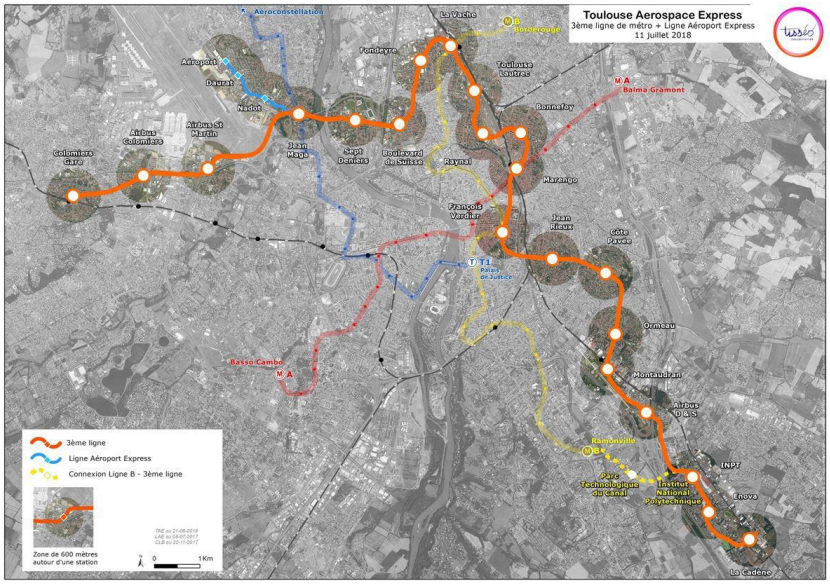
Contre-expertise
de l'évaluation socio-économique
du projet de la Ligne 3 de Métro à Toulouse



[Dossier Evaluation socio-économique, Tisséo Collectivités]

Becker Jean-Jacques

Combes François

Denant-Boemont Laurent

07 mai 2019

Préambule

La loi du 31 décembre 2012 instaure l'obligation d'évaluation socio-économique préalable des projets d'investissements financés par l'Etat et ses établissements publics et une contre-expertise indépendante de cette évaluation lorsque le niveau de financement dépasse un seuil que le décret d'application de la loi a fixé à 100 M€.

Le porteur de projet, Tisséo Collectivités, a fait réaliser une évaluation socio-économique du projet d'extension du réseau de métro Toulousain qui se structure autour de deux opérations majeures : la création d'une troisième ligne de métro permettant la desserte de l'aéroport au Nord de l'agglomération et des zones d'activité dans le Sud Est ; ainsi que le prolongement de la ligne B au sud pour assurer la connexion avec cette nouvelle ligne.

Il a souhaité que l'évaluation socio-économique, menée en amont de la décision et pilotée sous l'autorité d'un conseil scientifique de haut niveau, qui doit alimenter le dossier d'enquête publique, fasse l'objet d'une contre-expertise indépendante, selon les règles et procédures qui s'appliquent aux investissements d'Etat.

Le SGPI, considérant que la saisine d'une collectivité territoriale ne relevait pas du périmètre actuel de la loi qui vise les investissements d'Etat et de ses établissements publics et considérant que la participation de l'Etat sollicitée par le porteur de projet n'est pas actée, a répondu favorablement à la demande d'une contre-expertise du dossier réalisé par le porteur de projet mais n'a pas rédigé d'avis. C'est en respectant toutes les règles prévues dans le décret d'application (exigences du contenu du dossier, indépendance des contre experts, délais) que le SGPI a facilité la réalisation de la contre-expertise indépendante de l'évaluation socio-économique de ce projet.

Ce rapport a été établi à partir des documents fournis par TISSEO Collectivités et par les réponses apportées aux questions des contre-experts tout au long de la procédure. Il ne saurait être reproché à ce rapport de ne pas tenir compte d'éléments qui n'auraient pas été communiqués à ses auteurs.

Sommaire

PREAMBULE **2**

SOMMAIRE **3**

1 LE CONTEXTE ET LES ENJEUX ECONOMIQUES ET URBANISTIQUES DU GRAND TOULOUSE **4**

1.1 LA SITUATION ACTUELLE 4
1.2 LES PERSPECTIVES D'EVOLUTION 5
1.3 LE PROJET D'INVESTISSEMENT SOUMIS A ENQUETE PUBLIQUE 5

2 LES OPTIONS DE REFERENCE, DE PROJET ET LES VARIANTES ETUDIEES **9**

2.1 LA CARACTERISATION DE L'OPTION DE REFERENCE 9
2.2 LES OPTIONS DE PROJET 12
2.3 LES VARIANTES DE TRACE ET DE PHASAGE 15

3 LES IMPACTS **19**

3.1 LES PREVISIONS DE TRAFIC 19
3.2 LES EFFETS SUR L'OFFRE ET LA DEMANDE DE TRANSPORT 24
3.3 LES EXTERNALITES NEGATIVES (POLLUTION, SECURITE, GAZ A EFFET DE SERRE (GES), BRUIT) 27
3.4 LES IMPACTS ECONOMIQUES ET LES ECONOMIES D'AGGLOMERATION 29
3.5 LA SOUTENABILITE BUDGETAIRE 35

4 LA RENTABILITE SOCIOECONOMIQUE **37**

4.1 LES INDICATEURS DE RENTABILITE SOCIO-ECONOMIQUE 37
4.2 LA CARTOGRAPHIE DES RISQUES 41

5 ÉLEMENTS DE CONCLUSION **47**

6 REFERENCES **49**

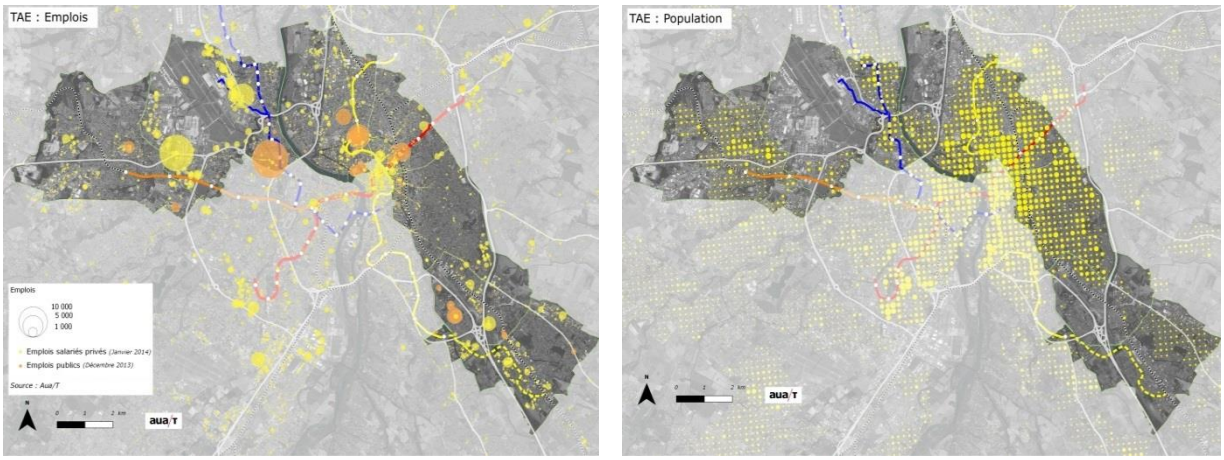
1 Le contexte et les enjeux économiques et urbanistiques du Grand Toulouse

1.1 La situation actuelle

La grande agglomération toulousaine, regroupant 114 communes, totalise près d'un million d'habitants, dont près de la moitié sur la commune de Toulouse. Elle connaît une croissance démographique importante (plus 20 000 habitants par an sur la période 2010/2015) et un phénomène marqué d'étalement urbain permis par le développement d'un réseau performant d'infrastructures routières, phénomène qui s'est néanmoins atténué sur la dernière décennie.

L'industrie conserve une place importante au sein du tissu économique principalement autour des secteurs aéronautique, spatial et du numérique. On dénombre six grands pôles d'emplois (avec en tête le centre de Toulouse et la zone aéroportuaire au nord-ouest), qui restent localisés dans ou aux abords de la ville centre.

Figure 1 : Distributions Emplois et Population



[Source : Agence d'Urbanisme et d'Aménagement - Toulouse]

Le dynamisme démographique a pour corollaire un dynamisme des déplacements (+5 % sur la période 2004/2013), même si le nombre quotidien de déplacements par personne a baissé de 4,1 à 3,8 sur la même période. La place de la voiture individuelle reste prépondérante (77 % des déplacements mécanisés, à comparer à 17 % pour les transports collectifs, en 2013), avec une saturation progressive des réseaux structurants aux heures de pointe du matin et du soir.

La place des transports collectifs (TC) dans les déplacements mécanisés a augmenté de 11 à 17 % entre 2004 et 2013 grâce à un renforcement de l'offre qui s'est traduit par la construction de deux lignes de métros, un doublement de l'offre TER et une amélioration du réseau urbain de surface (tramways, bus à haut niveau de service (BHNS)).

1.2 Les perspectives d'évolution

Les perspectives d'évolution démographique restent très favorables pour la région Occitanie en général et l'agglomération toulousaine en particulier : plus de 250 000 habitants supplémentaires sont attendus entre 2013 et 2030[1] (+15 000 /an) ainsi que plus de 120 000 emplois (+7000 /an).

Le SCOT, révisé le 27 avril 2017, a fixé les objectifs suivants :

- renforcer la zone dense de l'agglomération bien desservie en TC (30 % des nouveaux habitants accueillis dans la commune de Toulouse) ;
- limiter la consommation foncière par intensification et renouvellement urbain dans l'existant (70 % des opérations d'aménagement) ;
- privilégier les opérations mixtes habitat/activité économique (70 % des créations d'emplois) ;
- rechercher une cohérence urbanisme/transport grâce à des instruments de type « contrat d'axe ».

Le projet Mobilités 2020-2025-2030 table sur une croissance des déplacements quotidiens de plus 500 000 sur la période 2015-2025 et préconise, pour éviter une dégradation de l'accessibilité et des conditions de circulation, un renforcement de l'offre TC et de l'usage des modes actifs (marche et vélo), et le développement de pôles d'échanges multimodaux, en privilégiant la desserte des pôles économiques majeurs.

Plusieurs projets interurbains sont prévus pour conforter l'attractivité du territoire : aménagements ferroviaires au nord de Toulouse (AFNT), LGV Bordeaux-Toulouse, autoroute Toulouse-Castres. S'agissant du réseau de TC, on peut citer, à l'horizon 2020/2025, le doublement de la capacité de la ligne A du métro, le déploiement de dix nouvelles lignes Linéo, la mise en place de la ceinture sud et la hausse de l'offre TER (+40 % de places offertes). Par ailleurs, l'aéroport de Toulouse-Blagnac a lancé un projet d'extension pour faire face à une hausse de son trafic prévue à hauteur de 33 % à l'horizon 2030.

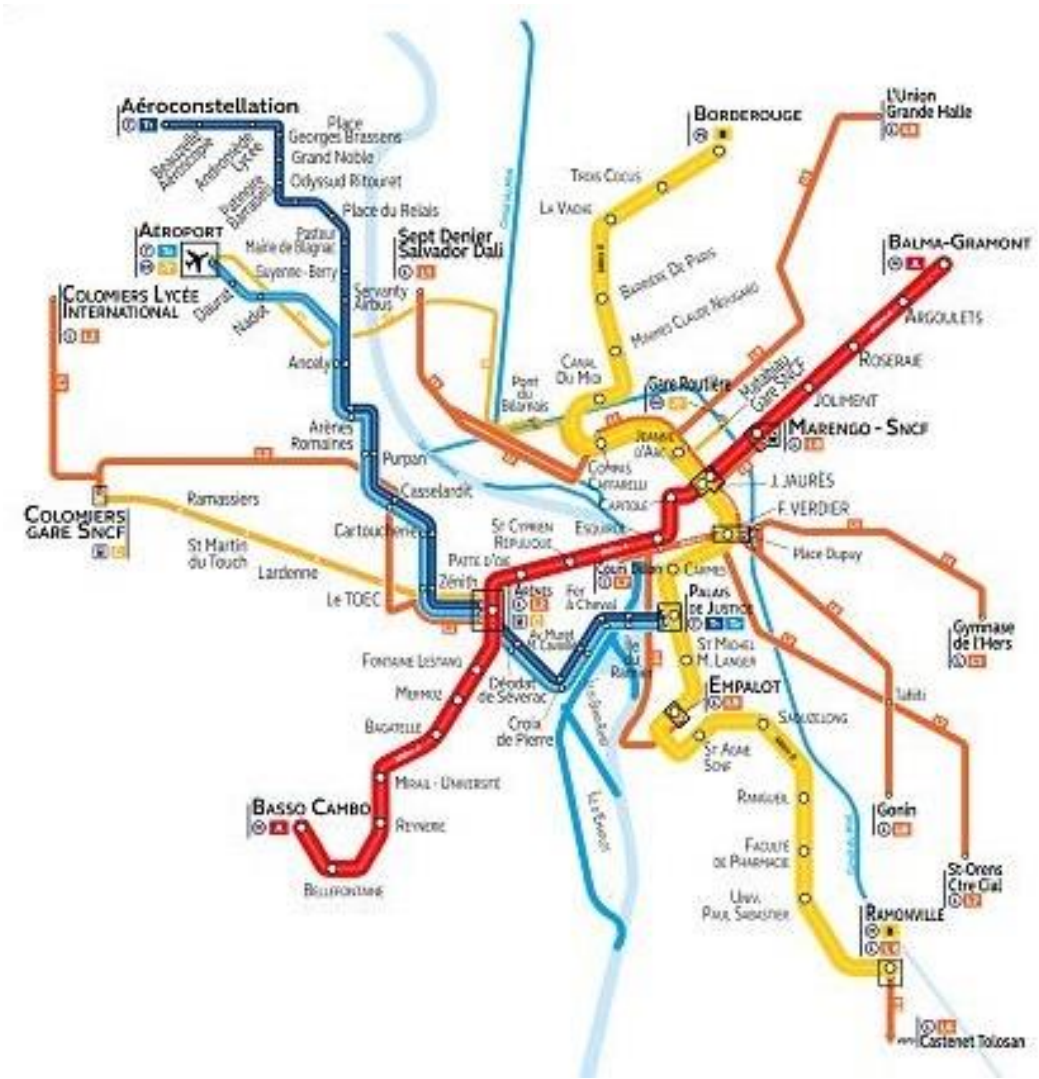
1.3 Le projet d'investissement soumis à enquête publique

Le réseau actuel de transport collectif de l'agglomération toulousaine, exploité principalement par TISSEO, comportait en 2015 136 lignes pour 1281 km, pour une offre globale d'environ 4,4 millions de PKO (Places.Km Offertes, CEREMA 2015). Le contrat liant l'Autorité Organisatrice, le Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'Agglomération Toulousaine, et TISSEO est un contrat de type contribution financière forfaitaire. D'un point de vue physique et géographique, l'offre de TC est organisée de la manière suivante :

- deux lignes de métro, inaugurées respectivement en 1993 (ligne A en rouge sur le schéma ci-dessous) et 2007 (ligne B en jaune sur le schéma ci-dessous), pour un total de 27,5 km pour 38 stations ;
- deux lignes de tramway, mises en service pour la ligne T1 desservant la banlieue Nord Est en 2010 et pour la ligne T2 en 2015 et desservant notamment l'aéroport situé au NO (tracé en bleu foncé et bleu clair ci-dessous) ;
- un réseau de bus comportant 67 lignes urbaines et 73 lignes interurbaines affrétées ;
- un train urbain (ligne C) intégré au réseau de TCU par une tarification commune bus/métro/tram.

[1] Jauge d'accueil du SCOT.

Figure 2 : Réseau de TC de l'agglomération toulousaine



Source : Cour des Comptes (2019)

Le projet Toulouse Aerospace Express (TAE ci-après) comprend la réalisation :

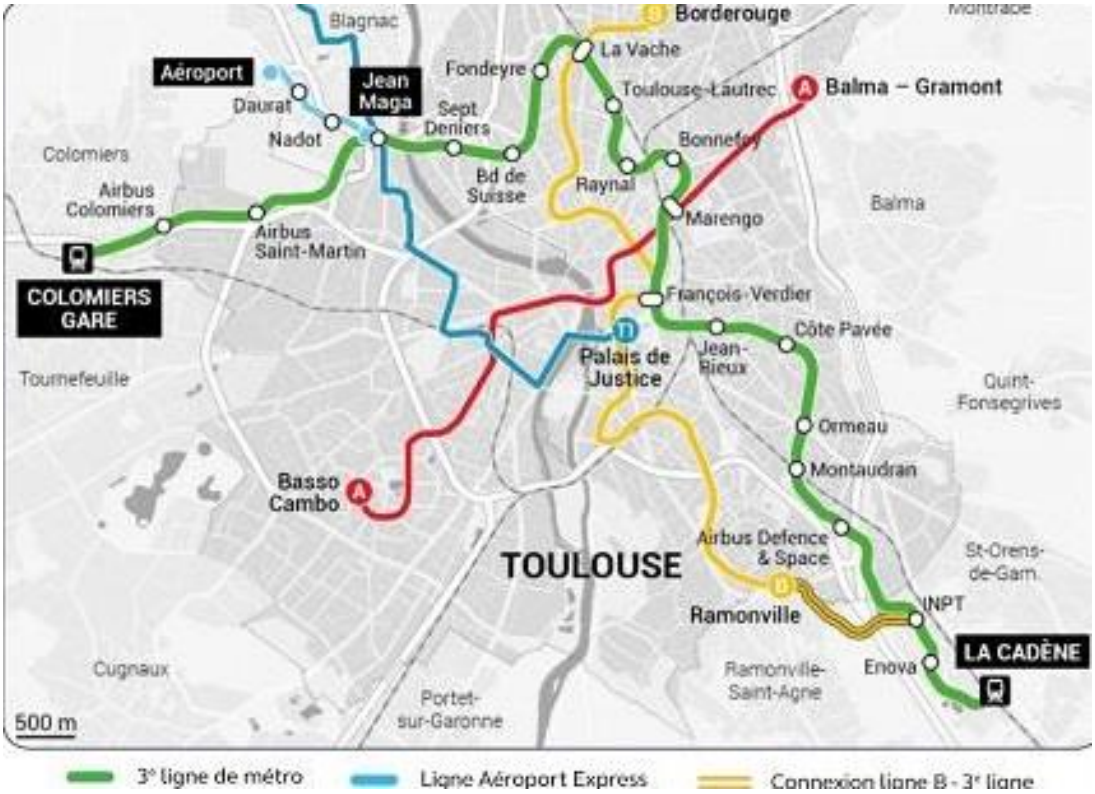
- d'une 3ème ligne de métro automatique de 27 km (70 % en souterrain) comportant 21 stations, reliant le nord-ouest (Colomiers) au sud-est (Labège) via la gare centrale Matabiau, avec une vitesse commerciale de 40 km/h ;
- d'une navette haute fréquence reliant la nouvelle ligne de métro à l'aéroport (ligne aéroport express - LAE), avec rupture de charge, utilisant les infrastructures existantes du tramway T2 (sur une longueur de 2km), avec une vitesse commerciale de 20 km/h.

Les enjeux du projet sont décrits dans la pièce G. Il s'agit pour la troisième ligne de métro :

- de desservir et relier les équipements et pôles économiques majeurs : cet objectif est décliné en trois sous-objectifs principaux : desserte des lieux du quotidien (travail, loisirs, santé, etc.), soutien de la productivité des entreprises, soutien de l'attractivité du territoire. Ces trois sous-objectifs principaux sont, d'après la pièce G, traduits en trois priorités géographiques : la desserte de l'aéroport et du secteur aéronautique Nord-Ouest ; la desserte de la gare Matabiau et du projet Toulouse EuroSudOuest (TESO) ; et enfin la desserte du Sud-Est de l'agglomération ;

- de créer de nouvelles capacités de transport pour faire face à l'accroissement de la demande de transport ;
- de s'articuler avec les réseaux existants, afin de permettre des liaisons transversales plus efficaces en transport collectif (les réseaux locaux (bus), régionaux et nationaux) ainsi que les autres modes de transport (voiture et modes actifs).

Figure 3 : Tracés des projets TAE/CLB



Source : Cour des Comptes (2019).

L'opération Connexion Ligne B (CLB ci-après) vise à prolonger l'actuelle ligne B du métro vers le sud-est sur une longueur de 2,7 km (dont 80 % en aérien), afin de rejoindre la 3ème ligne de métro au niveau de la station INPT. Une rame sur quatre de la ligne B emprunterait le prolongement. Cette ligne permettra d'améliorer l'accessibilité du sud-est de l'agglomération et d'équilibrer le trafic entre les deux lignes de métro B et TAE.

Pris globalement, le projet TAE+CLB (i.e., la réalisation de TAE et de CLB simultanément) a également pour objectif de freiner l'étalement urbain (particulièrement important sur l'agglomération toulousaine) et de provoquer une reconcentration des emplois et de la population au sein de la ville de Toulouse, augmentant par là même les densités d'activités et les densités résidentielles au cœur de l'agglomération afin de la rendre plus compacte.

En effet, il a été noté dans la littérature scientifique un lien empirique robuste entre densité de population et émissions de GES par habitant. Plus les densités sont faibles, et plus les émissions par habitant sont importantes, ce qui révèle un des coûts de l'étalement urbain (synonyme de plus faible densité) au-delà de l'allongement des distances parcourues par les résidents d'une agglomération (OECD, 2013 ; Litman, 2015 ; Blaudin de Thé and Lafourcade, 2016). Du point de vue des politiques publiques, un certain nombre d'outils réglementaires et économiques visent donc à accroître les densités résidentielles, notamment pour réduire l'empreinte écologique du développement urbain. Il faut par conséquent souligner que l'agglomération toulousaine, en

mettant en avant l'impact potentiel de son projet sur les densités, s'inscrit dans cette tendance consistant à promouvoir une ville plus « compacte » (OECD, 2012).

Il faut par conséquent noter que cet objectif de densification se fonde sur un pari concernant l'aménagement urbain et économique de zones dont le développement reste encore largement potentiel.

Les grandes étapes du calendrier de réalisation du projet seraient les suivantes :

- 2019 : attribution des premiers marchés (maitrise d'œuvre) ;
- 2021 : début des travaux de génie civil ;
- 2025 : mise en service.

2 Les options de référence, de projet et les variantes étudiées

2.1 La caractérisation de l'option de référence

L'option de référence, i.e., la situation la plus probable qui prévaudrait sans le projet d'investissement considéré (France Stratégie, 2017[2]), est définie par la réalisation complète du « projet Mobilités 2020-2025-2030 » **à l'exception** des ouvrages et investissements afférents au projet de 3ème ligne de métro TAE+CLB.

Le plan « Mobilités 2020-2025-2030 » est une révision du PDU engagée par Tisséo à partir de 2015, révision adoptée le 7/02/2018 et décrite de manière un peu elliptique dans la pièce G à partir de la page 48 : de nombreux objectifs et projets sont décrits, sans que le lecteur ait une idée très précise des enjeux économiques et financiers afférents à ce plan.

Les grands objectifs de ce plan (Tisséo 2018[3]) sont de :

- 1) renforcer l'accessibilité de l'agglomération toulousaine ;
- 2) améliorer la desserte des zones d'emplois les plus dynamiques ;
- 3) développer l'intermodalité au niveau régional ;
- 4) mettre en cohérence urbanisme et mobilité pour contrer l'étalement urbain ;
- 5) développer les modes « doux » et les alternatives à l'usage de la voiture ;
- 6) faire que les TC soient les plus accessibles aux personnes à mobilité réduite ;
- 7) optimiser la logistique urbaine
- 8) intégrer et limiter les conséquences de la mobilité et de l'urbanisme sur l'environnement et le patrimoine.

D'après les différents documents du dossier d'évaluation, en particulier sur la pièce G, le projet « Mobilités » impliquerait un peu moins de 3,9 milliards d'euros d'investissement, dont un peu plus de 2,3 milliards dévolus au projet TAE.

L'option de référence représente par conséquent un montant d'investissement d'environ 1,6 milliard d'Euros. Ces investissements sont liés :

- au doublement de la capacité de la ligne A du métro ;
- à l'extension du tram TI au nord ;
- au développement de lignes de bus transversales ;
- à l'amélioration de l'offre ferroviaire de TER ;
- au maillage du réseau routier.

Le phasage du projet Mobilités, qui inclut clairement comme pièce maitresse la 3ème ligne de métro TAE, serait envisagé de la manière suivante :

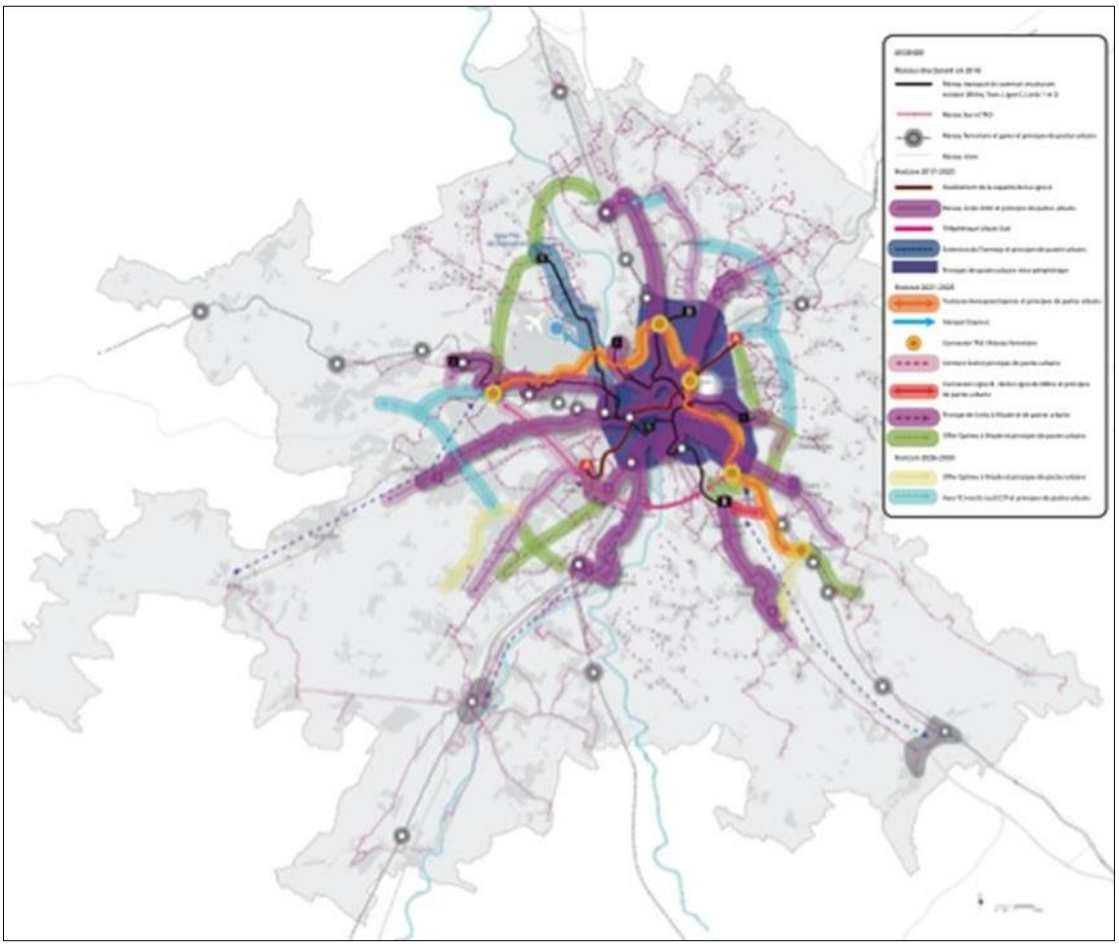
- 2020-2025 : développement des 10 lignes de bus Linéo, du téléphérique urbain sud, doublement de la capacité de la ligne A de métro ;

[2] Le guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics, France Stratégie, 2017
[3] Projets mobilités 2020.2025.2030, TISSEO 2018

- 2025-2030 : début du fonctionnement de la 3ème ligne, et poursuite du développement du réseau urbain Tisséo ;
- 2030-2035 : montée en charge de la fréquentation sur la 3ème ligne métro et poursuite du maillage du réseau de transport.

La carte ci-dessous, tirée du document de synthèse du PDU, explicite de manière détaillée la stratégie et le phasage des différents éléments :

Figure 4 : Le Projet Mobilités 2020-2025-2030



Source : Tisséo Collectivités (2018)

On peut noter que l'évaluation proposée évite l'écueil habituel de considérer l'option de référence comme un statu quo ou comme une situation dite « fil de l'eau » qui consisterait à caler les investissements futurs sur la base des tendances passées. Ce point est à porter à l'actif des évaluateurs du projet, car l'option de référence est une projection qui semble raisonnable du point de vue de la politique de transport de l'agglomération toulousaine de ce que serait l'alternative sans projet.

Ce point n'est pas accessoire, il est généralement erroné de retenir comme option de référence une option « ne rien faire ». La situation contrefactuelle pertinente est en effet l'option « *la plus probable en l'absence de projet* » (France Stratégie, 2017), elle doit être crédible et faisable (UE, 2014). Une option de référence dans laquelle sont retenus des investissements significatifs n'est pas nécessairement défavorable à l'option de projet, dans la mesure où celle-ci pourra être créditée de coûts d'investissements éludés par rapport à l'option de référence, ou encore créditée de coûts d'opportunité apparaissant dans l'option de référence en raison d'une réponse

insuffisante par exemple à l'évolution de la demande (dégradation de la qualité de service, des temps de parcours des usagers des TC, etc.).

Les contre experts considèrent cependant que l'option de référence n'est pas suffisamment caractérisée dans la pièce G. Les éléments de justification concernant le choix de cette option de référence sont peu nombreux, et particulièrement sur les points permettant de démontrer en quoi cette option permet de répondre plus ou moins bien à l'évolution des besoins de mobilité de l'agglomération toulousaine sur le moyen et long terme.

Il n'est pas attendu par les contre experts que Tisseo fasse la démonstration que l'option de référence est une alternative optimale au second rang, tout comme il n'est pas attendu la demonstration que l'option de projet représente le meilleur des optimums possibles. L'objectif de l'évaluation socio-économique est simplement de faire la démonstration que l'incrément de bien-être est suffisamment important au regard des coûts additionnels qu'on peut attacher au projet.

Il est clair au regard des documents et du tableur fourni que cette option de référence n'est en rien optimale (pour preuve, l'option de projet la plus ambitieuse est clairement rentable sur le plan de l'efficacité économique), mais cela n'est pas le point qui pose réellement problème. Dans la pièce G, il est surtout difficile de savoir précisément quels seraient les investissements réalisés et leurs impacts (en termes physiques, de coûts et de bénéfices) dans l'option de référence. L'option de référence retenue par Tisseo ne permet pas de faire apparaitre explicitement par exemple les ***investissements éludés*** dans l'option de projet privilégiée (TAE), et il semble difficile de croire que, en l'absence de 3ème ligne de métro, les autres projets prévus dans le plan Mobilités seraient une alternative d'investissement tout à fait crédible.

> **Recommandation n°1 :** Intégrer davantage dans l'évaluation socio-économique, un descriptif détaillé de l'option de référence retenue, en particulier un échéancier précis des coûts et des bénéfices, ainsi qu'un minimum d'éléments justifiant l'option de référence retenue.

TAE étant au cœur du projet Mobilités, il apparaît donc discutable de faire du projet « Mobilités sans le projet TAE » une option de référence crédible qu'on mettrait véritablement en œuvre sans TAE.

Les contre experts se sont notamment interrogés sur la capacité du système de transport à absorber la hausse des déplacements prévus dans l'option de référence. Ce point n'a pas été documenté précisément pour le réseau de transports en commun (par exemple la hausse de 29 % de la fréquentation des TC à l'heure de pointe du soir, prévue dans l'option de référence en 2030 par rapport à 2013, est-elle soutenable ?). S'agissant des conditions de circulation sur le réseau routier, le maitre d'ouvrage fait état d'une forte hausse de la congestion routière en 2030 dans l'option de référence telle qu'elle ressort de la modélisation de trafic, tout en jugeant celle-ci surestimée du fait d'une absence de prise en compte d'une progression de la part de marché du vélo et de l'évolution du taux de motorisation des ménages toulousains (observé à la baisse entre 2004 et 2013).

Sur la base de ces arguments, les contre experts, à l'instar du maitre d'ouvrage, seraient conduits à retenir des niveaux de trafic routier en 2030 plus faibles que ceux affichés dans la pièce G. Il est dès lors probable que les gains de décongestion à mettre à l'actif du projet TAE+CLB ont été surestimés dans le bilan socioéconomique. Les informations fournies par le maitre d'ouvrage ne permettent cependant pas de quantifier ce point.

Tisseo a étudié, à la demande des contre experts, la rentabilité d'une option de référence dans laquelle l'offre de bus rapides (BHNS) est significativement améliorée, en cohérence avec les objectifs principaux du projet Mobilités, que ce soit en créant de nouvelles lignes (une ligne transversale), en prolongeant des lignes existantes, et en augmentant le niveau de service des lignes existantes.

Les résultats de cette analyse, peuvent être ainsi résumés : le coût d'investissement d'une telle mesure est bien évidemment beaucoup plus faible que l'option de projet TAE (moins d'une centaine de millions d'euros contre 3.6 Mds pour le projet), mais sa VAN (hors effets économiques et urbains non valorisés), toutefois positive, est dix fois moins élevée que celle de l'alternative de projet TAE comparée à l'option de référence.

En conséquence, il semble clair que l'option de projet amène un surplus d'efficacité globale bien plus conséquent.

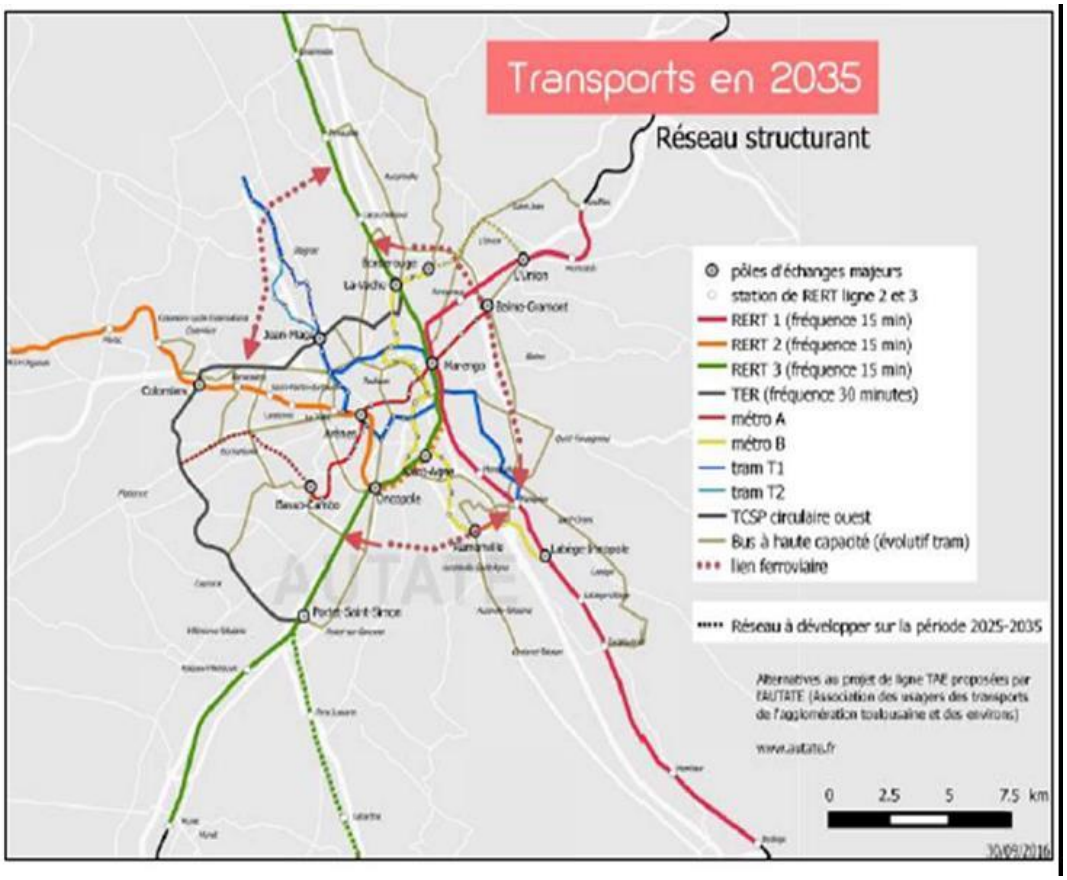
2.2 Les options de projet

Au-delà du projet principal porté par le Maître d'Ouvrages (TAE+CLB) différentes alternatives ont été discutées et étudiées.

2.2.1 L'alternative de l' « étoile ferroviaire »

Cette alternative consiste à organiser trois lignes de type RER autour des infrastructures ferroviaires existantes, toutes ces lignes passant par la gare de Matabiau (voir figure ci-dessous)

Figure 5 : Carte de l'alternative « Etoile Ferroviaire »



Source : Tisséo Collectivités, pièce G page 64.

Cette alternative, étudiée en détail et évaluée par le Conseil Scientifique de Tisséo, a mis en évidence les points suivants. Le coût d'investissement serait similaire à l'option de projet privilégiée par le porteur, entre 3 (hors matériel roulant) et 3,5 Mds d'euros (avec matériel roulant). Toutefois, les deux options sont plus des compléments que des substituts, ne répondant pas aux mêmes besoins. Les contre experts jugent que l'alternative « étoile ferroviaire » ne répond pas aux mêmes enjeux, serait très longue et coûteuse à mettre en œuvre, et ne remet pas en cause l'opportunité du projet.

2.2.2 L'alternative « développement du réseau de surface »

La possibilité de développer un réseau de tramway/ Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) pour pourvoir à l'ensemble des besoins de mobilité futurs a été écartée pour trois raisons principales :

- la difficulté d'insertion en surface du fait du manque d'espaces viaires ;
- la faible vitesse de la technologie de tramway, préjudiciable dans une agglomération peu dense et fortement étalée ;
- la limite de capacité d'un système de tramway compte tenu des développements prévisibles de la demande de transport collectif dans les années à venir. A titre de comparaison, un système de métro est au moins 50 % plus rapide (30 à 35 km/h contre 15 à 25 km/h), et permet d'avoir des fréquences triplées (toutes les 2 mn en moyenne contre toutes les 6 mn pour le tram).

Tisséo Collectivités, dans le cadre de cette contre-expertise, a pu modéliser cette option afin d'en déterminer la rentabilité socioéconomique. Cette rentabilité, mesurée par le différentiel de VAN-SE par rapport à l'option de référence, reste très faible, et surtout beaucoup plus faible que l'option de projet TAE. On reste dans un rapport de 1 à 10 entre la VAN SE des deux projets, et ce sans prendre en considération les effets économiques et urbains.

Par conséquent, les contre experts ne voient pas dans ce projet une alternative susceptible de remettre en cause l'intérêt de l'option de projet TAE.

2.2.3 la question du choix technologique

La solution du métro reste très probablement dans le cas de Toulouse le mode qui permet de d'offrir la capacité la mieux adaptée à la demande prévue. De plus, elle permet d'offrir la vitesse commerciale nécessaire pour offrir une alternative crédible à la voiture dans une agglomération plutôt étalée. Enfin le réseau en grande partie souterrain permet de résoudre les problèmes d'insertion dans un tissu urbain dense, au sein duquel il apparaît complexe d'introduire un réseau de surface capacitaire et performant.

Mais la démonstration développée dans la pièce G n'est pas pleinement satisfaisante :

- les études complémentaires qui, manifestement, ont été réalisées, ne sont que brièvement évoquées. Par conséquent, leurs hypothèses, méthodes et conclusions ne sont rappelées que très succinctement dans la pièce G ;
- l'intérêt d'offrir une vitesse commerciale véritablement élevée (40 km/h) n'est pas prouvé de façon détaillée ; c'est une limite, car même si on imagine que la stratégie proposée a du sens, cette vitesse commerciale n'est certainement rendue possible que par une distance inter-station élevée (21 stations pour 27 kilomètres de ligne pour LAE), donc aux dépends de l'accessibilité de la ligne (au sens de la densité de stations sur le territoire). Cette question aurait mérité d'être argumentée un peu plus précisément ;

- la comparaison des modes pourrait s'appuyer sur une analyse socio-économique plus solide que la simple comparaison en coût total par validation (Figure 34, p. 73 de la pièce G) : ces ratios, s'ils semblent à l'avantage du métro (1,5 € de coût total par validation pour les lignes A et B contre 3,5€ pour le tram) traduisent en réalité des usages différents ; ils résultent à la fois de la demande et de l'offre, et ne dépendent pas de façon visible et directe de la qualité de service offerte aux voyageurs. Il s'agit d'un indicateur difficile d'interprétation, qui ne peut valoir preuve que le métro est nécessairement le mode le plus pertinent.

Toutefois, ces limites de présentation ne nous semblent pas de nature à remettre en cause les choix techniques retenus. Le choix de l'automatisation complète et son argumentation n'appellent pas de commentaires particuliers.

2.2.4 La question de la desserte aéroportuaire

La desserte de l'aéroport a fait l'objet d'une attention particulière. Quatre options sont examinées :

- une option Sud, relativement directe, passant à proximité de l'hôpital au niveau de Purpan, sans desserte directe de l'aéroport ;
- une option Nord desservant l'aéroport ;
- une option intermédiaire, passant approximativement à mi-chemin entre Purpan et l'aéroport ;
- une configuration en fourche du métro, une branche continuant vers Colomiers, et une seconde branche desservant l'aéroport.

Ces options sont comparées sur la base de plusieurs objectifs : la desserte des zones économiques, la desserte de l'aéroport, la desserte de l'hôpital Purpan, la desserte de zones urbanisées, de zones avec potentiel de mutation, la possibilité de renforcer l'offre vers Blagnac, et d'assurer la cohérence entre le réseau de métro avec le tramway, de prendre en compte les temps de trajet et les difficultés d'insertion dans le paysage urbain.

L'option qui a été finalement retenue est l'option centrale. Elle ne permet donc ni la desserte directe de l'aéroport (et implique de ce fait une modification importante de la ligne de tramway correspondante) ni la desserte de l'hôpital. Les arguments avancés sont :

- pour justifier l'évitement de Purpan : les surcoûts conséquents alors supportés ne compensent pas les gains de temps des personnes concernées ; auxquels s'ajoutent des pertes de temps conséquentes pour beaucoup d'autres usagers de la ligne.
- pour justifier l'évitement de l'aéroport : ce tracé engendre des surcoûts, et certains désavantages de desserte. Par ailleurs, une ligne de tramway dessert déjà l'aéroport (on comprend implicitement que l'avantage offert par une desserte directe de l'aéroport n'est pas suffisant).
- Pour justifier de ne pas faire de branche : des raisons de coût et de difficultés d'exploitation, et des apports modestes compte-tenu de la présence du tramway. Ces raisons ne sont pas explicitées, mais on peut imaginer qu'elles sont rédhibitoires.

Cette question est traitée rapidement et de façon relativement claire (même si certains points sont sources de confusion : par exemple, la pièce G évoque un surcoût d'investissement actualisé de 130 M€ VAN, p. 77 qu'on ne trouve pas dans la Figure 38). Il aurait été utile d'associer à ce tableau un tableau présentant les VAN qui, manifestement, ont toutes été calculées.

2.2.5 L'option Connexion Ligne B

Cette option vise à connecter l'actuelle ligne B à la troisième ligne de métro (TAE) en la prolongeant de deux stations. D'une certaine façon, cette connexion joue le rôle de prolongement de la ligne B ; les usagers de la ligne B pourront se déplacer vers le Sud-Est en métro.

L'exploitation en sera en voie double partielle, afin de minimiser les coûts, et compte-tenu d'une fréquentation attendue relativement faible en bout de ligne. Cela signifie que seulement une rame sur 4 desservira le terminus et assurera effectivement la connexion entre la ligne B et TAE. La pièce G évoque la possibilité d'augmenter cette capacité, à terme, si nécessaire. Il est regrettable que cette décision n'ait pas fait l'objet d'une analyse socio-économique plus poussée, spécifiquement sur ce point. Par ailleurs, un tracé unique est proposé.

2.3 Les variantes de tracé et de phasage

2.3.1 Justification du choix du tracé proposé

La question du tracé peut être examinée à deux niveaux de détail différents : celui du choix du fuseau (description sommaire de l'itinéraire pressenti du projet) et celui du choix local d'itinéraire, tronçon par tronçon.

Le choix du tracé est une question complexe, car les enjeux sont variés et souvent contradictoires, et les options très nombreuses. Il faut examiner ces choix au regard des objectifs et enjeux identifiés par le maître d'ouvrage ; c'est aussi l'occasion de vérifier si certains enjeux importants n'ont pas été sous-estimés.

Le principe général du tracé consiste à relier Colomiers, à l'ouest de Toulouse, au Sud-Est de l'agglomération, tout en contournant le centre de Toulouse par le Nord-Est. Un fuseau alternatif est discuté, qui consiste à passer à plus grande proximité du centre (l' « alternative centre » portée par le Collectif Citoyen). Pour ce qui concerne le tracé, les questions suivantes sont étudiées d'après la pièce G :

- desserte de Colomiers : opportunité d'une station « Colomiers hôtel de ville » ;
- localisation de la station Sept Deniers ;
- passage par les faubourgs Nord (Barrière de Paris ou La Vache, opportunité d'une station à Fondeyre) ;
- opportunité d'une station à Bonnefoy ;
- tracé entre François Verdier et Montaudran ;
- opportunité d'une station à Malepère ;
- desserte de Labège Enova par la ligne B ou par la troisième ligne de métro.

De fait, de nombreuses variantes ont donc été considérées.

L'argumentation accompagnant les choix effectués est parfois très brève. Elle est généralement plus détaillée. Les critères examinés explicitement dans la décision sont : les coûts, les difficultés d'insertion et les effets en termes de niveau de service ; la nature, la densité, la présence de centralités, et le potentiel de mutation des zones desservies ; et enfin l'articulation avec d'autres modes de transport.

Le traitement en est, par contre, relativement hétérogène :

- certaines alternatives sont examinées via une analyse coût-bénéfice simplifiée : desserte de Colomiers, desserte des faubourgs Nord (le résultat de l'évaluation n'est pas donné) ;

- certaines font l'objet d'une analyse multicritère : desserte des faubourgs Nord, desserte de Bonnefoy ; desserte des faubourgs Est ;
- certaines ne font que l'objet d'une discussion qualitative : localisation de la station Sept Deniers, localisation du Site de Maintenance et de Remisage).

Cette variété des méthodes et la brièveté de la présentation fait qu'il est parfois difficile de savoir ce qui l'emporte dans des décisions qui sont systématiquement de nature multicritère. Nous en tirons les conclusions suivantes :

- L'examen des alternatives n'est pas systématique en termes de méthode. La pièce G n'explique pas pourquoi telle méthode a été utilisée pour telle décision ; les priorités établies entre différents critères ne sont pas non plus très explicites. Là où la pièce G présente de façon non priorisée des enjeux de desserte de différents types de territoires et de centralités (section 3.1 de la pièce G), la priorité semble de fait porter sur des zones au fort potentiel de développement économique et de mutation, ou du moins jugés comme tels. Il aurait fallu afficher une plus forte cohérence entre objectifs et protocole d'évaluation.
- La « boucle Nord » et son détour par La Vache aurait mérité une analyse coût-bénéfice plus précise dans la pièce G, compte-tenu des enjeux. Le surcoût engendré est de l'ordre de 190 M€ ; la perte de temps pour les voyageurs est de 3 minutes, la charge en période de pointe du soir est d'environ 7 000 passagers par heure et par direction, la perte de temps totale actualisée peut donc être chiffrée, en ordre de grandeur, à 50 ou 100 M€. Le bénéfice en termes d'accessibilité à des zones au potentiel de mutation élevé n'est pas nécessairement à remettre en question (en tout cas il semble cohérent avec le SCOT) mais les éléments démontrant la nécessité de réaliser la liaison de TAE avec le réseau ferroviaire aurait pu être plus approfondis, d'autant plus que cette connexion est déjà assurée avec la ligne B du métro. Le dossier aurait mérité que la question soit posée plus précisément.
- Les centralités et points d'intérêt majeurs ne sont que peu représentés et discutés. On peut citer l'exemple des centres hospitaliers, dont certains ne sont pas directement desservis ; d'autres peuvent nous échapper (la pièce G ne décrit pas la localisation des centres universitaires ni ce qu'ils engendrent en termes de demande de transport, par exemple) : sur ce point la pièce G manque clairement de caractère pédagogique et ne permet donc pas totalement au décideur d'établir clairement quels choix sont opérés, aux dépens de quels sites.

2.3.2 Le phasage proposé

Le phasage proposé consiste à réaliser la 3ème ligne de métro d'un seul tenant. Un phasage en deux parties (mise en service du tronçon Colomiers – François Verdier en 2025 et du tronçon François Verdier – La Cadène en 2030) a été examiné. Une argumentation qualitative portant sur des surcoûts divers (dont des surcoûts d'investissement) et le décalage dans le temps des bénéfices apportés par le projet conclut à l'absence d'intérêt de ce phasage. Une analyse socioéconomique complète aurait pu être produite, celle-ci aurait pu tester différentes dates de mise en service de la phase 2 et étudier une variante prévoyant, dès 2025, le prolongement de la ligne B jusqu'à La Cadène, afin de ne pas repousser dans le temps la desserte de la zone sud-est.

Par ailleurs, l'appréciation de l'intérêt d'un phasage de l'investissement dans un avenir déterministe est peu évidente. A partir du moment où l'on compare un investissement immédiat au même investissement dont une partie est reportée dans le temps, du point de vue du calcul de la VAN, la variante « phasée » implique toujours un surcoût d'investissement ultérieur et des bénéfices afférents à ce surcoût encore plus décalés dans le temps. Par conséquent, sur des

chroniques habituelles dans les projets d'investissement, il est presque impossible d'obtenir une VAN supérieure pour les variantes phasées en comparaison des variantes « immédiates ».

Toutefois, un intérêt particulier du phasage est d'introduire une dimension de flexibilité décisionnelle dans les choix d'investissement. Dans un cadre où la demande de trafic s'avère incertaine *ex ante* et où le décideur réalisera un apprentissage dans lequel l'incertitude se réduit au fur et à mesure du temps (modèles dits d'options réelles), les choix les plus flexibles devraient bénéficier d'un bonus en termes d'évaluation puisqu'ils permettent au décideur de s'adapter à l'information qu'il recevra. Une option parfaitement irréversible (investir tout et tout de suite) ne permet pas de profiter d'une meilleure connaissance future du trafic et d'éventuellement attendre ou d'investir à nouveau.

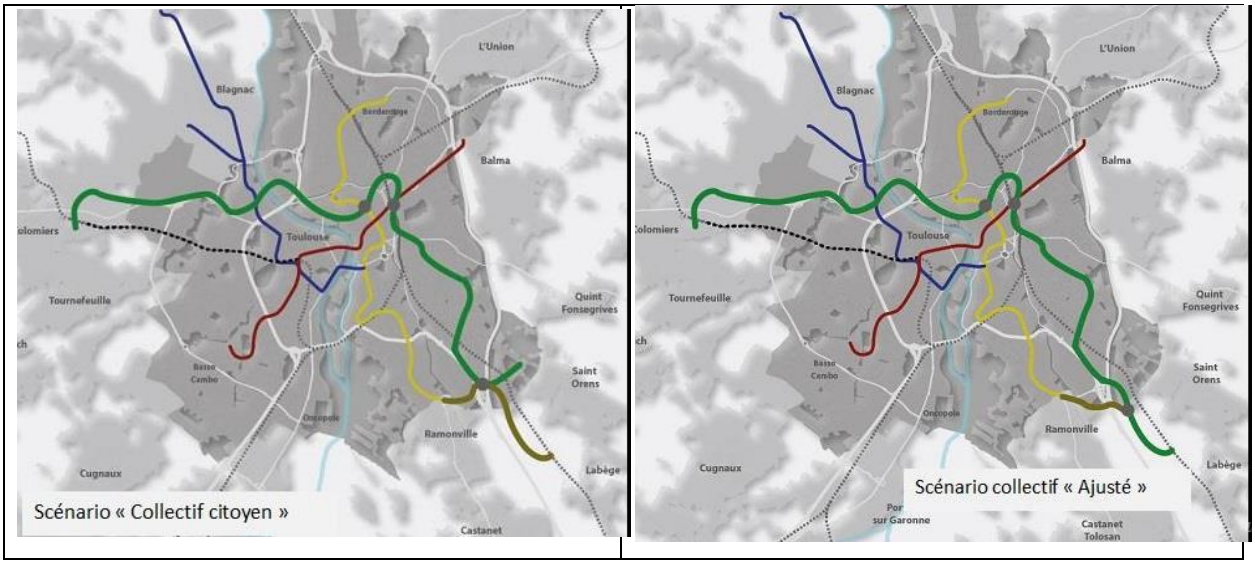
Une longue discussion de ces éléments et des précisions méthodologies sont données dans Gollier (2011). Ceci n'a pas été considéré dans l'analyse de risque et d'incertitude du projet, même si, à la décharge de Tisséo, l'analyse des variantes de phasage est usuellement pratiquée en univers déterministe, ce qui limite en général l'apport du phasage.

2.3.3 L'alternative « Centre »

Cette variante a été étudiée par Tisseo collectivités et expertisée par le conseil scientifique dans le cadre de la conduite du débat public autour du projet de 3ème ligne de métro. Lors de ce débat public entre septembre et décembre 2016, différentes alternatives ont été proposées, en particulier l'alternative centre qui a été expertisée par l'équipe TAE sous l'égide du conseil scientifique (entre mai 2017 et mars 2018). Cette expertise, sous forme d'un dialogue avec le Collectif Citoyens, a permis de faire évoluer la proposition initiale de tracé, ce qui a donné deux scénarios, expertisés tous les deux. Cette expertise a donné lieu à un avis final du conseil scientifique. La différence essentielle avec le tracé TAE est que les tracés collectif citoyen desservent le centre de Toulouse.

Dans le scénario initial proposé par le « collectif citoyens », la troisième ligne de métro comporterait 22 km d'infrastructure et 26 stations. Le coût d'investissement estimé serait d'un peu plus de 2 Mds d'euros. Dans le scénario dit « ajusté », on combine la variante de tracé de référence avec le tracé proposé par le « collectif citoyens », ce scénario ayant le même tracé que le tracé de référence sur la partie sud-est de la 3ème ligne.

Figure 6 : Tracé original, puis ajusté, proposé par le Collectif Citoyen



(source : Tisséo 2018, Rapport d'étude de l'alternative Centre)

Ces scénarios alternatifs à TAE sont évalués dans une démarche multicritère des impacts, aussi bien sur la base des coûts d'investissement et d'exploitation, du potentiel de population/emplois desservis, sur le potentiel de connexion interne au système de transport collectif, ou de la mobilité individuelle (fréquentation TC, veh.km de VP évités, etc.).

L'évaluation a semblé suffisamment poussée aux contre-experts, et les variantes du collectif citoyen leur semblent avoir été évaluées équitablement.

Pour l'essentiel concernant les résultats, il ne semble pas y avoir de différence significative concernant l'intensité des trafics TC, mais les impacts en termes de diminution de l'usage de la VP (décongestion et émissions de GES) sont en faveur du tracé porté par le Maitre d'Ouvrage. A long terme, le tracé de référence permet de disposer de réserves foncières plus importantes dans le cas d'un développement urbain important de la métropole Toulousaine.

Les coûts d'investissement pour les deux scénarios alternatifs sont supérieurs, mais leurs coûts d'exploitation légèrement inférieurs, les scénarios impliquant une moindre longueur pour la 3ème ligne. Au global, moyennant le surcoût d'investissement significatif et la moindre efficacité en termes de report modal VP/TC, ces scénarios sont jugés intéressants, mais moins adaptés à la stratégie portée dans le Projet Mobilités de Tisséo, et bien qu'aucun calcul de VAN SE précis n'ait été conduit pour ces scénarios, probablement moins efficaces du point de vue socioéconomique.

Des calculs économiques simplifiés (hors effets économiques élargis), notamment sur le déplacement de certaines stations, ont été effectués par le Conseil Scientifique à l'issue de l'expertise, et ils confirment que la VAN-SE de l'alternative centre est plus faible que l'alternative de tracé de référence tout en restant positive. Le conseil scientifique note toutefois que les travaux réalisés lors de l'étude approfondie de l'alternative « centre » permettent d'améliorer le tracé de référence, en mettant en évidence la possibilité, sans remettre en cause le tracé, d'optimiser localement la desserte fine liée au projet.

3 Les impacts

3.1 Les prévisions de trafic

Le modèle de trafic, ses données sources et son calage sont présentés dans le rapport technique « Modèle multimodal de l'agglomération toulousaine – rapport technique – demande, affectations et chaîne de modélisation » du 24 avril 2014. Une grande partie des effets du projet sont quantifiés grâce au modèle de trafic ; y compris les volumes de trafic, les gains de temps, et les externalités. Cette section est consacrée à l'examen des méthodes mises en œuvre pour développer et calibrer le modèle, car la qualité de l'évaluation socio-économique en dépend en grande partie.

Les prévisions de trafic ont été réalisées à l'aide d'un modèle à quatre étapes, statique, distinguant trois périodes de la journée. L'aire d'étude est largement étendue et comprend notamment l'aire urbaine de Toulouse et les aires TER du territoire. Il comprend un peu moins de mille zones, dont 33 « virtuelles » (représentant les zones externes au périmètre du modèle, les parcs relais – P+R, ou bien encore les pôles générateurs).

3.1.1 Données

Le modèle s'appuie sur plusieurs sources de données. La source de données principale pour la modélisation des comportements de déplacement est l'Enquête Ménage Déplacements – EMD – de 2013. Réalisée selon le standard des EMD du Cerema sur un périmètre géographique plutôt large, cette enquête n'appelle pas de commentaire particulier. Mais une EMD ne décrit pas les déplacements des non-résidents, par construction ; et les déplacements rares ne peuvent faire l'objet que de quelques observations, car l'effectif de l'échantillon est limité. Des sources de données complémentaires sont donc mobilisées, pour décrire la demande de déplacement générée par l'aéroport, la gare Matabiau, ainsi que pour les flux routiers en transit, tant en véhicule léger que pour le transport de fret. Enfin, le transport de marchandise interne à a zone est traité sur la base d'une enquête spécifique de 2011.

Concernant l'offre de transport, le rapport décrit clairement sa représentation, tant pour le réseau routier (127 000 tronçons dans le modèle, un travail spécifique de caractérisation des tronçons a été réalisé, notamment concernant les courbes débit-vitesse). Plusieurs réseaux de transport collectifs sont représentés, mais on ne sait pas si les temps de trajet dans le modèle correspondent à l'offre théorique ou bien s'ils prennent en compte d'éventuelles dégradations de performance.

Concernant les données de trafic, qui sont une base indispensable pour caler le modèle, les données sont décrites : il s'agit de comptages pour le trafic routier ; ainsi que des temps de parcours sur certains itinéraires. Des comptages et enquêtes OD spécifiques aux parking relais sont également mis en œuvre. Pour les transports collectifs, deux enquêtes sont utilisées : l'enquête OD TC de 2012 et l'enquête OD TER de 2012. Cette approche est standard et ne pose pas de problème particulier.

3.1.2 Architecture du modèle

Le modèle est statique, à quatre étapes (génération, distribution, choix modal, affectation). Il distingue trois périodes de la journée : période de pointe du matin, période de pointe du soir, et le reste de la journée. Selon les étapes de modélisation, le créneau de référence peut être la période (qui dure plusieurs heures) ou bien une heure représentative de cette période.

Il s'agit d'un modèle en boucle de déplacements. Contrairement à un modèle à quatre étapes de base, qui traite chaque déplacement indépendamment, l'approche en boucles permet de prendre en compte explicitement les dépendances entre choix de mode de transport au sein d'une même boucle. Ainsi, au sein d'une boucle domicile-travail puis travail-domicile, il n'est pas possible pour un individu de faire le déplacement à l'aller en voiture particulière en tant que conducteur et le retour en transports collectifs. Ce principe de bon sens amène deux limitations en pratique, sur lesquelles nous reviendrons précisément dans le paragraphe concernant l'étape de génération et celui concernant l'étape de distribution. Les effets de ce choix sont : un risque de sur-identification du modèle dont les conséquences sont difficiles à apprécier ; et un risque de surestimation des distances pour certains déplacements qui est clairement observé par les modélisateurs.

En l'espèce, ce type d'approche est assez répandu : on ne peut pas reprocher aux modélisateurs d'avoir inutilement développé une approche *ad hoc* sans la justifier. Mais de façon générale il y a lieu de s'interroger sur les véritables bénéfices de cette approche par boucle par rapport à un modèle plus simple.

La distribution est sensible à l'offre de transport, et l'affectation comprend un équilibre offre-demande puisque les temps de parcours augmentent avec le trafic (afin de représenter la congestion). Le modèle comprend donc une double boucle : une boucle au niveau de l'affectation, visant à obtenir un équilibre, et une boucle « haut niveau » entre affectation d'une part et choix modal/distribution d'autre part.

De ce point de vue, on a donc un modèle cohérent.

3.1.3 Génération des déplacements

Comme expliqué plus haut, la génération est fondée sur l'approche par boucles de déplacement. 17 classes d'individus sont répertoriées. Pour chaque classe, jusqu'à 300 boucles de déplacement sont générées, avec des coefficients qui sont décrits dans le rapport de modélisation. La matrice croisant les classes d'individus et les boucles de déplacement comprend de nombreuses cases vides (nous comprenons des coefficients non significatifs, ou bien l'absence d'observations dans l'EMD) mais on retient tout de même plusieurs milliers de coefficients de génération. Le risque de sur-identification est donc réel. Il n'est pas certain que cela engendre une incertitude particulière pour la prévision de trafic, mais la pertinence de l'approche par boucle pose ici aussi question (les bénéfices apportés ne sont pas clairs).

Des modèles d'attraction sont également développés pour prévoir le nombre de déplacements arrivant par zone, en fonction des motifs. Ils sont plus ou moins précis en fonction du type de déplacement ; les formules retenues et les niveaux de calage sont clairement exposés, cette étape n'appelle pas de commentaire particulier.

3.1.4 Distribution des déplacements

L'étape de distribution consiste à préciser quelles sont les origines et destinations des déplacements. Elle est alimentée sur le modèle de génération, mais aussi sur des modèles

d'attraction. Il s'agit d'une série de modèles gravitaires où la fonction de friction est sensible à l'offre de transport : une modification de l'offre de transport va donc générer une recomposition des origines-destinations, ce qui est une qualité du modèle.

Le paramétrage du modèle de distribution mobilisé ici est cependant assez complexe. Un coefficient α influence l'effet de l'impédance sur la distribution des déplacements. Ce coefficient est choisi de façon à reproduire les distances moyennes observées dans l'EMD ; il y en a un par couple de classe d'individu (17) et de motif de déplacement (10) pour un nombre total de coefficients légèrement inférieur à 150. Cela fait beaucoup de coefficients, et d'autres interviennent : des coefficients de correction par macrozone (regroupement de zones du modèle) ou encore des constantes peuvent infléchir les modèles de distribution. Pour ces derniers paramètres, la méthode qui a conduit à leur choix n'est pas précisée.

Enfin intervient un coefficient μ au statut particulier. L'impédance est en effet une sorte de logsum (logarithme de la somme des exponentielles d'un certain nombre de variables) des temps de parcours des différents modes qu'on peut emprunter pour chaque paire origine-destination. Dans cette formule intervient un coefficient μ qui joue un rôle assez spécifique, et dont la valeur doit en principe être obtenue par estimation statistique. Il est ici fixé à dire d'expert, ce qui n'est pas très satisfaisant intellectuellement.

De façon générale, l'approche choisie pour la spécification et le calage de l'étape de distribution laisse une impression assez mitigée. D'un point de vue théorique, il semble qu'on s'écarte assez significativement des meilleures pratiques recommandées. Par exemple, il aurait été utile de tester des modèles joints de choix de mode et de destination (modèles de type *nested logit* par exemple), et d'examiner par motif de déplacement quelle architecture est la plus adaptée. Une telle approche aurait permis de calculer le coefficient μ cité plus haut de façon plus satisfaisante. Il y a des exemples d'utilisation de tels modèles en pratique, bien qu'on ne puisse pas encore dire qu'il s'agisse de méthodes standard. Par ailleurs, la façon dont les nombreux coefficients choisis ont été déterminés n'est pas toujours décrite avec précision.

Cela dit, la qualité du calage est illustrée par un certain nombre d'éléments (courbes de distribution cumulée de longueurs de déplacement par motifs, comparaison des volumes OD observés et simulés au niveau des macrozones) ; le choix du coefficient μ a été fait de façon à amoindrir la sensibilité du modèle à une variation d'offre de transport. Enfin, un test de sensibilité a été réalisé concernant la demande additionnelle générée par la recomposition de la matrice OD suite à la mise en œuvre du projet : il s'agit d'une comparaison de prévision de trafic réalisée à matrice OD figée ; l'effet de la modification de la matrice OD sur les déplacements en voy.km est d'environ 15%.

En guise de récapitulatif, les choix de calibrage effectués sur cette étape de modélisation ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'évaluation.

3.1.5 Choix modal

Le modèle de choix modal est un modèle *multinomial logit*, estimé économétriquement avec le logiciel Biogeme. Il s'agit donc d'une approche standard. La représentation de l'offre, pour ce modèle, comprend des contraintes de stationnement à destination ainsi qu'une contrainte de sortie de zone dense à l'origine. Pour ce qui concerne les transports collectifs, une contrainte spécifique par zone pénalise les temps de trajet en moyenne périphérie, les augmentant de 30 voire de 70 %.

Six modes sont distingués : marche à pied, vélo, transports collectifs (tout confondu), parc relai, véhicule particulier conducteur, et véhicule particulier passager. Chaque alternative est caractérisée par une fonction d'utilité linéaire, dont les coefficients sont obtenus par

maximisation de vraisemblance, selon une pratique qui correspond à l'état de l'art. A chaque classe d'individus correspond un modèle, même s'il semble que certains paramètres sont partagés.

L'alternative « transports collectifs » comprend un paramètre de temps en véhicule et un paramètre de coût, on peut donc en déduire le taux de substitution entre les deux. Les valeurs du temps obtenues sont assez dispersées, entre 0 et 40 €/h. C'est également le cas des coefficients multiplicateurs des temps d'attente et des temps d'acheminement ; ces multiplicateurs sont supérieurs à 1, comme on s'y attend mais sont dispersés et différents des multiplicateurs qui ont été retenus dans l'étape d'affectation TC.

Le calage du modèle est fondé sur les niveaux de service VP et TC issus de l'étape d'affectation ; selon le modèle de choix modal a été recalé à chaque modification de calage de l'offre de transport. Les constantes spécifiques alternatives peuvent être modifiées manuellement. La capacité du modèle à reproduire les choix de mode est illustrée par diverses sorties graphiques dont les parts modales par bande de distance.

Ces graphiques montrent que la prévision du choix modal souffre d'une imprécision pour les transports collectifs, avec une sous-estimation pouvant atteindre 20 à 30 % sur la bande 5-25 km ; puis une surestimation pour les déplacements de longueur comprise entre 30 et 45 km.

La part des déplacements dépassant 20 km est cependant très faible. La capacité du modèle à reproduire les trafics TC observés alors que le choix de ce mode semble sous-estimé pose question. Cela dit, le risque serait plutôt d'une sous-estimation des trafics prévus pour le projet, abstraction faite des effets indirects induits par l'impact de cette sous-estimation sur les valeurs retenues pour les autres coefficients du modèle lors du calage. Ces effets sont très difficiles à apprécier. Les parts modales par catégorie d'individu sont également examinées ; les écarts entre modèle et EMD sont faibles. Enfin, les parts modales VP et TC modélisées sont comparées aux observations par macro-zone ; la corrélation est plutôt correcte, mais on observe ici aussi une légère sous-estimation des TCs (de l'ordre de 5 à 10 %). Un effort particulier de calage pour les parcs relai a été réalisé.

3.1.6 Affectation

Deux affectations sont réalisées : une pour le transport routier, une pour les transports collectifs. Pour ce qui concerne le transport routier, en équilibre de Wardrop, à l'heure de pointe du matin et du soir. Les trafics à la journée sont reconstitués via des coefficients de passage. L'affectation repose sur un temps généralisé qui comprend des paramètres de coût ; la valeur du temps est de 8€ /h.

L'affectation TC est réalisée sur la base d'une fonction de temps généralisée ; le temps d'attente est pondéré par un coefficient 2.5 ou 2.0 selon s'il est au départ ou en correspondance, et le temps de marche à pied par un coefficient 1.25. Ces coefficients sont donc différents de ceux utilisés dans le choix modal ; c'est théoriquement peu satisfaisant mais cela correspond à l'état de l'art : il est très difficile d'obtenir cette cohérence en pratique.

Le temps en véhicule est modulé en fonction du mode de transport :

- bonus de 10 % pour le métro ;
- malus de 30 % pour les trains ;
- malus de 50 % pour les bus ;
- le tramway, le bus C et les cars du conseil départemental sont la référence.

Ces coefficients ont manifestement été déterminés de façon à reproduire des trafics observés, là où une formule de temps généralisé unique engendre très probablement des biais systématiques

en faveur du bus et en défaveur du métro. D'une certaine façon, ces coefficients doivent correspondre à des différences systématiques de qualité de service de certains modes par rapport à d'autres, qu'on doit pouvoir associer à la régularité ou au confort. Cela ne pose pas de problème du point de vue de la prévision de trafic dans le cadre du projet, cela peut par contre poser problème du point de vue de l'évaluation socio-économique, nous y reviendrons plus loin.

3.1.7 Calage du modèle

Le calage de l'affectation routière est fondé sur deux catégories de corrections : d'une part, des coefficients de correction permettant de modifier la charge sur certains tronçons routiers (modifiant donc l'offre) et d'autre part une matrice de coefficients de correction entre paires de macro-zones (modifiant donc la demande). Les coefficients de cette matrice sont compris entre 0,8 et 1,5.

La façon dont cette matrice a été élaborée n'est pas précisée. Les modifications apportées au réseau routier ne le sont pas non plus. Par contre, la qualité du calage final est illustrée de diverses manières (graphique comparant les charges modélisées et les comptages), répartition des indicateurs GEH par type de tronçon. Il aurait été utile d'y ajouter une carte montrant les différences entre comptages et prévisions, de façon à illustrer si les écarts restants présentent un biais systématique repérable visuellement. Un calage en temps de parcours sur quelques itinéraires a également été réalisé, il est bien documenté.

Un effort spécifique de calage a été réalisé pour les parcs relais, et il est précisément documenté. Il est fondé sur une enquête transports collectifs de 2012. Le calage a eu pour objectif de retrouver les volumes et aires de chalandise observés.

Le résultat du calage pour les transports collectifs est également clairement présenté, sous forme de trafic global par ligne (en nombre de voyages) puis par ligne, avec des résultats corrects pour le TER et les deux lignes de métro, un peu moins bons pour les tramways et les bus. La pondération des temps de parcours, temps d'attente etc. a été discutée plus haut (3.1.6), les implications pour le bilan socio-économique le sont plus loin (3.2.3).

Le rapport décrit un effort de limitation du nombre de paramètres de calage, ce qui montre la sensibilité des modélisateurs au risque de sur-identification, au moins pour l'affectation.

3.1.8 Projections des hypothèses

La question de la projection des hypothèses est discutée dans la partie relative au scénario et aux options de référence. On peut signaler ici qu'elle fait l'objet d'un rapport spécifique « Modèle multimodal de l'agglomération Toulousaine – Scénario 2030 » qui présente certaines d'entre elles avec un peu plus de précision que ne le fait la pièce G.

3.1.9 Conclusions sur le modèle de trafic

De façon générale, l'architecture et la spécification du modèle présente quelques limites d'un point de vue théorique. Le calage du modèle est présenté de façon claire et relativement précise. La prévision de trafic est un exercice incertain par construction ; mais il n'y a pas lieu de penser que les méthodes utilisées ici en dégradent significativement la qualité.

Plus précisément, les points saillants de l'analyse présentée ci-dessus peuvent être résumés comme suit :

- l'aire d'étude du modèle est adaptée ;

- les données mises en œuvre dans le modèle sont adaptées ;
- le choix d'une modélisation par boucles a des avantages théoriques mais aussi certains désavantages; il s'agit d'une approche courante dans la pratique mais sa pertinence pose question. Nous ne percevons cependant pas de risque particulier concernant la précision de l'étude de trafic ;
- l'étape de distribution est sensible à l'offre. Le calage n'est pas vraiment satisfaisant, puisqu'il fait intervenir, in fine, du dire d'expert, ainsi que de très nombreux coefficients. Mais l'effet sur la prévision de trafic a été testé, et le risque que les conclusions de l'évaluation puissent être remises en cause de ce fait paraît relativement limité ;
- l'étape de choix modal n'appelle pas de commentaire particulier, si ce n'est une possible sous-estimation de la part des transports collectifs, dont les conséquences pour les prévisions de trafic sont assez difficiles à évaluer, mais qui devraient sous-estimer les impacts économiques du projet;
- les méthodes mises en œuvre pour le calage de l'affectation du trafic routier et du trafic en transports collectifs variées, satisfaisantes et bien documentées, correspondent à l'état de l'art, et ne semblent pas été trop forcées afin d'obtenir un calage artificiellement précis. Des coefficients favorisent le métro et défavorisent le bus dans l'affectation de façon à reproduire les trafics observés ; ces coefficients améliorent certainement la qualité de la prévision de trafic mais ont un impact sur le calcul de la VAN ;
- le modèle simule un équilibre au niveau de l'affectation VP, et un équilibre global au niveau de l'interaction offre-demande : de ce point de vue, il est cohérent. Par contre les coefficients des fonctions d'utilité diffèrent en fonction des étapes ; c'est théoriquement insatisfaisant mais courant dans la pratique.

3.2 Les effets sur l'offre et la demande de transport

Cette section examine les effets du projet sur les systèmes de transport pris dans leur ensemble. Il s'agit donc d'examiner les trafics prévus, les gains de temps et de qualité de service, et d'éventuels effets de décongestion.

Les questions qui se posent sont celles de la quantification de ces effets ; celle de leur présentation ; celle de leur cohérence avec les objectifs du projet et enfin celle de la monétarisation. La question de la méthode a été présentée dans la section précédente : en effet l'essentiel de ces effets est quantifié à l'aide du modèle de trafic. La question de la monétarisation relève de l'analyse coût-bénéfice à proprement parler et est traitée plus loin dans le rapport.

Nous nous concentrerons ici sur la présentation des effets et leur cohérence avec les objectifs du projet.

3.2.1 Effet sur les temps de parcours et la qualité de service

Tous ces effets sont obtenus à l'aide du modèle de trafic. Les gains de temps en transport en commun sont démontrés sur quelques liaisons à titre illustratif. Les reports modaux sont présentés. Les effets en termes de qualité de service sont discutés. Certains sont pris en compte quantitativement par le modèle de trafic (temps de rabattement, temps d'attente, temps en véhicule, nombre de correspondance, type de mode employé) tandis que certains sont quantifiés par une méthode exogène. C'est le cas du confort et de la régularité :

- Le confort est calculé via la fiche outil du référentiel d'évaluation de la DGITM de 2014. Le confort n'est pas pris en compte dans le modèle de trafic, ce qui pourrait être un problème si la congestion s'avérait être très importante dans le réseau de métro toulousain. Il semble que ce risque n'est pas fortement avéré ; dans tous les cas

cela conduirait probablement à sous-estimer les bénéfices du projet (en ignorant l'effet de décongestion des autres lignes de transport collectif) ;

- La régularité est calculée via la fiche outil du référentiel d'évaluation de la DGITM de 2014. Ici aussi, il s'agit d'un effet non pris en compte dans le modèle, ce qui correspond à l'état de l'art. La quantification des bénéfices de régularité est fondée sur l'observation des régularités moyennes en bus et en métro dans le réseau de transport collectif toulousain. Cette approche ne pose pas de problème particulier pour la quantification. Elle en pose pour la monétarisation, ce qui est discuté plus loin.

3.2.2 Effet sur les trafics, le report modal, la congestion routière, la demande

Tous ces effets sont obtenus à l'aide du modèle de trafic. Les reports modaux sont présentés. La baisse de trafic relative sur le réseau routier est montrée par une carte, qui illustre à la fois la diminution relative générale (et donc la décongestion), et les surcharges locales qu'on peut attribuer aux parcs relais.

Les effets en termes de trafic sont présentés par un ensemble de cartes de différence de charge. On constate en particulier une augmentation de la charge dimensionnante sur la ligne A du métro, une décharge de la ligne B, en particulier sur sa partie nord et, dans une moindre mesure, sur sa partie sud, et du trafic induit (d'une certaine façon) sur certaines autres lignes de transport collectif.

L'effet sur la demande est peu discuté. Au-delà des cartographies d'accessibilité discutées ci-dessous, on ne trouve pas de discussion par type de population par exemple, ou par type de déplacement. La modification de la demande de transport en réaction à la modification de l'offre n'est que peu discutée et ne dépasse pas l'estimation du trafic induit sur le réseau TC.

3.2.3 Valorisation des gains de régularité dans l'évaluation socio-économique.

Les gains de régularité concernent le fait que le système de transport offre une meilleure prévisibilité des horaires et temps de transport pour les usagers en option de projet qu'en option de référence. Le modèle de trafic ne représente pas explicitement la régularité, ni dans l'offre de transport (les graphes de réseau), ni dans la demande de transport (les fonctions d'utilité). Ainsi, en application de la fiche outil du référentiel d'évaluation de la DGITM, la maîtrise d'ouvrage a choisi de valoriser ces gains de régularité de façon exogène.

Pour ce faire, l'hypothèse est faite que la régularité offerte par la ligne de métro TAE sera la même que celles observées sur les deux lignes existantes, c'est-à-dire 98,5 %, tandis que la fiabilité du réseau de bus reste la même en référence et en projet, à 88,5 %. A chaque utilisateur ayant basculé du bus vers le métro entre option de référence et option de projet est donc attribué un gain de régularité de 1 %, équivalent d'après la fiche outil à 1 minute de temps en véhicule.

Le risque de cette approche est qu'elle engendre une possibilité de double compte si, en réalité, le modèle est calé de telle façon que les différences de régularité sont implicitement prises en compte. En l'espèce, comme expliqué plus haut, le modèle pondère les temps de trajet TC différemment selon qu'il s'agit de bus ou de métro. Prenons l'exemple d'un voyageur effectuant un déplacement en bus en option de référence, avec un temps en véhicule de 15 minutes. Supposons qu'en option de projet, le métro soit maintenant une nouvelle option pour ce voyageur, avec un temps en véhicule de 15 minutes également. Alors, selon les pondérations présentées plus haut :

- le temps en véhicule pondéré en bus est de 15 x 1,5 = 22,5 minutes
- le temps en véhicule pondéré en métro est de 15 x 0,9 = 13,5 minutes

Le voyageur va donc opter pour le métro en option de projet ; le gain de temps qu'il réalisera sera de 9 minutes. Il ne s'agit pas d'un temps physique, bien sûr ; cela correspond plutôt à la valorisation de la différence de qualité de service quantifiée à partir de coefficients déterminés par calage. Il s'agit in fine d'une forme de valorisation à partir de préférences révélées, somme toute parfaitement légitime. De fait, on retrouve presque exactement les gains de régularité tels que valorisés selon la fiche outil de la DGITM. Il y a donc lieu de penser que la valorisation des gains de régularité est, de fait, comprise dans le calcul des gains de temps si ceux-ci sont considérés sous une forme pondérée, même si la régularité n'est pas explicitement prise en compte dans le modèle. Elle l'est alors, en fait, implicitement.

En conséquence, la valorisation « exogène » des gains de régularité, selon la méthode de la fiche outil ou quelque méthode que ce soit, n'est plus utile. Dans ce cas, le risque de double compte est très élevé, et pourrait porter sur la totalité des gains de régularité valorisés dans la VAN. Il n'a pas été possible de déterminer, sur la base des informations fournies par le maitre d'ouvrage, ce qui a été fait exactement pour calculer la valeur monétaire des gains de temps, il n'est donc pas possible de trancher sur la présence de double compte. Le maitre d'ouvrage est invité à clarifier ce point dans la pièce G. En tout état de cause, si le double compte était avéré, il n'est pas de nature à remettre en cause l'opportunité du projet.

> Il est nécessaire que les recommandations méthodologiques du Ministère soient clarifiées afin que ce type de double compte soit évité. Il s'agit de préciser comment traiter les bénéfices apportés par un projet sur des variables de qualité de service représentées implicitement dans les modèles.

3.2.4 Effet accessibilité

Les effets en termes d'accessibilité sont illustrés, de façon utile, avec plusieurs cartes. Le premier jeu de cartes (Figure 59 et 60) donne les nombres d'emplois et d'habitants supplémentaires accessibles en 40 minutes depuis chaque zone. Le second jeu de cartes (Figures 61 à 65) montre les différences moyennes de temps de parcours par zone de départ pour quelques destinations. Ces cartes contribuent à montrer que le projet atteint les objectifs attendus, notamment en termes de desserte.

Ces illustrations sont intéressantes mais posent plusieurs questions :

- L'exercice réalisé par la maîtrise d'ouvrage n'est pas très clair : parle-t-on d'accessibilité tout mode ou bien seulement en transports collectifs ? En fonction des zones, les conséquences, notamment en terme de report modal, ne sont pas très claires.
- Les comparaisons sont-elles réalisées à hypothèse de localisation de population et d'emplois (P+E) fixées ou variables ? Dans le second cas, l'interprétation est rendue d'autant plus difficile à réaliser.
- Méthodologiquement, une réflexion de fond est nécessaire sur la bonne façon de cartographier des différences d'accessibilité. Les cartes présentes dans la pièce G ne sont pas croisées avec les demandes de transport en option de référence : il n'est donc pas possible de savoir combien d'habitants d'une zone bénéficient de ces améliorations d'accessibilité. Par exemple : la carte 61 montre que les variations d'accessibilité pour se rendre à Airbus Saint Martin sont élevées au Nord et à l'Est de l'agglomération. Quelle conséquence si l'essentiel des personnes se rendant à Airbus

Saint Martin viennent du Sud et de l'Ouest ? En l'occurrence, la maîtrise d'ouvrage a pu montrer aux contre experts des cartes démontrant que ces différences d'accessibilité vont effectivement bénéficier à une demande substantielle, mais ces cartes sont absentes de la pièce G.

- Des cartes en différence d'accessibilité seraient utiles pour alimenter la discussion sur les choix de tracé.

Recommandation n°2 : les différences d'accessibilité et la part des habitants qui en bénéficient font partie des effets les plus importants d'un projet de transport. Nous recommandons que ces outils soient utilisés autant que possible pour illustrer l'impact d'un projet de transport, et qu'une réflexion méthodologique soit menée afin d'aider les maîtres d'ouvrage à utiliser cet outil de manière opérationnelle.

3.2.5 Conclusion

L'analyse des effets transport n'appelle pas de commentaire particulier en tant que telle. Le modèle permet d'en traiter une certaine partie de façon systémique, c'est-à-dire avec prise en compte des modifications des usages des voyageurs, et de diverses interactions complexes telles que la décongestion. La prise en compte des effets embrasse une diversité d'impacts, y compris les impacts en termes de confort et de régularité. Ces effets sont traités à l'extérieur du modèle, ce qui correspond à l'état de l'art.

Les incertitudes portant sur ces effets sont de deux ordres :

- l'incertitude relevant de la modélisation et de la monétarisation ;
- l'incertitude relevant du scénario de référence, en particulier de la recomposition du réseau de transport de bus qui accompagnera nécessairement la mise en œuvre du projet.

Les effets de ces incertitudes sont, en tout état de cause, difficiles à estimer. L'approche de la maîtrise d'ouvrage n'est ici pas en défaut manifeste par rapport à l'état de l'art ; mais on peut d'une part souhaiter une évolution des pratiques afin de mieux prendre en compte l'ensemble de ces effets dans les choix d'option et de variante, et d'autre part souhaiter que cette incertitude fasse l'objet d'un traitement un peu plus explicite dans l'analyse de risque.

3.3 Les externalités négatives (pollution, sécurité, gaz à effet de serre (GES), bruit)

Ces impacts sont directement reliés aux reports des modes motorisés individuels vers les transports en commun induits par le projet TAE+CBL.

3.3.1 Impact sur la qualité de l'air.

Le rapport table sur une baisse annuelle de la pollution de l'air liée à l'échappement des véhicules de 6 % sur la période 2010/2020, puis une stabilisation, conformément aux préconisations du rapport Quinet 2013. Cette hypothèse n'est pas en phase avec les objectifs d'évolution du parc automobile retenue dans le plan Climat (arrêt des ventes de voitures à motorisation thermique à partir de 2040) et la révision récente de la SNBC (94 % et 100 % de véhicules électriques respectivement en 2050 et 2070).

La prise en compte d'hypothèses d'évolution du parc VP cohérentes avec la SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone) et des émissions polluantes associées fait passer le poste « émissions de polluants de l'air » du bilan socioéconomique de 344 M€ à 203 M€.

3.3.2 Impact sur le réchauffement climatique

Le projet génère un impact favorable en matière de réchauffement climatique en lien avec une moindre consommation de carburants fossiles, atténué par un supplément d'émissions de gaz à effet de serres (GES) liée à la réalisation et à l'exploitation du projet. Le rapport affiche un temps de retour « climatique » d'environ 6 ans i.e. les émissions dues à la réalisation du projet sont compensées par de moindres émissions liées à la circulation routière au bout de 6 ans. A noter que les émissions de GES dues à la réalisation du projet telles qu'estimées par le maître d'ouvrage semblent faibles : 205 000 tCO2, soit 11 000 tCO2/km de ligne en souterrain, alors que la société Carbone 4 (2011) avait estimé un niveau d'émissions de 40 000 tCO2/km en souterrain pour le projet du Grand Paris Express et la SGP (2015) annonce un niveau d'émissions de 4.1 MtCO2 pour la réalisation de 174 km de métro, dont 154 km en souterrain (soit 27 000 tCO2/km en souterrain).

Par ailleurs, les hypothèses relatives aux émissions de CO2 des véhicules personnels apparaissent très pessimistes : 220 gCO2/VP.km en 2015, puis baisse tendancielle limitée à 0.5 % par an (soit 180 gCO2/VP.km en 2050), alors que l'évolution vers un parc de VP entièrement électrique en 2050 conduit à des émissions de CO2 nulles à cet horizon.

La prise en compte d'un niveau d'émissions liées à l'infrastructure double de la valeur présentée par le maitre d'ouvrage, d'hypothèses d'évolution du parc VP cohérentes avec la SNBC et de la chronique de valeurs tutélaires du CO2 du rapport récent de France Stratégie (Commission Quinet 2018), fait passer le poste « émissions de GES » du bilan socioéconomique de + 500 M€ à -95 M€. Si on prend également en compte que l'exploitation de la ligne 3 devrait rapidement bénéficier d'une électricité totalement décarbonée (hypothèse également retenue pour estimer les émissions de CO2 des VP électriques), la valeur socioéconomique du poste « émissions de GES » est proche de zéro, ce qui signifie que le projet ne génère pas de gains en matière d'atténuation du changement climatique (les gains obtenus en début de période d'évaluation, lorsque le parc VP est encore fortement émetteur de CO2, permettent juste de compenser les émissions de CO2 dues à la réalisation de l'infrastructure).

3.3.3 Nuisances sonores

Le projet génère une réduction des nuisances sonores dues aux circulations routières (gain de 10 M€ intégré dans le bilan socioéconomique). Le maitre d'ouvrage n'a pas considéré le coût des nuisances sonores associées aux circulations de rames de métro, mettant en avant l'absence de valeurs de référence dans le référentiel du MTES. Cet impact est néanmoins jugé négligeable, TAE étant souterrain sur 70 % de son itinéraire et des protections acoustiques étant prévues dans les parties aériennes au Nord-Ouest, là où des bureaux seraient soumis à des dépassements des seuils réglementaires.

3.3.4 Accidentalité routière

Le projet permet une baisse de l'accidentalité routière (estimée à environ 1.3 % par rapport à la situation sans TAE+CLB) pour l'année 2030. Le rapport ne prend pas en compte de réduction tendancielle de l'accidentalité telle qu'observée dans le passé et attendue au cours de la

prochaine décennie (Cf. déclaration de La Valette de mars 2017 : division par deux du nombre de blessés graves entre 2020 et 2030 dans l'UE).

La prise en considération d'une baisse tendancielle de l'accidentalité de 4 % par an, en cohérence avec les observations sur la période 2000/2017, fait passer le poste « sécurité routière » du bilan socioéconomique de 72 à 24 M€.

> Au total, la prise en compte d'un parc VP moins émetteur et moins accidentogène, ainsi que de la révision de la trajectoire de prix du CO2, réduit l'avantage socioéconomique du projet TAE+CLB d'environ 700 M€.

Faute de valeurs monétaires, les autres effets environnementaux (biodiversité, paysage, eaux, espaces agricoles et naturels …) ne sont pas intégrés dans le bilan socioéconomique. Ceci est conforme à la pratique des maitres d'ouvrage des projets de transport, pratique qui ne pourra évoluer qu'une fois que les pouvoirs publics auront définis les valeurs tutélaires manquantes.

3.4 Les impacts économiques et les économies d'agglomération

Le maître d'ouvrage considère que le projet TAE+CBL, compte tenu de son ampleur, aura un impact sensible en matière de localisation des populations et des activités, ainsi que sur l'attractivité de l'agglomération.

Il est estimé, sur la base de travaux de l'IAU-T, que 20 000 nouveaux habitants, parmi les 250 000 habitants supplémentaires attendus sur la période 2013-2030, seraient localisés différemment entre l'option de référence et l'option de projet (40 % des nouveaux habitants seraient accueillis dans Toulouse dans l'option de projet alors qu'ils ne seraient que 30 % dans l'option de référence).

De même, le projet modifierait la localisation de 26 000 emplois qui se concentreraient principalement aux deux extrémités de la nouvelle ligne de métro et, dans une moindre mesure, au centre de Toulouse.

Il en résulterait :

- une maitrise de l'étalement urbain et des coûts associés ;
- une augmentation de la productivité des emplois dans la métropole sous l'effet des gains d'agglomération associés à une concentration des emplois ;
- une hausse de la productivité des emplois additionnels attirés par la métropole par rapport à leur localisation dans l'option de référence.

L'évaluation des impacts urbains et des effets économiques élargis se fonde sur une mesure de l'impact des projets TAE+CLB sur l'organisation urbaine. Le maître d'ouvrage considère que les méthodes disponibles ne permettent pas de quantifier l'impact du projet CLB pris isolément. En revanche, les impacts calculés pour les projets TAE et CLB considérés conjointement, sont répartis entre ces projets au prorata des avantages « transport » qu'ils procurent aux usagers de ces lignes. Cette approche semble acceptable.

La répartition des populations et des emplois (P+E) a fait l'objet d'un travail détaillé de la part de l'IAU de Toulouse aux horizons 2020, 2025 et 2030.

L'approche se fonde, pour les horizons proches, sur les opérations lancées au sein des EPCI et, pour les horizons plus lointains, sur une évaluation du potentiel foncier, que ce soit par extension

ou renouvellement/intensification[4], et une appréciation de la mutabilité des parcelles concernées.

L'exercice réalisé en 2013 fournit le cadrage urbain de l'option de référence pour le projet TAE+CLB. Celui-ci a été réalisé sur la base du système de transport et de son évolution telle qu'imaginée à l'époque par l'équipe dirigeante précédente de l'agglomération. Il ne s'agit donc pas exactement du système de transport collectif retenu pour l'option de référence de TAE+CLB, correspondant au projet de mobilité de l'équipe dirigeante actuelle sans le projet TAE+CLB. On peut signaler deux projets prévus dans le projet de mobilité de 2013 qui ne figurent plus dans le nouveau plan de mobilité hors TAE+CLB : le prolongement de la ligne B du métro jusqu'à Labège et un projet de tramway transversal en centre-ville, le long du canal du midi jusqu'à la gare de Matabiau. Il n'est pas possible de mesurer l'impact potentiel de cette modification du système de transport collectif sur la répartition des P+E.

L'exercice a été reconduit en 2016 pour établir le cadrage urbain du projet TAE+CLB.

S'agissant des emplois, l'IAU se fonde sur l'ensemble des projets de développement annoncés au sein des trois intercommunalités de la grande agglomération, qui correspondent à un volume d'emplois bien supérieur aux objectifs du SCOT. L'IAU s'impose de respecter l'objectif de 70 % d'opérations mixtes. Par ailleurs, il n'écarte aucun projet mais réduit leurs niveaux d'ambition à l'horizon 2030 jusqu'à atteindre l'objectif global du SCOT, l'hypothèse sous-jacente étant que la réalisation du potentiel d'emplois de ces projets est repoussée au-delà de 2030. Dans le scénario TAE+CLB, l'IAU a renforcé les créations d'emplois au sein des trois principaux pôles desservis par le projet, en réduisant concomitamment le niveau d'ambition des projets jugés les moins mûrs au sein du reste de l'agglomération.

On note que l'approche repose en grande partie sur l'expertise des personnes en charge de ces cadrages et qu'il n'existe pas une solution unique respectant les grandes orientations des documents de planification. Il aurait été intéressant d'élaborer des visions alternatives en matière d'évolution des P+E et de mesurer leur impact sur l'estimation des avantages économiques élargis.

3.4.1 Effet positif du projet sur le caractère compact de la future agglomération toulousaine

Dans la pièce G, page 10, il est expliqué que la nouvelle ligne de métro permettra de rendre l'agglomération toulousaine plus compacte :

> *« Les gains d'accessibilité permis par les opérations TAE et CLB renforceront l'attractivité des territoires desservis. Cela conduira à une* ***modification des choix de localisation résidentielle des habitants et d'implantation des entreprises, qui privilégieront le cœur d'agglomération****, mieux desservi et mieux relié aux grands équipements et aux grandes zones économiques. Cette répartition plus vertueuse de l'habitat et de l'emploi, permettant de construire une ville plus compacte, pourrait concerner environ 20 000 habitants et près de 25 000 emplois. »*

On peut interroger ces résultats, dans la mesure où l'évidence empirique ne va pas tellement dans le sens d'une relation positive entre offre de métro et caractère compact des agglomérations. Au contraire, on pourrait penser qu'en réalisant une ligne de métro longue, qui traverse la ville de part en part, celle-ci pourrait donner lieu à une décentralisation des emplois et surtout des résidences, c'est-à-dire à plus d'étalement urbain.

[4] Mise en œuvre d'un outil technique développé au sein du réseau des IAU.

L'évidence empirique de nombreux travaux académiques ne va d'ailleurs pas tellement dans le sens d'une relation positive entre accroissement de l'offre de métro (ou même de train) et centralisation, mais plutôt le contraire : Gonzalez-Navarro and Turner (2018), Bertaud and Richardson (2007), Baum-Snow et al. (2016), Dieleman and Wegener (2004). Les recommandations vont même dans le sens qu'il est nécessaire d'éviter de faire le pari que l'offre de TC peut conduire à des changements d'utilisation des sols urbain majeurs (voir la revue de littérature par Higgins et al. (2014) (même si elle porte sur l'Amérique du Nord), la méta-analyse de Kasraian et al. (2016) ou encore l'article de Barbopoulos et al (2005).

Recommandation n°3 : Compte-tenu de l'absence d'automaticité entre la réalisation d'une ligne de métro et le caractère dense de la ville, le projet de transport doit être accompagné d'une stratégie d'aménagement cohérente et volontaire.

3.4.2 Maîtrise des coûts urbains associée à un aménagement plus dense

Un aménagement urbain plus dense permet des économies de foncier, des baisses des investissements dans la voirie et les réseaux divers et des économies dans les coûts d'exploitation des services publics. Ces impacts sont calculés sur la base de références britanniques de consentement à payer pour préserver des espaces naturels (datant de 2004) et de coûts des services publics selon la densité tirés d'études wallonnes (datant de 2000 et 2008). Ces éléments ont été confrontés aux résultats d'études économétriques entre coût des services publics et densité réalisées pour le Grand Paris Express, qui fournissent les mêmes ordres de grandeur. En l'absence de références françaises dûment validées, l'approche retenue par le maitre d'ouvrage est jugée acceptable.

Cette approche reste cependant partielle. Par exemple elle ignore certains impacts négatifs d'un aménagement dense, tels que le surcoût de construction en fonction de la hauteur des immeubles (coût au m2 de 22 % plus élevé dans le collectif qu'en maison individuelle[5]) et la désutilité subie par les ménages qui préférèrent habiter en maison individuelle plutôt qu'en immeuble (en moyenne les ménages seraient disposés à payer 30 % de plus pour une maison que pour un appartement, toutes choses égales par ailleurs[6]). A titre d'illustration, ces deux éléments pourraient constituer un coût socioéconomique de l'ordre de 500 M€[7].

Recommandation n°4 : Les contre experts recommandent que soit développée une approche méthodologique de l'impact de l'offre de transport sur les coûts et avantages de la densité en matière d'aménagement urbain.

3.4.3 Les effets d'agglomération

Les gains d'agglomération en relation avec le projet TAE+CLB ont été estimés selon trois méthodes.

[5] « Un habitat plus compact et moins énergivore : pour quels coûts de construction ? », CGDD E&D N°135, décembre 2015.
[6] « Préférences des ménages en matière de logement : résultats d'une enquête par expérience de choix », CGDD E&D N°80, mars 2013.
[7] 20 000 personnes déplacées en zone dense, surface de logement de 40 m2/personne, coût du logement de 1000 €/m2.

La méthode développée par le « Department of Transport » britannique :

Celle-ci établit un lien positif entre la productivité par emploi et un indicateur de densité effective d'une zone d'emploi, qui est un indicateur d'accessibilité de la zone considérée aux emplois dans les autres zones de l'agglomération ou d'un territoire plus étendu, l'impédance s'appuyant sur un coût généralisé de transport. Une amélioration du système de transport a ainsi un impact positif sur la productivité du travail dans la métropole, même en l'absence de modification de la répartition géographique des emplois du fait du projet.

Le calcul repose sur des élasticités de productivité avec la densité effective déterminées sur la base d'estimations économétriques sur données britanniques datant de 2009, qui peuvent apparaitre plutôt élevées comparées aux valeurs françaises (élasticité de 0,083 pour les services aux entreprises) et dont la robustesse serait discutable (les biais d'endogénéité et la prise en compte des caractéristiques individuelles des salariés ont-ils été bien traités ?)

- Résultats :

Le gain selon cette méthode est estimé à 158 M€ par an pour le projet TAE+CLB. L'analyse ne prend pas en compte les gains associés aux relocalisations des emplois dans des zones plus denses et plus productives, que la méthode anglaise considère également et pour lesquels il n'y a pas de double compte avec les gains « statiques ».

La méthode proposée dans le référentiel d'évaluation socioéconomique du MTES

Cette approche repose sur un lien positif entre la productivité par emploi et la densité d'emploi d'une zone. L'élasticité rendant compte de cette relation a été obtenue dans le cadre d'études économétriques sur données individuelles françaises (Lafourcade et Combes) selon une approche corrigeant les possibles biais d'estimation. La valeur de 0,024 ainsi obtenue est reprise dans le rapport Quinet de 2013 et le référentiel d'évaluation socioéconomique du MTES. Elle ne permet pas, à la différence de l'approche britannique, de valoriser directement une amélioration du système de transport, mais uniquement par l'intermédiaire de son impact sur la localisation des emplois dans l'agglomération. A cet effet de densification des emplois statiques est ajouté un effet associé à la relocalisation de certains emplois vers des zones denses, qui vont bénéficier du niveau de productivité plus élevé dans la zone d'accueil (à noter que le maitre d'ouvrage ne considère que la moitié du gain associé, pour des raisons assez elliptiques). En l'absence de modèle LUTI permettant de formaliser ces relations entre transports et aménagement urbain, la mesure de ces impacts peut être sujette à caution.

- Résultats :

Le gain selon cette deuxième méthode est estimé à 115 M€ par an pour le projet TAE+CLB. On note que plus de 90 % du gain provient de la réallocation spatiale des emplois de zones peu denses vers des zones denses plus productives au sein de l'agglomération (marge extensive) et que les effets d'agglomération proprement dits (marge intensive) n'auraient qu'un faible impact.

Une méthode fondée sur les travaux récents de Combes, Gobillon, Lafourcade pour la SGP

La SGP a commandé des travaux économétriques plus détaillés en 2015 et 2016. Le niveau de productivité des emplois dans une zone est expliqué par la densité « statique » (comme dans la méthode du référentiel, ici avec une élasticité de 0,01), la densité « dynamique » (qui prend en compte le temps passé par un salarié dans des zones denses au cours de sa carrière, avec une élasticité de 0,001 par année) et le « potentiel marchand » (qui est un indicateur d'accessibilité aux emplois dans les autres zones, comme dans la méthode britannique, mais en considérant comme impédance la distance routière entre zones, avec une élasticité de 0,04). Comme dans la deuxième approche, le projet modifie la productivité dans l'agglomération au travers de son

impact sur la localisation des nouveaux emplois. Cette approche n'est pas incompatible avec une prise en compte des gains économiques directs associés aux relocalisations des emplois, ce qui n'a pas été fait dans l'étude socioéconomique.

- Résultats :

Le gain selon cette méthode est estimé à 69 M€ par an pour le projet TAE+CLB. Le gain associé au seul potentiel marchand s'élève à 61 M€, qui est donc à l'origine de l'essentiel des gains. Les gains associés aux relocalisations des emplois dans des zones plus denses et plus productives sont également ignorés dans ce calcul, alors qu'ils pourraient être ajoutés aux gains estimés supra sans risque de double compte semble-t-il.

> In fine, le maitre d'ouvrage a retenu, pour établir le bilan socioéconomique du projet, la troisième méthode d'évaluation des gains d'agglomération (travaux récents de Combes, Gobillon, Lafourcade pour la SGP), qui repose sur les conclusions des estimations économétriques les plus à jour et correspond au chiffrage le plus prudent.

3.4.4 Les effets liés aux nouveaux emplois attirés dans l'agglomération par le TAE

Un meilleur système de transport améliore l'attractivité économique de l'agglomération et attire de nouvelles activités économiques et emplois. Cet effet a été quantifié en adaptant un modèle développé dans le cadre des travaux sur le Grand Paris Express à la situation toulousaine. Il s'agit d'un modèle d'économie urbaine de type monocentrique intégrant un marché du travail frictionnel et un marché immobilier divisé entre marché libre et marché administré (logement social). La simulation, à l'aide de ce modèle, d'une baisse des coûts généralisés de déplacement de 2 % (correspondant à l'impact moyen du projet TAE+CLB) conclut à une hausse des emplois de 1,4 à 2 % selon le mode de financement du projet (par l'agglomération ou par l'extérieur), soit 7 000 à 10 000 emplois sur l'agglomération. Cette hausse des emplois serait accompagnée d'un supplément de population de 14 000 à 16 000 habitants.

Pour valoriser ces nouveaux emplois, il est supposé qu'il s'agit d'emplois relocalisés à partir du territoire national, sans information sur leur origine précise, et le gain associé est pris égal à la moitié (correspondant au coin fiscal) de la différence de PIB par emploi entre la zone d'emploi de Toulouse et la moyenne France entière hors Toulouse. Le gain ainsi obtenu s'élève à environ 300 M€ pour le projet TAE+CLB. Le maitre d'ouvrage n'a pas comptabilisé les économies d'agglomération dont bénéficient les emplois existants dans l'agglomération du fait de l'arrivée de ces nouveaux emplois.

Par ailleurs, on peut se demander s'il faut se limiter à la prise en compte du coin fiscal, dans la mesure où les gains privés associés à ces emplois ne sont pas considérés dans les avantages « transport » du bilan socioéconomique.

En revanche, l'approche proposée ne prend pas en compte le fait qu'une partie du différentiel moyen de productivité entre les zones provient de caractéristiques individuelles des salariés différentes (i.e. les zones denses attirent des salariés plus qualifiés, notamment plus diplômés, que les zones moins denses). Sur ce point, le calcul surestime les gains de relocalisation.

3.4.5 Les effets associés aux emplois liés à la construction et l'exploitation du projet

Le maitre d'ouvrage effectue une estimation des emplois (directs et indirects) mobilisés pour la construction de l'infrastructure et du matériel roulant en retenant les ratios de productivité du référentiel du MTES. S'agissant de l'exploitation, un ratio de productivité (fondé sur les seuls

emplois directs) de 5 ETP/M€ est retenu. Ce paramètre n'est pas sourcé dans la documentation mise à la disposition des contre experts.

Leur prise en compte dans le bilan socioéconomique s'effectue en estimant le montant de cotisations et taxes perçues par les organismes publics du fait de ces emplois et en le multipliant par la somme du COFP et du PFRFP (soit 0,25). Cette approche, proposée dans le référentiel du MTES, repose sur l'hypothèse que cette activité n'aurait pas été observée dans l'option de référence et que les recettes des administrations publiques auraient donc été réduites.

En matière d'investissement, il s'agit là d'une hypothèse forte d'absence totale de déplacement d'activité par le projet. Par ailleurs, s'agissant de l'exploitation, on est renvoyé à la question de la plausibilité de l'option de référence qui suppose que l'offre du réseau de surface n'aurait pas été renforcée en l'absence du projet, ce dont on peut douter. Il faudrait donc tenir compte, dans le bilan socioéconomique, de ces emplois supplémentaires en option de référence, d'autant plus que l'activité d'un réseau de surface est en générale plus intensive en main d'œuvre que celle d'un métro.

Conformément aux pratiques habituelles de réalisation d'un bilan socioéconomique, les contre experts recommandent de ne pas considérer ce poste de gains.

3.4.6 Conclusions sur l'estimation des effets non conventionnels du projet

Le maitre d'ouvrage a consacré des moyens importants à l'estimation des effets non conventionnels du projet. Il s'est inspiré des travaux pionniers réalisés dans le cadre du projet de Grand Paris Express, pour les transposer dans le contexte toulousain. Il s'agit d'un domaine dans lequel les référentiels méthodologiques ne sont pas stabilisés, ce qui conduit le maitre d'ouvrage à explorer plusieurs approches et à devoir faire des choix.

S'agissant des effets liés à un aménagement plus dense, le maitre d'ouvrage a reproduit la méthode qui a été appliquée pour le bilan socioéconomique du GPE, qui ignore une partie des impacts négatifs.

S'agissant des gains d'agglomération, plusieurs méthodes ont été mises en œuvre et les estimations les plus prudentes ont en général été retenues. Il n'a ainsi pas été tenu compte de l'impact direct des relocalisations d'emplois au profit des zones denses au sein de la métropole (la marge extensive) ni de l'impact des emplois nouveaux sur la productivité des emplois existants.

Une comparaison rapide peut être effectuée avec l'évaluation socioéconomique récente du prolongement de la ligne 11 du métro parisien qui intègre également des effets économiques élargis (EEE) calés sur les évaluations réalisées pour le GPE. On constate que les EEE du projet TAE+CBL en proportion des gains des usagers des transports collectifs sont sensiblement plus faibles que ceux calculés pour la ligne 11 du métro parisien, ce qui confirme le caractère a priori raisonnable de cette estimation[8].

[8] A noter que le PIB par habitant plus élevé en Ile-de-France par rapport à l'agglomération toulousaine, qui impacte directement le niveau des EEE, est contrebalancé par une valeur du temps plus élevée, dans les mêmes proportions, en IDF, les gains des usagers des TCUs étant essentiellement des gains de temps.

Tableau 1 : Usage des effets économiques élargis (EEE) dans l'évaluation socio-économique

	Gains usagers des TCUs (Md€)	Effets économiques élargis (Md€)	Ratio EEE sur gains usagers TCUs
TAE+CLB	3,8	2,1	0,55
Prolongement ligne 11 métro parisien	1	1,2	1,2

Source : Contre-Expertise

Il convient cependant d'insister sur le fait que les résultats de ces estimations dépendent très directement des hypothèses retenues en matière de modification des localisations des populations et des emplois dans l'agglomération du fait du projet. En l'absence de modèle LUTI, celles-ci résultent d'une analyse de l'IAU-T selon une méthode empirique développée au sein du réseau des agences, dont le bien-fondé n'est pas en cause, mais qui suppose de formuler des hypothèses sur certains paramètres clés (par exemple le degré de mutabilité, à un horizon lointain, du foncier) ayant un impact potentiellement fort sur le résultat final. Cette incertitude sur l'évolution des P+E devrait être mieux prise en compte, par exemple en développant des scénarios d'évolution contrastés et en testant la rentabilité socioéconomique du projet dans chacune de ces configurations.

Certains aspects méthodologiques mériteraient également d'être clarifiés dans les documents de référence mis à la disposition des maitres d'ouvrage. Les travaux économétriques de Combes et al quantifient les effets de localisation sur la base d'un découpage de la France métropolitaine en environ 300 zones d'emploi (dans ce découpage, l'ensemble de l'aire urbaine de Toulouse est une seule zone d'emploi). Or, les paramètres d'élasticités obtenus sont ensuite appliqués à un zonage beaucoup plus fin (i.e. dans le cas de ce projet, le zonage du modèle de trafic de Tisséo qui découpe l'aire urbaine de Toulouse en un peu moins de 1000 zones) ; la pertinence de cette pratique, si elle est avérée, devra être confirmée. La prise en compte des gains dynamiques devrait également être précisée, ceux-ci ne se matérialisent que progressivement en fonction de la présence de nouveaux salariés dans les zones denses et devraient donc être à l'origine d'un gain annuel croissant, ce qui n'est pas observé dans la feuille de calcul du maitre d'ouvrage. Enfin les modalités précises de calcul des marges « extensive » et « intensive » des effets d'agglomération restent à confirmer.

Recommandation n°5 : Les contre-experts recommandent que soient élaborées des lignes directrices détaillées pour le calcul des effets économiques élargis d'un projet de transport structurant

Enfin les effets associés aux emplois liés à la construction et l'exploitation du projet ont été valorisés conformément aux recommandations du référentiel du MTES, mais les experts jugent préférable d'ignorer ce poste de gains dont la réalité n'est pas démontrée.

3.5 La soutenabilité budgétaire

L'analyse financière et budgétaire des impacts du projet pour la collectivité porteuse en particulier n'est qu'un complément de l'évaluation socio-économique. Elle est intéressante en ce qu'elle présente le point de vue particulier de la collectivité au regard de la soutenabilité budgétaire et financière d'un projet qui impactera les recettes et les dépenses de cette collectivité pour de nombreuses années. Par ailleurs, elle est un élément permettant d'apprécier les risques financiers du projet pour la collectivité. Par conséquent l'étude de soutenabilité budgétaire permet d'identifier les ressorts par lesquels les dépenses d'investissement et

d'exploitation afférentes au projet peuvent être assurés, en particulier par une politique d'emprunt, de fiscalité ou de recettes commerciales. Chacun de ses ressorts ne dépend pas des mêmes variables.

Tisseo Collectivités examine l'évolution, sur 2017-2030, de ses chroniques de recettes (dont principalement recettes commerciales, versement transport, subventions des collectivités) et de dépenses (dont principalement charges de fonctionnement de Tisséo voyageurs, charges de fonctionnement de Tisséo Collectivités, charges de la dette historique) pour identifier une chronique d'épargne qui pourra être mobilisée pour financer le plan de mobilités 2020-2025-2030 (dont TAE+CLB constitue plus de 60 % des engagements). Les dépenses d'investissement sur 2017-2030 sont estimées à 4 795 M€, et seraient couvertes à hauteur de 775 M€ par l'autofinancement, 3 347 M€ par la dette (de maturité comprise, pour l'essentiel, entre 15 et 40 ans) et 673 M€ par des subventions (dont 322 M€ en provenance de l'Etat et de l'Europe). Dans le scénario central, le bilan annuel recettes moins dépenses reste positif sur l'ensemble de la période 2017-2030 (la situation étant la plus critique en 2027 et 2028, avec un taux d'épargne net de 3 à 4 %), ainsi qu'au-delà, le taux d'épargne net grimpant à 30 % en 2040).

Ces résultats dépendent d'un ensemble d'hypothèses déterminant l'évolution :

- des recettes : recettes commerciales (fréquentation, recette unitaire supposée évoluer peu ou prou au rythme de l'inflation i.e. 1,75 %), VT (nombre d'emplois au sein du PTU, salaire nominal), participation des collectivités (hausse de 1,35 % par an) ;
- des dépenses de fonctionnement, soit essentiellement Tisseo voyageurs[9] (+3,5 % par an sur 2017-2030, sous l'effet notamment de la mise en service de la ligne 3, 2,1 % sur 2031-2040 puis 2,45 %[10] au-delà de 2040) ;
- ainsi que des niveaux les taux d'emprunt (selon la maturité, avec ou sans bonification, hypothèse de hausse de 0,15 % par an).

Tisseo examine plusieurs variantes pour tester la robustesse de sa situation financière :

- (1) Maturité des emprunts limitée à 30 ans ;
- (2) Hausse du coût du projet de 100 et décalage des travaux d'un an ;
- (3) Hausse du coût du projet de 500 M€ et décalage des travaux de trois ans ;
- (4) Hypothèse basse de hausse du VT ;
- (5) Niveau de subvention divisé par deux ;
- (6) Hausse des taux d'intérêt de 0,3% par an.

La situation financière de Tisseo collectivités devient critique entre 2025 et 2030 dans les scénarios 3, 4 et 5, avec des épargnes nettes négatives pour ces années. Des stratégies de réponse permettant de sortir du rouge au cours de la période critique sont étudiées, en jouant sur la part de la gestion du réseau confiée à la régie (qui présente des coûts plus élevés que la sous-traitance), la tarification (jusqu'à +3 %/an sur 2017-2030), et en dernier recours le niveau de subventions en provenance des collectivités membres de Tisseo. Même dans le scénario (4), le plus défavorable, la hausse de la tarification portée à 3 %/an permettrait de rétablir la situation financière (le taux d'épargne net repasse au-dessus de 4 %). Même en prenant en compte l'impact de la hausse du tarif sur la fréquentation (ce qui ne semble pas avoir été fait), la conclusion reste positive[11].

[9] 90 % de ce poste.
[10] 1,75 % d'inflation et 0,7% de fréquentation TC.
[11] Hausse de tarif de 13 % en 2030, soit, sur la base d'une élasticité prix de -0,3, une baisse de fréquentation de 3,6 %, ce qui représente une perte de recettes totales limitée à 1 %.

4 La rentabilité socioéconomique

L'objectif de cette section est de présenter la démarche d'évaluation de la rentabilité socioéconomique pour les options de projets envisagées par Tisseo Collectivités. Cette rentabilité doit être vue comme l'incrément de bien-être issu de la réalisation de l'option de projet par rapport à l'option de référence dans le cadre d'une évaluation ex ante. A l'issue de l'évaluation des impacts monétarisés (coûts et bénéfices) du projet en comparaison de l'option de référence, on obtient différents indicateurs de rentabilité. Les recommandations de France Stratégie (2013) sont la VAN-SE, le TRI (SE), la VAN rapportée au coût d'investissement actualisé et la VAN rapporté au coût actualisé des dépenses publiques en intégrant le COFP (Coût d'Opportunité des Fonds Publics) et le PFRFP (Prix Fictif de Rareté des Fonds Publics). La date optimale de mise en service (i.e., la période de début d'exploitation qui maximise la VAN SE) doit aussi être spécifiée.

Ces calculs de rentabilité sont donnés en premier lieu dans un cadre déterministe (section 4.1.) puis un certain nombre d'analyses de sensibilité, essentiellement de la VAN SE, sont réalisés pour considérer les risques et incertitudes afférents à' l'option de projet (section 4.2.).

4.1 Les indicateurs de rentabilité socio-économique

Les indicateurs de rentabilité, VAN-SE, VAN par euro investi, VAN par euro public dépensé et TRI sont calculés sur un échéancier qui suppose des coûts d'investissement commençant en 2019 et l'ouverture à l'exploitation du projet de métro en 2025. Il est supposé également une fin de période d'exploitation (et donc d'impacts également) très lointaine, égale à 2140, les valeurs socioéconomiques étant stabilisées à partir de 2070.

Les calculs sont réalisés sur la base d'un tableur qui a été fourni aux contre-experts et qui a été également utilisé pour les différents tableaux de la pièce G. Ce tableur est très ergonomique et a permis aux contre-experts de simuler de manière transparente et de retrouver les différents calculs détaillés dans la pièce G. Il est construit classiquement, sous la forme de 16 feuilles de calcul imbriquées, une des feuilles étant appelée « interface » et permettant de modifier différents paramètres de calcul de la rentabilité. En premier lieu, ces paramètres permettent de choisir les options que l'on souhaite comparer afin de simuler les calculs de rentabilité et la provenance de cette rentabilité. En second lieu, ces paramètres permettent de choisir certaines hypothèses de modélisation de la rentabilité. Ces hypothèses sont en général binaires (« oui » ou « non », « valeur A » vs « valeur B », « méthode 1 » ou « méthode 2 »), et parfois ternaires, comme dans le cas de l'estimation des effets d'agglomération. Deux feuilles décrivent les trafics et les répartitions modales comme variables d'entrées des différents calculs.

Les autres feuilles détaillent le bilan par catégorie d'acteurs : usagers, riverains, exploitants, puissance publique (variations de fiscalité, impacts en termes de changement climatique et de sécurité), et effets économiques et urbains, qui ne sont pas affectés à un acteur quel qu'il soit.

Au-delà de ces bilans sectoriels, une feuille « investissement » décrit la chronique des coûts d'investissement et une feuille « macro » décrit les hypothèses retenues dans le scénario de références. On peut noter que la feuille « macro » est là à titre d'information (ou de rappel) et qu'il n'est pas possible de conduire par exemple une simulation de l'impact de la modification des taux de croissance économique sur les impacts ou sur les rentabilités.

Une feuille « bilan » agrège tous les bilans sectoriels et une feuille « tableaux » montre de manière détaillée comment on passe des impacts physiques par acteur à la rentabilité globale des différentes options. Enfin, trois feuilles passives décrivent les résultats des tests de sensibilité, les uns décrivant l'impact d'une variation significative de certains coûts ou bénéfices (voir section 4.2.) et les autres décrivant l'impact d'une variation des effets d'agglomération. La dernière feuille reprend le résultat du stress test. A l'exception de ces trois dernières feuilles, il est relativement facile de conduire des simulations de calculs de rentabilité et d'en voir les impacts. C'est là un point extrêmement positif qu'il faut souligner, au-delà du côté transparent de la démarche, cela permet de mieux réaliser la magnitude des effets et leur sensibilité.

Sur la base des résultats de la pièce G et du tableur de calcul fourni par Tisséo Collectivités, on peut établir la synthèse suivante en comparant les options de projet à l'option de référence d'une part, et d'autre part, en comparant les options de projets entre elles.

Tableau 2 *:* Impact incrémental des effets économiques et d'agglomération sur les indicateurs de rentabilité socio-économique usuels

Scénario vs scénario	VAN (millions d'euros constants 2017, base de calcul 2024)	TRI	VAN/euro investi	VAN/ euro public dépensé	TRImm
TAE+CLB vs Ref					
Avec effets économiques	3873	7.7%	1.01	0.85	0.5%
Sans effets économiques	1613	5.9%	0.42	0.36	-0.08%
TAE vs Ref					
Avec effets économiques	3539	7.7%	0.99	0.82	0.4%
Sans effets économiques	1441	5.8%	0.4	0.33	-0.18%
CLB vs Ref					
Avec effets économiques	-84	3.34%	-0.31	-0.26	1.36%
Sans effets économiques	-84	3.34%	-0.31	-0.26	1.36%
TAE+CLB vs TAE					
Avec effets économiques	360	8.2% (?)	1.48	1.62	1.89%
Sans effets économiques	198	6.6%	0.82	0.89	1.5%
TAE+CLB vs CLB					
Avec effets économiques	3769	7.9%	1.06	0.9	0.59%
Sans effets économiques	1673	6%	0.47	0.4	0.0%

Source : Tableur fourni par Tisseo Collectivités, Simulation effectuée par les contre-experts
Note de lecture : le supplément de Valeur Actuelle Nette des bénéfices socioéconomiques nets de l'option de projet (TAE+CLB) par rapport à l'option de référence représente 3 873 millions d'euros en comptant les effets économiques élargis. Sans ces effets la VAN-SE est de 1 613 millions d'euros.

Pour rappel, afin de mettre en perspective les résultats du tableau ci-dessus, il est rappelé que les éléments du surplus actualisé sont les suivants :

Tableau 3 : Décomposition des éléments du surplus (VAN-SE) actualisés en millions d'euros

Options comparées	TAE+CLB vs Réf	TAE vs Réf	CLB vs Réf	TAE+CLB vs TAE	TAE+CLB vs CLB
Gains de temps hors confort/régularité	+4080	+3794	+173	+308	+3881
Gains de confort/régularité	+1050	+979	+41	+71	+1010
Tarification TC	-274	-274	+0	+0	-274
Gains riverains	+430	+416	+8	+14	+422
Effets économiques élargis	+2260	+2098	+0	+162	+2095
Compte Puissance Publique	+158	+110	-39	+48	+197
Total Avantages nets AVEC EEE	+ 7704	+7123	+183	+603	+7331
Total Avantages nets HORS EEE	*+5444*	*+5025*	*+183*	*+441*	*+5326*
Coût d'investissement	-3831	-3585	-268	-243	-3563

Source : Tisséo Collectivités
NB : un signe + correspond à un bénéfice net et un signe – à un coût net de l'option j par rapport à l'option j.

Dans le tableau ci-dessus, on constate que les gains de temps (hors confort et régularité) sont, comme d'habitude, les éléments les plus importants du bilan côté avantages. Du côté des coûts, les coûts d'investissement sont les plus importants. Il est donc compréhensible que Tisséo ait conduit une analyse de sensibilité sur ceux-ci. Les effets économiques élargis suivent ensuite, puis les gains de confort/régularité pour les usagers du transport (TC+VP).

On peut constater que, pour les options de projet les plus importantes (TAE+CLB ou TAE) comparées à l'option de référence ou à l'option de projet la plus limitée, les gains de temps sont le double environ des effets économiques élargis, et le quadruple des effets de confort/régularité. En moyenne, quand ils sont supposés comme étant significatifs, les effets économiques élargis représentent entre 27% et 29% du total de l'avantage net.

La prise en compte d'hypothèses plus optimistes sur l'évolution des nuisances associées aux circulations routières diminue les avantages du projet de 700 M€ (cf. section 3.1.3). A contrario le maitre d'ouvrage a pris en compte une baisse des recettes de TVA associées à de moindres dépenses de carburant et d'entretien des véhicules particuliers, pour un coût socioéconomique évalué à environ 300 M€ ; il s'agit là d'une hypothèse pessimiste, cette économie de dépenses étant vraisemblablement mise à profit par les ménages pour augmenter leurs dépenses d'autres biens et services, elles-mêmes génératrices de recettes de TVA pour l'Etat. La surestimation du bilan socioéconomique serait donc limitée à 400 M€, montant correspondant à 25 % de la VAN **sans** effets économiques élargis et 10 % de la VAN **avec** effets économiques élargis.

Les valeurs données ci-dessus appellent une critique liée à l'année d'actualisation choisie par Tisséo Collectivités.

Les porteurs du projet ont choisi l'année 2024 comme année zéro, ce qui n'est pas conforme à la recommandation de France Stratégie fournie dans le complément opérationnel A1, où il est souhaité que les VAN soient établies en référence 2015 et ce jusque 2022. Le fait de retenir une année postérieure à l'année recommandée a comme conséquence principale de surestimer significativement la VAN des projets envisagés. Si on prend par exemple l'option de projet TAE+CLB avec effets économiques (voir tableau ci-dessus), la VAN en année de référence 2024 est de 3,8 Mds d'Euros. Si on calcule la VAN de ce même projet avec les effets économiques en plaçant l'année d'actualisation en 2015, la VAN n'est plus que de 2,6 milliards d'Euros, soit une diminution de valeur actualisée de l'ordre de 1,2 Mds. Si on enlève les effets économiques, la VAN en référence 2024 est de 1613 millions d'euros. Elle passe à 1085 millions quand on considère une référence 2015, soit une baisse de plus de 500 millions. L'effet est moins significatif dès lors que les écarts entre options sont plus réduits. Si on compare par l'exemple l'option de projet TAE+CLB à l'option de projet TAE (pour obtenir l'effet incrémental lié à la réalisation de CLB), la VAN (voir tableau) est de 360 millions d'euros en référence 2024, mais n'est que de 260 en référence 2015 (soit une diminution de 100 millions d'euros). Cette effet de choix de date de référence pour l'actualisation ne remet pas en cause l'opportunité du projet, puisque les TRI ne sont pas affectés par ce problème et qu'ils restent très élevés.

On ne peut que recommander que, pour qu'une comparaison équitable entre les différents projets soit possible, l'application stricte de l'année de référence « étalon » soit mise en œuvre (ici, 2015 plutôt que 2024).

La lecture de ce tableau appelle trois constats :

- le premier est que l'option de projet la plus ambitieuse (TAE+CLB) est clairement associée à un surplus socioéconomique significatif, de l'ordre au minimum de plus de 1.5 milliards d'euros actualisés.
- Le second est que le surplus du seul projet CLB est négatif, le projet en soi n'apportant aucune valeur du point de vue de l'intérêt général si on leur mesure par la seule variation de VAN.
- Le dernier est que la magnitude des effets économiques et d'agglomération est très importante. Dans les options de projet les plus ambitieuses, la prise en compte de ces effets dans la VAN conduit grosso modo à en doubler le montant si on compare à l'option de référence.

Pour autant, on peut se rassurer sur la robustesse des résultats pour deux raisons :

- La première, évidente, est que la VAN est tout de même de l'ordre de 1.5 milliard d'Euros pour un projet dont le coût d'investissement est proche de 3 milliards. Les TRI sont d'ailleurs assez élevés.
- La seconde est que, en dépit de leur valeur très élevée, les effets économiques et d'agglomération ont été appréciés en retenant à chaque reprise les valeurs les plus basses ou les estimations les plus prudentes, ce qui est une pratique raisonnable.

  Il est souhaitable toutefois de mettre en évidence de manière robuste la rentabilité socioéconomique d'un projet par rapport à l'option de référence en minorant les impacts pour lesquels il n'y a pas de consensus scientifique clairement établi, ou pour lesquels des difficultés méthodologiques majeures peuvent se présenter. C'est une pratique qui permet d'intégrer un certain type de risques afférents à la réalisation du projet, même si une caractérisation explicite de ces risques via des hypothèses ou des scénarios est sans doute préférable dans la mesure du possible.

Un point de vigilance concerne la présentation des résultats de rentabilité socioéconomique. La présentation des surplus de VAN-SE dans la pièce G manque de clarté, et notamment dans les

tableaux il serait souhaitable d'avoir une colonne donnant clairement le surplus de l'option de projet (quelle qu'elle soit, par exemple TAE+CLB par rapport à l'option de référence).

Le lecteur est contraint de reconstituer ce bilan lui-même, et les effets ne sont pas toujours additifs. Idem pour la figure 89, qui devrait comparer l'option de projet TAE+CLB versus option de référence. On rappelle que, si on se base sur la fiche outil de la DGITM, il est mentionné que (p 4) : « *L'option de référence sert de base de comparaison pour toutes les options de projets et leurs variantes.* »

> **Recommandation n°6 :** Les rentabilités socioéconomiques des options de projet doivent être toujours présentées relativement à l'option de référence, et ce pour toutes les options de projet et pour toutes les variantes.

4.2 La cartographie des risques

Tisseo Collectivités a réalisé d'une part une analyse des risques portant sur les risques spécifiques à l'investissement, par exemple les risques de dérive des coûts de construction ou des coûts de fonctionnement ou les risques liés aux limites des modèles de prévision de demande utilisés, et, d'autre part, une analyse des risques non spécifiques à l'investissement, par exemple les incertitudes liées au contexte macroéconomique qui pourraient affecter les impacts des investissements.

4.2.1 Les hypothèses sur la répartition des emplois et de la population dans l'agglomération

Dans la pièce G, l'analyse de rentabilité se fonde sur une hypothèse dont la sensibilité n'est pas évaluée, celle que le projet TAE conduira, sur les nouveaux habitants, à avoir 40 % dans Toulouse (et 60 % en dehors) au lieu de 30 % dans Toulouse dans l'option de référence.

Effectivement, même si les masses en présence ne sont pas importantes, il paraît souhaitable d'apprécier l'impact d'une telle hypothèse sur les indicateurs de rentabilité. Dans le cadre de la contre-expertise, Tisséo Collectivités a donc procédé à une simple analyse de sensibilité sur la VAN-SE dans laquelle la répartition de la population et des emplois à l'horizon 2030 reste identique dans l'option de projet et dans l'option de référence. Ce test est conduit uniquement pour l'option TAE+CLB vs CLB. Au global, la VAN SE serait de 1 529 millions d'Euros hors effets d'agglomération, à comparer avec les 1 673 millions reportés dans le tableau 2. L'effet marginal peut être valorisé à près de 150 millions d'euros actualisés en moins, ce qui représente une diminution de 2,8 % des avantages nets hors effets économiques élargis.

On peut donc conclure que la sensibilité de la rentabilité socio-économique à cette répartition « centre/périphérie » des nouveaux emplois et des nouvelles populations au sein de l'agglomération toulousaine, lorsque l'analyse se limite aux effets conventionnels des projets de transport, est faible.

Les résultats sont que l'ordre de grandeur de la VAN reste inchangé.

4.2.2 Les tests de sensibilité

L'analyse des risques à proprement parler consiste en une série d'analyses de sensibilité de la VAN SE à la croissance économique (test de stress) et de la VAN SE à la magnitude de certains

coûts ou bénéfices considérés comme importants (coûts d'exploitation, coûts d'investissement et gains de temps).

Le test de stress : risque non spécifique à l'investissement

La conduite du test de stress proposé dans les fiches outils de la DGITM (« prise en compte des risques dans l'analyse monétarisée ») permet d'évaluer le risque systémique du projet et conduit in fine à déterminer le taux d'actualisation public pertinent dans le calcul de la VAN-SE. Si le stress test est négatif, on adopte le taux d'actualisation sans risque (i.e., 2,5 % avant 2070, 1,5 % après) et s'il est positif, le taux d'actualisation avec risque (2.5 % +2 % de prime de risque avant 2070, 1,5 % + 3 % après 2070, soit 4.5 % au total quelle que soit la période).

Rappelons que le stress test consiste à calculer la VAN SE au taux de référence (4%) dans deux scénarios, l'un de croissance économique tendancielle et l'autre de croissance économique nulle. Si l'écart entre les deux est supérieur à 20 %, alors le projet est dit présenter un risque systémique et justifie l'application d'un taux d'actualisation comportant une prime de risque.

Le stress test pour le projet TAE étant positif, le taux d'actualisation retenu dans l'évaluation socioéconomique est de 4,5 %, et on peut donc considérer que le projet présenté présente un risque systémique significatif.

Il est rappelé (voir le rapport du CEREMA 2015) que ce stress test n'est qu'une première étape à l'analyse du risque, qui permet de déterminer si oui ou non des investigations supplémentaires doivent être conduites :

> *« Afin d'apprécier de manière grossière si le projet est exposé, ou non, au risque systémique et donc si les affinements du calcul de l'équivalent certain de la VAN-SE sont utiles, un test de « stress » ou de sensibilité au PIB, fondé sur un scénario macro-économique dégradé peut être effectué en toute première approche. »*

Recommandation n°7 : Il serait souhaitable d'utiliser plus systématiquement les scénarios de croissance économique élaborés par France Stratégie[12].

Les analyses de risques qui sont alors conduites au-delà du test de stress (voir ci-dessous) par Tisseo se limitent à des analyses de sensibilité sur les paramètres jugés importants de la VAN-SE.

Les risques spécifiques à l'investissement

Démarche et résultats

Une série de simulations de la sensibilité de la VAN-SE pour les projets TAE d'une part, et pour le projet CLB d'autre part, à une variation des coûts d'exploitation, des coûts d'investissement et des gains de temps est conduite, la variation la plus forte étant de 50 % autour de l'estimation médiane des coûts pour l'option de projet.

La justification pour ces variations est faite au regard de l'expérience du Grand Paris Express, et porte principalement sur trois facteurs, le premier étant les enjeux géotechniques, le second la

[12] https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-complement-a1-du-guide-evaluation-socioeco-investissements-publics-04122017.pdf

logistique chantier et le dernier sur le montant des achats de matériel dont le prix de marché pourrait varier en fonction de la demande nationale ou européenne.

Les résultats pour les coûts d'investissement et les coûts de fonctionnement mettent en évidence une forte sensibilité de la VAN aux premiers et une faible sensibilité aux seconds. La sensibilité de la VAN SE aux gains de temps est encore plus forte que pour les coûts considérés précédemment.

Différents éléments sont discutés concernant les quantifications des effets d'agglomération ou des effets sur l'emploi, sans qu'une analyse explicite des risques concernant la magnitude de ces effets soit conduite. Tisséo souligne que l'expertise du Conseil Scientifique garantit une robustesse dans l'évaluation de ces effets et met en avant que, même en l'absence de ces deux effets, la VAN SE du projet reste positive.

Discussion

Dans les réponses apportées lors de la démarche de contre-expertise, la justification donnée par le maitre d'ouvrage a été principalement celle de la comparaison avec le projet du Grand Paris Express et de la ligne B du métro de Rennes, pour lesquels une provision de 15 % a été faite par rapport aux montants investis. S'il peut être utile de s'inspirer du retour d'expérience, il faut noter que la dérive des coûts d'investissements de ces deux grands projets porte sur des investissements non encore exploités (en particulier pour le Grand Paris Express), ce qui diminue fortement la pertinence de ce chiffre.

De plus, un bilan rétrospectif des coûts de fonctionnement des lignes A et B du métro de Toulouse a été réalisé pour apprécier l'aléa possible sur les coûts de fonctionnement. Par prudence, Tisséo Collectivités a finalement tenu à mener des tests de sensibilité dans lesquels des variations de +/- 50 % sont conduites sur les coûts d'exploitation, d'investissement et les gains de temps, tout en considérant « *que de tels écarts par rapport aux estimations retenues pour les coûts de construction et de fonctionnement ne sont pas réalistes* » (source : réponses apportées aux contre-experts par Tisséo).

On ne peut que s'interroger sur ce dernier point, l'expérience (et les données empiriques) prouvent que de tels écarts sont plutôt la norme que l'exception. Les travaux de Flyvbjerg et al. (2003) ou Flyvjberg et al (2018) en témoignent clairement. Par exemple, Flyvbjerg et al (2003) estiment que l'erreur moyenne sur les coûts d'investissement des projets ferroviaires – urbains ou non – est de +44.7 % ((coût observé hors financement – coût prévu hors financement) / coût prévu hors financement*100%, le tout en prix constants), ce surcoût constaté étant statistiquement très significatif. Par ailleurs, ce surcoût ne diminue pas avec le temps (l'effet d'apprentissage est nul).

Surtout, au-delà de la pertinence des taux de variation de ces coûts ou de ces gains de temps, il aurait été souhaitable d'aller d'un point de vue méthodologique un peu plus loin que la réalisation d'analyses de sensibilité ponctuelles sur des paramètres jugés comme étant importants pour le porteur de projet. Les techniques d'évaluation du risque en économie appliquées à l'évaluation de politiques publiques vont bien au-delà de ces pratiques (on peut rappeler pour mémoire et bien que cela ne figure pas dans les recommandations de France Stratégie, le critère espérance-variance par exemple, ou encore les techniques de simulation de Monte Carlo). A ce titre, on a un certain contraste entre l'analyse de risque en comparaison des développements de l'analyse des effets d'économies d'agglomération et de la polarisation des emplois et des populations sur le territoire de l'agglomération toulousaine. Pour rappel, faire une analyse de risque étendue d'un projet n'est pas une marque de faiblesse du dispositif d'évaluation, ou encore elle ne révèle pas un manque de confiance ou de volontarisme politique dans le projet qui est défendu. Elle est simplement nécessaire s'agissant d'évaluation *ex ante* pour des projets dont les impacts sont significatifs pour une économie locale.

Le principal point de critique de la démarche d'analyse des risques conduite dans la pièce G est que les tests de sensibilité sont conduits comme si les coûts de fonctionnement, les coûts d'investissement ou les gains de temps étaient des variables exogènes. Or, si on peut concevoir cela pour les coûts d'investissement, cela semble nettement moins pertinent pour les coûts d'exploitation ou pour les gains de temps. Par exemple, pour les gains de temps agrégés (à un niveau physique ou monétaire), ceux-ci dépendent principalement du trafic sur le réseau TC dans l'option de projet. Il en est de même pour les coûts d'exploitation, même s'ils ne dépendent pas seulement du trafic. En fait, la variable qu'on aurait pu considérer comme exogène in fine est le niveau de trafic, car il y a une incertitude sur la réaction des usagers à des variations de leurs coûts généralisés, du point de vue du choix modal notamment. On sait par exemple que le trafic s'accroit plus rapidement quand la croissance économique ou démographique est forte. Il aurait été pertinent par conséquent de construire des scénarios différenciés d'évolution du trafic, ceux-ci dépendant de l'interaction entre l'évolution de l'offre de transport et des paramètres économiques et démographiques du scénario de référence. Ces scénarios auraient pu être probabilisés pour avoir une idée par exemple de la dispersion de la VAN SE autour d'un scénario médian qui est le scénario privilégié par Tisséo Collectivités (ce qui ne signifie pas qu'il a une probabilité de 100% de se réaliser).

Recommandation n°8 : la relation entre la demande (par exemple de trafic) et les éléments d'impacts socioéconomiques (notamment les gains de temps) doit être suffisamment explicite et quantifiée dans le modèle d'évaluation afin de conduire une analyse de risque plus fondée économiquement. Les pouvoirs publics devraient fournir des instructions claires et facilement accessibles aux maitres d'ouvrage, sur les scénarios macroéconomiques à considérer. Par ailleurs, nous rappelons qu'une série de recommandations sont proposées dans le rapport Gollier (2011) concernant l'intégration du risque dans l'évaluation des projets publics.

La sensibilité à d'autres paramètres

Tisséo a mené une série d'analyses de sensibilités sur certains paramètres exogènes relatifs d'une part à l'évolution démographique ou des emplois et d'autre part à l'évolution de la mobilité. Ces deux paramètres impactent l'importance du trafic, celui-ci étant donc considéré comme une variable exogène (l'effet de l'offre étant fixé par l'option de projet). Une dernière série d'analyses concerne la sensibilité de la rentabilité de l'option de projet TAE à l'évolution possible de la tarification TC.

*Population et emplois

Emplois

Du point de vue des emplois, l'option de projet suppose que 24 000 emplois supplémentaires sont localisés dans le corridor de TAE en comparaison de l'option de référence. Comme les incertitudes sont grandes sur ce potentiel d'emplois, Tisseo a supposé une variation de +/- 50 % de ce potentiel. Les impacts sont extrêmement forts, de l'ordre 800 millions d'euros actualisés en plus ou en moins pour l'option de projet TAE.

Par ailleurs, le fait de diminuer les coûts de transport permet de baisser les rentes foncières pour les ménages et les entreprises (résultat standard du modèle de ville monocentrique (modèle type Alonso), ce qui permet aux entreprises d'augmenter leur demande de travail et aux ménages d'accroitre leur offre de travail. Dans les simulations proposées dans l'évaluation et réalisées par le LISER, 7 000 emplois additionnels sont créés dans le corridor du tracé TAE+CLB.

La valeur des effets économiques élargis passe alors de 2 098 millions d'euros à 2 873 pour l'option de projet TAE, l'incrément d'un peu moins de 800 millions d'euros actualisés étant uniquement lié à un gain additionnel d'économies d'agglomération. L'incrément pour l'option de projet CLB est nettement plus modeste, de l'ordre de 60 millions d'euros. Il faut noter la prudence du maître d'ouvrage, qui ne comptabilise pas cet effet sur la VAN SE reportée dans la pièce G, cet effet n'étant mentionné que dans les tests de sensibilité.

Croissance démographique

De 2011 à 2014, la croissance de la population en moyenne annuelle dans l'agglomération a été de 1.4 %.

Un scénario 1, correspondant à un solde migratoire négatif entre la ville de Toulouse et sa périphérie, a été simulé ainsi qu'un scénario 2 qui ajoute au premier un effet d'attractivité de la population extérieure à l'aire urbaine vis-à-vis du centre de Toulouse. C'est ce dernier scénario qui est retenu dans le cadre du scénario de référence pour les calculs de rentabilité.

Ces scénarios alternatifs envisagent uniquement des valeurs plus fortes de la croissance de la population, soit de 0.84 % par an soit de 1.01 % sur la période 2013-2050 et ce au niveau de l'unité urbaine de Toulouse. Ainsi, la population de l'unité urbaine passe de 920 400 habitants en 2013 à 1,254 million en 2050 dans le scénario 1 contre 1,334 million dans le scénario le plus fort. Le taux de croissance de la population dans le scénario le plus bas (central) est donc sur l'ensemble de la période de 36 %, à comparer à presque 45 % sur le scénario extrême. Dans le scénario 1, la VAN SE de TAE est réduite de 250 millions d'euros mais reste supérieure à 3,2 Mds d'euros. La rentabilité apparait donc peu sensible à l'évolution de la population.

**) demande de trafic et mobilité

Une des hypothèses fortes faites dans le scénario de référence est que la mobilité individuelle reste identique à partir de 2013. Cette hypothèse est justifiée par une évolution relativement heurtée des niveaux de mobilité à Toulouse, passant par exemple de 3.7 déplacements par personne par jour en 1996, à 4.1 en 2004 puis à 3.8 en 2013.

Au niveau national, on sait que le nombre de déplacements par personne quotidien a tendance à diminuer, et c'est pourquoi, dans le cadre de la contre-expertise, Tisseo a mené un test de sensibilité impliquant une diminution de la mobilité de 5 % entre 2013 et 2050. La diminution sur la période récente ayant été de presque 8 % en 9 ans, cette valeur n'apparait pas forcément justifiée (cela revient à avoir une diminution annuelle de la mobilité de 0.14 % par an contre -0.92 % sur la période récente, ce qui est 6 fois moins fort), mais est un test en première instance.

Encore une fois, la sensibilité de la VAN SE pour TAE est très faible, celle-ci baissant de 4 % dans le cas d'une évolution négative de la mobilité individuelle de 5 %.

Une autre analyse de sensibilité a été réalisée sur la part modale des TC, donc on sait qu'elle augmente sur le moyen terme, particulièrement à Toulouse où cette part a cru de 5 points entre 2004 et 2013. Le scénario de référence fait état d'une augmentation de 1 point tous les dix ans de la part modale, et Tisséo a choisi d'analyser la sensibilité de la VAN SE à une moindre croissance de la part TC, à hauteur de 0.8 % par an. Le résultat impacte très marginalement la rentabilité, la diminuant d'environ 130 millions d'euros, i.e., moins de 4 % par rapport au scénario de référence.

***) tarification des transports collectifs urbains

Les effets de la tarification sont extrêmement faibles sur le bilan global, dans la mesure où une augmentation des tarifs combinée à une élasticité faible de la demande TC représente en fait un simple transfert entre les usagers des TC et la collectivité en charge de l'organisation des TC qui

en subventionne le fonctionnement. De sorte que la faible baisse de la demande TC liée à une augmentation des tarifs est compensée par la baisse des subventions valorisées au COFP et PFRP près, et la VAN SE change très peu.

5 Éléments de conclusion

L'évaluation socioéconomique de la 3ème ligne de métro de Toulouse, telle qu'elle a été présentée par le maitre d'ouvrage dans les différents documents (nombreux), et en particulier dans la pièce G, appelle les remarques suivantes :

- l'évaluation a pour l'essentiel été faite en conformité à l'état de l'art actuel qui codifie la méthode dans les différents documents de France Stratégie et du SGPI ;
- il en est de même pour l'étude de trafic, qui est globalement en cohérence avec l'état de l'art de la modélisation et du calibrage des modèles ;
- des avancées méthodologiques intéressantes ont été faites, sur l'exemple du projet de Grand Paris Express, pour ce projet, en particulier le fait de ne pas raisonner à localisations constantes et à urbanisme constant sur le long terme. Les impacts du projet sur les localisations d'activités et de population ont fait l'objet d'un soin particulier. L'analyse des effets économiques élargis a fait également l'objet d'un soin qu'il faut aussi mentionner ;
- une prudence systématique dans l'évaluation des impacts : à chaque fois, le maître d'ouvrage retient les hypothèses les plus défavorables aux options de projets comparées à l'option de référence, ce qui implique que les effets positifs sont certainement sous-estimés, et ce de manière volontaire ;
- une évaluation raisonnable des impacts d'alternatives possibles et des variantes de tracés, proposées notamment par le collectif citoyen, même si parfois l'évaluation se borne à une analyse multi-critères, qui n'est qu'au mieux la première phase d'un calcul de rentabilité socioéconomique. Deux réserves sont toutefois à mettre en lumière :
    - Les gros générateurs de trafic (par exemple Hôpital) ne sont presque pas traités dans la pièce G, leur localisation n'est pas indiquée et les enjeux de mobilité qui leur sont particuliers sont peu discutés ;
    - Le détour du tracé dans l'option de projet TAE par la gare de la Vache engendre un surcoût d'investissement et d'exploitation et une perte de qualité de service. Nous estimons que l'évaluation ne démontre pas suffisamment le caractère nécessaire de ce détour.

On peut par ailleurs regretter certains manques dans la procédure d'évaluation, qui ne remettent pas selon nous en cause l'opportunité du projet :

- Une démonstration insuffisante du fait que l'option de référence retenue est bien l'option la plus probable en l'absence du projet compte tenu de l'évolution anticipée des besoins de mobilité des toulousains sur le moyen et long terme. Toutefois, les contre-experts estiment que ce point n'est pas de nature à remettre en cause la rentabilité socioéconomique du projet porté par le Maitre d'Ouvrage ;
- Concernant les gains de régularité, il n'a pas été possible de vérifier que la méthode utilisée garantit l'absence de doubles comptes car ils pourraient avoir été pris en compte implicitement dans la modélisation du trafic et aussi explicitement dans le calcul des valeurs socio-économiques associées aux gains de régularité ; Cela ne remet pas en cause l'opportunité du projet, mais la rentabilité en serait

significativement affectée. On recommande une clarification des méthodes dans le traitement de la régularité au sein de l'évaluation des projets transport ;

- Une analyse de risque qui aurait pu être plus approfondie, et qui consiste en de nombreux tests de sensibilité. Toutefois, il manque d'une approche systématique de la cartographie des risques et ces éléments sont dispersés dans le dossier. Il aurait pu être aussi intéressant d'étudier notamment de manière plus structurelle la sensibilité des résultats à différents scénarios d'évolution du trafic et d'évolution de la localisation des populations et des emplois.

6 REFERENCES

Baum-Snow N., Brandt, Vernon Henderson, Turner and Zhang (2016). Roads, Railroads and Decentralization of Chinese Cities. *Review of Economics and Statistics*, 99(3), 435-448.

Barbopoulos N., Baltas P. and D. Milakis (2005). The impacts of rail transit on urban sprawl and mobility of the western city from late ninetieth century to the Second World War. The case of London and Los Angeles. Conference Paper. 3rd International Conference 'Tourism and the History of Transport, Traffic and Mobility. 6-9 October 2005.

Bertaud, A. and H. Richardson (2007). Transit and Density: Atlanta, the United States and Western Europe. Chapter 17 "Urban Sprawl in Western Europe and the USA". Edited by H. W. Richardson and Chang-Hee Christine Bae. Ashgate, Aldershot.

Blaudin de Thè, C. and M. Lafourcade (2016). The Carbon Footprint of Suburbanization: Evidence from French Household Data. Working Paper.

Dieleman F. and M. Wegener (2004). Compact City and Urban Sprawl. *Built Environment*, 30(4).

Flyvbjerg, B. et al. (2018). Five things you should know about cost overrun. *Transportation Research Part A*., 118, 174-190.

Flyvbjerg B., Skamris Holm, M.K. and S. L. Buhl (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews*, 23 (1), 71-88.

Gonzales-Navarro, M. and M. A. Kahn (2018). Subways and urban growth: Evidence from earth. *Journal of Urban Economics*, 108, 85-106

Higgins, C.D., Ferguson, M.R. and P. S. Kanaroglou (2014). Light Rail and Land Use Change: Rail Transit's Role in Reshaping and Revitalizing Cities. *Journal of Public Transportation*, 17(2), 2014.

Kasraian D., Maat K., Stead D. and B. van Wee (2016). Long-term impacts of transport infrastructure networks on land-use change: an international review of empirical studies. *Transport Reviews*, 36(6), 772-792.

Litman, T. (2015): "Evaluating Criticism of Smart Growth," Tech. rep., Victoria Transport Policy Institute.

OECD (2012). Compact City Policies – A comparative assessment. Technical Report, OECD.

OECD (2013), Green Growth in Cities, *OECD Green Growth Studies*, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264195325-en.

Table des figures

Figure 1 : Distributions Emplois et Population....4
Figure 2 : Réseau de TC de l'agglomération toulousaine....6
Figure 3 : Tracés des projets TAE/CLB....7
Figure 4 : Le Projet Mobilités 2020-2025-2030....10
Figure 5 : Carte de l'alternative « Etoile Ferroviaire »....12
Figure 6 : Tracé original, puis ajusté, proposé par le Collectif Citoyen....17

Table des tableaux

Tableau 1 : Usage des effets économiques élargis (EEE) dans l'évaluation socio-économique....35
Tableau 2 *:* Impact incrémental des effets économiques et d'agglomération sur les indicateurs de rentabilité socio-économique usuels....38
Tableau 3 : Décomposition des éléments du surplus (VAN-SE) actualisés en millions d'euros....39