Quatre schémas d'exploitation ont ainsi été élaborés. Sur la figure 17, chaque ligne colorée représente un service des lignes A, D et E (les tracés noirs représentent les autres lignes, non concernées par l'étude d'exploitation).

Figure 17 : Schémas d'exploitation envisagés

Schéma d'exploitation : proposition 1

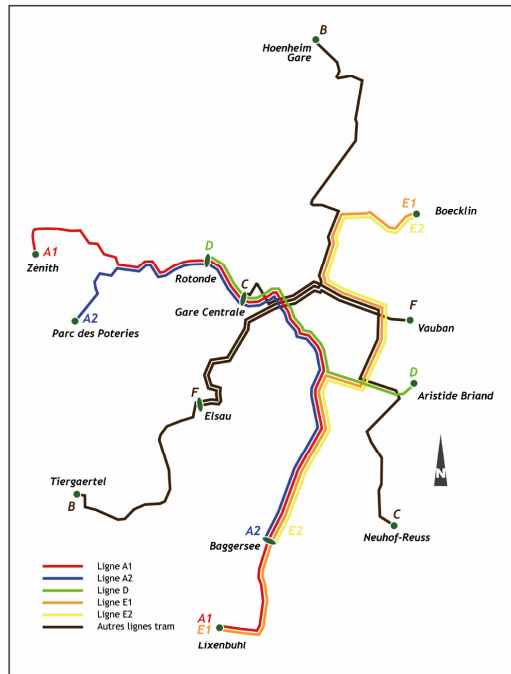


Schéma d'exploitation : proposition 2

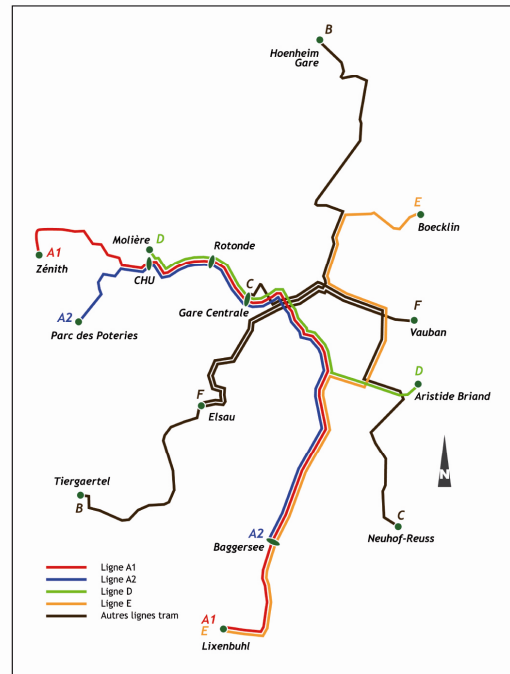


Schéma d'exploitation : proposition 3

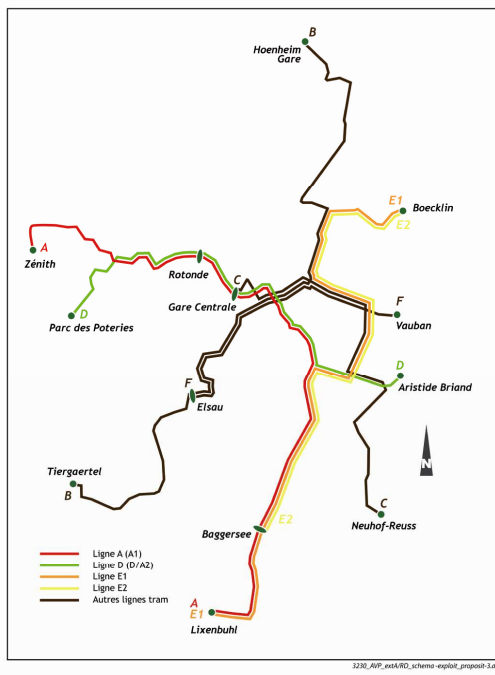
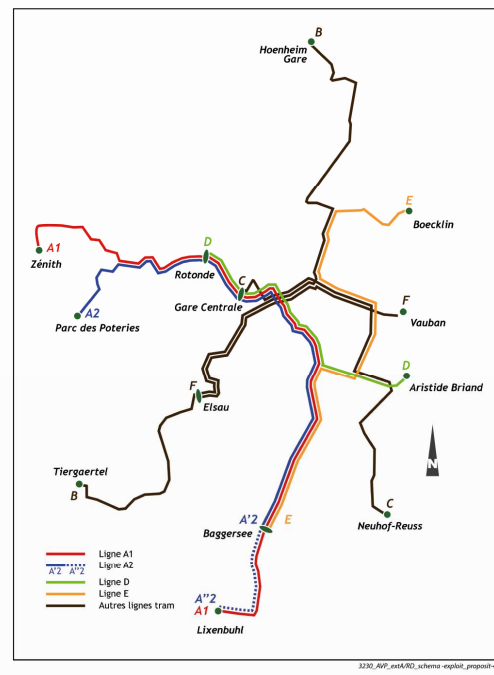


Schéma d'exploitation : proposition 4



Source : Egis Rail.

Ces quatre scénarios ont ensuite été comparés à travers plusieurs critères, de manière simplifiée. Concernant l'augmentation de la production kilométrique horaire par rapport à la situation actuelle, le scénario 2 est le plus coûteux (+184 véhicules-kilomètres/heure) et induit un risque de suroffre sur la partie Sud de la ligne. Le scénario 3 est certes peu coûteux (+32 véhicules-kilomètres/heure), mais empêche toute réalisation à long terme d'un prolongement de la ligne D vers le Nord-ouest (quartier de Cronenbourg, E³). Les scénarios 1 et 4 sont pour leur part équivalents en coût (+141 véhicules-kilomètres/heure), mais le scénario 1 s'avère plus intéressant pour la partie Sud de la ligne : il permet en effet d'offrir à la commune d'Illkirch une desserte en direction du centre-est de l'agglomération, en plus de celle du centre historique.

4.2.3. Deuxième phase du projet

La deuxième phase correspond à l'extension de la branche « A1 » vers Oberhausbergen.

4.2.3.1. Objectifs de la deuxième phase

La seconde phase d'extension doit permettre d'atteindre certains objectifs spécifiques :

- Réaliser un pôle multimodal facilement accessible par tous les modes de transport ;
- Tenir compte des potentialités futures ;
- Desservir Oberhausbergen et le Zénith par un mode de transport attractif ;
- Améliorer l'efficacité et la couverture du réseau.

4.2.3.2. Les variantes possibles

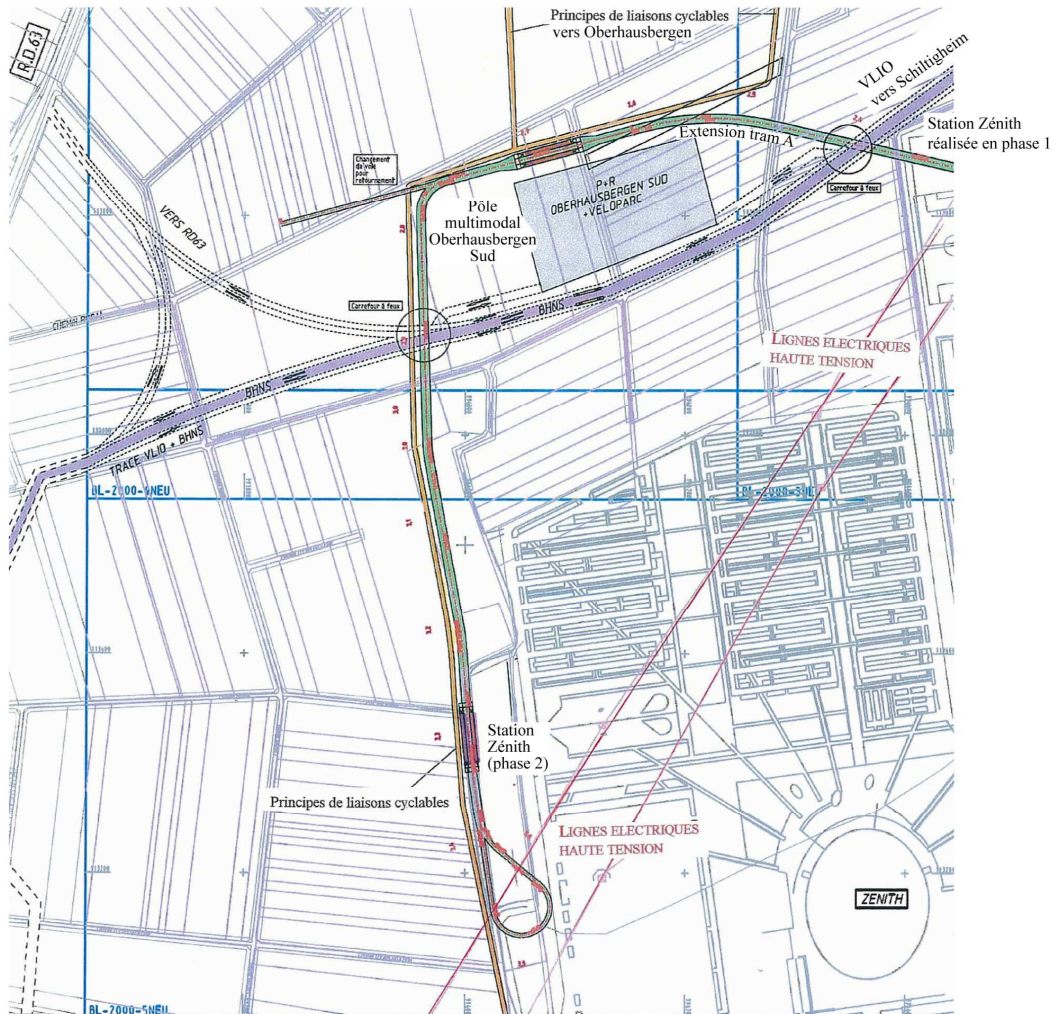
Sur deux aspects différents du projet, plusieurs possibilités sont envisageables. Une première problématique est celle du positionnement respectif de la VLIO et de la ligne de tramway : la station *Oberhausbergen Sud* doit-elle être placée au Sud ou au Nord de cette voie ? Dans ce dernier cas, la ligne de tramway franchirait la VLIO à niveau. Il importe de souligner que le tracé exact de la VLIO n'est pas défini, et que des optimisations de tracé, tant pour cette voirie que pour la ligne de tramway, restent possibles.

La seconde question réside dans l'analyse de la pertinence de l'antenne vers le Zénith, étant donné qu'une station destinée à desservir cet équipement aura déjà été réalisée durant la première phase.

Quatre scénarios sont donc *a priori* envisageables :

- **Scénario 1** : un pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* aménagé au Nord de la VLIO, avec création d'une antenne vers le Zénith ; il s'agit du scénario envisagé *a priori*, représenté en figure 18 (extrait des études de définition, réalisées par TTK) ;

Figure 18 : Tracé indicatif de l'extension vers Oberhausbergen et le Zénith



Source : TTK (2009).

- **Scénario 2** : un pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* aménagé au Nord de la VLIO, sans extension « Zénith » ;
- **Scénario 3** : un pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* aménagé au Sud de la VLIO, avec création d'une antenne vers le Zénith ;
- **Scénario 4** : un pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* aménagé au Sud de la VLIO, sans extension « Zénith ».

4.2.3.3. Analyse multicritère

Définition des critères d'évaluation

En cohérence avec les objectifs cités ci-dessus, les critères suivants ont été retenus.

Pour l'objectif « pôle multimodal » :

- Facilité d'accès « modes doux » (piétons et cyclistes) au pôle multimodal ;
- Accessibilité au parc-relais depuis la VLIO ;
- Qualité des correspondances entre tramway et le BHNS circulant sur la VLIO.

Pour l'objectif « potentialités futures » :

- Préservation d'une possibilité d'extension du parc-relais ;
- Préservation d'une éventuelle extension de la ligne de tramway vers l'Ouest d'Oberhausbergen (projet d'urbanisation).







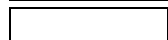
Pour l'objectif « Desserte attractive d'Oberhausbergen et du Zénith » :

- Distance à parcourir pour effectuer le trajet Oberhausbergen Centre – pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* ;
- Distance entre le Zénith et la station de tramway la plus proche.

Pour l'objectif « efficacité et couverture du réseau » :

- Potentiel de trafic desservi par l'extension ;
- Coût d'investissement ;
- Coût de fonctionnement (incluant l'impact des manifestations au Zénith) ;

Les quatre scénarios seront évalués sur chaque critère, puis chaque objectif, selon le code couleurs suivant :

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Très favorable |
|  | Favorable |
|  | Neutre |
|  | Plutôt défavorable |
|  | Défavorable |
|  | Très défavorable |
|  | Non évalué / Sans objet |

Analyse des scénarios

• Concernant *l'accès au pôle multimodal* par les modes doux (piétons et cycles), celui-ci est facilité depuis le centre d'Oberhausbergen par l'absence d'infrastructures routières importantes à traverser si la station de tramway est implantée au Nord de la VLIO. Dans le cas d'une implantation au Sud de cette voirie, une traversée piétonne est nécessaire, mais celle-ci peut être sécurisée (feux tricolores et/ou aménagements modérateurs de vitesse).

L'accès au parc-relais depuis la VLIO est aisé et immédiat dans tous les cas. Ce critère ne s'avère donc pas discriminant pour l'analyse.

La qualité de la correspondance entre la ligne de tramway et l'axe BHNS implanté sur la VLIO dépend de la position relative de ces deux infrastructures. Si le tramway est installé au Nord, deux possibilités existent : soit le BHNS reste sur la VLIO et il sera nécessaire de traverser le parc-relais pour effectuer une correspondance, ce qui est peu attractif ; soit le BHNS quitte la VLIO pour offrir une bonne correspondance avec le tramway, mais cela se fera au détriment de la vitesse commerciale de la ligne BHNS. En revanche, une implantation du tramway immédiatement au Sud de la VLIO permettrait des correspondances optimisées.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « pôle multimodal ».

| Objectif « pôle multimodal » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Accès « modes doux » | | | | |
| Accès depuis VLIO | | | | |
| Correspondances BHNS – tramway | | | | |
| Synthèse | | | | |

• Concernant *l'extension future* du parc-relais, une implantation au Sud de la VLIO semble préférable. En effet, comme illustré par la **figure 15** ci-dessus, si la ligne de tramway est implantée au Nord de la VLIO et si l'antenne vers le Zénith est réalisée, le parc-relais se trouve « enclavé » entre les deux infrastructures, ce qui limite *de facto* ses potentialités d'extension. Si l'antenne vers le Zénith n'est pas réalisée, une extension demeure possible. A l'inverse, une implantation au Sud pourrait être intéressante de ce point de vue : il semble *a priori* possible d'envisager une mutualisation des capacités de stationnement avec le parking du Zénith, s'étendant au Nord de celui-ci, et utilisé uniquement lors des manifestations.

Le prolongement ultérieur de la ligne de tramway vers une zone d'urbanisation mixte dans le secteur Ouest d'Oberhausbergen est possible dans tous les cas. Néanmoins, il apparaît que la création de l'antenne du Zénith rendrait moins aisée la réalisation d'une extension vers l'Ouest, notamment pour des raisons d'exploitation de la ligne.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « potentialités futures ».

| Objectif « potentialités futures » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Extension parc-relais | | | | |
| Extension tram Ouest | | | | |
| Synthèse | | | | |

- En ce qui concerne la qualité de *desserte de la commune d'Oberhausbergen*, l'implantation au Nord de la VLIO est clairement préférable, à la fois pour la faible distance à parcourir et pour l'absence de voirie à franchir. Dans le cas d'une implantation au Sud, si le traitement de la VLIO au droit du pôle multimodal peut faciliter son franchissement, les distances sont sensiblement allongées, ce qui limite la pertinence de la marche à pied.

Pour la *desserte du Zénith*, la situation est plus nuancée. La réalisation de l'extension jusqu'au Zénith permet de créer une station à moins de 400 mètres de cet équipement ; la station *Zénith* réalisée lors de la première phase est située pour sa part à environ 700 mètres de celui-ci. Par ailleurs, si la ligne de tramway est implantée au Sud de la VLIO, le pôle multimodal *Oberhausbergen Sud* pourrait se trouver à une distance de l'ordre de 600 mètres. Cela amène à poser la question de la pertinence de l'antenne du Zénith, d'autant qu'il est préférable pour l'exploitation de ne pas placer la station trop près de l'équipement, afin de favoriser la « dilution » du flux de personnes lors de la fin de la manifestation. Dans tous les cas, un itinéraire balisé sera créé entre la station de tramway et le Zénith.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « desserte attractive d'Oberhausbergen et du Zénith ».

| Objectif « desserte d'Oberhausbergen et du Zénith » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|-----------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Desserte d'Oberhausbergen | | | | |
| Desserte du Zénith | | | | |
| Synthèse | | | | |

- Concernant *l'efficacité et la couverture du réseau*, l'implantation au Nord de la VLIO permet de desservir au plus près les opportunités actuellement présentes dans les secteurs urbanisés d'Oberhausbergen. La réalisation de l'antenne du Zénith ne permet *a priori* de ne desservir que cet équipement, et une partie des alentours est déjà occupée par les parkings qui y sont liés ; cependant, le projet d'urbanisation « Porte Ouest » figure dans les intentions

d'aménagement à terme. Reste en suspens la question de l'attractivité d'une telle extension de la ligne vers le Sud depuis le pôle multimodal d'Oberhausbergen, étant donné le détour occasionné pour rejoindre le centre de l'agglomération ; l'arrivée à terme de la ligne F du tramway dans le secteur de la route de Wasselonne (planifiée dans le SDTC pour la période 2016-2020) pourrait être à ce sujet davantage intéressante. Une partie importante du potentiel est donc conditionné par la proximité par rapport aux secteurs habités d'Oberhausbergen.

Sur le plan de l'investissement, la construction de l'antenne du Zénith modifie sensiblement les coûts. A titre d'exemple, dans le cas d'une implantation au Nord de la VLIO, la construction de l'antenne du Zénith induit la réalisation de quelque 650 mètres de plateforme supplémentaire, auxquels il faut ajouter une boucle de retournement, soit environ 350 mètres. Bien que ce tronçon ne nécessite pas *a priori* d'aménagements coûteux, ce kilomètre d'infrastructure supplémentaire augmente sensiblement le coût global de la deuxième phase pour les scénarios concernés. Cela est d'autant plus vrai que, en première phase, des aménagements auront déjà été réalisés pour la station *Zénith* provisoire (quai, installations de retournement des rames, cheminement piéton depuis le Zénith) : remplacer ces installations au bout de quelques années engendrerait des coûts supplémentaires, alors qu'une pérennisation des installations réalisées en première phase pourrait être effectuée.

Il est toutefois à souligner que, si les projets d'urbanisation du secteur « Porte Ouest » se concrétisaient, l'intérêt d'amener une ligne de tramway dans le secteur s'en trouverait sensiblement renforcé : le coût d'investissement est important ramené à une fréquentation très épisodique, mais une augmentation du potentiel d'opportunités dans son voisinage permettrait de justifier plus aisément cette infrastructure.

De même, les coûts d'exploitation s'avèrent plus importants en cas de réalisation de l'antenne du Zénith, étant donné la distance supplémentaire parcourue par les rames (+1,5 km aller-retour environ depuis *Oberhausbergen Sud*). A l'inverse, la pérennisation de la station *Zénith* construite en phase 1 permet de ne pas générer de coûts supplémentaires autres que ceux générés par le renforcement des fréquences.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « efficacité et couverture du réseau ».

| Objectif « efficacité et couverture du réseau » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Potentiel desservi | | | | |
| Coût d'investissement | | | | |
| Coût d'exploitation | | | | |
| Synthèse | | | | |

Le tableau récapitulatif suivant permet d'évaluer la performance des scénarios par rapport aux objectifs du projet.

| Objectifs | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 |
|----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Pôle multimodal | | | | |
| Potentialités futures | | | | |
| Desserte d'Oberhausbergen et du Zénith | | | | |
| Efficacité et couverture du réseau | | | | |

4.3. Projet d'extension de la ligne D vers l'Est

4.3.1. Contexte et objectifs du projet

4.3.1.1. Développement urbain et renforcement des liens transfrontaliers

La partie orientale de la commune de Strasbourg, représentée sur la carte suivante (figure 19) est historiquement liée au Rhin et aux activités qui ont utilisé cette importante voie d'eau pour s'implanter et se développer. Ainsi, à l'Est du terminus actuel de la ligne D du tramway (station *Aristide Briand*), s'étend un vaste territoire marqué par l'industrie et les infrastructures portuaires.

Aujourd'hui, de nombreuses friches industrielles en voie de reconversion marquent le secteur. Dans une perspective de renouvellement urbain, le SCOTERS considère que ces territoires font partie de l'axe Est – Ouest de développement métropolitain, s'étendant d'Oberschaeffolsheim à Kehl. Le projet d'extension de la ligne D a donc vocation à desservir la partie orientale de cet axe. Un Schéma Directeur transfrontalier, lancé en avril 2010, définit les orientations d'aménagement pour ce secteur ; il concerne aussi bien la rénovation de quartiers existants (habitat social du quartier du Port du Rhin) que de nouveaux quartiers. Parmi ceux-ci, figurent d'Ouest en Est le quartier Bruckhof, le môle de la Citadelle, les sites dits « Starlette » et « Coopérative », et sur les deux rives du Rhin, les opérations « Porte de France » du côté strasbourgeois et « Zweiländertor » côté allemand, sur la commune de Kehl.

Figure 19 : Secteur Est de Strasbourg – vue d’ensemble



Cette vaste commune, formée d’une ville-centre et de plusieurs communes rattachées, regroupe quelque 34 000 habitants, dont plus de la moitié dans la ville-centre. Les quartiers les plus denses sont situés dans le centre-ville, à proximité de la gare. Le centre de la ville et les environs de la gare abritent de nombreux commerces, fréquentés aussi bien par les Allemands que par les Français. Par ailleurs, les migrations alternantes sont nombreuses, notamment entre Strasbourg et Kehl.

D’importants flux, de marchandises comme de personnes, traversent donc le Rhin au niveau de l’agglomération strasbourgeoise. Or, le nombre de franchissements est limité : dans le secteur d’étude se trouvent d’amont en aval :

- La récente passerelle du Jardin des Deux Rives, dite « passerelle Mimram », où seule la circulation des piétons et des vélos est autorisée ;
- Le pont de l’Europe, ouvrage assurant la circulation routière sur 2x2 voies et doté de deux trottoirs étroits, d’autant moins confortables que la circulation des

vélos s'y effectue également (axe cyclable Molsheim – Offenburg) ; cet ouvrage, ouvert en 1960, doit aujourd'hui subir une rénovation ;

- Le pont ferroviaire, en cours de remplacement afin de porter à deux voies l'intégralité de la ligne Strasbourg – Appenweier, qui fait partie d'un axe majeur transeuropéen.

D'autres ouvrages existent, comme le pont Pierre Pflimlin situé une dizaine de kilomètres en amont, mais le positionnement de ceux-ci ne permet pas d'assurer un rôle majeur dans les échanges en lien avec le centre de l'agglomération strasbourgeoise. En effet, l'axe majeur du secteur est constitué par la RN4 côté français, prolongée en Allemagne par la *Bundesstrasse* B28, le passage de la frontière s'effectuant par le pont de l'Europe.

Il est à noter par ailleurs que, sur le plan institutionnel, des structures de coopération transfrontalière ont été mises en place. L'exemple le plus représentatif est la création de l'Eurodistrict Strasbourg-Ortenau, regroupant la CUS, l'Ortenaukreis (région de l'Ortenau) et cinq villes allemandes (Offenburg, Achern, Oberkirch, Lahr et Kehl).

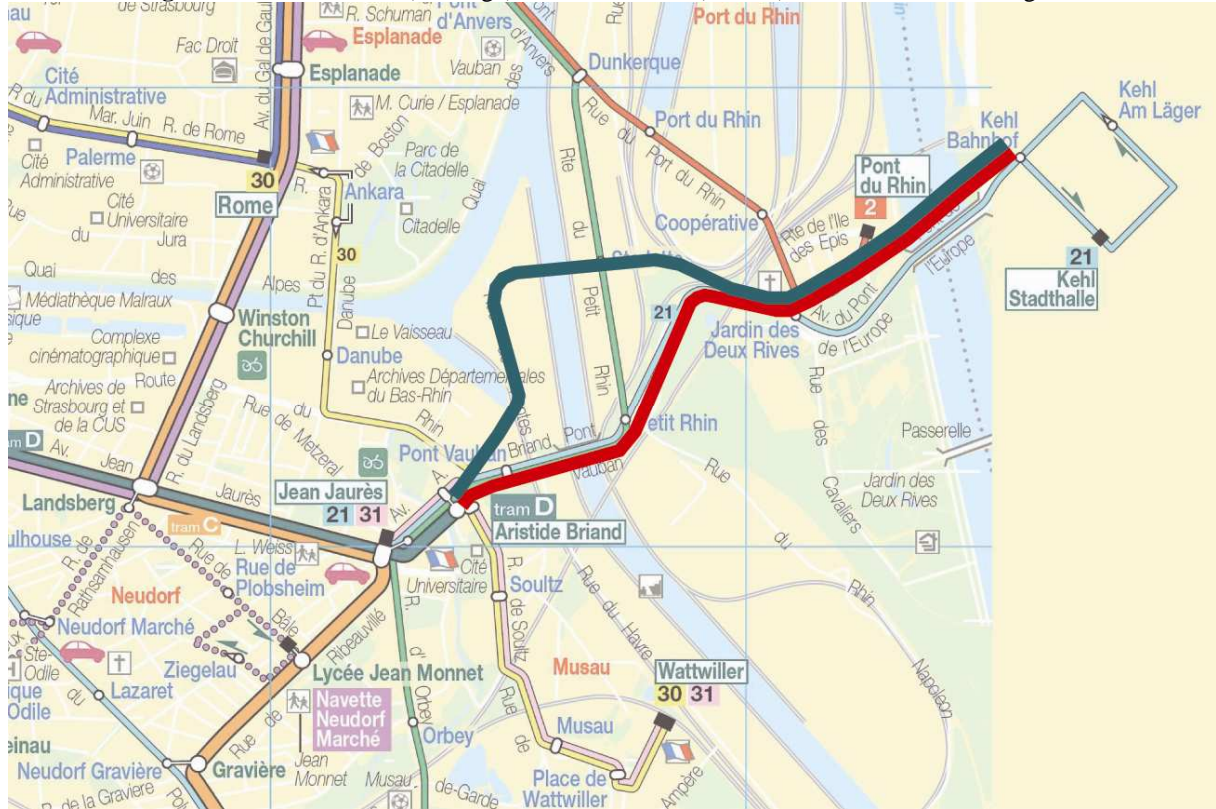
4.3.1.2. Le projet d'extension de la ligne D vers Kehl

Jusque récemment, et notamment lors de la phase de concertation, le prolongement de la ligne D du tramway devait emprunter cet axe jusqu'au secteur d'habitat du Port du Rhin, puis desservir le centre de ce quartier avant de franchir le Rhin quelques dizaines de mètres en aval du pont de l'Europe. Le tracé se dirigeait ensuite vers la gare de Kehl, le terminus étant implanté sur le parvis, entre le bâtiment voyageurs et la route B28. Plusieurs stations intermédiaires étaient prévues : une au niveau du pont Vauban, une à hauteur du site de la Coopérative, une au centre du quartier du Port du Rhin, et enfin une située à la tête du pont franchissant le Rhin, côté français (station *Cour des Douanes*).

Ce tracé a été sensiblement modifié. Au lieu d'emprunter la RN4, le prolongement devrait se diriger, depuis l'arrière-gare actuelle, vers le Nord et le quartier en reconversion du Môle de la Citadelle ; puis, par un nouvel ouvrage, l'extension traverserait le site « Starlette » puis desservirait au plus près celui de la Coopérative, avant de rejoindre le tracé initial. Les deux itinéraires sont représentés en figure 20.

Afin de faciliter les échanges transfrontaliers, divers projets sont en cours. Au niveau routier, le projet de « liaison interport » consiste à aménager de nouvelles voiries afin de faciliter la circulation des poids lourds et de faire en sorte que ceux-ci interfèrent moins avec le reste du trafic. D'autres projets portent sur le développement du réseau de transports en commun, à divers horizons.

Figure 20 : Tracé initial (en rouge) et tracé modifié (en vert) de l'extension de la ligne D



Fond : CTS, plan du réseau 2010.

4.3.1.3. Enjeux du projet sur le plan des transports

Le projet de prolongement de la ligne D vers Kehl a essentiellement une vocation d'amélioration de la desserte dans le centre de l'agglomération, de désenclavement de quartiers isolés, de restructuration de l'espace urbain (le tramway est partie intégrante des projets urbains), et de limitation du trafic automobile (la capacité du parc-relais existant à la gare de Kehl devrait être augmentée d'une centaine de places lors de la mise en service du prolongement). Pour autant, cette extension pourrait servir de support à des projets de transports structurants à l'échelle de la métropole.

Le développement de l'offre ferroviaire sur l'axe Strasbourg – Offenbourg, desservant dans Strasbourg la gare centrale et la halte de Krimmeri, ainsi que la gare de Kehl, pourrait à terme constituer un complément de la ligne D, permettant de faciliter les échanges transfrontaliers en lien avec la CUS. Dans le même registre, le projet de création d'une halte ferroviaire sur cet axe dans le quartier « Port du Rhin », s'il se concrétise, apporterait un complément de desserte.

Par ailleurs, la ligne F du réseau de tramway, devant entrer en service fin 2010, aura son terminus au niveau de la place d'Islande, à moins de deux kilomètres du quartier du Port du Rhin. Cette ligne est la préfiguration de la partie urbaine du futur tram-train de l'Ouest de

l'agglomération (Molsheim, aéroport d'Entzheim, etc.). Il est envisagé, à terme, d'étendre la ligne F vers Port du Rhin, de la raccorder à l'infrastructure du prolongement de la ligne D, et donc :

- D'une part, d'offrir une double liaison entre Kehl et le centre strasbourgeois : vers l'Esplanade, l'Université, République et le centre historique par la ligne F, et vers Neudorf et le centre historique par la ligne D ;
- D'autre part, d'insérer le tram-train en provenance de l'Ouest strasbourgeois sur cette infrastructure et d'offrir ainsi une desserte diamétrale à l'échelle métropolitaine, passant par le centre de l'agglomération ; à cette fin, une deuxième interconnexion avec le réseau ferré⁷ serait réalisée en gare de Kehl.

4.3.1.4. Objectifs du projet

L'ensemble du projet d'extension de la ligne D est guidé par les objectifs suivants, qui s'appliquent également à la problématique analysée par la suite :

- Renforcer les échanges transfrontaliers au niveau de la métropole ;
- Structurer et accompagner les opérations d'urbanisme en cours et projetées des deux côtés du Rhin ;
- Réaliser un investissement efficace pour le fonctionnement de l'agglomération.

4.3.2. Analyse des possibilités de franchissement du Rhin

4.3.2.1. Les variantes possibles

Le tracé général du prolongement est défini et ne devrait plus subir de modifications majeures. En revanche, plusieurs scénarios sont envisagés pour le franchissement du Rhin entre le quartier strasbourgeois du Port du Rhin et la gare de Kehl.

La solution de base est celle d'un nouveau pont dédié au tramway et aux modes doux, situé en aval du pont de l'Europe (**scénario 1**). D'autres possibilités de franchissement existent. Il est *a priori* envisageable d'insérer le tramway sur le pont existant, moyennant un renforcement de la structure de celui-ci (**scénario 2**). Enfin, il est possible de tirer parti de la vétusté du pont de l'Europe pour le démolir, après avoir préalablement réalisé un nouvel ouvrage réunissant l'ensemble des modes de transport : véhicules particuliers, poids lourds, tramway, modes doux (**scénario 3**).

⁷ La première interconnexion entre réseau ferré national et réseau urbain devrait être réalisée au niveau de la gare centrale de Strasbourg lors de la réalisation du tram-train « Strasbourg – Bruche – Piémont des Vosges ».

Ces trois scénarios de franchissement du Rhin vont maintenant être analysés en fonction des objectifs définis ci-dessus.

4.3.2.2. Analyse multicritère

Définition des critères d'évaluation

Les critères suivants ont été définis, en cohérence avec les objectifs énoncés précédemment.

Pour l'objectif « renforcement des échanges transfrontaliers » :

- Impacts sur la circulation des véhicules particuliers et des poids lourds ;
- Impact sur les réseaux cyclables et les cheminements piétons ;
- Fiabilité de la ligne de tramway.








Pour l'objectif « accompagnement des projets d'urbanisme » :

- Prise en compte de la future hausse des déplacements dans le secteur et impacts sur l'accessibilité locale ;
- Valeur symbolique apportée par le nouveau franchissement ;

Pour l'objectif « efficacité des investissements » :

- Coût d'investissement ;
- Bilan socio-économique intégrant les externalités (gains de temps, pollution, bruit, etc.), y compris la rénovation du pont de l'Europe le cas échéant.

Les quatre scénarios seront évalués sur chaque critère, puis chaque objectif, selon le code couleurs suivant :

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Très favorable |
|  | Favorable |
|  | Neutre |
|  | Plutôt défavorable |
|  | Défavorable |
|  | Très défavorable |
|  | Non évalué / Sans objet |

Analyse des scénarios

• *L'impact sur les échanges transfrontaliers*, notamment sur la circulation des véhicules particuliers et des poids lourds, est très variable selon le scénario choisi. Dans le cas du scénario 1, la préservation de la capacité routière du pont de l'Europe permet d'envisager une

situation acceptable, quoique fréquemment congestionnée lors des heures de pointe. Si le scénario 2 est réalisé, le tramway emprunterait deux voies actuellement dévolues à la circulation automobile, ce qui cantonnerait celle-ci à 2x1 voie, ce qui semble difficilement envisageable. Le scénario 3 permet de créer un nouveau pont comportant *a minima* 2x2 voies, c'est-à-dire autant qu'actuellement.

Concernant les pistes cyclables et les cheminements piétons, le scénario 1 présente l'avantage de créer un nouveau pont accueillant pour ces modes de transport, qui pourrait être plus intéressant pour certains parcours que la passerelle des Deux Rives, et incontestablement plus agréable que le pont de l'Europe. Il y aurait donc trois points de franchissement du Rhin, dont deux dédiés ou quasi-dédiés à ces modes de déplacement. Le scénario 2 reconduit la situation existante. Quant au scénario 3, il ne permet pas la création d'un lien supplémentaire, mais améliore sensiblement la qualité du franchissement par rapport au pont de l'Europe actuel.

La fiabilité de la ligne de tramway, enfin, ne semble pas *a priori* être affectée par le choix du type de franchissement. Toutefois, l'insertion sur le pont de l'Europe existant pourrait nécessiter la mise en place d'une voie unique ou d'un système de cantonnement, pour des raisons de capacité routière et/ou de charge acceptable par l'ouvrage. Si tel devait être le cas, cela pourrait dégrader le fonctionnement de la ligne D.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « renforcement des déplacements transfrontaliers ».

| Objectif « renforcement des échanges transfrontaliers » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|---------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Impact circulation VP/PL | | | |
| Impact modes doux | | | |
| Fiabilité de la ligne de tramway | | (?) | |
| Synthèse | | | |

- Le secteur est actuellement soumis à un trafic important, lié à l'activité portuaire, mais aussi de manière plus générale aux échanges transfrontaliers en lien avec l'agglomération strasbourgeoise. Les *perspectives de développement du secteur* laissent supposer une hausse importante du nombre de déplacements à l'avenir, tous modes confondus. Si le tramway pourra recevoir une partie des déplacements actuels et futurs, le réseau routier devrait également connaître une hausse de fréquentation. Aussi est-il important que les aménagements réalisés dans le cadre du prolongement de la ligne D du tramway préservent une bonne accessibilité aux quartiers concernés (Neudorf, Port du Rhin, centre-ville de Kehl). Dans ce cadre, le scénario 2 pose d'importants problèmes. Les scénarios 1 et 3 maintiennent

la capacité actuelle, mais le scénario 3 permet d'envisager une hausse de la capacité d'échanges grâce à un ouvrage neuf.

Sur le plan symbolique également, les scénarios sont très différents. Le scénario 2, peu ambitieux, n'accompagne pas les évolutions urbaines. Le scénario 1 permet de matérialiser le renforcement des liens entre les deux rives. Quant au scénario 3, il crée un ouvrage d'une grande portée symbolique, un élément contemporain en symbiose avec le cadre urbain futur, et en cohérence avec les ponts actuellement empruntés par le tramway dans le centre de Strasbourg : à l'instar du pont de la Bourse ou du pont Winston Churchill, cet ouvrage réunirait l'ensemble des moyens de transport urbain.

Le tableau suivant récapitule les performances de chaque scénario par rapport à l'objectif « accompagnement des projets d'urbanisme ».

| Objectif « accompagnement des projets d'urbanisme » | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|-----------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Adaptation aux trafics futurs | | | |
| Valeur symbolique du pont | | | |
| Synthèse | | | |

- Les critères permettant d'évaluer le dernier objectif ne peuvent, à ce stade de l'étude, être évalués précisément. Si le scénario 3 implique de construire un grand ouvrage très onéreux, il faut tenir compte des contraintes que génèreraient les travaux sur le pont de l'Europe dans le cas des deux autres scénarios. Ainsi, le coût d'investissement du scénario 1 devrait, pour être comparable à celui du scénario 3, intégrer le coût des travaux de rénovation lourde de l'ouvrage existant en plus de celui de la construction du nouveau franchissement. Quant au scénario 2, même s'il semble *a priori* le plus économique, le coût du renforcement nécessaire est difficile à évaluer.

La problématique est encore plus complexe lorsqu'il s'agit d'établir un bilan socio-économique des opérations : à l'incertitude sur le coût d'investissement s'ajoutent la prise en compte des externalités, notamment des gains et pertes de temps, congestion comprise. La prise en compte de ces paramètres pourrait dégrader sensiblement les effets des scénarios 1 et surtout 2, générateurs de congestion (celle-ci étant limitée à la phase de travaux dans le cas du scénario 1).

Il n'est donc pas proposé, à ce stade, de tableau comparatif.

En attente de ces résultats, le tableau récapitulatif de l'analyse est le suivant :

| Objectifs | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|--------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Renforcement des échanges transfrontaliers | | | |
| Accompagnement des projets d'urbanisme | | | |
| Efficacité des investissements | | | |

Il apparaît d'ores et déjà que le scénario 2 répond mal aux objectifs assignés au projet de prolongement de la ligne D.

CONCLUSION

Synthèse de l'étude

La présente étude s'inscrit dans le contexte d'un triple constat. Premièrement, en dépit de son amélioration continue, l'analyse coûts-avantages ne permet pas encore de couvrir l'ensemble des impacts d'un projet, et demeure opaque pour les non-initiés. Par ailleurs, les analyses multicritères « agrégées » ont montré leurs limites par le passé. Enfin, l'approche multicritère « désagrégée », qui constitue aujourd'hui la base de nombreuses évaluations *a priori* de projets de transports, n'obéit pas toujours à une méthodologie précise.

Une méthodologie a donc été proposée. Assez souple pour s'adapter aux nombreux contextes d'utilisation de l'analyse multicritère, elle permet toutefois de structurer la démarche et de lui donner un cadre précis et fixé, afin de limiter le risque de « dérive », parfois constaté, consistant à manipuler « à volonté » la méthode d'analyse afin d'en faire ressortir la conclusion désirée.

Son application à quelques aspects précis dans le cadre d'études d'avant-projets d'extensions du réseau de tramway de l'agglomération strasbourgeoise constitue une première étape. Il paraît intéressant d'appliquer cette méthode dès les premières études de définition d'un projet, afin d'en évaluer plus précisément l'intérêt, les points forts et les points faibles.

La mise en place d'une méthode unique de présentation des résultats a également été amorcée. Choisie pour sa simplicité et sa clarté – deux caractéristiques fortes des analyses multicritères qu'il convient de préserver –, elle pourrait permettre, en cas de généralisation, de créer une « identité visuelle » unique pour les analyses multicritères réalisées par Egis Rail, à la manière de ce que d'autres bureaux d'études ont d'ores et déjà réalisé, et à l'opposé de l'hétérogénéité qui apparaît aujourd'hui à la lecture des diverses analyses réalisées.

Limites et pistes de poursuite

La principale limite concernant la méthodologie d'analyse multicritère proposée réside dans le peu de recul disponible pour juger de son efficacité, voire de sa pertinence. Elle a certes pu être appliquée de manière satisfaisante sur des projets en cours, mais rien ne permet d'affirmer avec certitude qu'elle donnerait de bons résultats dans d'autres contextes : études de définition plus en amont, etc. Particulièrement, il n'a pas été possible lors de cette étude de procéder à la phase de définition des objectifs et des critères en collaboration avec le maître d'ouvrage, alors que l'implication de celui-ci semble difficilement contournable. De même, le retour du maître d'ouvrage vis-à-vis de la méthode employée ici n'est pas encore disponible. Il serait intéressant de connaître son opinion à ce sujet (méthode et principes de présentation), afin de procéder à des améliorations si nécessaire.

Le processus d'analyse proposé en deux étapes n'est pas exempt de tout reproche : la synthèse par objectifs gomme forcément des contrastes, qui n'apparaissent plus dans le tableau récapitulatif final. Il s'agit là d'une limite de la présentation synthétique des résultats, qu'il convient de compenser *a minima* par le rappel d'éventuels points singuliers dans l'argumentation textuelle, indissociable du tableau récapitulatif. Il ne faudrait en effet pas oublier que, si le tableau de synthèse est un moyen didactique facilitant la compréhension de l'étude par tous, il ne saurait à lui seul constituer l'ensemble de l'analyse.

Par ailleurs, il convient de ne pas verser dans une certaine naïveté quant à la rigueur de cette démarche : elle propose certes un cadre plus structuré pour l'étude et limite le risque de manipulations de coefficients ou d'autres manœuvres « déviantes », mais reste soumise à la bonne volonté des décideurs lorsqu'il s'agit de suivre (ou non) ses préconisations. Tout au plus la démarche par objectifs permet-elle de montrer aux décideurs les enjeux qu'ils risquent de négliger, ou les problèmes qui peuvent se poser s'ils choisissent une solution déconseillée par l'analyse... La méthode proposée ne permet pas d'annihiler les tentations « électoralistes » de divers ordres qui peuvent guider un choix politique. Mais cela est valable quelle que soit la méthode d'évaluation : même une analyse socio-économique adossée à un cadre théorique solide ne saurait suffire à convaincre certains élus dont la conviction est inébranlable...

BIBLIOGRAPHIE

Agence de développement et d'urbanisme de l'agglomération strasbourgeoise (ADEUS) (2006), Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg (SCOTERS), Syndicat mixte du SCOTERS.

CERTU (2005), *Evaluation des transports en commun en site propre – Recommandations pour l'évaluation socio-économique des projets de TCSP*. Coll. Références, Lyon, CERTU, 144 p.

Commissariat Général du Plan (1994), *Transports : pour un meilleur choix des investissements. Rapport du groupe présidé par Marcel Boiteux*, La Documentation Française, 132 p.

Commissariat Général du Plan (2001), *Transports : choix des investissements et coût des nuisances. Rapport du groupe présidé par Marcel Boiteux*, La Documentation Française, 441 p.

Communauté Urbaine de Strasbourg (2010), *Schéma Directeur des Transports Collectifs 2010-2025. Rapport final*, 95 p.

Crozet Y. (2004), Calcul économique et démocratie : des certitudes technocratiques au tâtonnement politique, *Cahiers d'économie politique*, n°47, pp. 155-172.

Debrincat L., Meyère A. (1998), L'aide multicritère à la décision. Des potentialités pour l'évaluation des projets de transport collectif en Île-de-France, *Métropolis* n°106-107, pp. 57-63.

Gargaillo L. (1983), Réponse à l'article « Le plan d'extension du métro en banlieue parisienne : un cas type de l'analyse multicritère », *Les Cahiers Scientifiques de la Revue Transports*, n°7, pp. 52-57.

RATP-Direction des Etudes Générales (1980), *Analyse multi-critères : présentation d'une approche méthodologique originale et applications*, Paris, RATP, 55 p.

Rousselot M. (2002), La monétarisation des effets externes des transports, *Métropolis*, n°108-109, pp. 17-20.

Roy B., Hugonnard J.-C. (1982), Le plan d'extension du métro en banlieue parisienne : un cas type de l'analyse multicritère, *Les Cahiers Scientifiques de la Revue Transports*, n°6, pp. 77-108.

Roy B., Hugonnard J.-C. (1983), Réponse à Monsieur Gargaillo, *Les Cahiers Scientifiques de la Revue Transports*, n°7, pp. 58-64.

Roy B., Damart S. (2002), L'analyse coûts-avantages, outil de concertation et de légitimation ?, *Métropolis*, n°108-109, pp. 7-16.

TTK (2009), *Développement à moyen-long terme du réseau tramway de l'agglomération strasbourgeoise : prolongement « Nord-Ouest » de la ligne A (Strasbourg HautePierre – Oberhausbergen Sud – Zénith – Parc des Poteries)*, Karlsruhe, 148 p.

Les fonds cartographiques utilisés sont issus d'Egis Rail et/ou des données transmises par le maître d'ouvrage (CUS) et ses partenaires (ADEUS, etc.). Certains ont fait l'objet d'un traitement graphique par l'auteur du présent mémoire.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FICHE BIBLIOGRAPHIQUE..... | 3 |
| PUBLICATION DATA FORM..... | 4 |
| REMERCIEMENTS..... | 5 |
| SOMMAIRE | 7 |
| INTRODUCTION | 9 |
| Contexte et objectifs de l'étude | 9 |
| Problématique | 10 |
| 1. ANALYSE MULTICRITERE : DEFINITION(S) | 11 |
| 1.1. L'analyse multicritère : une méthode « alternative » d'évaluation des projets 11 | |
| 1.1.1. Fondements théoriques..... | 11 |
| 1.1.2. Principes | 12 |
| 1.1.3. Analyses multicritères et analyses coûts-avantages : opposition ou complémentarité ? | 13 |
| 1.2. L'approche multicritère pour l'aide à la décision | 14 |
| 1.2.1. Principes de l'analyse multicritère | 14 |
| 1.2.2. Démarche d'élaboration d'une approche multicritère..... | 15 |
| 2. INTERETS ET LIMITES DE L'ANALYSE MULTICRITERE | 17 |
| 2.1. Intérêts | 17 |
| 2.1.1. L'évaluation d'un plus grand nombre d'effets | 17 |
| 2.1.2. Avantages d'une approche désagrégée | 19 |
| 2.1.3. Un atout pour la prise de décision | 19 |
| 2.2. Limites | 20 |
| 2.2.1. Une méthode empirique | 20 |
| 2.2.2. Choix et agrégation des critères | 20 |
| 3. REMARQUES ET PRECONISATIONS | 23 |
| 3.1. Méthodologie | 23 |
| 3.1.1. Généralités..... | 23 |
| 3.1.2. Proposition d'une méthode d'analyse structurée par les objectifs du projet.... | 25 |
| 3.2. Présentation de l'analyse et de ses conclusions | 26 |
| 3.2.1. Homogénéisation du langage graphique | 27 |
| 3.2.2. Homogénéisation des tableaux récapitulatifs..... | 28 |
| 4. APPLICATIONS A DES PROJETS D'EXTENSION DU RESEAU DE TRAMWAY DE STRASBOURG | 29 |
| 4.1. Contexte des projets | 29 |
| 4.1.1. Contexte territorial : l'agglomération strasbourgeoise..... | 29 |
| 4.1.1.1. <i>Présentation générale</i> | 29 |
| 4.1.1.2. <i>Le SCOTERS, document de planification du territoire</i> | 32 |
| 4.1.2. Politiques de déplacements de la CUS..... | 33 |
| 4.1.2.1. <i>Le tramway, élément central des politiques de déplacements</i> | 33 |
| 4.1.2.2. <i>Le réseau de transport en commun de la CUS</i> | 35 |
| 4.1.2.3. <i>Projets</i> | 37 |
| 4.2. Projet d'extension de la ligne A vers l'Ouest | 38 |
| 4.2.1. Contexte et objectifs du projet | 38 |
| 4.2.1.1. <i>Le secteur Ouest de l'agglomération : un secteur en développement</i> | 38 |
| 4.2.1.2. <i>Enjeux du projet sur le plan des transports</i> | 39 |
| 4.2.1.3. <i>Présentation du projet initial</i> | 40 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.2. | Première phase du projet | 44 |
| 4.2.2.1. | <i>Un contexte urbain particulier</i> | 44 |
| 4.2.2.2. | <i>Positionnement de la station Parc des Sports</i> | 45 |
| 4.2.2.3. | <i>Restructuration du réseau bus et tracé de la ligne 70 dans Hautepierre</i> | 46 |
| 4.2.2.4. | <i>Modification du tracé de la branche « A1 » dans Hautepierre</i> | 48 |
| 4.2.2.5. | <i>Analyse multicritère</i> | 51 |
| 4.2.2.6. | <i>Exploitation du prolongement</i> | 57 |
| 4.2.3. | Deuxième phase du projet | 59 |
| 4.2.3.1. | <i>Objectifs de la deuxième phase</i> | 59 |
| 4.2.3.2. | <i>Les variantes possibles</i> | 59 |
| 4.2.3.3. | <i>Analyse multicritère</i> | 61 |
| 4.3. | Projet d'extension de la ligne D vers l'Est | 65 |
| 4.3.1. | Contexte et objectifs du projet | 65 |
| 4.3.1.1. | <i>Développement urbain et renforcement des liens transfrontaliers</i> | 65 |
| 4.3.1.2. | <i>Le projet d'extension de la ligne D vers Kehl</i> | 67 |
| 4.3.1.3. | <i>Enjeux du projet sur le plan des transports</i> | 68 |
| 4.3.1.4. | <i>Objectifs du projet</i> | 69 |
| 4.3.2. | Analyse des possibilités de franchissement du Rhin | 69 |
| 4.3.2.1. | <i>Les variantes possibles</i> | 69 |
| 4.3.2.2. | <i>Analyse multicritère</i> | 70 |
| CONCLUSION | ..... | 75 |
| Synthèse de l'étude | ..... | 75 |
| Limites et pistes de poursuite | ..... | 76 |
| BIBLIOGRAPHIE | ..... | 77 |
| TABLE DES MATIERES | ..... | 79 |
| TABLE DES FIGURES | ..... | 81 |
| ANNEXES | ..... | 83 |
| Annexe 1 : Synthèse des entretiens | ..... | 83 |
| Bruno Faivre d'Arcier | ..... | 83 |
| Vincent Lichère | ..... | 84 |
| Patrick Morbois | ..... | 86 |
| Patrick Bonnel | ..... | 88 |
| Nicolas Clerc | ..... | 89 |
| Valérie Lainez | ..... | 91 |
| Annexe 2 : Lecture critique d'études de projets de transport | ..... | 94 |

TABLE DES FIGURES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : La Communauté urbaine de Strasbourg | 30 |
| Figure 2 : Evolution de la population des communes de la CUS entre 1999 et 2007..... | 31 |
| Figure 3 : Périmètre du SCOTERS | 33 |
| Figure 4 : Réseau de transports de la CUS, été 2010 | 36 |
| Figure 5 : Première étape d'investissements prévue au SDTC | 37 |
| Figure 6 : Secteur Ouest de Strasbourg – vue d'ensemble..... | 39 |
| Figure 7 : Tracé et stations de la ligne A en situation actuelle..... | 40 |
| Figure 8 : Tracé initial du prolongement de la ligne A vers l'Ouest..... | 41 |
| Figure 9 : Tracé et stations de la ligne A après la première phase d'extension | 43 |
| Figure 10 : Tracé et stations de la ligne A après extension..... | 43 |
| Figure 11 : Les « mailles » du quartier de Hautepierre | 44 |
| Figure 12 : Insertion prévue de la station <i>Parc des Sports</i> | 45 |
| Figure 13 : Tracé pour la ligne 70 restructurée – proposition de base | 46 |
| Figure 14 : Tracé pour la ligne 70 restructurée – variante | 47 |
| Figure 15 : Premier projet et tracé modifié pour l'extension de la ligne A..... | 49 |
| Figure 16 : Les trois scénarios de desserte pour Hautepierre..... | 50 |
| Figure 17 : Schémas d'exploitation envisagés | 58 |
| Figure 18 : Tracé indicatif de l'extension vers Oberhausbergen et le Zénith | 60 |
| Figure 19 : Secteur Est de Strasbourg – vue d'ensemble..... | 66 |
| Figure 20 : Tracé initial (en rouge) et tracé modifié (en vert) de l'extension de la ligne D | 68 |

Annexe 1 : Synthèse des entretiens

Ces entretiens ont été réalisés durant la première partie du stage, dans le cadre des recherches théoriques sur les analyses multicritères. Une synthèse de chacun d'eux est présentée ici, dans l'ordre chronologique de leur réalisation.

Bruno Faivre d'Arcier

Plutôt que d'analyse multicritère, il conviendrait de parler d'*aide multicritères à la décision*. Se pencher sur des critères variés n'est pas inintéressant en soi, le problème se fait lors de l'agrégation et de la hiérarchisation des critères : cela ne revient-il pas à faire une monétarisation avec des coefficients choisis ? L'aide multicritères à la décision a cependant l'avantage de considérer la dimension physique du projet.

Attention toutefois à ne pas multiplier les critères : cela ne rend pas l'évaluation meilleure dans la mesure où au-delà d'un certain nombre de critères, les lecteurs sélectionnent par eux-mêmes certains items et vont de fait les hiérarchiser implicitement, ce qui fait qu'au bout du compte, certains ne compteront pas du tout. Qui plus est, en multipliant les critères, le risque de faire compter double (ou plus) certains facteurs augmente.

L'analyse multicritère reste cependant un bon outil de dialogue : elle favorise une rencontre et une discussion entre les acteurs, et une pondération partagée des critères. Mais cela pose le problème du poids réel de chacun desdits acteurs dans la réflexion...

L'élus est, en tout état de cause, plus favorable à une analyse multicritère qu'à une analyse socio-économique (notamment un TRI) qui, en fournissant une donnée « objective », les « prive » de toute décision. Il est dès lors tentant d'agréger les critères à volonté pour arriver à la solution souhaitée.

Il est exact de considérer que l'analyse socio-économique n'est pas fiable à 100%, et c'est pour cela qu'il est nécessaire de procéder à des tests de sensibilité. Pour autant, il serait de toute façon illusoire de penser prendre une décision sans risque, car l'incertitude fait également partie de la réalité. Le calcul économique permet de réduire ces risques pour aider à la décision.

Les détracteurs des analyses coûts-avantages affirment que, dans celles-ci, les externalités (bruit, pollution, etc.) sont sous-estimées, notamment par rapport aux ressentis de la population à ce sujet. Le problème est que, si les gens sont prompts à critiquer les nuisances,

toutes les études montrent qu'ils ne sont pas prêts à payer de fortes sommes pour voir ces nuisances réduites. Autrement dit, la faible représentation des externalités dans le bilan socio-économique est avant tout le reflet du non-consentement à payer de la population. La « sous-représentation » tant critiquée ne serait donc en fait que le décalage entre ce que la population affirme et ce qu'elle fait concrètement... De même, la surreprésentation prétendue des gains de temps ne reflète que les comportements concrets.

En revanche, un point tout à fait contestable de l'analyse coûts-avantages est la fonction d'utilité unique qu'elle emploie : l'ensemble de la population retirerait exactement, quel que soit l'individu, le même bénéfice. Le caractère « monolithique » du calcul économique se traduit par une uniformité contestable.

Un processus décisionnel basé sur une analyse multicritère peut se résumer en trois étapes :

- dresser une liste d'objectifs à atteindre et une première concertation ;
- établir une liste de familles d'actions possibles, leurs conséquences, puis une liste de critères départageant ces familles et le poids de chacun d'eux ;
- évaluer en agrégeant ces critères (c'est lors de cette étape que surviennent la majorité des problèmes) : par somme pondérée, par graphe des préférences, par surclassement... ?

Si l'analyse multicritère permet de prendre en compte des critères ignorés par l'analyse coûts-avantages, notamment l'emploi, elle présente un risque de multiplication des pondérations implicites (cas typique : comptabiliser le trafic et les recettes comme deux critères indépendants). Enfin, l'analyse multicritère « ELECTRE » a par ailleurs montré ses limites : le fait d'enlever une variante peut faire changer les résultats du tout au tout (*cf.* Gargaillo).

Vincent Lichère

L'intérêt d'une analyse multicritère dépend de l'interlocuteur du bureau d'études. S'il s'agit de décideurs ou de hauts fonctionnaires, la force de conviction aura une grande importance dans la mesure où ce sont les seules personnes à convaincre. Dans ce cas, la comparaison est moins importante que le fait de présenter une variante qui *plaît*, d'où l'importance d'une analyse qualitative. L'image joue alors un rôle fondamental, et le pôle urbanisme-insertion-conception apporte un travail encore plus important. Si les interlocuteurs sont d'abord des techniciens, qui ont besoin de se forger une opinion pour ensuite convaincre d'autres personnes, il est important de montrer que l'on a examiné toutes les solutions :

l'approche est alors moins inductive mais plus déductive (sachant que le purement déductif ne marche pas).

Sur de nombreux critères, il est nécessaire de recourir à des échelles qualitatives, des oppositions avantages-inconvénients, sans prétention scientifique. Toutefois, face à certains interlocuteurs (notamment les « technocrates »), une apparence plus scientifique est de mise, avec une analyse multicritère davantage poussée, des indicateurs davantage chiffrés et même une pondération des critères, qui donne des orientations et des pistes pour un classement (voire l'élimination de certaines variantes).

Dans le cas de Nîmes (études TCSP est-Ouest) en 2005, c'est à la maîtrise d'ouvrage d'appliquer les coefficients de son choix aux divers critères présentés (potentiel de trafic, performance du TCSP, effet réseau/évolutivité, logique urbaine, impact circulation, coûts/faisabilité), en fonction des objectifs qu'elle souhaite particulièrement atteindre.

Pour Dijon la même année (études de corridors), l'approche était différente : à partir des objectifs prédéfinis, il s'agissait d'évaluer la pertinence de chaque corridor par rapport à ces objectifs et ainsi de dégager des axes « prioritaires ».

Pour l'agglomération rouennaise (axe Rouen-Elbeuf), plusieurs scénarii contrastés étaient proposés. Un tableau multicritère a été dressé, utilisant à la fois des explications textuelles, un code couleur (très favorable – favorable – neutre – défavorable) et des pictogrammes (point dur, critère éliminatoire) pour comparer les 4 scénarii selon les critères suivants (proposés et hiérarchisés par Egis Rail) :

- service rendu, potentiel de desserte et fréquentation ;
- insertion dans le réseau multimodal et évolutivité ;
- impact urbain et environnemental ;
- exploitabilité, maintenabilité ;
- faisabilité et coûts.

Sur Jérusalem, la maîtrise d'ouvrage avait souhaité une approche faisant appel à une certaine quantification : critères fixés, poids attribué à chacun, et notation de chaque alternative sur chacun des critères (notes 0, 1, 2, voire notes proportionnelles à une valeur quantitative) regroupés en quatre familles. Dans ce cas, l'étude a fait ressortir, avec les pondérations choisies par le commanditaire, une variante opposée à celle voulue. Cela a donc engendré des discussions et des modifications de la démarche. Il apparaît nécessaire de prendre des précautions méthodologiques, et de rappeler que le client demeure libre de son choix, y compris de changer des critères et des pondérations.

Cela étant dit, le problème est le même avec une analyse coûts-avantages : celle-ci ne prend pas en compte l'ensemble des impacts d'un projet, et ne permet pas de trancher entre deux alternatives proches. L'analyse coûts-avantages a un intérêt indéniable, mais doit être

intégrée dans une analyse multicritère plus large : une discussion autour d'une analyse coûts-avantages (et d'elle seule) est complexe...

L'importance que prennent les enjeux environnementaux implique de restructurer les analyses. Des outils destinés à évaluer l'impact carbone de plusieurs alternatives sont ainsi en train d'être pris en compte ; tous les clients ne sont cependant pas demandeurs de ce type d'évaluation. De même, l'impact social est parfois pris en considération dans de telles analyses.

Le rôle respectif du bureau d'études et du client a relativement peu évolué : dans la plupart des cas, c'est le premier qui définit sa démarche, le second voulant un bon conseil sans pour autant être entravé dans ses choix. Cela est particulièrement vrai lors des études amont, dont la conclusion est parfois le choix d'une alternative totalement nouvelle.

Plus généralement, l'analyse multicritère peut être employée dans de nombreux contextes très différents ; le besoin d'une méthode unifiée ne s'en fait que plus sentir, notamment en ce qui concerne le choix des critères. Le principal intérêt d'une analyse coûts-avantages, en dépit de son caractère abstrait, reste précisément son caractère rigoureux et sa méthodologie fixée. Une analyse multicritère est moins « scientifique », mais un outil permettant une prise de décision mixant une démarche inductive et déductive (une décision politique est souvent le résultat d'une « analyse multicritère implicite »).

Patrick Morbois

L'analyse multicritère est un outil de base en études amont ; son grand avantage est qu'il est adaptable au cas par cas, selon les décideurs et l'organisation de la maîtrise d'ouvrage. En France, le cas le plus fréquent dans les transports urbains est celui d'un décideur principal (le président de l'agglomération), ce qui simplifie la démarche par rapport aux situations où plusieurs décideurs doivent trouver un consensus (cas du ferroviaire et de nombreux projets à l'étranger) ; dans ce cas, il est en effet bien plus difficile de définir les objectifs poursuivis.

Une étude faisant intervenir une analyse multicritère se déroule schématiquement en trois étapes :

- une première partie consiste à s'entretenir avec les parties prenantes de la décision, afin de connaître leurs objectifs ;
- une deuxième étape a pour but de rassembler ces objectifs et à organiser une série de critères, afin de comparer les variantes sur chacun d'eux ;
- la troisième phase est marquée par un travail important de pédagogie et de présentation des résultats de l'analyse aux décideurs.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, les première et troisième étapes sont tout aussi importantes que le « cœur » du travail : une bonne analyse mal présentée, ou pire, une analyse mal ciblée car en décalage avec les attentes des décideurs, passera à côté de son objectif, à savoir l'aide à la décision.

En effet, dans le cas où l'étude s'adresse principalement à un décideur unique, l'analyse multicritère doit être conçue comme un « entonnoir » : à partir d'un large éventail de critères, il est nécessaire d'en reléguer un certain nombre au second plan, pour se focaliser sur les objectifs prioritaires choisis (au nombre de trois ou quatre). Si l'étude s'adresse à plusieurs décideurs, il est évidemment plus difficile d'opérer une sélection dans les critères, notamment s'il n'y a pas d'accord entre eux quant aux objectifs à atteindre. Dans ce cas, le processus décisionnel fera le plus souvent intervenir des pondérations entre les critères, ce qui peut être intéressant à condition de mener des analyses de sensibilité sur ces coefficients.

Sur Bordeaux, lors des études préliminaires pour la création de la ligne D, plusieurs critères ont été étudiés de manière très détaillée, comme l'insertion et les conditions d'exploitation. Il y a eu de nombreux allers-retours d'informations avec la collectivité pour hiérarchiser les objectifs.

Concernant la présentation, il est important de savoir que, du moins en France, les tableaux trop grands ou trop compliqués ne sont pas bien accueillis : il vaut mieux se limiter à trois ou quatre critères et autant de variantes à analyser. Si vraiment cela n'est pas possible, il est préférable de déterminer des « familles » de variantes à l'intérieur desquelles une nouvelle analyse peut être conduite ; de même, les critères peuvent être regroupés thématiquement. En effet, les élus ou les directeurs de service ont en général peu de temps disponible, il est donc important de synthétiser au mieux l'information.

Cela est d'autant plus vrai qu'en France, l'enjeu majeur lors de la conduite d'un projet est le délai de réalisation, évidemment dicté par les échéances électorales ; l'importance d'une décision rapide n'en est que plus grande. Il en résulte des conséquences sur le processus décisionnel, qui accorde en général moins de place au débat qu'ailleurs.

Dans le cas d'une maîtrise d'ouvrage multiple, ou à l'export, le « rapport de forces » entre décideurs rend préférable une orientation davantage « technique » pour la présentation des résultats. Mais là encore, il n'est pas question pour le bureau d'études de faire un choix.

L'évaluation socio-économique pêche par plusieurs aspects. D'abord, beaucoup d'éléments ne sont pas quantifiables, et pour ceux qui le sont, il existe des incertitudes : c'est notamment le cas pour les parts modales, ou encore les gains de temps. Ensuite, le niveau local n'est sans doute pas le meilleur terrain d'application d'une telle méthode, davantage adaptée à des

territoires plus vastes. De plus, elle n'est pas nécessairement objective dans la mesure où de nombreux critères vont faire appel, pour être quantifiables, à des chiffres « sortis du chapeau ». Enfin, elle mélange et additionne de nombreux indicateurs très variés qui ne se compensent pas vraiment dans la réalité. L'analyse multicritère, même si elle n'est pas exempte de défauts, a le mérite d'englober un plus grand nombre d'impacts potentiels d'un projet, et n'interdit pas de quantifier certains critères. Du point de vue du maître d'ouvrage, elle permet de mener une concertation, voire de légitimer un choix effectué en amont, beaucoup plus facilement.

Ainsi à Bordeaux, où l'élu n'avait pas de choix préconçu, les études préliminaires ont permis de montrer que la solution qui semblait *a priori* la plus évidente ne l'était pas en réalité, et que l'analyse de plusieurs variantes avait tout son intérêt.

Enfin, il est nécessaire de souligner que la méthodologie employée pour la France n'est pas valable partout ailleurs, loin s'en faut : selon les cultures, les pays, les maîtres d'ouvrage, les méthodes sont très variables : ainsi par exemple, au Japon, à l'inverse de la France, il est nécessaire de présenter un grand nombre de critères pour que l'analyse soit jugée « sérieuse ».

Patrick Bonnel

L'opposition qui existe entre analyse coûts-avantages et analyse multicritère repose avant tout dans la méthode. La première consiste à tout ramener à un chiffre unique, au moyen de pondérations justifiées et cohérentes avec le cadre théorique économique ; la seconde permet certes d'intégrer un grand nombre de critères, y compris ceux qui sont difficilement intégrables dans une analyse coûts-avantages (parce qu'ils ne sont pas monétarisables, par exemple), mais le problème survient lors de l'agrégation des critères.

En effet, quelle que soit la méthode choisie, la pondération qui en résulte déforme les résultats et traduit des préférences qui, si elles peuvent être justifiées moyennant une argumentation détaillée expliquant le point de vue, ne conduisent pas toujours à effectuer le choix le plus efficace économiquement. C'est là que se situe le cœur du problème : il n'existe pas de méthode de pondération justifiable, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. En revanche, le principe d'une analyse critère par critère, de manière complète et indépendante des autres, est intéressant : tant que l'on reste sur des données « désagrégées », l'analyse multicritère reste intéressante.

En cela, l'analyse multicritère est intéressante en tant qu'outil d'aide à la décision. Il n'en reste pas moins que l'avantage de l'analyse coûts-avantages est de s'appuyer sur un cadre théorique solide et donc fiable, moyennant quelques tests de sensibilité. Il reste donc souhaitable, même dans le cadre d'une démarche multicritères, de fournir les résultats d'une analyse coûts-avantages. L'analyse multicritère peut en effet apparaître comme une manière

de dissimuler des préférences sous une allure « scientifique ». En revanche, il est certain qu'il existe un problème de pédagogie avec l'analyse coûts-avantages ; mais celle-ci pourrait retrouver une meilleure justification auprès du grand public en montrant le détail des comptes de surplus, par exemple : en présentant différemment les résultats, en « disséquant » les gagnants et les perdants, l'analyse coûts-avantages peut retrouver une certaine lisibilité.

Si certains facteurs ne sont pas ou peu pris en compte dans l'analyse coûts-avantages, c'est surtout parce que cela reflète les choix politiques, les consentements à payer et les dépenses réelles en la matière. Si les discours sont en décalage avec les choix, c'est un problème, mais ce n'est pas inhérent à l'analyse coûts-avantages...

Nicolas Clerc

L'analyse multicritère est principalement employée pour comparer des scénarii, dans de nombreux contextes. Dans la mesure où il s'agit avant tout d'un outil permettant de synthétiser les réflexions, c'est un bon moyen d'aide à la décision.

Cette méthode permet notamment de considérer des critères qualitatifs et de les évaluer comme tels, ce qui est un avantage sur le plan méthodologique : il est toujours plus facile d'expliquer des « plus » et des « moins » que des notes chiffrées, qui sont souvent l'objet de discussions. Une pondération et une somme des critères, en plus d'être complexe, ne présente pas d'intérêt, d'autant que, comme il n'est pas rare que plusieurs critères se recoupent, une somme impliquerait de donner une importance supérieure à certains éléments du bilan. Ce n'est pas l'objectif recherché : les critères « redondants » ont plutôt pour but de présenter un même aspect du projet sous plusieurs angles différents, ce qui est souvent souhaité par les clients.

Les scénarii de tracés pour les projets ferroviaires peuvent concerner des projets très éloignés géographiquement ou, au contraire, des variantes très proches. En conséquence, les critères peuvent être très variables. Toutefois, les grands thèmes d'évaluation sont plus ou moins identiques : exploitation de la ligne, environnement (incluant le milieu naturel, le milieu physique, le milieu humain, et les aspects paysagers et patrimoniaux), la difficulté technique, l'évolutivité, les coûts (investissement et exploitation), etc. L'environnement est désormais un critère d'une grande importance, notamment en ce qui concerne les lignes ferroviaires nouvelles.

Pour les GPSO, la comparaison de fuseaux sur un tronçon s'est effectuée secteur par secteur, avec une analyse multicritère des fuseaux possibles sur chacun. En plus des questions environnementales, les aspects fonctionnels, techniques (ouvrages d'art nécessaires, géotechnie, etc.) et économiques constituent le cœur de l'évaluation.

Sur la ligne de Belfort à Delle, la perspective de la réouverture au trafic voyageurs implique la dénivellation de passages à niveau, ce qui est particulièrement difficile dans des milieux contraints. Là encore, l'éventail des critères est large : les aspects environnementaux, le milieu humain (impacts sur le bâti, les accès aux propriétés, le niveau sonore...), le paysage, le milieu naturel, l'impact des travaux sur les usagers, les coûts et les risques géotechniques sont détaillés pour chaque passage à niveau.

Pour le projet de ligne nouvelle Montpellier – Perpignan, les scénarii sont évalués sur le même principe global, avec toutefois des critères adaptés aux enjeux auxquels devra faire face la ligne nouvelle. Les catégories suivantes regroupent chacune divers critères : socio-économie, trafics, temps de parcours, capacité et exploitation des lignes, desserte des agglomérations et aménagement du territoire, coûts et difficultés techniques, environnement et développement durable. Les temps de parcours, par exemple, sont ensuite différenciés en plusieurs O/D ; les trafics sont étudiés séparément pour les voyageurs et le fret ; les critères environnementaux concernent notamment la préservation des ressources en eau, la consommation d'espace, la capacité résiduelle disponible pour le fret, et les incidences sur la ligne classique ; les caractéristiques socio-économiques incluent les indicateurs classiques (VAN, TRI, VAN par euro public investi).

Pour toutes ces analyses fonctionnelles, qui se déroulent très en amont, se pose le double problème du choix des critères les plus pertinents, puis de la synthèse de tous ces critères. Il faut en effet tenir compte :

- de la desserte voyageurs : trafic TGV en termes de nombre de trains et de voyageurs, temps de parcours,
- du fret : nombre de sillons supplémentaires, qualité de service, connexion aux plates-formes existantes,
- de l'aménagement du territoire : trafic TER, offre TER supplémentaire, trafic fret sorti des agglomérations, bassin de population desservi par la grande vitesse, desserte des bassins d'activité,
- de la capacité du système : niveau de saturation du système à l'horizon 2020, robustesse,
- de l'efficacité du projet : vitesse de référence du tracé par rapport aux circulations envisagées, aménagements à réaliser sur les lignes classiques, évolutivité du système,
- de la maintenabilité : position des bases travaux et de maintenance, possibilité de dégager des horaires pour la maintenance,
- et d'autres critères divers, selon les enjeux du projet : par exemple, la cohérence avec les évolutions (spontanées ou souhaitées) du territoire.

Face à cette complexité, la démarche multicritères apporte une vision synthétique et « résumée » particulièrement appréciée.

L'analyse multicritère se heurte néanmoins à quelques obstacles méthodologiques. Par exemple, lorsqu'il s'agit de comparer deux scénarii d'implantation de gares, faut-il les évaluer « dans l'absolu », ou l'un par rapport à l'autre ? Pour les études de localisations de gares TGV à Nîmes et Montpellier, c'est plutôt la seconde alternative qui a été privilégiée. En revanche, pour les GPSO, une double analyse a été menée : une évaluation classique des scénarii d'une part, et un classement d'autre part.

Un autre problème que peut poser l'analyse multicritère réside dans le fait que, même si l'on ne pondère pas explicitement les critères, il existe un risque de « pondération implicite » : le regard est attiré par le scénario qui a « le plus de vert » dans le tableau de synthèse, et ce même si les aspects positifs s'avèrent en fait secondaires.

En revanche, l'analyse multicritère est très pertinente lorsqu'il s'agit de prendre en compte les facteurs environnementaux : on sait aujourd'hui l'importance de ces enjeux pour la population, notamment dans le cadre de grands projets ferroviaires. L'analyse coûts-avantages seule ne permet pas de prendre en compte ce type d'impacts à leur valeur « ressentie ». En cela, elle correspond à un modèle « presque périmé », et si la démarche est toujours intéressante en soi, elle ne constitue plus qu'un critère au sein d'un éventail plus large. D'autres critères sont très difficiles à monétariser, comme l'évolutivité d'un système ou la facilité d'exploitation.

L'analyse multicritère est enfin pertinente dans le cadre actuel de gouvernance des projets, notamment ferroviaires : si c'est RFF qui prend la décision, son but est de trouver un compromis pour pénaliser le moins possible les riverains de la future infrastructure, en vue de chercher des financements complémentaires.

Valérie Lainez

Dans le déroulement des études d'un projet, l'analyse multicritère est quasiment systématique. Plus précisément, une série d'analyses est menée, dont la précision croît au fur et à mesure du processus. Un des meilleurs exemples de cette démarche est la série d'études réalisées pour l'opportunité d'un TCSP à Dijon :

- la première étude a porté sur des fuseaux et a permis de mettre en évidence les plus intéressants pour une desserte TCSP, en fonction de critères classiques comme les opportunités (population, nombre d'emplois et de scolaires desservis) et l'usage actuel des TC ;

- la deuxième, plus fine, comparait des itinéraires entre eux au sein de chaque fuseau : pour ce faire, les mêmes critères étaient repris, auxquels étaient ajoutés les contraintes en termes d'insertion et de circulation ;
- la troisième avait pour but la définition d'une réorganisation du réseau de transports autour de l'axe TCSP.

Cette démarche progressive est particulièrement fréquente dans les projets de transports urbains.

L'analyse multicritère est un outil incontournable d'aide à la décision, notamment en amont, lorsque l'on ne dispose pas de suffisamment d'éléments pour dresser un bilan socio-économique (parce que le tracé n'est pas fixé, ce qui interdit tout chiffrage de fréquentation et de temps gagné, etc.). Il n'y a donc pas d'opposition entre les deux démarches, les deux étant totalement complémentaires, le choix d'un projet précis ne pouvant se faire sans intégrer une analyse socio-économique dans les critères de décision.

L'analyse multicritère peut certes paraître « manipulable » à volonté, mais c'est avant tout lié à sa capacité à rendre lisible un niveau élevé de complexité. Aussi les critères sont-ils le plus souvent définis par le bureau d'études, en collaboration avec le client qui les valide.

L'avantage de la démarche multicritères est la possibilité de réunir deux types de données, qualitatives et quantitatives. Les données qualitatives ont l'avantage d'être très synthétiques et donc de pousser à la décision. Il n'en demeure pas moins que celles-ci sont des jugements, même si elles sont corroborées par des éléments quantitatifs. Un autre avantage est la prise en compte des enjeux environnementaux, qui prennent de l'importance.

La hiérarchisation des critères, ou leur pondération, pose parfois problème. Une manière intéressante de rendre compte de cette hiérarchie des critères est de définir, en coopération avec le client, une série d'objectifs que doit atteindre le projet, puis de hiérarchiser ces objectifs, et enfin de comparer les scénarii par rapport à la manière dont ils répondent à ces objectifs. Ainsi à Dijon, une double démarche multicritères a été effectuée : une analyse quantitative d'une part, et une évaluation par rapport aux objectifs. Cette démarche riche et intéressante a permis d'aider le maître d'ouvrage à prendre une décision, puis de légitimer cette décision auprès du public.

Il s'agit là d'un travail relativement lourd à mener, mais incontournable pour le succès de la démarche. De la même manière, l'analyse multicritère permet de juger de la pertinence de certains impératifs fixés par le politique par rapport à l'intérêt du projet. Ainsi, si le décideur exige qu'un TCSP passe en un endroit précis, il est du rôle du bureau d'études de le prévenir si cela risque de mettre en péril l'ensemble du projet – sans toutefois intervenir directement dans la décision. D'une manière plus générale, une bonne coopération est fondamentale pour

que le projet ait des chances d'aboutir, en suivant au maximum les préconisations. Cela est d'autant plus vrai que parfois, un changement d'équipe politique peut avoir des conséquences sur le projet ou ses objectifs.

Il semble difficile *a priori* de définir une méthodologie unique pour l'analyse multicritère, tant ses domaines d'application sont vastes (urbain, ferroviaire, pôles d'échanges, etc.) et peuvent être envisagés à tous les niveaux du processus décisionnel. Par ailleurs, la diversité des territoires et des maîtres d'ouvrage rend difficile l'application d'une méthode unique en toutes circonstances. En revanche, il semble éventuellement envisageable d'établir une liste-type de critères que l'on pourrait retenir selon les cas. Leur nombre est à adapter selon les personnes ciblées : les techniciens préfèrent souvent disposer d'un large éventail de critères, ce qui n'est pas forcément le cas pour des élus pour lesquels cinq à six critères suffisent en général. Il convient alors de ne faire ressortir que les plus judicieux.

L'analyse multicritère a une certaine évolutivité et une grande capacité de synthèse : à partir de nombreuses études préalables et/ou de nombreux critères, elle permet en général de définir des pistes d'actions assez claires pour le décideur.

Annexe 2 : Lecture critique d'études de projets de transport

1. Etudes de définition et de programmation des tronçons d'extension du réseau tramway de la Communauté Urbaine de Strasbourg – Etude comparative de 6 scénarii de desserte de Strasbourg-Neudorf - Rapport final. TTK-Transitec-SEMALY, 29.11.2001, 160 p.

Cette analyse se déroule en deux étapes. Une première analyse est basée sur :

- l'analyse des 6 scénarii selon des critères d'offre et de demande en TC, les déplacements et l'insertion du tramway ;
- une première comparaison reposant sur les critères suivants : « *vision multimodale* », clientèle et qualité de service TC, accessibilité VP au Neudorf et stationnement, insertion, coûts (nombre de rames, infrastructure, déficit d'exploitation) ;

Le résultat de l'analyse est un « *pré-choix* », sélection de trois scénarios pour une analyse plus approfondie. La seconde analyse porte sur les trois scénarii restants : la comparaison porte sur les mêmes critères que pour la première phase, mais de manière plus approfondie, notamment l'insertion de la plate-forme et des stations, et le plan de circulation. Plus précisément, les critères pris en compte sont :

- Clientèle TC (tram+bus), incluant couverture tramway et incidences sur la mobilité en transports collectifs ;
- Qualité de desserte TC, incluant temps de parcours et liaisons directes TC entre pôles ;
- Exploitation tramway, incluant l'incidence sur le nœud central *Homme de Fer* et l'adéquation charge-capacité ;
- Circulation VP et stationnement, incluant la « *cohérence VP/TC* », l'accessibilité VP, les impacts (reports de trafic, nuisances locales), l'exploitation du réseau routier (fonctionnement des carrefours stratégiques, conflits VP-tram) et le stationnement ;
- Insertion ;
- Coûts, incluant l'investissement en rames, l'infrastructure tramway et le déficit d'exploitation.

Le résultat de cette deuxième phase est une « *recommandation* » à la maîtrise d'ouvrage.

Sur la forme, l'évaluation se fait sur une échelle allant du positif au négatif. Pour chaque sous-critère d'évaluation, un tableau récapitulatif est construit, avec des éléments cartographiques (si nécessaire), des données chiffrées (si possible), et des « pictogrammes »

(+ +, +, ~, -, --), donnant une grande clarté à l'évaluation des scénarii. Pour le choix entre plusieurs sous-variantes (insertion axiale, latérale, etc.), un langage uniformisé et simple est utilisé : une « flèche » si la variante est viable, un « butoir » si la variante n'est pas réalisable.

La clarté de cette méthode et son homogénéité tout au long de l'étude sont remarquables (il s'agit d'une « marque de fabrique » de Transitec), avec toutefois un risque inhérent à l'emploi des signes mathématiques : la tentation d'additionner les « plus » et les « moins » est parfois grande...

2. Communauté Urbaine de Bordeaux. Etudes de définition de dessertes en transport en commun en site propre - « Desserte de la Rive Droite » - Phase 1 : Diagnostic des zones à fort potentiel. Egis Rail, avril 2009, 81 p.

Il s'agit d'une étude très en amont, dont l'objectif est la définition d'objectifs de dessertes : il n'y a donc pas ici, par exemple, de tracé précis. De nombreux aspects restent à étudier lors des phases ultérieures, comme la faisabilité de tracés dans chaque scénario, l'estimation de la clientèle potentielle, la détermination du mode de transport. L'essentiel de l'étude est un diagnostic urbain, mentionnant les projets en cours, les « gisements fonciers », la structure des déplacements, le réseau routier, et une étude du réseau « existant » (2009). Trois scénarii de desserte de la rive droite sont proposés depuis le pont Bacalan-Bastide :

- un tracé traversant la rive droite via Benauges et Richelieu, puis Bas-Floirac ;
- un tracé longeant les quais de la rive droite de la Garonne puis s'infléchissant à Stalingrad vers Richelieu, puis rejoignant le Bas-Floirac ;
- un scénario de « maillage fer », connectant deux axes du réseau ferré par une nouvelle voie entre la place Ravezies et Cenon, éventuellement complémentaire des autres scénarii.

Les critères d'évaluation sont les suivants :

- Desserte des zones d'habitat dense (Benauges, Richelieu, Les Etangs) ;
- Desserte des équipements d'agglomération (Arena surtout, mais aussi Megarama et Université situés dans le corridor déjà desservi par la ligne A) ;
- Difficultés d'insertion (franchissement des voies ferrées dans le secteur Benauges ou Trégey, croisement avec la ligne de tram A) ;
- Desserte des projets opérationnels et pré-opérationnels (ZAC Cenon Pont Rouge, ZAC des Quais, RU Richelieu/Les Etangs/Libération, RU Benauges, Mairie de Floirac) ;
- Desserte (centrale ou tangente) des projets à l'étude (Bassins à Flot, secteur Brazza, Bastide 2, Trégey) ;
- Fonction de maillage (amorce rocade TCSP ou poursuite maillage radial, rectitude du tracé, connexion TER).

L'évaluation de chaque critère se fait sur une échelle allant de 0 vers le positif (la note maximale étant + + +). Cette étude se focalise sur les potentiels de desserte, ce qui est normal pour cette phase du projet. Il est intéressant de constater que les regroupements thématiques des critères pourraient correspondre à des objectifs du projet.

3. Syndicat Mixte des Transports Artois-Gohelle. Etude des axes structurants de l'agglomération de Lens-Liévin-Hénin-Carvin et du territoire du SCOT de l'Artois. Comparaison des variantes de tracé pour la ligne Liévin-Lens-Hénin Beaumont-Noyelles Godault. Octobre 2008, 128 p.

Cette étude permet d'arrêter le choix du tracé et s'inscrit dans la continuité d'une étude précédente portant sur la fréquentation approximative de la ligne et son orientation générale. Un tracé de référence existe, et des variantes sont proposées.

Les variantes sont évaluées secteur par secteur (par exemple, le secteur « Liévin Centre et Liévin Est » fait intervenir cinq variantes), selon les critères suivants :

- Pertinence de la desserte (nombre d'habitants desservis, habitants par km, scolaires, scolaires par km, desserte d'équipements) ;
- Faisabilité (impacts gestion circulation, impacts piétons, impacts deux roues, impact stationnement, impact livraisons, impacts bâti, points singuliers, facilité d'insertion, facilité d'exploitation) ;
- Coûts (exploitation, investissement) ;
- Effets structurants (connexion gare ferroviaire, parfois cohérence réseau bus, desserte centre-ville, requalification urbaine, image, projets existants, projets potentiels) ;
- Contraintes environnementales (dans certains secteurs seulement).

L'échelle utilisée pour l'évaluation des critères s'étend du « double moins » au « double plus », incluant une graduation « neutre » (zéro). Selon les cas, la référence pour l'évaluation des variantes est la situation actuelle ou le « scénario de référence ». Cela met en évidence l'importance de la détermination d'une situation de référence, et la difficulté à choisir un seul référentiel fixe pour l'ensemble de l'analyse.

Ici aussi, la tentation d'ajouter les « plus » et les « moins » est grande. Cela est d'autant plus vrai que, pour chaque secteur, le grand nombre de critères analysés induit un certain manque de clarté, et *in fine* une sélection implicite des critères de la part du lecteur.

Aucun choix définitif n'est effectué en conclusion de l'étude : seule une synthèse, assortie de quelques préconisations, est formulée. En revanche, au fil de l'étude, une nette préférence en faveur d'une variante est parfois marquée dans certains secteurs. On voit ici le bureau d'études jouer pleinement son rôle, qui est de conseiller sans imposer un choix...

4. Nantes Métropole. Tramway de l'agglomération nantaise – Connexion L1-L2 : études préliminaires, phase 2. Volume 14 : variantes. Avril 2008, 239 p.

Cette étude à laquelle participent de nombreux bureaux d'études (SCE, AUP, Arcadis, Lavigne-Cheron, Egis Mobilité et Egis Rail) permet d'étudier diverses variantes de tracé et d'exploitation pour la jonction entre les lignes 1 et 2 du tramway, au Nord de l'agglomération : le franchissement du boulevard périphérique, l'insertion de la plateforme dans le secteur Gesvrine-Babinière, la prise en compte des circulations fret, ainsi que les terminus de Haluchère et du Campus.

Selon les cas, les analyses multicritères font intervenir un nombre variable de critères, et surtout des critères très différents en fonction des enjeux spécifiques (insertion urbaine, impacts environnementaux, circulation routière, exploitation, etc.), ce qui démontre la difficulté d'utiliser une méthode unique, et *a fortiori* une liste de critères unique, pour de telles analyses.

Une autre remarque porte sur la forme : l'évaluation en quatre niveaux (deux positifs et deux négatifs) est relativement classique, mais le code couleurs utilisé est peu évident à appréhender. Ainsi, si les significations du vert et du rouge sont évidentes (appréciation respectivement très favorable et défavorable), ce n'est pas le cas du jaune (qui signifie « appréciation favorable ») et encore moins du gris (très défavorable). Il s'agit là d'un point à prendre en compte.

5. STIF. Prolongement du RER E (EOLE) à l'Ouest. Dossier d'objectifs et de caractéristiques principales. 2009, 93 p.

Les scénarios sont départagés grâce à la méthode d'analyse multicritère « ELECTRE III ». Le recours à la méthode informatique est rendu nécessaire par la grande diversité des scénarios possibles : trois tracés sous Paris, trois localisations potentielles pour la gare de La Défense, et trois possibilités de raccordement aux voies ferrées existantes (voies du « Groupe V » de Paris Saint-Lazare), ce qui permet potentiellement vingt-sept scénarios.

L'analyse se déroule en deux temps. Tout d'abord, un récapitulatif de chaque secteur (tracé sous Paris, gare de La Défense, raccordement) est présenté sous forme d'un tableau présentant les critères retenus, ces derniers étant quantitatifs (les données chiffrées sont alors indiquées) ou qualitatifs (dans ce cas, une échelle de cinq valeurs est utilisée, sous forme d'un code couleurs allant du rouge au vert).

Pour le tracé entre Haussmann Saint-Lazare et La Défense, sont évalués les impacts environnementaux, les enjeux urbains liés à une gare, le renforcement du maillage TC, la décharge du RER A, le temps de parcours, les contraintes techniques, et le coût d'investissement. Il est à noter que le « renforcement du maillage TC » et les « enjeux urbains liés à une gare » favorisent doublement les deux tracés proposant une gare intermédiaire.

Inversement, le temps de parcours conditionnant la décharge du RER A, le scénario le plus rapide (sans gare intermédiaire) se trouve favorisé par ces critères quelque peu redondants.

Pour le choix de localisation de la gare de La Défense, la proximité aux emplois, les échanges avec le « Cœur Transport », la décharge du RER A, les contraintes techniques et le coût d'investissement sont évalués. L'encore, une redondance est à signaler, la décharge du RER A étant directement dépendante de la proximité avec le « Cœur Transport ».

Enfin, pour le raccordement au « groupe V », l'impact visuel, l'impact sonore, la vitesse de franchissement et le coût d'investissement sont évalués.

En seconde étape, l'analyse multicritère « ELECTRE III » proprement dite est lancée, sur la base des informations précédentes. Cette méthode imposant une pondération des critères, il a été choisi de ne pas pondérer (tous les critères ont reçu un poids de 1), ce qui est pour le moins contestable : comment considérer sur un même plan la décharge du RER A et d'éventuels enjeux urbains liés à une gare (*a fortiori* dans le cadre déjà bâti de la porte Maillot), alors même que les objectifs fondamentaux du projet parlent avant tout d'une décharge du RER A et de l'amélioration de la desserte de La Défense ? Les limites de ce type d'analyse multicritère apparaissent ici clairement.

6. STIF. Ligne 11 du métro – prolongement à l'Est. Dossier d'objectifs et de caractéristiques principales. 2009, 97 p.

L'analyse a pour but de comparer deux variantes de tracé : un itinéraire rejoignant directement la gare de Rosny – Bois Perrier depuis le quartier de la Boissière, ou un passage par le quartier du Londeau et le centre commercial « Domus ». Par ailleurs, cette analyse permet d'évaluer l'effet d'un phasage, celui-ci étant possible à deux stations différentes. Les critères sont évalués sur une échelle allant du neutre au positif (cinq niveaux en tout, la note maximale étant + + + +).

Les tableaux récapitulatifs utilisent à la fois un code couleurs et des éléments textuels dans les cases du tableau pour expliquer les « notes ». Cette méthode de présentation est intéressante, car à la fois synthétique et parlante. Reste que le code couleurs n'est pas forcément clair (comment associer un jaune orangé à un aspect « positif » ?) et ne prend pas en compte d'éventuels effets négatifs.

Aucune conclusion n'est tirée à l'issue de l'étude. Cela peut se comprendre dans la mesure où ce projet va être soumis à concertation (une préconisation forte pourrait donner l'impression que « tout est décidé »).

7. RFF, Egis Rail. LGV PACA. Etudes complémentaires suite au Débat Public. Desserte de Cannes et Nice, prolongements vers l'Italie et desserte de Monaco. Compléments d'études, bilan multicritères. Juin 2007.

L'arrivée de la LGV est ici envisagée dans un contexte urbain très contraint. Plusieurs variantes sont proposées pour la desserte de Cannes (desserte par la ligne classique, création d'une gare sur la LGV au croisement avec la ligne Cannes – Grasse, gare en ligne sur la LGV sous la gare Cannes Centre), ainsi que plusieurs variantes pour l'accès à Nice (raccordement à la ligne classique au niveau du « PK211 », raccordement au niveau de Saint-Laurent-du-Var, raccordement au-dessus du Var, raccordement direct à la gare Nice Thiers). Pour chaque ville, un tableau multicritères est dressé, intégrant les critères suivants :

- descriptif technique (évaluation de la complexité) ;
- impact sur la capacité de transport ;
- impacts sur l'environnement naturel et humain ;
- appréciation du temps de parcours jusqu'à Nice Thiers (par la LGV) ;
- appréciation du facteur coût.

Dans chaque case, un bref texte explicatif est indiqué ; pour les trois derniers critères, un code couleurs est employé. Celui-ci est classique, mais introduit la notion intéressante de critère « rédhibitoire ». Il permet de distinguer un critère ayant un impact défavorable mais n'entravant pas la faisabilité d'une variante, d'un critère handicapant gravement la variante, voire l'éliminant d'office : c'est par exemple le cas des conséquences urbaines extrêmement lourdes qu'engendrerait une arrivée directe de la LGV sur la gare centrale de Nice.

8. CUS, Egis Rail. Etude comparative entre la création d'un pôle ferroviaire multimodal au droit du « pont Coulaux » et dans le quartier de Kibitzenau. Novembre 2009, 49 p.

Cette analyse présente la particularité de porter à la fois sur un horizon temporel proche (évaluation de l'intérêt d'une réalisation immédiate) et sur un horizon temporel plus éloigné. Les critères étudiés, évalués selon une échelle comportant deux niveaux « positifs » et deux niveaux « négatifs », sont les suivants :

- bassin de population à 500 mètres propre à la halte⁸ ;
- bassin d'emplois à 1000 mètres propre à la halte ;
- potentiel de développement du secteur ;
- projets générateurs de mobilité mécanisée ;
- desserte TC à proximité du site ;
- accessibilité VP ;
- accessibilité deux roues ;
- accessibilité piétonne ;

⁸ La nuance est importante, étant donné que la halte de Kibitzenau serait partiellement redondante avec la halte existante de Krimmeri – Meinau ; de même, les emplois et habitants à moins de 1000 mètres de la halte du Port du Rhin sont déjà, pour certains d'entre eux, desservis par la gare de Kehl, en Allemagne.

- projets de transports à proximité du site ;
- desserte ferroviaire possible à court terme / desserte ferroviaire prévue à la halte (selon horizon temporel) ;
- opportunité de réalisation immédiate / opportunité de réalisation (idem) ;
- coût de la halte (5 M€ dans les deux cas).

L'étude conclut à la nécessité de mieux préciser les perspectives d'urbanisme dans le secteur avant de prendre toute décision. Cette conclusion est intéressante dans la mesure où une telle analyse peut aussi inciter à ne pas choisir...

9. CUS, Egis Rail. Etude d'opportunité de l'amélioration de l'attractivité des points d'arrêts sur l'axe ferroviaire Nord « Strasbourg-Vendenheim ». Novembre 2009, 74 p.

L'axe ferroviaire Nord de Strasbourg dessert plusieurs gares situées sur le territoire de la CUS. Afin de favoriser l'usage du train et dans un contexte de collaboration avec la Région, des études sont menées pour établir un plan d'actions visant à requalifier les gares et leurs abords. Les deux gares existantes de Vendenheim et Mundolsheim sont étudiées. Chaque analyse est résumée par un tableau de propositions, comportant, en colonnes, les actions proposées, et en lignes, les effets induits ; chaque case est ensuite colorée en gris (sans effet), jaune (effet limité), vert clair (impact favorable), vert foncé (impact très favorable).

Les effets recherchés sont les suivants : intermodalité (fer-TC, fer-VP, fer-piéton, fer-cycle), amélioration vie de quartier, amélioration de la lisibilité, amélioration de l'accès aux quais, augmentation possible de la clientèle. Cela ressemble aux objectifs que recherche la maîtrise d'ouvrage. Ce lien entre objectifs et mesures envisagées est une fois de plus à souligner, et semble particulièrement efficace pour définir les actions à mener. Cependant, les notions de coût sont absentes de cette analyse.

Les actions proposées sont les suivantes :

- Pour Vendenheim : étendre le jalonement, déplacer le point d'arrêt « gare » du bus 71, étendre les pistes cyclables, création de zones 30, ouvrir le by-pass, mettre la halte en accessibilité PMR ;
- Pour Mundolsheim : amélioration de l'organisation des espaces de stationnement (pour gagner 17 places), création d'itinéraires cyclables continus, création d'espaces de circulation mixte cycle-voiture, création d'un véloparc, création d'accès de plain pied latéraux, création d'un jalonement bus.

10. CUS, Egis Rail. Etude de l'aménagement d'un pôle multimodal au droit de la gare de Bischheim/Schiltigheim. Diagnostic et schéma fonctionnel de principe d'organisation du pôle de la gare. Rapport final. Décembre 2009, 35 p.

La gare de Bischheim – Schiltigheim, située en milieu urbain, est actuellement peu utilisée. De plus, les infrastructures ferroviaires génèrent une coupure dans l'espace urbain. Cette étude détaille donc quatre scénarios différents pour modifier les accès à la gare ; un cinquième scénario est ajouté, combinant les éléments de deux autres scénarios. Différents critères sont évalués, le plus souvent selon une grille « oui/non », avec parfois quelques nuances :

- l'amélioration des conditions d'accès au pôle de la gare depuis l'Est de la voie ;
- l'amélioration des conditions d'accès au pôle de la gare depuis l'Ouest de la voie ;
- la création d'une liaison forte et identifiable vers le secteur d'emploi de Schiltigheim en développement (EEE) ;
- la facilitation des déplacements entre la route de Bischwiller et la gare ;
- l'amélioration des services proposés à la gare ;
- l'accès PMR au quai (non, moyenne, bonne) ;
- la création d'une large centralité ;
- la recherche d'une cohésion urbaine entre les quartiers situés de part et d'autre de la voie ;
- le développement à l'Ouest de la voie d'un projet de quartier ;
- le développement d'une identité forte pour ce secteur Nord de Strasbourg ;
- l'estimation sommaire qualitative des investissements, l'exploitation n'étant pas prise en compte (très importants, importants, moyen).

S'ensuit un « bilan » de chaque possibilité (sans intérêt, intérêt faible, intérêt, intérêt local fort et projet fédérateur, très fort intérêt) et une recommandation (non retenu, retenu à court ou moyen terme, retenu à long terme, retenu).