

Institut d'Aménagement d'Urbanisme et de Géographie de Lille

**Master de Sciences et Technologies,
Mention Urbanisme et Aménagement**
Parcours : PROGRAM
MoD

**Tramway et BHNS dans les agglomérations
françaises, des différences et des caractéristiques
communes, au cœur d'une évolution temporelle**

Le BHNS, le transport à la mode dans les villes françaises après trois décennies en faveur du tramway,
entre bas coûts et modularité, de nombreux avantages, mais avec quelles limites ?

Tutrice universitaire : Madame Elodie CASTEX

Tutrice professionnelle : Madame Emilie NGUYEN VAN SANG



Colin BOUVET
Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

Je tiens à remercier très sincèrement toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration et à la rédaction de ce mémoire de stage, ainsi qu'à toutes celles qui ont participé au bon déroulement de mon stage.

Pour cela, je souhaite tout d'abord remercier, Madame Elodie Castex, Directrice de l'IAUGL, pour ses précieux conseils ainsi que pour son accompagnement.

Je souhaite également remercier ma tutrice professionnelle Madame Emilie Nguyen Van Sang, Cheffe de projet à Artelia dans le pôle ETM pour son accompagnement, pour ses conseils, pour son expertise et pour son soutien tout au long du stage.

Mais aussi je souhaite adresser mes remerciements à mes collègues d'Artelia, que ce soit sur le site de Bordeaux où mes collègues du pôle répartie dans différentes régions françaises avec qui j'ai eu la joie d'échanger et de travailler au quotidien durant ces 6 mois de stage desquels je ressors plus riche de connaissances et compétences.

Enfin, je tiens à remercier mes camarades de promotion pour leurs conseils et soutiens partagés, lors de la rédaction de ce mémoire.

Avant-Propos

Artelia Group est une entreprise d'ingénierie française indépendante résultant de la fusion de Coteba et Sogreah en 2010. Son siège social est à Saint-Ouen-sur-Seine en Île-de-France. Coteba créée en 1961 était à l'origine une filiale du Groupe Générale des Eaux, et spécialisée dans le management de projets appliqués à la construction. Quant à Sogreah, elle naît au sein du Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique en 1955.

Aujourd'hui, Artelia accompagne ses clients dans leurs projets de la conception à la réalisation avec de nombreuses prestations :

- Consulting
- Etudes & Schémas directeurs
- Management de projet
- Maîtrise d'Œuvre Conception & Exécution
- Gestion patrimoniale
- Marchés globaux
- Sécurité incendie & Sûreté
- Formation

Fort de 7.000 collaborateurs au 31 mai 2022, répartis dans 40 pays différents, le Groupe Artelia est organisé en 9 business units au service de ses clients publics et privés :

- Asie, Inde & Amériques
- Bâtiments Île-de-France
- Bâtiments Régions & Équipements
- Europe & Retail
- EAU & Afrique, Moyen Orient
- Industrie
- Mobilités & Infrastructures
- Nordics
- Villes & Territoires

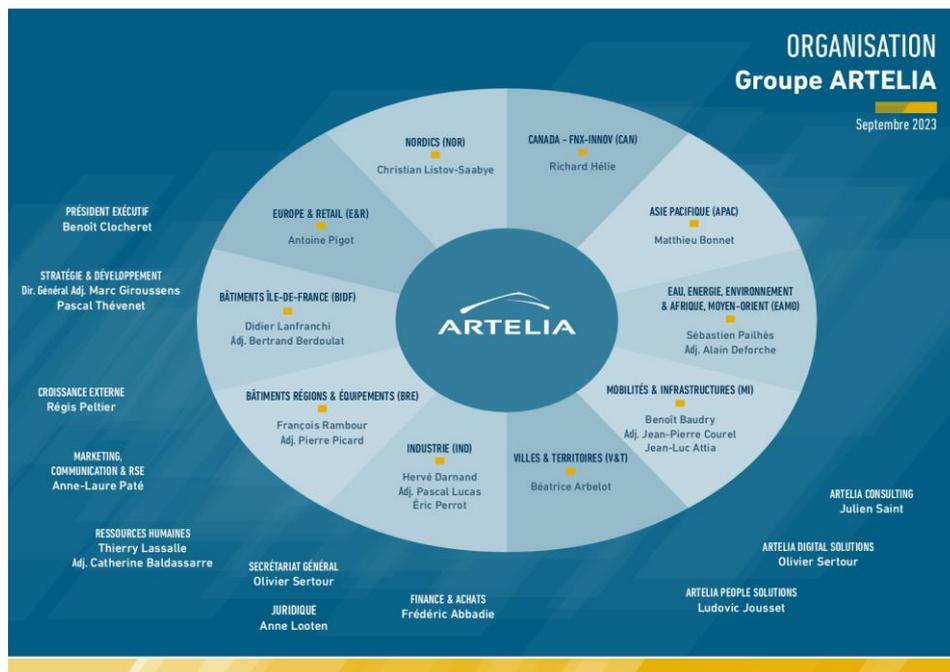


Figure 1 : Organigramme simplifié des BU d'Artelia, Source : Artelia, 2023

Ce stage s'est déroulé au sein du :

Pôle Études de Transport et Mobilité (ETM),

Rattaché à la branche Stratégie Management des Territoires (SMT),

Faisant elle-même partie de la Business Units Mobilités & Infrastructures (MI).

Deux missions ont principalement rythmé ce stage :

La 1^{ère} mission, “**Étude de faisabilité des extensions de deux lignes de bus - Ligne 31 et ligne 39**”, est une mission portée par Bordeaux Métropole. Cette mission consiste à l'étude des extensions de deux lignes de bus dans le cadre de leur passage en Bus Express (BEX). Elles font partie d'un ensemble de 7 lignes de bus qui ont pour objectifs de mailler le territoire métropolitain bordelais notamment sur les trajets de périphérie à périphérie et de venir renforcer les liens entre la rive gauche et la rive droite.

La seconde mission principale du stage, “**Étude de quantification et de qualification des besoins de déplacements professionnels entre la gare de Bordeaux Saint-Jean et la zone aéroportuaire et les communes du nord-ouest de l'agglomération Bordelaise**”, est une mission portée par la DREAL Nouvelle-Aquitaine. Elle prend place dans le contexte de la suppression de la navette aérienne entre les aéroports de Bordeaux-Mérignac et Paris-Orly, et fait suite à la concertation engagée par la préfète de Gironde Fabienne BUCCIO (préfète de la Gironde du 20 mars 2019 au 10 janvier 2023).

La 1^{ère} mission “**Étude de faisabilité des extensions de deux lignes de bus - Ligne 31 et ligne 39**” est un marché en accord-cadre auquel Artelia a répondu en groupement avec une entreprise co-traitante spécialisée dans la concertation, un cabinet spécialisé dans la concertation. L'accord-cadre permet à chaque tranche du marché, les différentes extensions des deux lignes, d'être produit indépendamment du calendrier des autres. La mission se découpe en 5 phases.

La phase 0 a permis d'identifier les principaux enjeux de chaque tranche du marché.

La phase 1, qui a couvert 2/3 du stage, a été la phase de réalisation des diagnostics de chaque extension comprenant des entretiens avec les différentes communes concernées par les tracés. Ces entretiens ont permis d'observer d'apporter de nouvelles opportunités de tracés, des difficultés sur d'autres mais aussi de mieux comprendre les enjeux de ces territoires en termes de mobilité et, ainsi, de compléter les diagnostics.

La phase 2, qui a couvert en partie les deux derniers mois de stage, est une phase de recherche d'itinéraires avec des propositions d'aménagements bus sur les différents tracés afin de déterminer ce qu'il est possible d'atteindre comme vitesse commerciale sur les tracés et ainsi de faire une analyse multicritère des différents scénarii. Cette analyse multicritère permet de déterminer quel est le tracé le plus opportun pour le bus express. Dans la phase 2, tous les scénarii ne sont pas étudiés, certains étant écartés à la fin de la phase 1 à la suite des discussions avec les communes qui ont permis d'en mettre en avant l'intérêt moindre voir l'impossibilité d'y passer avec des bus express, requérant un certain profil de voirie.

Cette mission se poursuivra à posteriori du stage avec la phase 3 qui consiste en une analyse détaillée des tracés avec des dessins niveau étude de faisabilité.

Pour conclure, aura lieu la phase 4, qui est la phase de production des dossiers de concertation. Cette phase sera prise en charge par le cabinet co-traitant spécialisé dans la concertation. Au total, cette mission aura une durée d'un an environ.

Cette mission a nécessité la participation d'une équipe de 5 personnes au sein du bureau d'étude : une directrice de projet, une responsable de mission et trois chargés d'études dont le stagiaire. Mon rôle majeur en tant que stagiaire a été la réalisation des cartographies pour les diagnostics, la préparation des documents de supports pour les réunions avec les communes et la participation à ces réunions en phase 1.

Cette première mission servira d'étude de cas dans ce mémoire.

La seconde mission principale du stage, "**Étude de quantification et de qualification des besoins de déplacements professionnels entre la gare de Bordeaux Saint-Jean et la zone aéroportuaire et les communes du nord-ouest de l'agglomération Bordelaise**", faisait suite à la concertation engagée par la préfète de Gironde Fabienne BUCCIO (préfète de la Gironde du 20 mars 2019 au 10 janvier 2023). Cette mission a consisté en la réalisation d'enquêtes et questionnaires auprès des entreprises et salariés du périmètre, et plus particulièrement ceux concernés par des déplacements en direction de la gare Bordeaux Saint-Jean. En complément, et pour mieux comprendre les enjeux de ce territoire qui est un des pôles économiques majeurs de la métropole girondine, un diagnostic du territoire et des mobilités a été réalisé. Les réponses aux enquêtes et le diagnostic de mobilité ont permis de déterminer les trajets les plus récurrents pour lesquels ont été réalisées des chaînes de déplacements entre la gare Saint-Jean et le quart Nord-Ouest métropolitain, afin d'identifier les difficultés auxquelles font face les professionnels pour prendre le train. L'objectif final de ces chaînes était d'identifier des pistes d'améliorations pour les déplacements professionnels qui auparavant s'effectuaient en avion.

Artelia a répondu à cette mission avec un sous-traitant pour la réalisation des enquêtes et comptages. Au sein d'Artelia, la mission a nécessité la mobilisation de trois personnes, une responsable de missions et deux chargés d'études dont le stagiaire. Mon rôle en tant que stagiaire a été la participation à la réalisation du diagnostic, la réflexion et la mise en forme des chaînes de déplacements et également, la participation aux réunions d'avancements et entretiens avec les responsables mobilités des entreprises enquêtées.

Durant le stage, des aides ponctuelles sur d'autres missions ont été réalisées, notamment pour de la cartographie. La participation à la vie du pôle a été aussi un aspect important de ce stage avec notamment, un séminaire de 3 jours à La Haye sur la thématique du Développement Durable, ou encore des réunions pôle hebdomadaires pour discuter de la vie du pôle. Des déplacements mensuels dans les bureaux à Choisy-le-Roi ont été effectués afin d'avoir un lien avec les équipes franciliennes mais aussi des autres entités régionales qui venaient également au siège.

Table des matières

Remerciements.....	2
Avant-Propos	3
Introduction.....	7
1. De l’histoire aux définitions	8
1.1. L’histoire des transports en communs.....	8
1.1.1. De l’origine des transports en communs aux réseaux de métro et tramways d’avant-guerre	8
1.1.2. De la dominance de l’automobile après la guerre à la prospérité des transports en communs : premier tramway moderne à Nantes, 1985	12
1.1.3. Âge d’or du tramway et apparition des premiers BHNS.....	16
1.1.4. Les BHNS, une histoire américaine	20
1.2. Caractéristiques techniques et financières théoriques des tramways et BHNS et leur insertion dans les villes.....	22
1.2.1. Tramway, définition	24
1.2.1.1. <i>Aspects techniques et réglementaires du tramway</i>	25
1.2.1.2. <i>Coûts et acteurs</i>	26
1.2.1.3. <i>Insertion des aménagements et rééquilibrage de la voirie</i>	30
1.2.2. BHNS, définition.....	36
1.2.2.1. <i>Le BHNS, un bus plus performant</i>	36
1.2.2.2. <i>Coûts et acteurs</i>	39
1.2.2.3. <i>Insertion du site propre et prise en compte des autres modes</i>	40
1.2.2.4. <i>Les multiples facettes de l’amélioration du bus</i>	47
.....	50
1.2.3. Synthèse des définitions et première comparaison.....	51
2. Tramways et BHNS, de la théorie à la pratique	55
2.1. Exemples concrets : Mise en œuvre dans des agglomérations française au profil divers	55
2.2. Benchmark, leçons et conclusions : similarité, différence et temporalité	83
2.2.1. Tramway et BHNS, domaine d’emploi commun	83
2.2.2. Un traitement de la voirie à géométrie variable	85
2.2.3. Des coûts éparés impactant le choix des collectivités	88
2.2.4. Quelles images et services des tramways et BHNS pour les habitants ?.....	90
Conclusion	93
Bibliographie	95
Table des figures.....	97
Glossaire	100
Annexes	101

Introduction

Les mobilités sont multiples, prennent différentes formes, elles peuvent être spatiales, aspatiales ou au niveau de l'individu. Elles représentent un enjeu majeur pour nos sociétés. Par leur impact sur tant de pans de ces sociétés : économique, sociale, santé, environnement... Ces mobilités ont évolué au cours des siècles, aux grès des besoins et innovations de l'Homme. Des moyens de déplacements sont apparus, la voiture, le train, d'autres sont tombés en désuétude, remplacé par des moyens plus modernes, comme cela a pu être le cas des tramway hippomobiles, remplacés par les tramways à vapeurs puis électriques, Les tramways électriques qui ont aussi à leur tour disparu au sortir de la seconde guerre mondiale, avant de réapparaître à la fin du XX^{ème} siècle sous une nouvelle forme, celle du « tramway à la française », aujourd'hui mondialement reconnu comme un modèle pour les transports collectifs en site propre (TCSP) de surface. Ce modèle a conquis de nombreuses agglomérations françaises, mais, rapidement, il n'a pas été le seul à se développer, le Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) est apparu dans le paysage des transports français, sur un modèle similaire et avec ses propres particularités. Mais, si définir un tramway semble aisé car il renvoie à une image classique d'un véhicule sur rail, fonctionnant en milieu urbain, qui est confortable et avec un bon niveau de service, la compréhension d'un BHNS semble plus complexe, ce n'est pas un terme qui parle, avec une définition précise. Le BHNS renvoie au bus qui a souvent une image médiocre, d'un transport peu rapide, coincé dans la circulation, destiné à certaines catégories de populations : jeunes sans permis, étudiants, séniors ou les personnes précaires. De plus, le BHNS n'a pas une définition ou un cadre fixe comme le tramway dont tous les projets partagent des caractéristiques très proche. Le BHNS semble être un mode aux multiples variabilités, cette identification des caractéristiques variables fera sera un point récurrent de ce mémoire. Mais c'est surtout un transport qui se développe dans les villes françaises comme le démontre le 4^{ème} appel à projets pour les transports collectifs en site propre et pôles d'échanges multimodaux, lancé par l'Etat et qui permet de financer des projets de TCSP comme le tramway ou les BHNS. Nombreux sont les projets de BHNS dans les lauréats, pas moins de 25 projets sur les 86 lauréats. Démontrant un fort développement des BHNS, engendré l'ords des 3 premiers appels qui ont lieu en 2008, 2010 et 2013. Car c'est un transport qui semblerait avoir les clés pour répondre aux enjeux des villes face au changement climatique, et leur adaptabilité nécessaire. C'est pourquoi, nous nous demanderons, si le BHNS, ce transport devenu à la mode dans les villes française après trois décennies en faveur du tramway, entre ses avantages de bas coûts et de modularité, quelles en sont les limites.

Pour répondre à cette question, nous reviendrons premièrement sur l'histoire des transports en communs, le contexte d'apparition des tramways au XIX^{ème} siècle, l'évolution des mobilités depuis cette apparition jusqu'à celle du BHNS à la fin du XX^{ème} siècle. Un mode de transport dont nous essayerons de comprendre les origines. Cette histoire nous permettra de comprendre ce que sont supposés être les tramways et BHNS, au regard de leurs caractéristiques techniques, financières et d'aménagements urbains.

Cette compréhension historique et technique nous permettra de sélectionner des exemples que nous décrirons précisément pour ensuite les comparer et comprendre les avantages et inconvénients du BHNS par rapport au tramway et quel est l'impact de ce changement de paradigme pour la ville et ses habitants, qui sont les usagers de ces transports.

1. De l'histoire aux définitions

Les tramways et BHNS, deux modes souvent comparés car ils répondraient à des objectifs similaires, une façon de se mieux se déplacer en ville, lutter contre la dépendance à la voiture et transformer la ville, comme un véritable outil de planification urbaine. Cependant, pour comprendre comment les réflexions en sont arrivées là sur les tramways et BHNS, il faut comprendre l'histoire des transports en communs en France et quelles sont les caractéristiques théoriques du tramway et du BHNS.

1.1. L'histoire des transports en communs

Pour comprendre la place des transports en communs dans la société et les villes françaises, et plus particulièrement, la place des tramways et BHNS et leurs particularités que nous connaissons, il est nécessaire de revenir sur l'histoire et le développement des transports en France et en Europe. Cette histoire est faite d'innovations techniques, de choix politiques et économiques, empreints d'événements extérieurs, mais c'est surtout une histoire du temps long qui évolue au rythme des changements sociétaux.

1.1.1. De l'origine des transports en communs aux réseaux de métro et tramways d'avant-guerre

Les transports en communs font leur apparition tardivement, la ville ayant été dominée quasiment exclusivement par la marche pendant de nombreux siècles. Seuls les chevaux font concurrence à celle-ci. Pour relier les villes, les premiers services apparaissent au XV^{ème} siècle avec la mise en place de chariots et de diligences. En milieu urbain, les transports en communs sont développés par Blaise Pascal, en 1662, avec son entreprise de transports de carrosses publics qui exploite cinq "routes", ou lignes, à Paris. Ce service rassemble toutes les caractéristiques d'un transport en commun, il a des itinéraires et horaires fixes avec une fréquence, un tarif par place occupée, un sectionnement tarifaire sur la ligne circulaire de Paris, et l'obligation pour l'usager de faire l'appoint. Cependant, le service disparaîtra 15 ans plus tard, sous l'impulsion des nobles qui ne veulent se mêler au peuple et lui en font interdire l'accès. Ce qui aura eu pour conséquence de mettre l'entreprise en difficulté financière et d'entraîner sa fermeture¹.

Il faudra attendre 1825, et Stanislas Baudry avec son service de navettes de voiture à cheval pour voir réapparaître un service de transport en commun urbain. Afin de rentabiliser la minoterie à vapeur que possède Baudry dans les faubourgs de Nantes, ce dernier ouvre des bains-douches publics. Cependant, le succès n'est pas au rendez-vous. Alors, il met en place son service de voitures à cheval pour relier le centre-ville de Nantes à son établissement de bains-douches. Les voitures connaissent un succès immédiat mais les bains restent vides, les gens utilisant le service pour se déplacer au sein de Nantes. Face à la situation, Baudry décida de fermer ses bains et de développer un service de transports en commun à Nantes, rapidement dénommé Omnibus, du nom de la boutique devant laquelle stationnaient les voitures à cheval. Trois ans plus tard, en 1828, Stanislas Baudry crée l'Entreprise Générale des Omnibus, à Paris, avec laquelle il exploite un réseau de dix lignes². Le service connaît un succès majeur du fait des besoins en transports qui s'accroissent avec la révolution industrielle.

Dans ce contexte de la révolution industrielle, un phénomène d'exode rural se met en place, ce qui a pour conséquence l'augmentation de la population dans les villes et leurs étalements dans l'espace.

¹ Musée des transports urbains de France, 2014 : https://amtuir.org/03_htu_generale/htu_1_avant_1870/htu_1.htm (19/09/2023)

² Op. cit : Musée des transports urbains de France, 2014

Ainsi, se développeront de nombreuses sociétés d'omnibus avec des réseaux qui se feront concurrence sur les lignes les plus rentables en centre urbain, délaissant la desserte des faubourgs plus éloignés. Il faudra attendre le Second Empire pour voir la fusion des entreprises parisiennes en une seule entité. La Compagnie Générale des Omnibus (CGO) est créée en 1855, sous l'impulsion du Baron Haussmann, elle met en place un réseau cohérent de 25 lignes d'omnibus. En province, les premiers réseaux d'omnibus apparaissent au Havre en 1832, à Lyon en 1837, ou encore à Marseille en 1840. L'exode rural touchant toutes les villes, les besoins y sont aussi présents pour se déplacer plus rapidement sur des distances qui se rallongent, notamment avec l'apparition du chemin de fer pour les voyageurs dans les années 1840 qui accentue l'étalement urbain autour des gares.

En termes de confort, les services d'omnibus sont assez spartiates, du fait du mauvais état des chaussées. Leurs évolutions seront marquées par des innovations techniques qui permettront l'amélioration du confort, renforçant leur attractivité. C'est ainsi qu'apparaissent les premiers tramways, l'utilisation de rails permettant un roulement plus régulier. Ils font leur début à New-York en 1832, puis en France, près de Saint-Etienne, en 1838, la traction est effectuée par des chevaux. Cependant, les services ne durèrent que quelques années avant que les compagnies ne fassent faillite du fait de nombreux dysfonctionnements. D'autres services réapparurent dans les années 1850, mais il faudra attendre l'après-guerre de 1870 pour voir les tramways se développer dans les grandes villes françaises. En effet, les omnibus n'ont plus la capacité de répondre à la massification des déplacements urbains, de plus, ils sont chers à exploiter et peu capacitaires. Alors que, le tramway est plus capacitaire et plus rapide. De plus, des systèmes de tarifs réduits sont mis en place favorisant les déplacements des ouvriers, induisant un étalement urbain toujours plus fort, et donc un besoin de capacité toujours plus élevé (Baldasseroni, L., Faugier, É. & Pelgrims, C., 2022). Ainsi, des tramways fleurissent dans de nombreuses villes, à Paris en 1873, au Havre, précurseur comme cela avait été le cas avec les omnibus, ouvre sa première ligne de tramway en 1874, Lille la même année, ou encore Nancy, Marseille et Versailles en 1876. A cette époque, tous les tramways sont en voie normale (écartement de 1435 mm) et se font avec une traction par cheval, à l'exception de Rouen qui ouvre également une ligne avec des tramways à vapeur en 1877. Cependant, au vu des coûts élevés induits, ils disparaîtront en 1884. En effet, les tramways à vapeur sont plus lourds que les tramways hippomobiles du fait des machines à vapeur, et les voies s'en trouvent fortement abîmées et nécessitent d'être changées régulièrement³.

Il faut noter que, bien que le tramway soit décrit comme plus efficace que les omnibus, ces derniers ne voient pas leur développement se stopper. En effet, à Paris, la CGO, qui gère les tramways et omnibus, a pour obligation contractuelle de créer une nouvelle ligne d'omnibus à chaque fois qu'elle en remplace une par une ligne de tramway. Les omnibus assurent de fait, des services sur des lignes à faible trafic et à fort coût d'exploitation, sauf à l'exception de quelques grandes artères où les pouvoirs publics ont interdit le développement du tramway. C'est le cas sur les Champs-Élysées, l'Avenue de l'Opéra ou encore les Grands Boulevards où les services y sont très fréquents⁴.

En province, avec l'apparition en 1881 des "Car Ripert", des véhicules sans impériales (l'impériale signifiant 2 niveaux pour les véhicules), donc moins capacitaire, et avec deux accès à chaque extrémité, comme pour les tramways, permettent un développement rapide de ces bus dans des villes où le trafic ne nécessite pas la mise en place de ligne de tramways.

De nouveau du côté des tramways, une grande avancée sera le passage à la traction électrique. Cependant, cette dernière ne sera pas si simple à mettre en place et plusieurs solutions seront testées avant la généralisation de la traction électrique par câble aérien. Le premier exemple de traction

³ Op. cit : Musée des transports urbains de France, 2014

⁴ Op. cit : Musée des transports urbains de France, 2014

électrique est présenté par Siemens sur un chemin de fer lors de l'Exposition Industrielle de Berlin en 1879, puis en 1881, Siemens et Halske ouvre la première ligne de tramway électrique, à voie métrique, près de Berlin. L'alimentation électrique s'effectue par les deux rails et permet au tramway d'atteindre une vitesse de 40 km/h, ce qui était impossible avec des chevaux ou même un tramway à vapeur qui ne dépassait pas les 30 km/h. La même année, est testée à Paris une ligne avec une prise de courant aérienne, mais il faudra attendre 1883 pour que des services réguliers soient mis en place avec cette technologie. En parallèle, aux Etats-Unis, se développe le tramway électrique avec prise de courant par caniveau, c'est-à-dire que "chaque motrice est équipée d'une charrue sous le châssis, laquelle passe par une fente axiale à la voie et vient en contact avec deux conducteurs souterrains montés dans un conduit en bois"⁵. Après ces différents essais de techniques d'alimentation électrique, la traction par câble se généralise rapidement aux Etats-Unis avec l'installation concluante d'une ligne à Richmond en 1888. En France, la généralisation de l'électrification par câble ne commencera que dans les années 1890, avec en 1897 la mise en service de neufs nouveaux réseaux de tramways électrique dans des villes de provinces, et une dizaine d'autres dans les quatre années suivantes, et c'est à la fin des années 1890 et au début des années 1900 que les grands réseaux existants (Bordeaux, Lille, Lyon, Reims, Toulouse...) engagent l'électrification de l'entièreté de leurs réseaux⁶.

Cette période de fin du XIXème / début XXème siècles est donc une période faste pour le tramway, c'est aussi à cette période qu'apparaissent les premiers omnibus à traction mécanique, d'abord à vapeur, puis en 1906, sont mis en services à Paris les premiers autobus qui viennent remplacer rapidement les omnibus à chevaux. Période à laquelle sont également construites et mises en service les premières lignes du Métropolitain Parisien. Ce dernier n'impactant pas directement le réseau de tramway qui continue son extension et sa réorganisation avec la fusion de nombreuses compagnies. Le réseau se modernise avec l'électrification par câble, et par caniveau axial dans les quartiers centraux. Cependant, l'arrivée de la Grande Guerre (renommée lors du conflit suivant "Première Guerre Mondiale") interrompt le développement rapide des transports en communs dans la capitale et les autres villes françaises.

Pendant la guerre, les réseaux de tramways subissent la mobilisation du personnel obligeant à réduire le service mais sont aussi impactés par des coupures d'électricité en 1916 qui induisent le regroupement et l'allongement des convois pour rester rentable, mais diminuant de fait, la vitesse commerciale. Les bombardements provoquent d'importants dégâts sur les réseaux, notamment dans les villes de l'Est. A Paris, les autobus qui s'étaient largement développés avant la guerre, sont réquisitionnés en grande partie pour la logistique sur le front.

Après la guerre, le bilan est lourd pour de nombreux réseaux qui sont partiellement détruits avec du matériel hors d'usage. Cependant, la situation financière des compagnies ne permet pas de réparer convenablement les dégâts, pour combler ce manque, les petites compagnies sont absorbées par la plus importantes afin de faire des économies de coûts et stabiliser leur situation financière.

A partir de la décennie 1920, se met en place une conjoncture qui transformera radicalement la mobilité en ville, qui, dans le siècle dernier, s'était développée autour des transports en communs et notamment du chemin de fer (urbain et interurbain), et qui passe alors à une mobilité centrée sur l'automobile.

Un des facteurs de cette transformation, c'est le développement et les difficultés rencontrées par les réseaux de tramways après la Première Guerre mondiale. En effet, à la vue des situations financières instables des compagnies ou auxquelles il reste peu de moyens après la réparation des infrastructures, celles-ci n'ont plus la capacité d'acheter des voitures neuves. De fait, elle modernise l'existant, cela

⁵ Op. cit : Musée des transports urbains de France, 2014

⁶ Op. cit : Musée des transports urbains de France, 2014

entraînera une dégradation accrue du service dans les décennies suivantes. Seule la compagnie parisienne STCRP, dont les moyens sont conséquents, modernise drastiquement son réseau et achète de nouvelles voitures en série moderne à la technique améliorée. Quelques réseaux de grandes villes (Lyon, Bordeaux, Nice), s'équipent également de nouvelles voitures mais cela ne concerne qu'une petite partie de leur parc de véhicules. Dans les réseaux de moindres importances les nouvelles voitures restent calquées sur des modèles plus anciens d'avant-guerre, moins modernes et moins confortables. A contrario, en Allemagne, se développe une véritable industrie ferroviaire permettant de créer du matériel standardisé, coûtant moins cher, donc en plus grandes quantités. Aux Etats-Unis, la situation est semblable avec la création d'un nouveau matériel moderne qui s'exportera à la fin des années 1920 au Canada et en Italie.

En parallèle, l'autobus fait son apparition dans les villes françaises de province, là où il ne s'était développé que dans la capitale jusqu'à cette époque, ils sont utilisés en premier sur des lignes à faibles trafics ne nécessitant pas la mise en place de tramways, et permettant des coûts d'exploitations plus faibles. Cependant, sur les axes principaux, le tramway reste plus avantageux du fait des technologies plus avancées permettant une efficacité et une capacité plus accrues.

Le second facteur, c'est le développement de la voiture. Le fordisme s'est largement développé aux Etats-Unis et permet une production de masse des automobiles, sans pour autant faire concurrence aux tramways dans un premier temps. Ce système arrive en Europe dans les années 1920. Cela permet le développement de l'automobile dans les couches les plus aisées de la société française. Ainsi, naissent les premiers encombrements des centre-ville, générés par la voiture. En 1922, le code de la route fait son apparition en France. Il place l'automobile au-dessus des autres modes de transports dans la circulation, bien que ce ne soit pas encore le mode majoritaire (Baldasseroni, L., Faugier, É. & Pelgrims, C., 2022). Puis, au début des années 1930, apparaissent les premiers projets autoroutiers entre Lyon et Saint-Etienne, sans pour autant être réalisés. Ces projets s'inspirent des "Highways" (autoroutes) américaines qui ont été construites à partir de 1910 près de New-York, mais la première véritable autoroute européenne est "l'autostrada" reliant Milan aux Grands Lacs, inaugurée en 1924.

C'est au milieu des années 1930 que les conflits entre tramways et automobiles vont commencer à se faire sentir. En effet, la congestion qui apparaît en centre-ville gêne la circulation des tramways qui sont mêlés aux flux des autres véhicules et perdent ainsi en efficacité. Mais, c'est dès 1929 que le Conseil Municipal de Paris décidait de la suppression totale des lignes de tramways intra-muros, remplacées rapidement par des autobus, considérés comme plus économiques. Le Département suivit en 1932, malgré le caractère moderne du réseau, car les pouvoirs publics souhaitaient faciliter la circulation automobile. En adéquation avec l'augmentation de la congestion dans les centres-villes, plusieurs réseaux de tramways de villes de provinces vont connaître le même sort. L'aspect ancien des parcs de véhicules de tramways, non remplacés depuis la 1^{ère} Guerre Mondiale, accentue la volonté de remplacer ce moyen de transport par l'automobile, plus moderne, mais aussi l'autobus, moderne et moins coûteux que la modernisation nécessaire des réseaux de tramways. Ainsi, en 1929, Nice supprime ses lignes du littoral et les remplace par des autobus, Cannes supprime son réseau en 1933. Également, de nombreuses villes suppriment des lignes à faibles trafic et interurbaines. Sur certaines lignes, ce sont les trolleybus qui prendront le relais, notamment à Rouen à partir de 1933, puis à Lyon sur deux lignes, en 1935, des secteurs à fortes déclivités où ce mode de transport est avantageux. Cependant, dans les grandes villes, les réseaux urbains sont modernisés à la même période, du fait du trafic de voyageurs important qui subsiste, cela passe notamment par l'achat de nouvelles motrices plus modernes⁷.

La Seconde Guerre mondiale ralentit momentanément la transition du rail vers la route, des pénuries de matières premières entravant le bon fonctionnement des véhicules routiers mais aussi du fait de la

⁷ Op. cit : Musée des transports urbains de France, 2014

réquisition des autobus pour la logistique. Sur certains réseaux de tramways, certaines lignes sont rouvertes et le trafic augmente au point de surcharger les réseaux car c'est l'un des seuls moyens de transport disponibles qui est efficace. Alors que d'autres, disparaissent totalement sous les bombardements comme à Calais.

Au sortir de la guerre, les tramways sont dégradés du fait de leur surutilisation, et les réseaux nécessitent d'être encore modernisés. Cependant, aucune politique publique de cohérence n'est mise en place pour répondre aux besoins. Les exploitants prévoient quelques projets de modernisation, mais qui sont coûteux et ils sont alors mis en sommeil. Cette attente permettra à l'automobile et aux autobus de prendre une large place dans la circulation face à des tramways peu modernes, inconfortables et pris aussi dans la congestion routière. C'est ainsi qu'avec la démocratisation de la voiture dans toute la société française, dû notamment au fordisme qui a réduit les coûts de production, la plupart des réseaux de tramways sont remplacés, pâtissant d'un manque de modernisation, d'une volonté des pouvoirs publics de développer l'automobile, et aussi d'un coût d'exploitation concurrencé par l'autobus. Ainsi, ils ne subsistent plus que huit réseaux en 1958, ceux de Lille, Valenciennes, Strasbourg, Dijon, Saint-Etienne, Marseille, Laon et Colmar.

1.1.2. De la dominance de l'automobile après la guerre à la prospérité des transports en communs : premier tramway moderne à Nantes, 1985

Après la guerre, au début des années 1950, l'automobile se développe. Un imaginaire se construit autour et son accès se démocratise avec le fordisme. Les classes moyennes puis populaires s'équipent. Pour accompagner cette démocratisation, les projets autoroutiers se multiplient. La loi n°55-435 du 18 avril 1955 permet d'apporter des précisions sur les principes des autoroutes. Ainsi, elles sont par principe gratuites. Cependant, l'Etat peut en confier la construction et la gestion à des sociétés privées ou d'économie mixte, ces dernières pourront y installer des péages pour exploiter, entretenir et étendre son réseau d'autoroutes (Baldasseroni, L., Faugier, É. & Pelgrims, C., 2022). En 1960, l'Etat adopte le "plan directeur d'aménagement du réseau routier" qui distingue les autoroutes urbaines des autoroutes interurbaines. Ces autoroutes vont modifier les pratiques de mobilité en créant une nouvelle représentation mentale de l'espace pour laquelle la voiture est l'objet de mesure, la mesure passant de la distance au temps (ibid.). Il faut cependant relever qu'à cette période, des critiques commencent à se formuler vis-à-vis de l'automobile. Elle est décrite comme un envahisseur de l'espace. En effet, de plus en plus de place lui est octroyée, les autres modes de déplacements se retrouvant bloqué dans les flux d'automobiles ou bien relégué en bordure de chaussée comme cela a pu être le cas avec le vélo. Cette absence d'espaces dédiés au vélo, au profit de l'automobile, sera un des multiples facteurs responsables de la quasi-disparition du vélo du paysage des déplacements quotidiens des Français à partir des années 1960.

Une autre conséquence est l'accélération de l'étalement urbain avec l'accessibilité à la périphérie qui s'améliore mais, ce n'est que la continuité de ce qui avait été amorcé avec le chemin de fer et les tramways quelques décennies auparavant. Pour répondre à ce phénomène, les réseaux viaires sont modernisés. Dans cette logique de modernisation se développe à partir des années 1950, en France, et importé des Etats-Unis, le "Traffic engineering" ou science du trafic. Cette science a pour objectif de rationaliser les besoins d'infrastructures routières qui visent à solutionner les problèmes techniques ; c'est-à-dire, leur capacité routière et la fluidification de la circulation afin de favoriser des vitesses plus élevées, tout en permettant une amélioration de la sécurité routière. Les autres modes sont généralement vus comme des sources de conflits potentiels pour la sécurité routière [des automobilistes]. C'est pourquoi ils sont relégués en marge de la chaussée voire totalement exclus sous couvert de chercher à les protéger de la circulation automobile. Ainsi, la voirie se transforme, elle devient quasiment

exclusivement destinée à la circulation. Les marchés sont relégués dans des marchés couverts car cette circulation doit pouvoir être rapide. Les piétons aussi sont limités aux trottoirs là où avant ils occupaient généralement tout l'espace public. En Allemagne et Belgique, on enterre les tramways afin que ceux-ci ne gênent pas la circulation automobile en surface. Les sous-sols deviennent aussi des espaces destinés à l'automobile, avec les grands parkings souterrains, qui doivent répondre aux besoins grandissant de stationnements. Ils sont notamment créés en réponse aux besoins induits par la création des zones piétonnes, en Allemagne à partir des années 1960, et dans la décennie suivante en France. Ces piétonisations ont pour objectif de redynamiser les centres-villes qui ont perdu de leur attractivité du fait de leur impraticabilité (ibid.). Cependant, elles s'inscrivent dans une logique articulée par les mobilités rapides, centrée majoritairement sur la voiture, dont l'accès est pensé pour l'automobile.

Pour comprendre l'ampleur du phénomène de généralisation de la voiture comme mode de transport principal dans la société française, il faut s'intéresser aux chiffres de part modale du moyen de transport principal. Dans le graphique ci-dessous, la part modale est décrite sur la période 1920-2008. Cela permet de voir clairement le phénomène qui se met en place entre la décennie 1940 et 1950 :

- La voiture, conducteur et passagers, passe d'environ 3% de part modale à 10% en dix ans puis,
- Elle double dans les années 60,
- Et elle devient le mode principal quand elle supplante la marche, en perte de vitesse, dans les années 70, dépassant les 30% de part modale.

Cette augmentation se fait au préjudice de la marche, du vélo et du "non-déplacement" principalement. Quant aux transports en communs, ils connaissent une hausse relativement constante d'environ 2-3% par décennie. Il faut cependant noter, que dans ce graphique les transports en communs sont sous-estimés par rapport à la marche du fait de la définition de mode principal. En effet, les transports en communs sont très généralement inclus dans un déplacement comportant de l'intermodalité avec la marche comme mode principale, ce qui peut expliquer la très faible part modale, au début du XXème siècle lorsque la marche domine les déplacements (Papon, 2012).

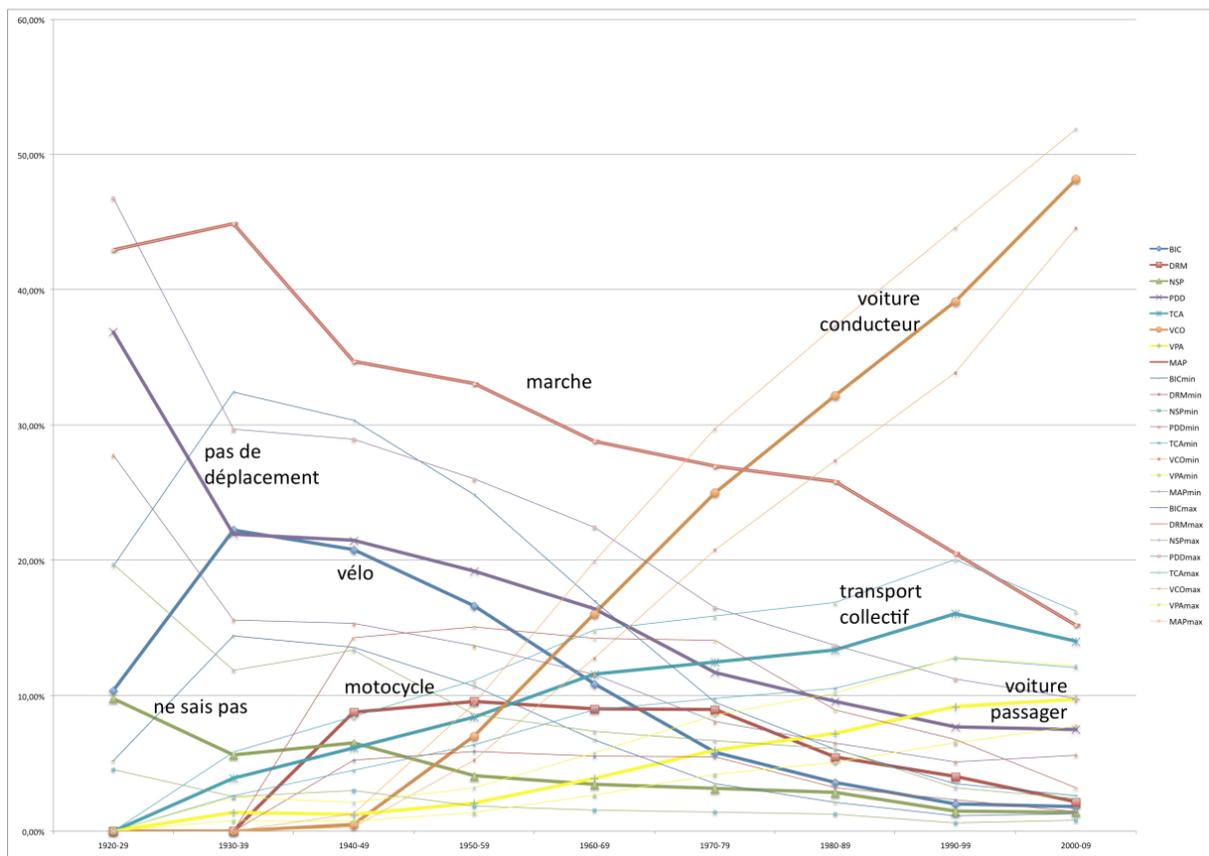


Figure 2 : Évolution de la répartition modale du moyen de transport principal en France 1920-2008, estimation du modèle âge-période (en trait gras) et bornes de l'intervalle de confiance à 95% (en traits fins) : Source : Papon, F., 2012

Les transports en communs connaîtront une hausse nouvelle dans les années 1980 sans pour autant entacher la pratique de l'automobile. Ce phénomène s'inscrit dans une logique qui commence à partir des années 1970 avec les premières prises de conscience écologique qui accompagnent un changement de regard sur les nuisances automobiles. De plus, les crises pétrolières permettent de questionner la pertinence des modes actifs, vélo et marche, dans les déplacements quotidiens, avec un regain d'intérêt pour ces derniers, bien que celui-ci soit encore minime. Ce sont surtout les grands projets de transports en commun qui vont se développer en parallèle de la voiture. A cette époque, il n'est pas particulièrement question de prendre de la place à l'automobile mais plutôt d'y apporter des alternatives car celle-ci commence à montrer de sérieuses limites, notamment dans les centres urbains où la congestion est très forte. De plus, les autobus sont aussi pris dans cette congestion, perdant de leur attractivité.

Ainsi, en décembre 1969, le premier tronçon de ce qui sera le RER A (Réseau Express Régional) ouvre entre la gare de Nation et Boissy-Saint-Léger, un mois plus tard, c'est le tronçon Etoile - La Défense qui ouvre. Cependant, il faudra attendre le 8 décembre 1977 pour que soit relié au sein de Paris le tronçon Est et Ouest avec la liaison Auber - Nation, transformant le "Métro régional" en RER A. Ce même jour ouvre la ligne du RER B avec le prolongement de la Ligne de Sceaux, en provenance du sud de la région parisienne, jusqu'à Châtelet - Les Halles.

Les années 1970, c'est aussi le développement de réseaux de métro dans les grandes villes françaises : Marseille en 1977, Lyon en 1978, et Lille en 1983 avec le VAL, pour Villeneuve-d'Ascq-Lille renommé par la suite Véhicule Automatique Léger, premier système de métro automatique du monde, développé au début des années 70.

En 1975, est lancé le concours Cavallé, par le secrétaire d'Etat Marcel Cavallé. Ce concours a pour objectif de développer un nouveau transport en commun guidé, électrique, en site propre ou pouvant utiliser la voirie existante, et en plancher bas afin de garantir une accessibilité pour tous. Ce concours

est une réponse aux problématiques que rencontrent les réseaux d'autobus, ces derniers arrivant à saturation et étant fortement impactés par la congestion routière. Il est remporté par Alstom et il pose les bases du tramway moderne à la française, d'abord dénommé "métro léger" (Baldasseroni, L., Faugier, É. & Pelgrims, C., 2022).

L'inauguration de la première ligne de tramway "nouvelle génération" à Nantes, le 7 janvier 1985, marque le retour du tramway en France, bien que celui-ci n'ait pas totalement disparu. Subsistent en effet, le tramway de Saint-Etienne sur l'artère centrale, la ligne du Grand Boulevard à Lille en Y, et la ligne 68 à Marseille sauvée par sa portion souterraine en approche du centre-ville. L'expérience Nantaise est un succès : en moins d'un an la ligne comptabilise 42 000 voyageurs quotidiens, démontrant le véritable besoin pour les Nantais de ce projet de transport.

Le tramway de Grenoble inauguré deux ans plus tard, en 1987, approfondit la démarche. Il apporte une nouvelle étape dans la conception de la ville. Pour la première fois, un transport en commun vient prendre de la place à la voiture en réaménageant et en redistribuant l'espace alloué à chaque mode de transport sur la voirie mais également des places du centre-ville réservées exclusivement aux piétons et aux tramways (Figure 2). C'est aussi, le premier tramway du monde accessible aux personnes à mobilité réduite ; le tramway nantais correspondant à un matériel Alstom TFS à plancher haut, comprenant 3 marches à gravir pour accéder au tramway. Le tramway de Grenoble devient ainsi le premier cas de "tramway à la française", bien que Nantes s'y apparente également avec ses aménagements plus sobres (Bresson-Leclercq, de Fleurian & Le Tourneur, 2016).



Figure 3 : Rue Félix Poulat, 26 mai 1990, réservé aux tramways et piétons, Source : Musée des Transports, 2015

À la suite de ces deux exemples, le tramway se développera dans de nombreuses villes françaises dans la continuité du renouveau des transports en communs amorcé par la création de lignes de RER et de Métropolitain dans les années 1970.

1.1.3. Âge d'or du tramway et apparition des premiers BHNS

Après le succès des tramways de Nantes et Grenoble, de nombreuses villes vont suivre leur exemple et inaugurer leur première ligne de tramways. C'est d'abord le cas en Île-de-France, avec l'inauguration du T1 en 1992, reliant *Bobigny - Pablo Picasso* à *La Courneuve - 8 mai 1945*. Puis, le tramway de Rouen est inauguré en 1994, il est souvent dénommé "Métro" par les Rouennais, du fait des stations souterraines en centre-ville, créant une similarité avec le métro, mais ces caractéristiques sont plus celle d'un pré-métro comme nous en trouvons à Bruxelles avec des axes souterrains, que d'un métro qui ne doit pas avoir de croisement avec la circulation générale. La même année, le tramway fait son retour à Strasbourg, après 34 ans de disparition, avec l'ouverture de la ligne A entre le quartier de HautePierre et la station *Baggersee*. Cette ligne de tramway fait suite à un débat, connue de nombreuses grandes villes françaises, opposant le VAL au tramway. Le changement de couleur politique de la mairie de Strasbourg, en 1989, aura raison du projet de VAL jugé trop cher. De plus, le tramway permettait d'appliquer une politique de réduction de la circulation automobile en centre-ville⁸. A contrario, Toulouse, en 1993, puis Rennes en 2002, ouvrent respectivement leur première ligne de VAL après avoir écarté le tramway.

Le tramway connaît son véritable renouveau en France à partir des années 2000. Il permet de transformer la ville et d'en améliorer son image en la modernisant. C'est une rupture par rapport à ce que pouvait représenter le tramway au sortir de la guerre dans les années 1940, où celui-ci était vu comme un mode de transport désuet par rapport à la voiture, bien que la voiture conserve une image moderne de nos jours.

Ainsi, Orléans et Montpellier inaugurent leur première ligne au début de la décennie, Lyon en 2001, Bordeaux en 2003. Puis, en 2006 et 2007, les premières agglomérations de tailles moyennes vont se doter d'un réseau de tramway, ainsi, Clermont-Ferrand, Valenciennes, Mulhouse et Le Mans s'équipent. C'est également le cas de Marseille qui réouvre sa ligne 68, cette fois en tant que Tramway T1, complété par le T2 et Nice inaugure sa première ligne également en 2007.

Dans les années 2000 sont aussi inaugurés les deux réseaux de TVR (Transport sur Voie Réservée) à Nancy et Caen, respectivement en 2000 et 2002. Ce mode de transport, à mi-chemin entre le bus et le tramway, est un trolleybus bi-articulé. Il se révélera être un échec du fait de nombreuses défaillances du système entraînant de nombreux surcoûts d'exploitation et un confort moindre pour les usagers (Cerema, 2018). En conséquence, le TVR à Caen est remplacé par un tramway fer en 2019, et il cesse son service à Nancy en 2023, afin d'être remplacé par un réseau de Trolleybus.

Le TVR s'inscrit dans la dynamique des années 1990-2000 de développement de nouveaux types de TCSP (Transports Collectifs en Site Propre) dont tous n'ont pas été une réussite. Un cas similaire est le tramway sur pneu à rail de guidage central de Trans Lohr, utilisé à Clermont-Ferrand et pour le T5 et T6 en région parisienne. Cette technologie fait face à des problématiques de coûts d'exploitation, du fait de la moindre capacité du matériel roulant, mais également, d'un moindre confort que dans un tramway fer, et pour lequel il n'est pas possible de le combiner avec un tramway fer car les rails ne sont pas les mêmes (un seul rail central pour le Trans Lohr)⁹. Mais à la différence du TVR, le Trans Lohr est toujours en service en 2023, à Clermont-Ferrand. De grands travaux d'entretiens nécessitant l'arrêt du tramway pendant un mois ont notamment été réalisés lors de l'été 2023, afin de garantir le bon fonctionnement du tramway¹⁰.

⁸⁸ Le portail ferroviaire : <http://leportailferroviaire.free.fr/urbain/strasbo.htm> (18/09/2023)

⁹ Transporturbain, 2019 <http://transporturbain.canalblog.com/pages/tvr-et-translohr---on-s-en-serait-bien-passe---/39013149.html> (18/09/2023)

¹⁰ France 3 Régions, 18 juillet 2023 <https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/puy-de-dome/clermont-ferrand/a-clermont-ferrand-un-mois-sans-tramway-cet-ete-pour-cause-de-travaux-2814083.html> (18/09/2023)

L'apparition du concept de BHNS en France s'inscrit dans cette dynamique de développement de nouveaux modes de transports. Le premier exemple en est le TVM, pour Trans-Val-de-Marne, inauguré en 1993, entre *Rungis - Marché International* et *Saint-Maur - Créteil RER*, puis prolongé en 2007 à *La Croix de Berny RER*. Ce bus qui circule en quasi-site propre intégral a pour principe de partager sa voie avec les autres bus circulant en partie sur son axe. A sa différence, le BHNS de Nantes, mis en service en 2006, fonctionne sur un axe qui lui est entièrement dédié, les autres bus étant exclus de l'utilisation de ce site propre (Certu, 2009). Nous reviendrons plus précisément sur les différents types de BHNS dans la seconde partie de ce mémoire.

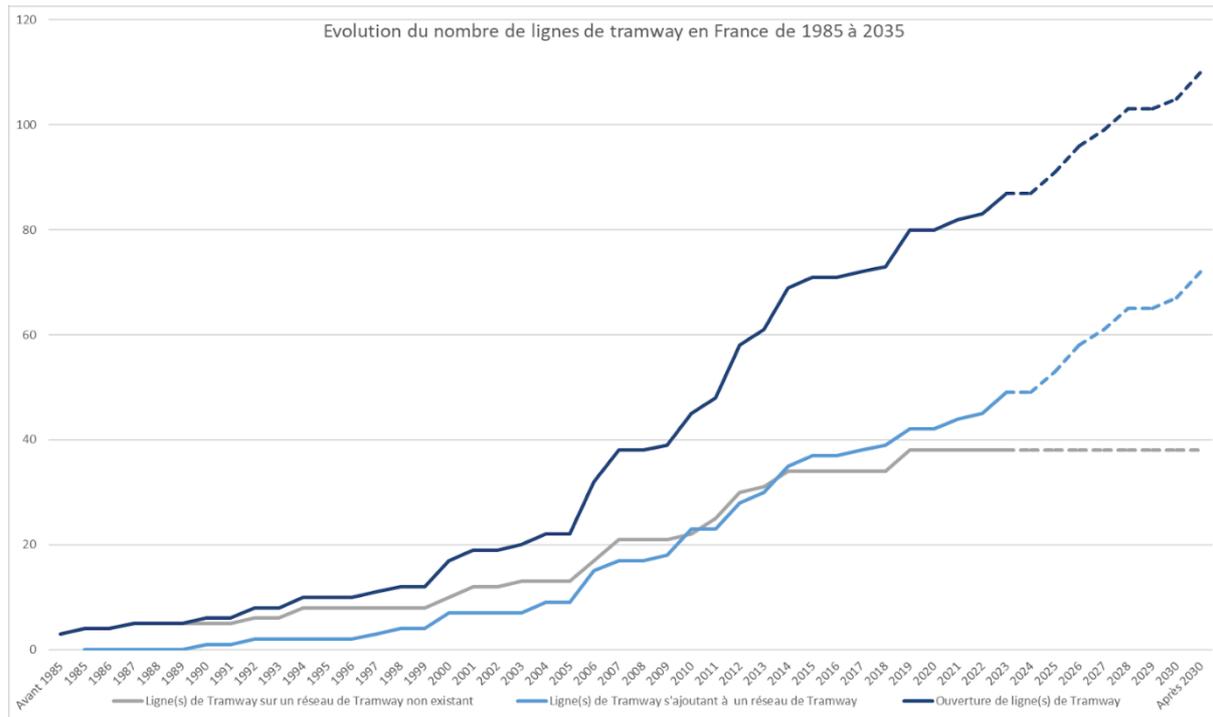


Figure 4: Graphique de l'évolution du nombre de lignes de tramways en France de 1985 aux années 2030, avec différenciation des lignes actants l'ouverture d'un réseau de tramway et celle s'ajoutant à un réseau de tramway existant, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023

Le début des années 2010 voit passer une vague d'ouverture de réseaux de tramways et de constructions de nouvelles lignes sur les réseaux existants (Figure 3). Le nombre de lignes de tramways en service en France va ainsi quasiment doubler, passant de 39 lignes en services en 2009 à 71 en 2015. Reims, Angers, Dijon, Tours, Le Havre, ou encore Brest vont inaugurer leurs premières lignes de tramways "à la française", tandis que les villes déjà équipées agrandissent leurs réseaux. Ainsi, Orléans inaugure sa ligne Est-Ouest en 2012, comme Lyon avec le T5 et Montpellier avec le T3 et T4. Le Mans ouvre au public sa deuxième ligne vers le quartier Bellevue en 2014, tout comme Grenoble avec sa ligne E en direction du Nord-Ouest de l'agglomération.

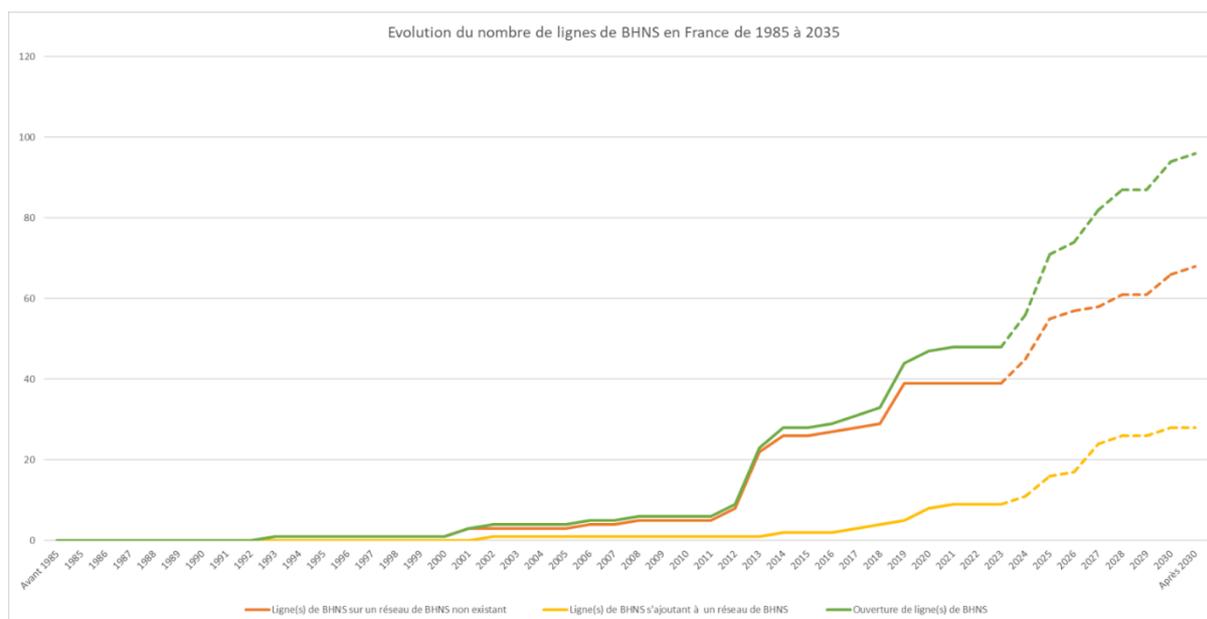


Figure 5 : Graphique de l'évolution du nombre de lignes de BHNS en France de 1985 aux années 2030, avec différenciation des lignes actants l'ouverture d'un réseau de BHNS et celle s'ajoutant à un réseau de BHNS existant, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023

Le début des années 2010, est aussi une période faste pour le BHNS. Sur la période 2009 - 2015, le nombre de lignes passe de 5 à 27. A la différence du tramway, ce sont surtout des lignes dans de "nouveaux réseaux" qui voient le jour. "Nouveaux réseaux" signifie ici qu'il n'y avait pas de BHNS avant, mais un réseau de bus préexistait dans la majorité des cas et parfois, également un réseau de tramway. C'est le cas de l'agglomération de Strasbourg qui inaugure sa première ligne de BHNS en 2013, bien qu'elle possède déjà 6 lignes de tramways.

Ainsi Metz, ouvre ses 2 lignes Mettis A et B en 2013, comme Cannes et sa première ligne Palm Express, ou encore Belfort et ses 5 lignes de BHNS. Ce dernier exemple pose la question de la définition d'un BHNS, car en réalité seulement un tronç commun sur une zone d'un km est aménagé, et même pour l'exploitant, la définition et l'emploi du terme de BHNS est flou (Cerema, 2023^a).

Ce point fera l'objet de toute une thématique du mémoire sur la définition de ce qu'est un BHNS et quel est l'impact du flou qui semble exister autour du BHNS. Pour la Figure 4, la liste des lignes de BHNS comptabilisées est non exhaustive et correspond à ceux qui sont nommés comme des BHNS par l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM), l'exploitant, ou encore lorsque le projet a vu le jour. Pour le BHNS, toute une problématique se pose autour de la question du libellé. Il en existe des multiples : Mettis, BHNS, Bus Express, TEOR, ce qui rend difficile la lisibilité des lignes existantes en France. Alors que, le tramway est dénommé généralement "Tramway", à l'exception de quelques exemples comme le "Métro" de Rouen.

Ce flou autour du BHNS est renforcé également par des lignes généralement non considérées comme des BHNS, mais une sorte d'entre-deux. Ce sont les Lignes à niveau élevée de service (LIANES) comme à Bordeaux et Lille, également dénommé Linéo à Toulouse, ou encore Chrono à Grenoble, Chronobus à Nantes, Chronostar à Rennes, et Chronoligne au Mans à partir de 2024. Ces lignes fortes viennent mailler les réseaux de bus des agglomérations avec un service plus élevé que les simples autobus mais en deçà du service théorique d'un BHNS.

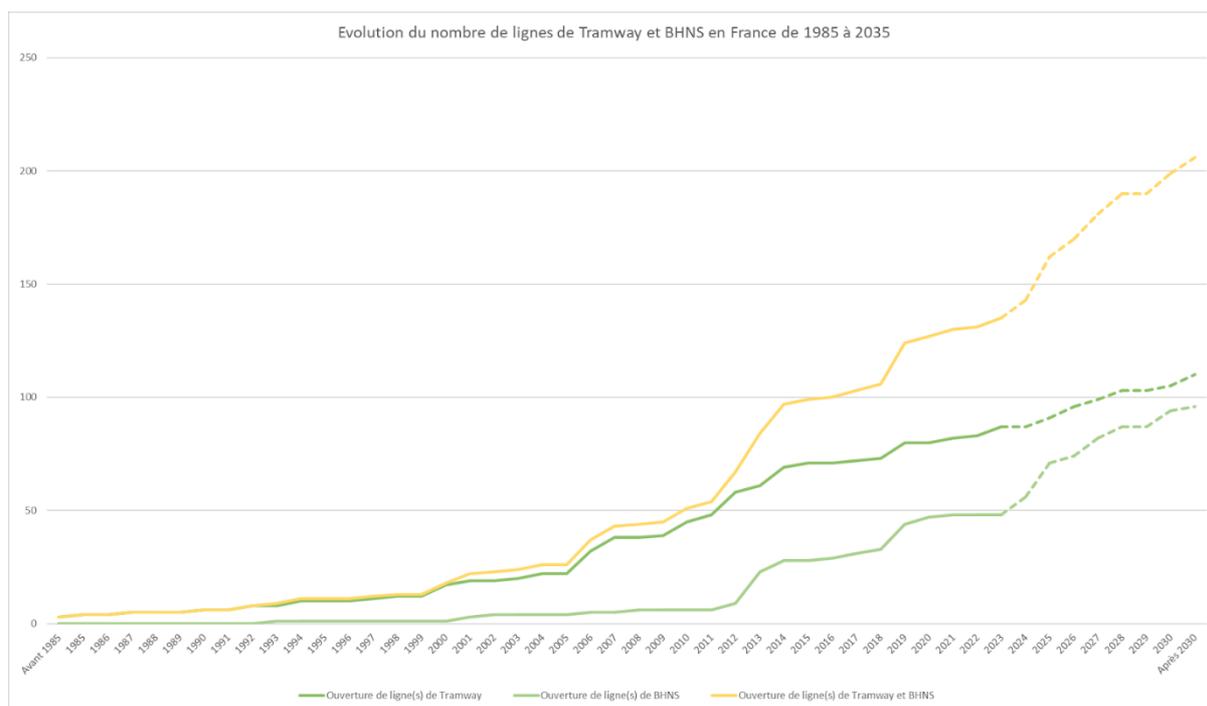


Figure 6 : Graphique de l'évolution du nombre de lignes de Tramway et de BHNS en France depuis 1985 aux années 2030, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023

Il est également intéressant de voir que les tramways et les BHNS vont continuer à se développer en France. Ainsi, le nombre de lignes dites de BHNS devrait doubler, passant de 48 lignes en 2023 à 96 lignes d'ici 2035. Les projets de tramways sont moindres, mais 23 nouvelles lignes sont tout de même en projet d'ici à 2035 (Figure 5), et exclusivement sur des réseaux existants (Figure 3), dans le cas où nous considérons les tramways des Grands Boulevards à Lille comme faisant partis du réseau de tramways de l'agglomération Lilloise, bien que ce ne sera pas les mêmes aménagements et matériels roulants.

Ce dernier graphique permet donc de voir la dynamique autour des tramways et BHNS en France, et que celle-ci semble s'être développée depuis les années 2010, en faveur du BHNS. Il est cependant difficile, à ce stade, d'en tirer la conclusion que cela se ferait au détriment des tramways ou bien en complément de ce mode de transport pour des dessertes où il n'aurait pas été nécessaire.

L'histoire des transports et des transports en communs en France est constituée de plusieurs grandes étapes qui s'entremêlent. Cela va de l'apparition des premiers services de bus et de tramway facilitant les déplacements, majoritairement pédestre, en ville, et permettant ainsi l'allongement des distances et induisant un certain étalement urbain. Puis, s'en est suivie une massification des déplacements, portée par l'automobile principalement, réduisant la place des autres modes sur la voirie. Enfin, une réapparition des grands projets de transports en parallèle du développement de la voiture, suivis des projets de transports visant à réorganiser la ville, cette fois-ci non plus seulement autour de l'automobile. Les solutions y sont alors multiples mais les tramways, puis les BHNS semblent être l'outil de prédilection dans les villes françaises.

Ainsi, si le tramway est un mode ancien dont nous avons pu découvrir l'histoire au sein de l'histoire des transports français, le BHNS est un mode plus récent qui trouve une origine croisée entre le continent américain, avec les BRT (Bus Rapid Transit) qui ont un angle d'approche parfois bien différent de ce que nous pouvons connaître en France, et les innovations qui ont eu lieu sur les bus en Europe.

1.1.4. Les BHNS, une histoire américaine

Le BRT trouve son origine au Brésil, plus précisément à Curitiba, grande ville du Sud du Brésil, capitale de l'État du Paraná. Ville à la tradition d'une urbanisation contrôlée, et première ville du Brésil à avoir un plan directeur d'urbanisme élaboré par l'architecte français Alfred AGACHE, en 1943, qui prévoit une croissance sur de grandes radiales et pose les bases d'une ville verte et sociale (Urbanites, 2014). La ville est peuplée, en 2022, de 1.770.000 habitants dans une agglomération de 3.430.000 habitants (IBGE, 2022). Lorsque que le maire de l'époque met en route un schéma de transports collectifs, la ville est trois fois moins peuplée, 640.000 habitants, et elle n'a pas les ressources financières pour mettre en place un réseau de métro comme c'était la volonté dans les grandes villes des années 1960-1970 pour accéder au rang de métropole. Ainsi, la ville innove et décide de miser sur l'amélioration de son réseau de bus en mettant en place un concept de "métro en surface". Le BRT voit le jour en 1974. Il se caractérise par des voies réservées avec la priorité aux feux rouges. Les stations ont été aménagées afin de permettre de faciliter l'embarquement et le débarquement des passagers, ceux-ci se faisant par des portes différentes. Elles sont construites en forme de tunnels, permettent de canaliser les flux et d'être protégés des intempéries et c'est dedans que s'y effectuent l'achat des tickets de transports afin d'éviter la perte de temps pour le bus en station comme c'est le cas sur un bus traditionnel. Également, le matériel roulant est composé de Volvo bi-articulés pouvant accueillir 270 passagers, les plus grands du monde à l'époque. La construction des infrastructures a coûté environ 1 million d'euros au km (Woessner, 2019).

Les stations les plus importantes peuvent accueillir plusieurs bus en même temps, et il est aussi possible de dépasser les bus arrêtés en stations, permettant d'avoir des services express. Tous ces aménagements ont permis d'atteindre des fréquences de 90 secondes sur certaines lignes et une vitesse commerciale de 20 kms/h¹¹.

Ce modèle des BRT s'est ensuite largement répandu sur le reste du continent Américain avec comme exemple le plus abouti celui de TransMilenio, depuis 2000, à Bogotá, la capitale de la Colombie.

Le TransMilenio est composé de 12 lignes et cumule 115,5 kms de sites propres., Il transporte 2,4 millions de passagers chaque jour¹² et a permis le de faire passer la vitesse commerciale des bus de 8 km/h à 28 km/h (Juge, 2006). Ce sont de véritables autoroutes de bus avec plus de 3 bus par minute dans les stations aux heures de pointe. Le reste du réseau de bus est structuré autour de ces axes avec du rabattement des bus classiques sur les stations du TransMilenio. Ce système a transformé la capitale colombienne, sur le plan sanitaire en permettant une réduction de 40 % de la pollution atmosphérique et une réduction de 81 % des accidents de la circulation. En parallèle de la construction des sites propres, 250 km de pistes cyclables ont été réalisés, tout comme 130 hectares de trottoirs et de nombreuses places ont été réaménagées ainsi que des milliers d'arbres ont été plantés. Sur le plan social, cela a permis de relier de nombreux quartiers aux zones d'emplois.

Cet impact sur la ville peut être comparé aux tramways français, à la différence que les axes traversés conservent un aspect très routier pour la plupart (*Figure 6*) et que la place prise à la voiture reste assez minimale au regard de l'espace qui lui est allouée dans cette ville très routière, comme la majorité des villes du continent américain.

¹¹ Etudier : <https://www.etudier.com/dissertations/Les-Transports-%C3%A0-Curitiba/49762.html> (18/09/2023)

¹² Transdev : <https://www.transdev.com/fr/reseaux/transmilenio/> (18/09/2023)



Figure 7 : Station “Américas - Avenida Boyacá” du Transmilenio, le site propre est construit au centre de l’avenue de l’Amérique qui s’apparente à une autoroute urbaine, source : Felipe Restrepo Acosta, 2013

Mais il existe des modèles que nous pourrions qualifier de moins aboutis du fait des infrastructures mises en place, comme les Métrobus de Québec au Canada, mis en service à partir de 1992. Ainsi, les voies réservées sont concentrées sur quelques axes majeurs de la ville, elles ne sont pas continues et pas séparées matériellement de la circulation générale (*Figure 7*). Les arrêts ont été réaménagés pour assurer leurs accessibilités et protégés des intempéries mais l’achat des titres de transports se fait toujours dans le bus.



Figure 8 : Voie de Bus réservé sur le Bd Laurier, Québec, sur la droite au niveau de la Station Beneva, desservie par plusieurs lignes de Métrobus, Source : Google Maps, mai 2023

Ce modèle est plus similaire à l'apparition et au développement des BHNS en Europe qui résulte plus de l'amélioration du service de bus par des mesures mineures que par une refonte totale avec comme enjeu d'en faire un service qui pourrait concurrencer un métro, comme c'est le cas avec les BRT. Il n'en reste pas moins que le BRT reste en partie l'ancêtre des BHNS tel que nous les connaissons en France, avec des modèles qui s'en rapprochent fortement comme le Busway 4 de Nantes. Mais comme nous allons le voir par la suite, le BHNS c'est le mode de transport de toutes les adaptations, qui peut varier fortement d'un contexte à un autre. C'est pourquoi, bien qu'il existe une définition du BHNS en France avec des variantes, il en existe d'autres à l'étranger, et au sein même du pays peu sont les projets qui répondent à toutes les mêmes caractéristiques.

1.2. Caractéristiques techniques et financières théoriques des tramways et BHNS et leur insertion dans les villes

Avant toutes définitions précises et comparaisons des modes de transports que sont les tramways et les BHNS, il faut définir ce qui est leur dénominateur commun : le haut niveau de service qui en fait des transports à haut niveau de service (THNS). Ce haut niveau de service répond à différents objectifs, principalement des enjeux d'organisation et de gestion des déplacements. Ainsi, il doit permettre de

limiter l'usage de la voiture individuelle et améliorer la satisfaction des usagers actuels des transports collectifs (TC) (Certu, 2009). Ces enjeux s'inscrivent dans les trois piliers du développement durable que sont :

- L'environnement : diminution des pollutions (air et bruit), et réduction des consommations énergétiques,
- Le social : désenclavement des quartiers, meilleure accessibilité (emplois, services, équipements), amélioration du cadre de vie et de la sécurité des déplacements,
- Et l'économie : participation au développement de l'agglomération (activité commerciale, attractivité...), rentabilisation des systèmes (ibid.).

Pour atteindre ses objectifs, le THNS doit être composé, théoriquement, d'infrastructures de type site propre et stations aménagées, notamment en termes d'accessibilité, d'un matériel roulant, si possible capacitaire, et d'une exploitation de qualité. Cela permet au THNS d'atteindre des fréquences élevées et une amplitude horaire étendue, avec de la régularité et des temps de parcours attractifs, tout en étant confortable et accessible, et prodiguant au transport une bonne image et lisibilité de sa desserte. Les bénéfiques pour la ville et les habitants sont alors une facilitation des déplacements, une politique sociale améliorée, des aménagements et du développement urbain, tout en étant bénéfique pour l'environnement. Cependant, cela ne peut se faire qu'au moyen d'investissements financiers très importants.

Le CERTU a réalisé un tableau (Figure 8), sur la base d'un retour d'expériences de terrain, des éléments qui devraient composer un service de TC en surface, si nous voulions le qualifier de THNS. Ce ne sont pas des obligations légales mais plutôt des recommandations et cela permet de donner un cadre au THNS, Tramway ou BHNS. Nous verrons dans la Partie 2 que ces éléments peuvent varier amplement d'un projet à un autre. (Le tableau concernait le BHNS, mais est applicable au tramway également, il a été modifié en conséquence.)

Fréquence	<ul style="list-style-type: none"> • 8 min à 10 min maximum aux heures de pointe selon la taille de l'agglomération • 15 min à 20 min aux heures creuses selon la taille de l'agglomération • Pas de distinction entre les périodes scolaires et non scolaires
Amplitude horaire	<ul style="list-style-type: none"> • Se rapprocher de la plage 5h-24h avec des horaires simples
Régularité/ponctualité	<ul style="list-style-type: none"> • Circulation en flot continu et ponctualité aux arrêts • Variabilité la plus faible possible des temps de parcours
Temps de parcours	<ul style="list-style-type: none"> • De porte à porte, au moins équivalent à celui proposé par la voiture • Vitesse régulière sur le tracé et sur la journée
Confort	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvements du véhicule limités • Confort des sièges, des appuis et des circulations à l'intérieur • Ambiance générale de qualité (luminosité, ressenti) • Informations à bord et en station sur l'accès au voyage et son déroulement (prochaines station, temps, perturbations) • Au-delà de 10 min, l'information sur le temps d'attente est indispensable
Accessibilité	Il s'agit d'une obligation législative ¹³ . Toutefois, il doit y avoir une recherche d'exemplarité :

¹³ Loi n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées.

	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche d'un niveau d'accessibilité supérieur aux lignes de bus classiques et continu sur l'ensemble des lignes de THNS • Adoption d'une approche selon la chaîne de déplacements (cheminements, montée/descente, P+R, vélo, etc.)
Image/lisibilité	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisateur doit pouvoir repérer la ligne sur un plan et dans la ville, et y associer le haut niveau de service • Donner une image moderne et performante pour "attirer" l'utilisateur • Requalifications urbaines plus ou moins poussées

Figure 9 : Caractérisation du Transport Collectif de surface à Haut Niveau de Service, Source : Certu, 2009, Adaptation : Bouvet C., 2023

Toujours selon le CERTU, "une ligne de transport collectif ne peut être qualifiée "à haut niveau de service" que si ce haut niveau de service est continu tout au long de la journée et sur la totalité de la ligne", c'est à dire qu'il ne pourrait y avoir par exemple, une différence majeure dans la ponctualité de la ligne entre les heures de pointes et les heures creuses du fait d'un manque d'aménagements qui ferait que le transport est fortement impacté par la congestion en heure de pointe. Cela vaut principalement pour le BHNS, mais cela peut-être aussi le cas pour le tramway sur des carrefours fortement congestionnés qui impacterait sa circulation ou encore dans le cas de voies de circulation mixtes avec les automobiles. La circulation mixte tramway et voiture sont des aménagements qui peuvent exister, et sur lesquels nous reviendrons dans la sous-partie relative au traitement de la voirie. Les aménagements qualitatifs sont le point central de la construction d'un THNS.

Ainsi à partir de la définition des caractéristiques du transport collectif de surface à haut niveau de service, il est possible de définir les différentes variantes autant qu'il en existe. Nous définirons premièrement le tramway, ce qu'il est supposé être, ses aspects techniques, qui lui permettent d'être un TC à haut niveau de service, et réglementaires, son coût, son écosystème d'acteurs, et la façon dont il peut transformer les espaces publics et impacter les autres modes. Puis, nous nous intéresserons au BHNS, nous reprendrons les mêmes points d'analyses que pour le tramway auxquels nous intégrerons une comparaison avec le bus, mode duquel il tire directement son fonctionnement, mais aussi les multitudes de variantes qui semblent exister au sein de ce mode. Enfin, nous nous entreprendrons de croiser les définitions du tramway et du BHNS pour mettre en lumière les points communs et points divergents, dans une synthèse théorique, de ces deux modes de transports.

1.2.1. Tramway, définition

Le tramway est un transport ferré léger, apparu au XIX^e siècle comme nous avons pu le décrire en première partie de ce mémoire. C'est un transport qui a évolué avec le temps et qui comprend aujourd'hui des disparités géographiques. Ainsi, les tramways construits récemment en Amérique du Nord sont bien différents de ceux que l'on retrouve dans l'Europe de l'Est, qui correspondent toujours aux réseaux construits au cours du XIX et XX^e siècle, ou bien des tramways dit "à la française" que nous retrouvons principalement en France depuis son apparition dans les années 1980 mais qui s'exporte aussi à l'étranger. C'est le modèle de tramway à la française auquel nous nous intéressons dans ce mémoire et qui sera défini dans cette partie.

Dans son guide de *Projet de transport collectif en site propre (TCSP), Recommandations pour la mise en œuvre*, de 2014, le Cerema définit le tramway comme suit "Les tramways sont des systèmes de transport en commun urbain ou périurbain guidés (assujettis à suivre une trajectoire déterminée de façon permanente), dont les rames circulent principalement sur la voirie routière (en mode de "conduite

à vue”). Ils sont soit implantés en site propre protégé ou réservé, ou insérés dans la circulation automobile. Ils sont généralement sur fer, mais peuvent être également sur pneu.

Les tramways fonctionnent le plus souvent avec une alimentation électrique par ligné aérienne de contact, plus rarement avec des systèmes d'alimentation permettant de s'affranchir des lignes aériennes (alimentation par le sol, batteries embarquées, super capacité...).”

Cette définition reprend les grands principes du tramway, comme la conduite à vue, qui le différencie du train, un autre mode ferré, qui circule au moyen d'une signalisation spécifique permettant des vitesses plus élevées. Le tram-train, ou “système ferroviaire léger” est mixte des deux modes cités précédemment et peut fonctionner à la fois comme un tramway et comme un train successivement.

La définition du Cerema du tramway balaye également les grands principes d'implantations du tramway sur la voirie. Il peut être en site propre protégé ou réservé. C'est l'utilisation majeure de ce principe qui fait la spécialité des tramways français, ou bien il peut être inséré dans la circulation automobile, nous parlons alors de site banal ou partagé. Ce second mode d'implantation est caractéristique des réseaux de tramways plus anciens mais il se pratique aussi en France, sur les espaces contraints notamment.

Enfin le tramway est un transport favorable à l'environnement car il fonctionne à l'électricité, généralement avec une transmission par ligne de contact aérienne.

En partant de ces grands principes mis en lumière par cette définition, il est intéressant de regarder ce qu'il en découle, tant sur les aspects techniques, réglementaires, de coût mais aussi d'impact sur les espaces publics.

1.2.1.1. Aspects techniques et réglementaires du tramway

Le tramway n'est pas soumis au Code de la Route et possède sa propre signalisation. Il est prioritaire sur tous les autres usagers de la route, automobiliste, bus, cycliste, piétons...¹⁴.

Pour fonctionner et être exploité, un réseau de tramway doit répondre à des normes de sécurité qui doivent permettre d'assurer la sécurité des usagers du tramway, celle des personnels d'exploitations et des tiers, c'est-à-dire les autres usagers de la voirie. Le Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés (STRMTG) est l'organisme qui émet l'avis qui permet de valider le dossier de sécurité auprès de la Préfecture, également les services de secours peuvent émettre un avis quant aux projets et aménagements prévus si ceux-ci ne permettent pas d'assurer l'accès aux façades des bâtiments lors de situation d'urgence (Cerema, 2014^b).

Le matériel roulant des tramways n'a pas à répondre à une réglementation en termes de taille et est de fait très diversifié. Le matériel des tramways est très capacitair du fait de sa largeur, varie entre 2,15m et 2,65m, et de sa longueur adaptable qui varie entre ~20m et ~70m, permise par la modification du nombre de caisses et/ou couplage des rames. Ainsi, sa capacité peut aller de 130 passagers, pour les rames de 23 mètres, à 420 passagers pour les rames de 32 mètres couplées (Certu, 2009). Il est aussi en quasi-accessibilité totale et offre un confort de roulement de bonne qualité. Cela est induit par le profil de la voie qui répond à la capacité du matériel roulant. Ainsi, les rampes ne peuvent dépasser 8 %, plus élevées dans le cas d'un tramway sur pneu. Pour les courbes, plus elles sont serrées moins le tramway peut rouler vite, la norme est de ne pas descendre en dessous des 25 m de rayon, bien que peuvent exister des exceptions comme sur la ligne B à Bordeaux à l'angle de la rue Vital Carles où le rayon de giration est de 18 m (La Cub, 2004). Les deux défauts du tramway sont :

- Sa mauvaise capacité de freinage (sauf pour le tramway sur pneu), une des raisons pour laquelle il a la priorité sur les autres modes, outre assurer une bonne vitesse commerciale ;

¹⁴ Code en poche, 2 octobre 2021 : <https://www.codeenpoche.fr/cours-de-code/la-route/tramways/#le-r%C3%A9gime-de-priorit%C3%A9-avec-les-tramways> (18/09/2023)

- Mais également il est “prisonnier de ses rails”, la conséquence en est qu’en cas d’incident il est généralement bloqué. Cela impacte son exploitation.

L’exploitation du tramway est de fait assez simple. Elle est conditionnée au réseau de rails existants. Il n’est généralement pas possible d’y insérer différents types de services qui ne desservent pas toutes les mêmes stations (service express/omnibus) à moins que des rails de dépassements soient prévus en stations. Le tramway n’a pas nécessairement besoin de double voie pour fonctionner et peut fonctionner sur une seule voie si des espaces en double voie sont prévus pour permettre aux rames de se croiser. Cependant, cela contraint nécessairement l’exploitation et réduit la fréquence possible.

Si le tramway est prioritaire sur les autres usagers de la route, sa priorité au carrefour peut être traitée par un système de signalisation lumineuse. Ainsi, sur un carrefour géré par des feux de circulation, le tramway doit respecter la signalisation lumineuse même si celui-ci l’oblige à s’arrêter et laisser passer d’autres usagers de la route. Il est cependant courant qu’à l’approche d’un tramway, ce dernier obtienne le “vert” pour passer tandis que tous les autres usagers croisant le tramway sont arrêtés par un feu rouge. Cette priorité doit tendre à respecter la règle des 120 secondes, cela correspond au temps maximal optimum pour lequel un usager respectera le feu, au-delà de cette limite, l’attente devient trop longue, et l’usager risquera d’adopter des comportements dangereux. C’est pourquoi, sur des carrefours très chargés avec de nombreux tramways, le tramway n’obtient pas toujours automatiquement le droit de passer si d’autres usagers attendent depuis 120 secondes (Cerema, 2016).

Également, c’est un mode de transport qui fonctionne difficilement avec les autres modes, notamment le trolleybus du fait que les lignes aériennes de contact (LAC) ne sont pas les mêmes et ne prodiguent pas le même courant. Des techniques existent pour se faire croiser les LAC mais sous certaines conditions techniques, ou alors l’utilisation d’une alimentation par le sol (APS). Le roulement sur la même voie avec d’autres modes motorisés, outre le risque de réduction de vitesse et d’incident extérieur, augmentent l’usure des éléments modulaires qui composent la voirie (plateforme du tramway, APS), notamment dans le cas d’un passage fréquent de véhicules lourds de type bus (Cerema, 2014^a). Avec les vélos, il y a un risque de chute pour les vélos induit par les rails s’ils ne sont pas traversés assez perpendiculairement. D’ailleurs, il n’est pas conseillé de faire cohabiter ces deux modes sur la même voie du fait de l’écart de vitesse existant, le tramway pouvant rouler jusqu’à 70 km/h avec la problématique des rails toujours présente. Quant au piéton, la problématique réside dans la mauvaise capacité de freinage du tramway qui peut s’avérer dangereuse quand le tramway traverse des zones piétonnes où les comportements des piétons peuvent être imprévisibles, obligeant une faible vitesse au tramway dans ces secteurs (Cerema, 2014^a). Les difficultés existant pour le partage de la voirie entre le tramway et les autres modes sont la raison pour laquelle celui-ci fonctionne généralement en site propre et qu’il induit une requalification de la voirie sur lequel nous reviendrons.

En termes de services, comme vu précédemment, le tramway a un objectif suggéré de haut niveau de service, qui comprend des fréquences élevées, du confort de roulement et aussi en station, avec des stations aménagées qui permettent d’être protégés des intempéries, ainsi que de pouvoir patienter confortablement. L’achat des titres de transports se fait généralement en station, puis la validation à bord des rames. Mais elle peut se faire également à quai, il n’y pas de réglementation particulière.

La position du tramway dans la hiérarchisation du réseau de transport d’une collectivité peut varier mais ce TC se situe généralement dans les 2-3 premières positions car il bénéficie d’une image attractive induit par un service rendu de bonne qualité (Cerema, 2018).

Pour atteindre un service de qualité et respecter les ‘normes’ de construction, un projet de tramway a un certain coût.

1.2.1.2. Coûts et acteurs

Système	BHNS	Tramway	Métro léger (de type VAL)	Métro lourd
Coûts d'investissements 1ère ligne	2 à 10 M€/km de site propre	13 à 22 M€/km**	60 à 80 M€/km	90 à 120 M€/km
Durée de vie des matériels	10-15 ans	30-40 ans	30-40 ans	30-40 ans
Coût d'un véhicule	300 k€ à 900 k€*	1,8 à 3 M€/rame	3 à 4 M€/rame	5 à 9 M€/rame
Coût d'exploitation d'une 1ère ligne	3,5 à 5€/km	6 à 10 €/km	8 à 10 €/km	10 à 16€/km

Figure 10 : Coûts des principaux systèmes de transport urbain, source : Certu, 2011, *Le coûts des transports collectifs urbains en site propre*

*1,3 millions € pour les bus bi-articulé électrique (e-busway) qui se rechargent en 15 secondes dont Nantes a équipé sa ligne 4 en 2019¹⁵

**La ligne 1 du tramway Niçois a coûté 38 M€ HT/km (Certu, 2009)

Le coût d'un système de tramways se décompose en deux grandes catégories, d'un côté les coûts d'investissement et de l'autre les coûts d'exploitation. Ces coûts varient d'un projet à un autre (Figure 9) selon différents facteurs. Ainsi les coûts d'investissements de l'infrastructure peuvent varier de 13 à 22 M€/km, auxquels il faut rajouter le coût des véhicules, entre 1,8 et 3 M€/rame, portant les coûts d'un projet de tramway à une fourchette de 16 à 45 M€/km.

Dans les coûts d'investissements, nous retrouvons diverses catégories (Figure 10).

1	Etudes d'avant-projet/projet	10	Revêtement du site propre
2	Maîtrise d'ouvrage	11	Voirie (hors site propre) et espaces publics
3	Maîtrise d'œuvre de travaux	12	Equipements urbains
4	Acquisitions foncières et libérations des emprises	13	Signalisation
5	Déviations de réseaux	14	Stations
6	Travaux préparatoires	15	Alimentation en énergie de traction
7	Ouvrage d'art	16	Courants faibles et PCC
8	Plate-forme	17	Dépôt
9	Voie spécifique des systèmes ferrés et guidés	18	Matériel roulant
		19	Opérations induites

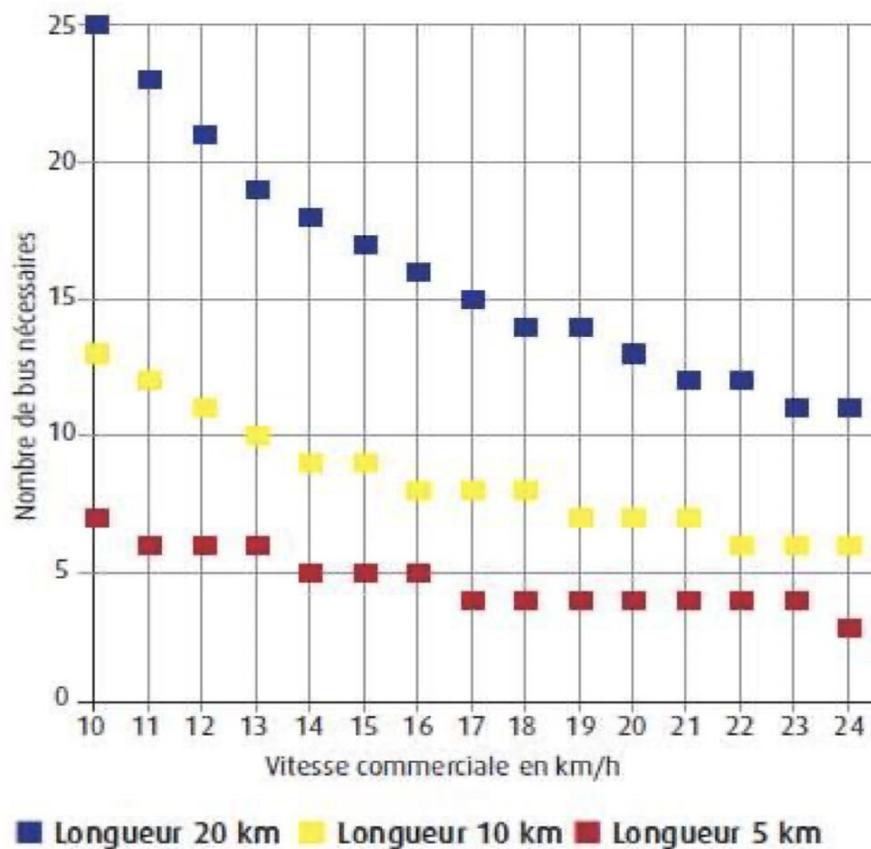
Figure 11 : Décomposition des coûts d'investissements en 19 postes, Source : Certu, 2011, *Le coûts des transports collectifs urbains en site propre*

¹⁵ We demain, 24 mai 2019 : https://www.wedemain.fr/inventer/nantes-lance-un-bus-electrique-qui-se-recharge-en-15-secondes_a4097-html/ (03/09/2023)

L'un des postes de dépenses les plus importants pour les tramways sont les aménagements hors plateforme. Ce sont les aménagements urbains car ils peuvent représenter jusqu'à 40% du coût total d'une ligne de tramway (Cerema, 2018). Les projets de tramways réaménagent généralement la voirie de façade à façade sur l'entièreté du linéaire. Le coût des aménagements variera en fonction de la qualité de ces derniers et de l'espace dans lequel évolue le tramway, un espace contraint pourrait obliger à procéder à des expropriations pour récupérer du foncier.

Les coûts pourront varier d'une ligne à l'autre selon le nombre d'ouvrages d'art à réaliser, ponts ou tunnels. Si une station est enterrée, les coûts augmenteront encore et pourront rapprocher le coût d'un métro léger sur la section enfouie. De plus, les coûts d'exploitations seront aussi impactés par l'éclairage, les ascenseurs, la fermeture des stations la nuit...

La vitesse commerciale aura également un impact sur les coûts d'investissements et d'exploitation. Une vitesse commerciale peu élevée obligera à prévoir un nombre de rames plus importants pour absorber le trafic prévu (Figure 11) (le graphique concerne les bus mais la logique est applicable au tramway), et de fait un plus grand nombre de personnels exploitants, et un dépôt de plus grande taille.



Source : Certu

Figure 12 : Nombre de bus nécessaires en fonction de la vitesse commerciale, Source : Cerema, 2018, Référentiel pour le choix des systèmes de transports collectifs à haut niveau de service.

Cette vitesse commerciale est influencée par la distance inter-station, plus la distance est élevée, plus la vitesse commerciale est importante, et également, moins de stations signifie moins d'investissements dans les stations qui coûtent plus cher qu'une simple section courante.

Un coût très variable peut être celui de l'innovation qui ne se retrouve pas dans tous les projets. En effet, si le tramway reprend un modèle existant, il est peu exposé à des incidents nouveaux, tandis que s'il utilise une nouvelle technologie (ce qui a été le cas pour le tramway à pneu, ou encore l'alimentation

par le sol), le projet s'expose à des risques de mauvais fonctionnement où des problématiques jamais rencontrée auparavant pouvant augmenter le coût du projet sur le long terme.

Également, le coût du matériel roulant variera selon la longueur du matériel, le pelliculage, les options choisies (climatisation, écrans d'information, motorisation...). En Europe, où s'est développée une industrie du tramway, il est possible d'avoir une large gamme de prix avec du matériel allant de l'entrée de gamme à du matériel avec plus d'options. De plus, les collectivités peuvent pratiquer la commande groupée entre elles pour diminuer les coûts en groupant leurs achats.

Quant aux coûts d'exploitations, dont les variabilités ont été en partie évoquées précédemment, ils sont principalement dû au personnel (chauffeur, poste de commande...) qui représente 60% minimum du coût d'exploitation, puis l'entretien du matériel roulant représentent 15%, et l'énergie 10%. Ces coûts peuvent varier dans le temps selon la conjoncture économique (exemple de la hausse des coûts de l'électricité et de l'énergie en générale en 2022-2023 à la suite de la reprise économique post crise Covid-19 et la guerre en Ukraine¹⁶).

Le coût d'un projet de tramway est donc très variable et dépend de nombreux facteurs (longueurs de la ligne, première ou non du réseau, exploitation prévue, matériel roulant, profil de la ligne... et les aménagements urbains qui sont un poste très important de dépense dans les tramways à la française). Ces coûts sont aussi en partie liés aux différents acteurs qui interviennent dans les projets de tramway, comme les bureaux d'études mandatés par le maître d'ouvrage en fonction du nombre d'études à réaliser et qui peuvent intervenir également pour la gestion de la maîtrise d'œuvre ; mais ce ne sont pas les seuls acteurs à entrer en jeu dans de tels projets.

Les acteurs d'un projet de tramway sont nombreux, il se répartissent en plusieurs catégories, avec chacun leurs rôles :

- Les collectivités (EPCI, Régions, communes...), généralement en tant qu'AOM et donc maître d'ouvrage, la collectivité est composée d'élus et de services techniques ;
- L'OQA (Organisme Qualifié Agréé) mandaté par le maître d'ouvrage afin d'évaluer la sécurité du projet depuis sa conception jusqu'à sa mise en service (décret 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés) ;
- Les bureaux d'études mandatés par la collectivité qui pourront l'assister à différentes étapes du projet et sur différentes thématiques (études préliminaires, environnement, sécurité, gestion de travaux...);
- Le maître d'œuvre pour l'exécution des travaux ;
- L'exploitant de réseau qui gèrera l'exploitation de la ligne si celle-ci ne fonctionne pas en régie, c'est-à-dire que c'est la collectivité qui exploite la ligne ;
- Les services de l'Etat pour obtenir certaines autorisations et réaliser différents dossiers :
 - Le STRMTG pour la réalisation du dossier de sécurité et la préfecture pour l'approbation du dossier,
 - L'architecte des Bâtiments de France (ABF) peut être sollicité dans le cas de travaux dans des zones pouvant porter atteintes au patrimoine culturel protégé,
 - La Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) tant pour des questions environnementales que pour des questions liées à l'urbanisme et au foncier.

¹⁶ EDF, 2 août 2023 : <https://particulier.edf.fr/fr/accueil/guide-energie/electricite/evolution-prix-electricite.html> (03/09/2023)

- Le public, que sont les habitants, usagers, associations..., qui pourront être associés notamment lors des étapes de concertations afin de permettre aux projets de répondre aux mieux aux besoins de ce qui seront impacté par sa présence et qui l'utiliseront.

Ces différents acteurs pourront intervenir à différentes étapes d'un projet de tramway, ils visent à la bonne réalisation du projet. Les collectivités territoriales et l'Etat interviennent également en tant que financeurs du projet, à des parts variables, et la collectivité territoriale financera également l'exploitation du TC.

1.2.1.3. Insertion des aménagements et rééquilibrage de la voirie

La caractéristique principale d'un tramway à la française est le réaménagement de la voirie pour rééquilibrer la voirie en faveur du tramway mais aussi des modes actifs, par l'espace qui est libéré de la voiture. Cela implique la construction de site propre pour le tramway, pouvant prendre multiples formes, des sites partagés également qui doivent être retravaillés afin de permettre la circulation de plusieurs types de véhicules (tramway, bus, automobiles et aussi véhicules de secours) en toute sécurité, tout en essayant d'améliorer les conditions de déplacements des modes actifs. Un traitement particulier sera aussi apporté aux intersections qui doivent aussi permettre de donner la priorité au tramway tout en étant sécuritaire pour les autres usagers. Les plans de circulation des villes peuvent être repensés pour permettre la piétonisation de certaines zones, notamment les centres-villes. Aussi, de la végétation peut être incluse le long des axes du tramways.

Tout d'abord, pour réaménager l'espace public, il faut prévoir l'insertion du tramway, celle-ci nécessitant la prise en compte du gabarit du matériel roulant et ce dans trois situations : statique (tramway à l'arrêt), en mouvement ligne droite (quand il roule sur une section droite), et en courbe (quand le tramway emprunte une courbe). Le mouvement en ligne droite nécessitant la prise en compte d'un gabarit plus large, lié aux petits mouvements que subit le tramway quand il roule, et en courbe le gabarit est encore plus élevé car il faut prendre en compte l'inclinaison des caisses. Ce gabarit va influencer l'aménagement autour de la plateforme en fonction de l'espace à dégager pour celle-ci et de l'espace disponible restant, et sera influencé aussi, l'aménagement au sein de la plateforme qu'il est possible de mettre en place. Nous retrouvons ainsi les principes évoqués précédemment avec différents types de sites : les sites réservés, les sites partagés et les sites banals.

Les sites réservés, ou sites propres sont des aménagements uniquement destinés au tramway. Cependant, au regard de leur séparation du reste de la chaussée, nous pouvons différencier plusieurs types de sites propres (Certu, 2000).

Le plus imperméable, le site propre intégral, totalement inaccessible à toutes autres usagers que le tramway, il correspond généralement à un ouvrage d'art. Il est franchi par les autres modes à l'aide d'un passage dénivelé ou d'un passage à niveau conforme aux stipulations de l'arrêté du 18 mars 1991. Sinon, le site



Figure 13 : Site propre tramway intégral, Bordeaux, Source : Google Maps, 2023

propre intégral est interrompu (Certu, 2000).



Figure 14 : Site propre protégé tramway inaccessible, axial et bidirectionnel, Le Mans, Source : Google Maps, 2023

Ensuite, le site (propre) protégé inaccessible, il est séparé de la circulation automobile par des séparateurs physiques infranchissables pour les automobiles mais qui restent franchissables pour les modes actifs.

Le site (propre) protégé accessible est quant à lui délimité de la circulation par un dispositif franchissable et peut-être ponctuellement franchi par les automobiles si la situation l'exige.



Figure 15 : Site propre protégé tramway accessible, latéral bidirectionnel, Bordeaux, Source : Google Maps, 2023



Figure 16 : Site propre tramway non protégé, axial et bidirectionnel, Zurich, Source : Google Maps, 2021

Enfin, le site (propre) accessible non protégé ne possède pas de séparateur physique avec la circulation automobile, un simple marquage et/ou un revêtement différencié sera utilisé mais il n'en reste pas moins un espace réservé au tramway.

Le site propre peut se situer à différents endroits de la chaussée, axial (au centre) ou latéral (sur le côté extérieur de la voirie), il peut être uni- ou bidirectionnel et comporter une voie unique ou deux voies.

Ensuite, nous retrouvons la catégorie des sites partagés. Ce sont des sites accessibles aux tramways mais également à d'autres catégories d'utilisateurs qui sont explicitement identifiés. Cela peut concerner les bus, taxis, cyclistes, piétons (c'est le cas généralement dans les zones piétonnes du centre-ville où la plateforme tramway n'est pas séparée physiquement des trottoirs). Par rapport à leur séparation du reste de la voirie, nous retrouvons les mêmes principes que pour les sites propres (non protégé, accessible, inaccessible mais pas intégral qui est par principe réservé exclusivement au tramway).



Figure 17 : Site partagé tramway et vélo, Le Mans, Source : Google Maps, 2023



Figure 19 : Site partagé tramway et bus, Le Mans, Source : Google Maps, 2023



Figure 18: Site partagé tramway et piéton, Bordeaux, Source : Google Maps, 2017

Et pour finir, le site banalisé qui correspond à un site accessible au tramway et à tous les autres modes sans restriction. Le choix d'un site banal résulte généralement de la nécessité de conserver un accès à des rues résidentielles ou autres qui ne peuvent se faire que par cet axe. Le plan de circulation pourra permettre d'éviter d'avoir du trafic de transit afin que la voie ne supporte pas un trafic automobile trop important et que les performances du tramway n'en soient pas affectées.



Figure 20 : Site tramway banalisé, unidirectionnel (sens montant) *, Bordeaux, Source : Google Maps, 2023
*Le sens descendant est un site propre non protégé unidirectionnel

Le choix de site réalisé permet par la suite de faire des aménagements adjacents pour les autres modes et l'espace public en général. Cela peut alors concerner le réaménagement d'une place en vue de sa piétonnisation, le plan de circulation est alors à retravailler, notamment dans le cas où la place était un itinéraire de transit automobile important. Sur la thématique des piétons toujours, le réaménagement de la voirie par l'insertion d'un site propre permet d'adapter les cheminements piétons aux normes d'accessibilité. En effet, la loi n°2005-102 du 11 février 2005, pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, au travers de son article 45, impose que *“La chaîne du déplacement, qui comprend le cadre bâti, la voirie, les aménagements des espaces publics, les systèmes de transport et leur intermodalité, est organisée pour permettre son accessibilité dans sa totalité aux personnes handicapées ou à mobilité réduite”*. Les dispositions techniques sont précisées par les décrets du 21 décembre 2006 et l'arrêté d'application du 15 janvier 2007 modifié le 18 septembre 2012, relatifs à l'accessibilité de la voirie et des aménagements d'espaces publics aux personnes handicapées. Ainsi, les règles d'accessibilité, que ce soit dans le cas de travaux de réhabilitation, de réfection, de réaménagement ou de création de voirie, doivent être appliquées aux nouveaux aménagements (Ministère Écologie Énergie Territoires, 2023).

Le décret n°2006-1658 décrit les caractéristiques techniques auxquelles doivent satisfaire les aménagements afin d'être accessibles. Les caractéristiques sont réparties en sept catégories : cheminement, feux de signalisation, escaliers, équipement, stationnement, poste d'appel d'urgences et abords, et emplacement d'arrêt des véhicules de transports collectifs. Les caractéristiques décrites par le décret sont assez larges. Par exemple pour les cheminements, il est stipulé que le sol doit être non meuble, non glissant, sans obstacle à la roue, à la canne et au pied, la largeur doit être suffisante, la pente doit être la plus faible possible et toute dénivellation importante peut être franchie par un plan incliné qui respecte les caractéristiques minimales définies dans l'arrêté, également la pente transversale doit être la plus faible possible, un minimum de ressauts avec bords arrondis ou chanfreinés s'ils ne peuvent être évités. Les traversées de chaussées doivent avoir un bateau de trottoir et une bande d'éveil de vigilance conforme, tandis que les passages piétons doivent être clairement identifiés sur la chaussée et avec un contraste tactile ou avec un autre moyen équivalent.

L'arrêté du 15 janvier 2007 modifié, apporte des précisions, aux caractéristiques décrites par le décret susmentionné, notamment en termes de dimension. Ainsi, par exemple, il est décrit que les pentes ne doivent pas être supérieures à 5 %, dans le cas d'impossibilité techniques, il est toléré 8 % maximum sur 2 m et 12 % maximum sur 50 cm (ibid.).

Le décret et l'arrêté précisent également les normes à respecter pour les arrêts des véhicules de transports collectifs avec des dimensions de cheminement, de hauteur de quais mais aussi de la lisibilité de la

signalétique. Avec l'ordonnance du 26 septembre 2014 et de ses décrets d'applications, la mise en accessibilité devait se faire sous 3 à 6 ans ; elle est toujours en cours en 2023.

La mise aux normes d'accessibilité permet donc d'améliorer les circulations piétonnes pour tous notamment en élargissant les trottoirs (1m40 minimum). Cette amélioration peut être poussée plus loin que les normes avec un apaisement de la circulation notamment en approche de station avec un point important sur la sécurité des traversées des voies automobiles qui pourraient subsister autour des stations. Cela peut passer par la réduction des limitations de vitesses et des aménagements contraignants pour réduire les vitesses pratiquées (plateau piéton traversant, écluses le long des stations...), mais aussi un point important sur la co-visibilité entre les différents usagers. La LOM interdit la présence de stationnement automobile dans les 5 mètres précédant un passage piéton afin d'assurer une bonne visibilité entre piétons et automobilistes¹⁷.

Le réaménagement de la voirie peut également permettre de mettre en place des aménagements cyclables qualitatifs. En effet, la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996 avec son article L228-2 du Code de l'Environnement dit que *“à l'occasion des réalisations ou des rénovations des voies urbaines, à l'exception des autoroutes et voies rapides, doivent être mis au point des itinéraires cyclables pourvus d'aménagements sous formes de pistes, marquages au sol ou couloirs indépendants, en fonctions des besoins et contraintes de circulation. L'aménagement de ces itinéraires cyclables doit tenir compte des orientations du plan de déplacements urbains, lorsqu'il existe”*. Ainsi, toute rénovation ou réalisation de voirie (ce qui se produit dans le cas de construction d'une ligne de tramway) entraîne la création d'un aménagement cyclable. Cependant, le choix de l'aménagement reste vague et à l'appréciation du gestionnaire de voirie, n'obligeant pas à une certaine qualité de l'aménagement.

A noter que la LAURE prévoit aussi une obligation d'étudier la création d'un aménagement cyclable à travers l'article L228-3 du Code de l'Environnement pour les espaces péri-urbains.

La Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) du 26 décembre 2019, est venue compléter cet article. La nouvelle rédaction de l'article L228-2 du Code de l'Environnement est la suivante :

“A l'occasion des réalisations ou des rénovations des voies urbaines, à l'exception des autoroutes et voies rapides, doivent être mis au point des itinéraires cyclables pourvus d'aménagements prenant la forme de pistes, de bandes cyclables, de voies vertes, de zones de rencontres ou, pour les chaussées à sens unique à une seule file, de marquage au sol, en fonction des besoins et contraintes de la circulation. Lorsque la réalisation ou la rénovation de voie vise à créer une voie en site propre destinée aux transports collectifs et que l'emprise disponible est insuffisante pour permettre de réaliser ces aménagements, l'obligation de mettre au point un itinéraire cyclable peut être satisfaite en autorisant les cyclistes à emprunter cette voie, sous réserve que la largeur permette le dépassement d'un cycliste dans les conditions normales de sécurité prévues au code de la route.

Le type d'aménagement de ces itinéraires cyclables doit tenir compte des orientations du plan de mobilité, lorsqu'il existe.” Ainsi, la LOM introduit une liste plus précise d'aménagements possibles et contraint l'utilisation du simple marquage au sol aux chaussées à sens unique. Cependant, il n'existe pas de normes nationales pour des dimensions minimales pour les aménagements possibles qui assurerait un aspect qualitatif à ces derniers. Mais, la loi a introduit une nouvelle notion relative aux aménagements des TC permettant aux cyclistes d'emprunter les sites propres TC¹⁸. De premier abord, cette notion semble plutôt destinée au bus du fait des conditions de dépassement à respecter sur le site propre, cela

¹⁷ Cerema, 2021 : <https://www.cerema.fr/fr/evenements/obligation-neutraliser-places-stationnement-motorise-5-m#:~:text=La%20loi%20d'orientation%20des.pour%20la%20mettre%20en%20place%20!> (07/09/2023)

¹⁸ FUB, mars 2022 : <https://www.fub.fr/droit> (05/09/2023)

pourrait être techniquement applicable au tramway si une sur largeur de la voie est intégrée, bien que construire un aménagement séparé serait plus qualitatif si ce tel espace est disponible.

Donc si des sites partagés entre tramway et vélo peuvent être mis en place comme nous l'avons vu, ce ne sont pas les aménagements les plus optimaux, premièrement dû au différentiel de vitesse entre les deux modes, ce type de site tramway se limite donc à des secteurs où la vitesse des tramways serait déjà limitée du fait par exemple de la présence de nombreux piétons comme cela peut-être le cas en centre-ville. De plus, les rails du tramway sont un vecteur de chute important pour les vélos s'ils sont traversés à un angle inférieur à 30°, car les roues pourraient s'insérer dans le rail et en temps de pluie, le rail devient glissant (Certu, 2000).

Le réaménagement des carrefours pour donner la priorité au tramway est également un moyen de sécuriser les traversées piétonnes et cyclistes. La circulation peut être apaisée en réduisant la place allouée à la voiture (nombre de voies...), les voies tramways étant moins circulées. Des sas piétons entre les voies de la circulation générale et la plateforme tramway permettent de sécuriser la traversée et réduire le stress pour les usagers qui se déplacent lentement. Également, les piétons et cyclistes peuvent bénéficier de phasage des feux spécifiques à la traversée du carrefour par le tramway en obtenant des phases de mouvements supplémentaires. Pour les cyclistes, le signal lumineux R19 peut permettre ce type de mouvement : "Les signaux R19 sont composés d'un feu jaune clignotant munis du pictogramme "cycle" et d'une ou de plusieurs flèches. Ils sont obligatoirement associés à un ensemble de feux tricolores circulaires dont le feu du bas est vert. Ils autorisent les cycles à ne pas marquer l'arrêt au feu pour s'engager dans le carrefour et emprunter l'une ou l'autre des directions indiquées en cédant le passage aux usagers bénéficiant du feu vert." (Cerema, 2023) (Figure 20).

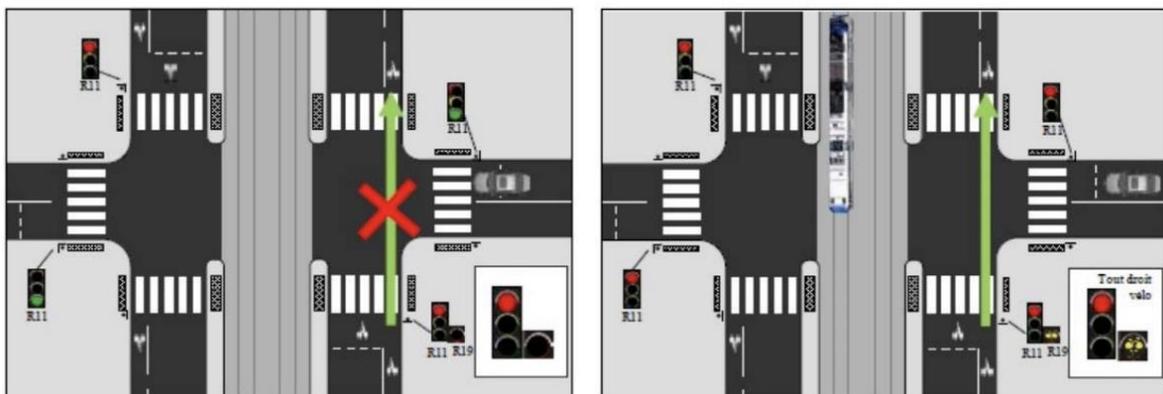


Figure 21 : Exemple d'utilisation du feu R19 : mouvement cycliste autorisé pendant la phase tramway uniquement, Source : Cerema, 2023

La lisibilité de l'aménagement est un enjeu primordial, que ce soit entre chaque catégorie d'usagers, afin que la sécurité soit maximisée.

Outre le partage de la voirie, le tramway, du fait qu'il est un transport collectif en site propre, permet de limiter le nombre de places de stationnement allouées aux logements situés dans un rayon de 500 mètres d'une de ses stations (Article L151-36, Code de l'urbanisme). Cela représente un aspect supplémentaire à la réduction de la place de la voiture dans les projets de tramway.

Nous avons ici décrit de manière succincte, les possibilités d'aménagements de voiries liées à la mise en place d'une ligne de tramway. Notamment, quelles sont les obligations qu'incombe la requalification de la voirie pour l'amélioration des déplacements des modes actifs. Nous reviendrons, dans la partie suivante, sur des exemples concrets d'aménagements et sur la diversité qu'il peut exister, propre à

chaque situation existante. Il faut aussi prendre en compte que les normes existantes évoluent, elles n'ont pas toujours existé et seront amenées à changer, ainsi tous les aménagements de tramways n'y répondent pas forcément, accentuant la différence qu'il peut exister d'un exemple à l'autre.

Plus généralement, cette partie a permis de décrire l'objet "tramway" et tout ce qu'il en découle en termes d'infrastructure, coûts, services, avantages, inconvénients.... L'un des principaux avantages du tramway est que par sa nécessité d'implanter des rails pour sa circulation sur la totalité de son linéaire, cela en fait un outil linéaire et continu de réaménagement de la ville, à la différence d'un BHNS qui peut avoir des aménagements non continus.

1.2.2. BHNS, définition

Le Bus à Haut Niveau de Service est un mode de transport répondant aux caractéristiques d'un transport à haut niveau de service comme le tramway. Il correspond à une amélioration d'un autre mode de transport, l'autobus, dont les premiers exemples d'amélioration sont originaires d'Amérique Latine comme nous avons pu le voir précédemment (*cf 1.1.4*). Il est donc nécessaire de définir ce qu'est un bus pour définir et comprendre le BHNS.

1.2.2.1. Le BHNS, un bus plus performant

L'autobus (ou bus) est défini par l'arrêté du 2 juillet 1982 relatif aux transports en commun de personnes modifié par l'arrêté du 18 mai 2009 et par le Code de la route. Ainsi, le bus, qui est un véhicule routier de plus de 9 places assises (conducteur compris), doit répondre à des normes de dimension dont les limites sont les suivantes en fonction du type de bus :

- 13,5 mètres pour un bus standard ;
- 18,75 mètres pour un bus articulé ;
- 24,5 mètres pour bus bi-articulé ;
- Et la largeur ne doit pas excéder 2,55 mètres hors rétroviseurs.

Ces dimensions vont influencer la capacité en termes de nombre de personnes transportées. Ainsi le bus a une capacité par véhicule qui varie entre 80 et 150 personnes (*Figure 21*).

Système	Capacité maximale du matériel roulant en nombre de personnes 9 (norme de 4 personnes/m²)	Capacité maximale du système en nombre de voyageurs par heure et par sens (fréquence de 3 min)
Bus standard (12 m)	80	1 600
Bus articulé (18,5 m)	120	2 400
Tramway de 23 m de long et 2,30 m de large	130	2 600
Bus bi-articulé (24,5 m)	150	3 000
Tramway sur pneus Translohr STE 4 (32 m de long et 2,20 m de large)	170	3 400
Tramway de 33 m de long et 2,40 m de large	210	4 200

Tramway de 43 m de long et 2,65 m de large	280	5 600
--	-----	-------

Figure 22 : Capacité maximale de différents matériels roulants, Source : Cerema (CERTU), 2009

Les bus peuvent utiliser différentes sources d'énergies pour se déplacer : le diesel et ses carburants associés, le gaz naturel ou encore l'énergie électrique, au moyen de perches, on parle alors de trolleybus, ou bien par batterie mais également on peut retrouver des bus fonctionnant avec des piles à hydrogène. Ces deux dernières sources d'énergies batterie (électrique et hydrogène) sont les plus récentes et cherchent à devenir la norme pour des raisons environnementales. En effet, cela permet de limiter l'émission de particules fines en ville, mais aussi le bruit et les odeurs. Cependant, ces technologies rencontrent encore quelques difficultés. Le bus électrique sur batterie a une autonomie bien plus faible qu'un bus diesel, nécessitant des recharges plus fréquentes. Des solutions existent pour recharger le bus rapidement et directement sur son itinéraire comme à Nantes avec les e-busway qui peuvent se recharger en 15 secondes à l'aide de bras articulés qui s'accrochent sur le toit, et ce, aux deux terminus et deux stations intermédiaires de ligne de Busway 4. Le coût est évidemment plus élevé pour le matériel, 1,3 million d'€ pour ces bus bi-articulés électriques contre 400.000 € un bus (seulement) articulé roulant au gaz¹⁹. Quant aux bus à hydrogène, s'ils commencent à se développer, le caractère récent de la technologie fait que les coûts sont encore plutôt élevés, tant au niveau du matériel roulant²⁰ que de l'écosystème de cette énergie²¹.

Également, les bus peuvent être guidés selon différentes techniques, galets latéraux, caméras (guidage optique) (Figure 22) ou encore rail central, et ce guidage peut être ponctuel ou intégral. Si le guidage n'est pas intégral, le bus doit alors satisfaire aux règles du Code de la route (Certu, 2009). Dans le Code de la route, le bus peut avoir des avantages de priorité, notamment lorsqu'il quitte un arrêt, il a la priorité, et au niveau des intersections et rues étroites, les autres véhicules doivent faciliter le passage du bus²².



Figure 23 : Marquage lu et interprété par un guidage optique sur un véhicule TEOR à Rouen, Source : Wikipédia, 2008

¹⁹ Op. cit. : We Demain, 2019

²⁰ France3 régions, 2 décembre 2022 : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/nouvelle-aquitaine/pyrenees-atlantiques/pau/polemique-les-bus-a-hydrogene-de-l-agglomeration-de-pau-coutent-trop-chers-selon-l-opposition-2667168.html> (10/09/2023)

²¹ Les échos, 28 juin 2023 : <https://www.lesechos.fr/thema/articles/lavenir-de-lhydrogene-passe-par-des-usages-professionnels-intensifs-1956651> (10/09/2023)

²² Ornikar, 2023 : <https://www.ornikar.com/code/cours/usagers/quotidien/transports-communs> (10/09/2023)

Ainsi à partir des caractéristiques décrites ci-dessus du bus, dimension, capacité, source d'énergie, réglementation, il est possible de définir ce qu'est un BHNS. Le BHNS c'est un bus "amélioré", un bus qui répond aux caractéristiques du haut niveau de service, que sont la fréquence élevée, l'amplitude horaire, la régularité et ponctualité, le temps de parcours, le confort, l'accessibilité et, l'image et la lisibilité. Pour répondre à ces besoins le BHNS peut mettre en place des aménagements et services.

Comme pour le tramway, pour mettre en place des aménagements il faut connaître le gabarit d'un bus et ses caractéristiques techniques : rayon de giration, vitesse, capacité de freinage....

Le rayon de giration d'un matériel sur pneu est inférieur à 12 mètres (à l'exception d'une circulation en mode guidé) mais la largeur de la voirie nécessaire sera plus importante plus la courbure de giration sera faible, sa vitesse ne pourra pas dépasser 70 km/h à partir du moment où des usagers voyagent debout comme le dispose l'article R413-10 du Code de la route. En comparaison à un matériel roulant sur fer, la distance de freinage d'un bus est plus faible du fait d'une meilleure adhérence et d'un poids de véhicule plus faible. La capacité d'un bus à gravir une pente dépend de son poids et puissance de motorisation, un véhicule électrique gravira plus facilement des pentes, pour le confort des passagers, la pente gravie sera limitée à 13 % (Certu, 2009).

En termes d'exploitation, le BHNS peut circuler dans la circulation générale (quand il n'est pas en mode guidé) lui offrant une certaine souplesse de circulation, il peut ainsi se passer d'aménagements sur certaines sections et n'avoir que des aménagements ponctuels, principalement sur les points durs, type carrefours ou pour éviter des voiries très contraintes en espaces.

Les stations doivent être aménagées pour permettre l'accessibilité complète des bus au niveau des quais. Pour répondre aux besoins du haut niveau de service, elles pourront être similaires à celle d'un tramway avec des abris, bancs et bornes d'achat de titres de transports. Elles peuvent ne pas être en site propre mais sur la voirie courante, il n'y pas de réglementation particulière sur les aspects du haut niveau de service. L'interdistance entre les stations sera également plus élevée que pour un bus normal afin d'améliorer la vitesse commerciale. Ainsi, l'interdistance recherchée pour un BHNS se situe autour des 400-500 mètres.

Tout comme l'exploitation de la ligne, l'exploitation du site propre peut prendre plusieurs formes :

- 'Axe dédié', où le site propre est dédié exclusivement à la ligne de BHNS et exclu même aux autres lignes de bus,
- Également le mode 'mixte' où le site propre est ouvert à toutes les lignes de bus avec une ligne de BHNS structurante,
- Et enfin le 'tronc commun' pour lequel il n'y a pas de lignes de BHNS sur le site propre mais plusieurs lignes de bus qui parcourent l'entièreté ou une partie du site propre.

La position du BHNS dans la hiérarchisation du réseau de transport d'une collectivité peut varier mais ce TC se situe généralement dans les 2-3 premières positions, son image auprès des populations variera en fonction de la qualité du service proposé.

De fait de la très forte variabilité des aménagements possibles relatifs au BHNS, et à la forme que peut prendre son exploitation, les coûts seront très variables d'un projet à un autre.

1.2.2.2. Coûts et acteurs

Système	BHNS	Tramway	Méto léger (de type VAL)	Méto lourd
Coûts d'investissements 1ère ligne	2 à 10 M€/km de site propre	13 à 22 M€/km**	60 à 80 M€/km	90 à 120 M€/km
Durée de vie des matériels	10-15 ans	30-40 ans	30-40 ans	30-40 ans
Coût d'un véhicule	300 k€ à 900 k€*	1,8 à 3 M€/rame	3 à 4 M€/rame	5 à 9 M€/rame
Coût d'exploitation d'une 1ère ligne	3,5 à 5€/km	6 à 10 €/km	8 à 10 €/km	10 à 16€/km

Figure 24 : Coûts des principaux systèmes de transport urbain, source : Certu, 2011, *Le coûts des transports collectifs urbains en site propre*

*1,3 millions € pour les bus bi-articulé électrique (e-busway) qui se recharge en 15 secondes dont Nantes a équipé sa ligne 4 en 2019

** La ligne 1 du tramway Niçois a coûté 38 M€ HT/km (Certu, 2009)

Les coûts d'un projet de BHNS sont similaires dans leurs compositions à ceux d'un projet de tramways. C'est pourquoi nous reviendrons brièvement dessus. Nous retrouvons donc d'un côté les coûts d'investissements et de l'autre les coûts d'exploitation.

Les coûts d'investissements reprennent les catégories du tableau de décomposition des coûts d'investissements en 19 postes du Certu (Figure 10) qui concernent l'infrastructure. Ces coûts peuvent varier fortement, en raison du nombre de kilomètres d'infrastructures aménagées. En effet, un BHNS ne nécessitera pas forcément un aménagement complet sur l'ensemble de son linéaire pour fonctionner, mais de fait, plus les aménagements seront importants et nécessiteront de la requalification de voirie, plus les coûts seront élevés. L'ordre de grandeur pour les BHNS est de 2 à 10 M€/km d'infrastructures. Pour le matériel roulant, le coût peut varier fortement selon si c'est un bus simple, articulé voir bi-articulé. Et plus récemment, les nouveaux types de motorisations, électrique et hydrogène sont venus accentuer les écarts de prix, pouvant aller de 300.000 € par véhicule pour un bus simple à 1,17 M€ pour les bus articulés à hydrogène de Pau²³ voir 1,3 M€ pour les bus bi-articulés électriques à recharge rapide de Nantes. La durée de vie de ces matériels peut varier de 10 à 15 ans. De fait le coût d'un projet de BHNS comprenant les infrastructures et le matériel peut varier de 1 à 14 M€/km.

Les coûts d'exploitation d'un BHNS, pour une offre de capacité égale à un tramway, risqueront d'être plus élevés du fait de la plus faible capacité du matériel roulant et donc du nombre de chauffeurs supplémentaires à avoir pour faire rouler plus de bus.

Le coût d'un projet de BHNS est donc très variable et dépend de nombreux facteurs : longueurs de la ligne, première ou non du réseau, exploitation prévue, matériel roulant, profil de la ligne... et les aménagements urbains qui peuvent représenter une part plus ou moins importante en fonction de leurs quantités.

Ces coûts sont aussi en partie liés aux différents acteurs qui interviennent dans les projets de BHNS, comme les bureaux d'études mandatés par le maître d'ouvrage en fonction du nombre d'études à réaliser et qui peuvent intervenir également pour la gestion de la maîtrise d'œuvre. Mais ce ne sont pas les seuls acteurs à entrer en jeu dans de tels projets.

²³ Transport urbain, 18 décembre 2018 : <http://transporturbain.canalblog.com/archives/2019/12/18/37874871.html> (14/09/2023)

Les acteurs d'un projet de BHNS sont nombreux, il se répartissent en plusieurs catégories, avec chacun leurs rôles :

- Les collectivités (EPCI, Régions, communes...), généralement en tant qu'AOM et donc maître d'ouvrage, la collectivité est composée d'élus et de services techniques ;
- Les bureaux d'études mandatés par la collectivité qui pourront l'assister à différentes étapes du projet et sur différentes thématiques (études préliminaires, environnement, sécurité, gestion de travaux...);
- Le maître d'œuvre pour l'exécution des travaux ;
- L'exploitant de réseau qui gèrera l'exploitation de la ligne si celle-ci ne fonctionne pas en régie, c'est-à-dire lorsque c'est la collectivité qui exploite la ligne ;
- Les services de l'Etat pour obtenir certaines autorisations et réaliser différents dossiers :
 - Dans le cas d'un BHNS avec système de guidage, le STRMTG pour la réalisation du dossier de sécurité et la préfecture pour l'approbation du dossier (un BHNS non guidé n'est pas contraint par des procédures réglementaire de sécurité particulière),
 - L'architecte des Bâtiments de France (ABF) peut être sollicité dans le cas de travaux dans des zones pouvant porter atteintes au patrimoine culturel protégé,
 - La Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) tant pour des questions environnementales que pour des questions liées à l'urbanisme et au foncier.
- Le public, que sont les habitants, usagers, associations..., qui pourront être associés notamment lors des étapes de concertations afin de permettre aux projets de répondre aux mieux aux besoins de ce qui seront impacté par sa présence et qui l'utiliseront.

Ces différents acteurs pourront intervenir à différentes étapes d'un projet de BHNS, ils visent à la bonne réalisation du projet. Les collectivités territoriales et l'Etat interviennent également en tant que financeurs du projet, à des parts variables, et la collectivité territoriale financera également l'exploitation du TC.

1.2.2.3. *Insertion du site propre et prise en compte des autres modes*

Sur le même principe que le tramway, le BHNS est un outil de requalification de la voirie permettant de rééquilibrer l'espace alloué aux différents modes, notamment en faveur des modes actifs et également dans son propre intérêt, car l'insertion de site propre permettra d'améliorer la régularité et la vitesse du bus, et participera à l'amélioration du confort de roulement en évitant des freinages et redémarrages à répétition, caractéristique d'une circulation congestionnée.

L'insertion d'un BHNS dans la voirie peut prendre plusieurs formes, en fonction des besoins, par rapport à la circulation, congestionnée ou fluide, ou à l'espace disponible. Ainsi, comme pour le tramway, nous retrouvons les trois grandes catégories de sites d'insertions : les sites banals, les sites partagés et les sites propres. Du fait qu'il peut rouler dans la circulation générale, le BHNS n'a pas la nécessité d'avoir des aménagements continus sur l'ensemble d'une ligne pour qu'il puisse fonctionner. Ainsi, il existe plus de variantes d'insertion possible que pour le tramway. Le BHNS pourra se doter de site propre (ou partagé) unidirectionnel, axial ou latéral, c'est-à-dire que seulement un sens de circulation sera doté de site propre sur une portion de la ligne tandis que l'autre sens roulera en site banalisé, avec une possibilité d'alternance pour le sens doté d'un site propre (*Figure 24*), on parle alors de circulation en alternat.



Figure 25: exemple de site propre axial qui change de sens au niveau d'une intersection, Bus Express Bordeaux Saint-Jean - Saint-Aubin-de-Médoc, Source : Google Maps, 2023

L'alternat de circulation peut également revêtir un caractère temporel en lien notamment avec les heures de pointe du matin et du soir. C'est le cas du site propre de la Montée des Soldats à Caluire-et-Cuire qui est utilisé jusqu'à 13h dans le sens de la descente, en direction de Lyon, et à partir de 14h dans le sens de la montée vers la périphérie nord de Lyon. Ce site propre est utilisé par plusieurs ligne de bus dont les trolleybus C1 et C2. L'accès est règlementé par des barrières (Figure 26).



Figure 26 : entrée du site propre unidirectionnel de la Montée des Soldats à Caluire-et-Cuire, avec un fonctionnement alterné sur la journée

Le site propre bus peut être inséré de façon très ponctuelle, avec un couloir de bus seulement en approche d'un carrefour afin de donner la priorité au bus sur le carrefour avec des feux de signalisation (Figure 25). Pour que ce type d'aménagement fonctionne bien, il est nécessaire que la circulation ne soit pas trop dense afin que le bus puisse accéder au couloir ponctuel sans être gêné.



Figure 27 : Site propre bus ponctuel en approche de carrefour, TEOR, Notre-Dame-de-Bondeville, Rouen Métropole, Source : Google Maps, novembre 2022



Figure 28 : site propre bus axial bidirectionnel accessible, Le Mans, Tempo 3, Source : Google Maps, mars 2023

Les sites propres sont également construits sur le même modèle que celui des tramways, avec des sites propres axiaux ou latéraux bidirectionnels. Il est courant que le site propre bus soit reconnaissable par un revêtement de couleur différente (rouge, beige...) pour éviter la confusion et que les autres véhicules l'empruntent sans le vouloir.



Figure 29 : site propre bus latéral bidirectionnel inaccessible, Metz, Mettis, Source : Google Maps, 2022

Les sites propres intégraux bus sont relativement peu courants. Du fait de leur caractère routier, il est plus rare et compliqué de les séparer intégralement de la voirie, là où un site tramway peut se rendre facilement accessible par une suppression du revêtement en dur (Figure 28).

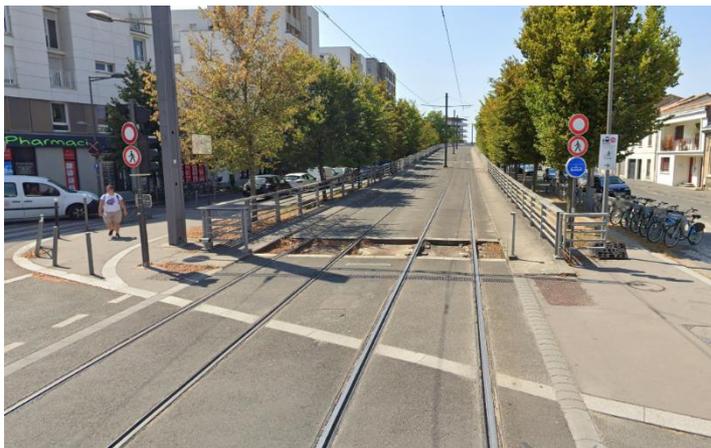


Figure 30 : Exemple de début de site propre intégral tramway à Bordeaux, avec suppression du revêtement pour empêcher les véhicules d'y accéder, et des barrières pour les piétons, Source : Google Maps, 2020.

Sur un site propre bus, la séparation peut se faire par une surveillance accrue, avec des caméras (Figure 31), ou bien par des bornes (Figure 32).



Figure 31 : Entrée de site propre bus intégral du TCSP Barreau de Gonesse, l'accès est réglementé par des caméras, Source : Google Maps, décembre 2022.



Figure 32 : Entrée de site propre bus intégral du TCSP Barreau de Gonesse, l'accès est réglementé par des bornes amovibles, Source : Google Maps, décembre 2022.

Le site propre accessible non protégé est le plus simple à mettre en place, il ne nécessite que de la peinture et facilement compris par les autres usagers avec peu de risques de collision car le bus a une bonne capacité de freinage et peut en sortir en cas de besoin, il est dénommé couramment 'couloir bus' (Figure 31). Cependant, ce type d'aménagement est facilement impacté par des infractions des automobilistes qui n'hésitent pas à l'emprunter pour éviter la congestion sur la voie qui leur est réservée, ou encore les camions de livraison qui stationnent dessus, cela pouvant impacter la régularité et la fiabilité du BHNS. Ces infractions sont plus courantes sur une voie bus accessible que sur une voie tramway accessible car le bus a l'image d'un véhicule plus flexible qui peut sortir de ses voies réservées,

qu'il est donc moins gênant d'utiliser sa voie que celle d'un tramway qui revête un caractère prioritaire qui doit être non gêné par la circulation. Alors que le bus a aussi cette image d'un véhicule souvent pris dans la congestion, un véhicule comme les autres en somme.



Figure 33 : Site propre accessible non protégé, Nantes, Chronobus 5, Source : Google Maps, mai 2023

Comme pour le tramway, le bus jouit de sites partagés. Nous retrouvons ainsi, des sites partagés bus ou encore taxis, où la voiture particulière est exclue de ces voiries, caractéristiques des secteurs d'hypercentre.



Figure 34 : site partagé bus, taxis, et vélo y est toléré, centre-ville de Metz, Source : Google Maps, octobre 2022

Les sites partagés bus et vélo sont relativement courants mais pour bien fonctionner et comme l'indique la LOM, le dépassement des cyclistes doit pouvoir être respecté selon les conditions de sécurité prévues dans le Code de la route²⁴. Ce sont donc généralement des couloirs bus qui permettent au bus de se déporter sur la voie parallèle ou alors une voie qui mesure 4,5 mètres de large pour assurer un dépassement en toute sécurité si la voie partagée bus et vélo possède des bordures empêchant d'en sortir.

Enfin, les sites banalisés, qui sont accessibles à tous les usagers. Pour un BHNS, rouler en site banal, correspond à rouler dans les mêmes conditions qu'un autobus normal, et cela peut affecter significativement ses performances s'il est en site banal dans des espaces impactés fortement par la congestion routière. C'est pourquoi, l'utilisation du site banal, bien que peu coûteuse, car elle ne nécessite pas forcément de requalification de la voirie, doit être utilisée dans des cas précis. Soit en périphérie, sur des axes peu fréquentés, ou alors quand la largeur de la voirie ne permet pas l'insertion d'une voie supplémentaire et qu'un trafic automobile doit être assuré comme sur un ouvrage d'art (Figure 33) ou en centre-ville, mais la limitation du trafic de transit pourra être un outil à mettre en place

²⁴ Op.cit. : FUB, mars 2022

dans ce cas-là. L'objectif principal d'un site banal, dans le cas d'un BHNS, est de limiter les coûts, d'éviter les impacts fonciers ou environnementaux dans des lieux habités ou des espaces verts à protéger.



Figure 35 : Site propre axial unidirectionnel interrompu au niveau d'un pont franchissant la Sarthe, la non-modification de l'ouvrage d'art permet de limiter les coûts, sur cet axe au trafic relativement fluide, Le Mans, Tempo 3, Source : Google Maps, mars 2023

Les différents choix d'insertion du BHNS vont permettre par la suite de choisir les aménagements à réaliser autour, notamment pour respecter les normes d'accessibilités et la mise en place d'aménagements cyclables comme il est imposé par la loi de 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, par la LAURE de 1996 et aussi par la LOM de 2019, au même titre que ce qui est imposé pour le tramway. C'est donc également, un outil de requalification urbaine et de transformation de l'espace public. Cependant, à la différence du tramway, le choix d'un site banal n'implique pas forcément une requalification de la voirie car aucun aménagement n'est nécessaire pour le passage d'un BHNS ; là où un tramway, même en site banal devra réaménager la voirie car il doit insérer des rails et donc effectuer des travaux sur chaussée. Le BHNS n'est donc pas forcément un outil de requalification continue sur un linéaire car il n'oblige pas les équipes projets à avoir une réflexion continue.

A noter que la loi de 2005 sur l'accessibilité s'applique dans tous les cas aux stations du BHNS même si le reste de la chaussée n'est pas requalifiée, ainsi l'accès aux quais et au bus depuis les quais doit être assuré pour les personnes à mobilité réduite (PMR).

Toujours sur la thématique des stations, l'article L151-36 du Code de l'urbanisme, entré en vigueur au 1er janvier 2016, indique que pour les logements "situées à moins de cinq cents mètres d'une gare ou d'une station de transport public guidé ou de transport collectif en site propre et dès lors que la qualité de la desserte le permet, il ne peut, nonobstant toute disposition du plan local d'urbanisme, être exigé la réalisation de plus d'une aire de stationnement par logement", ainsi cet article permet de limiter la place de la voiture à proximité d'un BHNS. Cependant, la notion de qualité de desserte n'étant pas précisée et qu'à la différence d'un tramway, la part de site propre d'une ligne de BHNS peut-être bien inférieure à 100%, il peut être remis en question l'application de cet article au niveau des stations d'un

BHNS qui serait peu performant faute d'avoir assez de site propre et qui ne fournirait donc pas un service de qualité.

Pour ce qui est du traitement des carrefours, comme évoqué précédemment, le bus n'est pas prioritaire sur les autres modes de facto. Cette priorité peut lui être donnée dans le cadre de sites réservés, mais sinon il est soumis au Code de la route. De fait, pour obtenir la priorité au carrefour, il doit être mis en place des couloirs d'approches ou une continuité de son site propre pour permettre au bus de déclencher les feux en sa faveur à son arrivée. A noter, que comme pour le tramway, sur les sites propres, il peut utiliser la même signalisation que le tramway, différente de celle du Code de la route, reprenant ainsi les mêmes principes que le tramway où certaines phases peuvent permettre aux piétons et cyclistes de continuer à passer tandis que les automobilistes sont tous arrêtés, et cela avec des signaux de types R19 pour les cyclistes par exemples. Ils existent aussi des configurations où ce sont les automobilistes qui conservent des possibilités de passer sur des mouvements n'entrant pas en conflit avec le bus.

L'enjeu de lisibilité du carrefour est encore une fois central, surtout pour un véhicule de type routier, pour lequel l'identification de sa priorité n'est pas toujours perçue comme évidente. C'est pourquoi le revêtement d'une couleur différente des voies du BHNS est un point intéressant, et si cela peut se prolonger au sein des carrefours, la visibilité de la priorité en sera améliorée.

Dans cette partie nous avons pu avoir une approche plus détaillée de ce que peut-être un BHNS et en quoi il est une amélioration du bus qui tend à se rapprocher de ce qu'est un tramway. En effet, c'est un mode de transport qui se veut attractif en adoptant les caractéristiques du haut niveau de service pour entraîner du report modal de la voiture vers les TC et, il est aussi un outil de transformation de la voirie, tout en étant un mode flexible dans sa forme, ce qui en est son principal point fort.

Cette flexibilité lui permet d'adapter ses coûts à la capacité financière de la collectivité, mais nous verrons par la suite que cette adaptabilité est aussi un de ses inconvénients car cela aura tendance à faire apparaître projets qui ambitionne d'atteindre les standards BHNS mais qui in fine n'en ont pas les grandes caractéristiques. Cela est rendu possible par le fait que ces caractéristiques, liées au haut niveau de service, ne sont pas encadrées sur le plan juridique mais sont seulement des recommandations, provenant des différents exemples de BHNS et tramways existants.

C'est pourquoi, certains projet de transports sont aussi des améliorations de ce qu'est un bus mais qui ne cherche pas à atteindre le même niveau de service qu'un BHNS.

1.2.2.4. Les multiples facettes de l'amélioration du bus

La création d'une ligne de BHNS n'est pas l'unique façon d'améliorer un bus, car celui-ci répond à certaines caractéristiques, assez développées, de service et cela dans un environnement plutôt urbain. En parallèle, il se développe en France des services de bus également améliorés mais à des niveaux différents et dans des environnements différents.

Ainsi, dans les grandes agglomérations françaises, se développent les LIANES, que nous avons évoquées précédemment pour le flou existant autour des BHNS qu'elles pouvaient appuyer en apportant un niveau de service différent avec un concept similaire. En effet, ces Lianes, également dénommées Chronobus à Nantes, Chronostar à Rennes ou encore Lineo à Toulouse, sont des lignes de bus améliorées, elles ont notamment du site propre sur leur tracé. Un site propre (ou partagé) se caractérise généralement par des couloirs bus (*Figure 34*), mais aussi parfois par du site propre inaccessible (*Figure 35*) comme à Rennes sur l'axe est-ouest ou à Toulouse sur les différents sites propres reliant la périphérie aux métros. Cependant, la part de site propre sur ces lignes est généralement très inégale et la qualité peut être très variable, car il ne répond pas à une volonté de faire un transport structurant qui viendrait transformer l'espace public. Les couloirs bus sont donc l'outil principal car ils ne nécessitent que de la peinture. Du déclenchement feux peut être également mise ne place pour améliorer la vitesse commerciale des bus. Cela fonctionne sur le principe d'un appel lancé aux feux à son approche, qui

passera au vert si la règle des 120 secondes est respectée pour les autres usagers et qu'il ne rentre pas en opposition avec les ondes vertes (Cerema, 2016).



Figure 36 : couloirs bus et vélo bidirectionnels latéraux sur le Boulevard Vauban à Lille, avec du stationnement de part et d'autre pouvant occasionner de la gêne pour les bus, les couloirs sont utilisés par la Lianes 5, Source : Colin Bouvet, janvier 2022



Figure 37 : site partagé bus et taxi axial, bidirectionnel et inaccessible à Rennes sur l'axe Est-Ouest, utilisé par les Chronostar 4 et 6, Source : Google Maps, mars 2023

Le pourcentage de site propre sur ces lignes à niveau élevé de services peut-être très variable d'une agglomération à l'autre et d'une ligne à l'autre. Ainsi pour Nantes, sur les 8 lignes de Chronobus du réseau Tan, le pourcentage de voies dédiées varie entre 15 % et 56 %. En comparaison, les lignes 4 et 5 de Busway Nantais sont respectivement à 91 % et 65 % de site propre (Cerema, 2023^a). A Toulouse au

sein du réseau Tisséo, le pourcentage de voies dédiées est de 17 % pour les Lineo 2, 8 et 10, tandis qu'il monte jusqu'à 57 % pour la Lineo 6 (ibid.). A la Rochelle, dans le réseau Yélo, la ligne Illico 1 n'a que 2% de site propre alors que l'Illico 3 en a 57% (ibid.).

L'une des différences majeures entre les BHNS et les LIANES ce sont les stations, bien qu'elles soient généralement mises en accessibilité, l'infrastructure n'est pas la même et elles sont généralement moins imposantes. En effet, la station n'est pas aménagée systématiquement pour toute la longueur du bus mais seulement pour les deux premières portes pour permettre l'accessibilité, mais la montée ne se fait pas toujours par toutes les portes comme cela est généralement le cas pour un BHNS qui nécessite donc des quais à niveaux sur toute la longueur du bus. De plus, l'achat de titre de transport continue de se faire à bord du bus et l'information voyageurs en temps réel ainsi que la présence d'abribus n'est pas systématique, mais comme pour un BHNS, la fréquence est élevée. Elle est inférieure à 12 min en heures de pointe et l'amplitude horaire est élargie dans la plupart des cas (ibid.), c'est le principal atout des LIANES.

Ces lignes, par leurs aménagements assez minimaux peuvent avoir une desserte plutôt étendue dans l'espace. De fait, il existe également des services express dans certaines villes. Ces services express viennent compléter une LIANES sur le même itinéraire mais ne dessert pas tous les arrêts. C'est le cas avec le C7ex à Rennes entre le terminus du métro b Saint-Jacques - Gaîté et Bruz²⁵, ou encore à Lille avec la Liane 91 Express reliant, comme la L91, Halluin et Roncq à la gare de Lille Flandres²⁶.

Également, étant un service assez modulable, leur tracé peut être modifié durablement facilement, qui plus est si les arrêts sont déjà aménagés. Bordeaux en est un exemple récent. La métropole a modifié son réseau de bus à la rentrée de septembre 2023, et si le nombre de Lianes est resté de 13 lignes, en réalité certaines ont disparu et ont été remplacées par des lignes de bus plus simples tandis que des lignes de bus normales sont devenues des Lianes sans que de nouveaux aménagements ne soient mis en place, mais la fréquence a été améliorée sur de nombreuses lignes. Cela démontre une certaine flexibilité dans ce que peut être une LIANES et son niveau de service.

Le modèle des BHNS se transpose également sur des lignes de cars qui parcourent de longues distances et qui sont destinés aux grandes périphéries des agglomérations, on parle alors de Cars à haut niveau de service (CHNS). C'est un concept encore assez peu développé dont le principe repose sur l'aménagement de voies réservées sur des axes majeurs d'accès aux agglomérations de types voies



Figure 38 : Voie réservée aux bus/cars sur l'A10 en direction de Paris,
Source : Google Maps, juin 2023

rapides. Ainsi sur l'A10, des voies sont réservées aux cars en approche de Massy-Palaiseau (Figure 36) et également une station est aménagée en accès direct sur l'autoroute (Figure 37). Ou encore, près de Bordeaux des voies réservées aux covoiturages, taxis et cars permettent au car express Bordeaux - Créon d'éviter la congestion sur les départementales (Figure 38).

²⁵ Star, 2023 : <https://www.star.fr/se-deplacer/plans-du-reseau> (16/09/2023)

²⁶ Ilévia, 2023 : <https://www.ilevia.fr/bus-et-lianes> (16/09/2023)



Figure 39 : Station de Briis-sous-Forges desservies par les lignes 91-02 et 91-03 de car express, Source : Google Maps, juin 2023



Figure 40 : voie réservée au covoiturage, taxis et car sur la D936 en direction de Créon, Source : Google Maps, juin 2023

Pour pouvoir rouler sur l'autoroute à plus de 70 km/h, il est nécessaire que le matériel roulant n'offre que des places assises afin de ne pas être soumis à la limitation de vitesse imposée par l'article R413-10 du Code de la route. C'est pourquoi le matériel utilisé pour les CHNS est celui des autocars, qui n'offrent que des places assises. Ce service se rapproche également de celui des BHNS car le matériel est accessible, et la fréquence est forte, aux heures de pointe car il est surtout destiné aux populations actives. Pour exemple, sur la ligne 91-03, la fréquence est de 5 minutes aux heures de pointe.

Il existe d'autres exemples en projet, comme celui d'un car express en projet entre Fougères et Rennes, en Ile-et-Vilaine, un projet qui serait mis en place par la Région Bretagne. Le projet repose sur une fréquence aux alentours de 10 minutes en heures de pointe et la mise en place de voies réservées à la

place des bandes d'arrêts d'urgence sur l'autoroute A84 en approche de la rocade rennaise pour un accès rapide au terminus du métro b Cesson-Viasilva²⁷.

Les CHNS repose principalement sur un principe de trajet express qui n'effectuera pas un maillage fin du territoire comme il est courant de le faire pour les cars qui desservent les 2èmes ou 3èmes couronnes des agglomérations urbaines.

Les exemples des LIANES et CHNS viennent appuyer la flexibilité qu'il peut exister dans la façon d'améliorer un service de bus mais cela peut aussi apporter de la confusion sur ce qu'est un BHNS, du fait que ces différents TC aux objectifs de services différents ont aussi de nombreuses similarités : dénominations, aménagements, niveau de fréquence, et surtout un matériel semblable. La définition floue du BHNS est un des points majeurs de divergence avec le tramway qui a une image plus homogénéisée en France. Mais ce n'est pas le seul point qui sépare ces deux modes de transports pourtant très proches également sur leurs grands principes.

1.2.3. Synthèse des définitions et première comparaison

Après avoir essayé de comprendre les définitions, des grands principes théoriques, existantes du tramway et BHNS et ce que ça pouvait englober. C'est-à-dire, tant sur les aspects techniques, les moyens à mettre en œuvre pour atteindre le haut niveau de services, les coûts et, la transformation de la ville avec le rééquilibrage de l'espace pour favoriser les TC et les modes actifs, il est intéressant de chercher à voir ce qu'il y a de communs mais aussi de différents dans ces deux modes qui cherchent à répondre à un objectif similaire. Un objectif de report modale de la voiture vers les transports en communs en milieu urbain tout en améliorant le cadre de vie des habitants des territoires desservis et leurs alentours.

Si certains points de divergences ou de similarités ont été évoqués dans les définitions des deux modes, ils semblent pertinents de les reprendre dans un tableau récapitulatif, en y ajoutant des points supplémentaires qui n'ont pu être que sous-entendus dans les définitions respectives. Il est possible de classer des points communs et divergents dans des grandes catégories de critères décrits dans le tableau ci-dessous (*Figure 39*). Ce tableau est donc un tableau synthétique des points communs et points divergents entre tramway et BHNS. Certains points classer en commun ou à l'avantage d'un mode sur l'autre pourront s'avérer, lors de la partie benchmark, faux ou bien, plus nuancer.

Catégories	Critères	Points Communs	Points divergents	
		Tramway et BHNS	Tramway	BHNS
Matériels	Réglementation		Pas de réglementation pour les dimensions = plus de choix de matériel	Dimension définie par l'arrêté du 2 juillet 1982 = nombre de places limité
		Soumis à la validation du dossier de sécurité (pour BHNS)		

²⁷ Ouest-France, 23 février 2022 :

<https://www.ouest-france.fr/bretagne/fougeres-35300/transports-bientot-une-ligne-de-cars-express-entre-fougeres-et-rennes-480ffa1a-94b6-11ec-a7ee-106c58bd499b#:~:text=En%20attendant%20le%20retour%20du,qui%20permet%20une%20liaison%20rapide> (16/09/2023)

		seulement le cas d'un système avec guidage)		
	<i>Capacité</i>		130 à 420 passagers/véhicule	80 à 150 passagers/véhicule
	<i>Motorisation</i>		Un seul choix : tramway électrique (alimentation sol et/ou aérienne)	Plusieurs choix : thermique, électrique, hydrogène
	<i>Capacité techniques</i>		Pente max : 8%	Pente max : 13%
			Rayon de giration : 25 m minimum - possible 18 m	Rayon de giration : <12 mètres
			Freinage : mauvais - ≈115 mètres à 50 km/h	Freinage : bonne - ≈36 mètres à 50 km/h
	<i>Durée de vie</i>		30 - 40 ans	10 - 15 ans
	<i>Nuisance</i>		Nuisance sonore importante dans les virages serrés	Nuisance sonore et vibration en roulement pour les moteurs thermiques
Règle de circulation	<i>Fonctionnement du transports</i>	Conduite à vue	Prisonnier de ses rails = aménagement nécessaire sur tout le linéaire	Peu rouler sur toutes les chaussées goudronnées assez larges
	<i>Code de la route</i>		Pas soumis au code de la route, priorité sur tous les autres usagers	Soumis au code de la route car ses véhicules sont routiers, la priorité sur les autres modes n'est pas un automatisme
	<i>Vitesse de circulation maximum</i>	70 km/h max (passager debout)		
	<i>Priorité carrefours</i>	Respect des règles de 120 secondes		
Exploitation	<i>Adaptabilité incident</i>		Prisonnier de ses rails = bloqué en cas d'incident sur les rails	Possibilité de dévier sa route
	<i>Flexibilité des services</i>		Service express/omnibus nécessite des voies de dépassement = + coûteux	Possibilité de mettre en place des services express ou des dessertes exceptionnelles en cas d'événement hors du site propre
	<i>Personnels exploitant</i>		Moins de personnels exploitants rapportés au nombre de passager transporter du fait de la capacité des véhicules	Plus de personnels exploitants rapportés au nombre de passager transporter du fait de la capacité des véhicules
Fonctionnement avec d'autres modes	<i>TC</i>		Difficulté de fonctionnement avec trolleybus car courant dans LAC différent	Bon fonctionnement avec d'autres véhicules routiers sur la voirie, les aménagements peuvent

			Le poids des bus abîme plus rapidement les voies de tramways	profiter à d'autres lignes de bus
			Bonne capacité d'absorption des flux de passagers importants des transports types trains	Difficulté à absorber des afflux rapide et importants de passagers du fait du matériel moins capacitaires
	<i>Impact sur la voiture</i>	Impact important sur la place de la voiture en ville		
	<i>Impact sur modes actifs</i>	Apaisement de la circulation, mise aux normes d'accessibilité des espaces piétons et créations d'aménagements cyclables	Mauvaise capacité de freinage, dangereux pour les piétons	Bonne capacité de freinage réduisant les risques de collisions
Risque de chute des vélos avec les rails du tramways			Peut cohabiter avec les cyclistes, mais reste stressant pour les cyclistes de se faire dépasser par un bus, problématique des angles morts	
Infrastructure	<i>Plateforme TC</i>		Implantation de rails sur tout le linéaire = des aménagements continus	Possibilité de rupture dans les aménagements mais risque de baisse des performances
			Utilisation du site banal pour préserver des accès riverains ou commerces → requalification de voirie à réaliser	Utilisation du site banal pour des raisons économiques → pas de requalification de voirie
	<i>Aménagements adjacent</i>	Mise en accessibilité de la voirie et création d'aménagements cyclables sur les voiries requalifier		
	<i>Stations</i>	Mise en accessibilité des stations, abribus, banc, distributeur de ticket...	Porte des des 2 côtés = quai central ou latéral	Porte d'un côté = quais uniquement latéraux
Bilan carbone	<i>Matériel</i>	Électrique = peu d'émissions de particules fines		Thermique = émissions de CO2
			Durée de vie plus longue = moins de renouvellement	Durée de vie plus courte = plus de renouvellement
	<i>Infrastructure / artificialisation des sols</i>		Possibilité de mettre des bandes engazonnées pour réduire l'imperméabilité des sols	Possibilité d'être moins consommateurs d'espaces si moins d'aménagements
Services proposé		Services de qualités en stations, temps d'arrêt cours en stations (achat		

		des titres de transports à quais)		
		Fréquence et amplitude horaire élevées		
	Images		Facilité à identifier ce qu'est un tramway - bénéficie d'une bonne image en France	Difficulté à différencier un BHNS d'un bus + beaucoup de variation dans les projets
	Acteurs	Les acteurs sont les mêmes (exception au STRMTG pour les projets de BHNS sans système de guidage où il sera absent)		
Coûts	<i>Infrastructure</i>		13 à 38 M€/km → Requalification à réaliser sur tout le linéaire	2 à 10 M€/km → Requalification à réaliser seulement là où des sites propres sont mis en place et aux stations
	<i>Matériel</i>		1,8 à 3 M€/rame	300 k à 1,3 M€/véhicule
			Industrie tramway très développée en France permettant d'avoir du choix et de faire des commandes groupées pour réduire les coûts	Les matériels les plus capacitaires sont encore peu nombreux avec des technologies en développement qui augmentent les coûts
	<i>Exploitation</i>		6 à 10 €/km	
		Pertinence du tramway sur des flux voyageurs importants car besoin de moins de rames qu'un BHNS		Mais plus la ligne approche sa saturation plus les coûts seront importants rendant le BHNS moins pertinent

Figure 41 : Tableau comparatifs Tramway et BHNS, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023

De ce tableau, il semble possible de tirer plusieurs conclusions, premièrement si ces deux modes sont souvent mis en concurrence dans le choix d'une collectivité pour la mise en place d'un TCSP du fait qu'ils répondent à des grands principes similaires en termes de capacité et fonction de desserte, à l'échelle des autres modes existants (métro, train, bus...), tout en reposant sur le principe d'infrastructures linéaires favorisant une requalification qualitative de l'espace public. Il n'en résulte pas moins que ce sont deux modes de transports aux nombreuses différences, le tramway étant plutôt rigide dans sa mise en place du fait de son fonctionnement avec des rails qui impose un réaménagement complet pour les insérer dans la voirie, tandis que le BHNS est beaucoup plus flexible dans son insertion car il peut se passer d'aménagement, cela a une conséquence sur les aménagements et les coûts. Le matériel utilisé, du fait de sa différence de fonctionnement et capacité, entraîne également des conséquences sur les coûts et infrastructures tant pour limiter les nuisances que pour pouvoir répondre à des fréquentations grandissantes qui pourraient faire augmenter les coûts d'exploitation. Il faut noter une similarité sur l'écosystème d'acteurs qui entoure ces deux modes de transports qui seront similaires, tant sur la partie projet que suivant la mise en service.

L'objectif de ce tableau n'est pas de définir quel mode de transport est le plus adapté et performant, mais il permet de donner des pistes de compréhension sur l'évolution des choix qui sont fait par les collectivités pour la mise en place d'un TCSP comme nous allons le voir au travers de différents exemples. Des exemples pour lesquels l'application réelle peut être bien différentes des grands principes théoriques du tramway et du BHNS qui sont mis en avant dans ce tableau. Une différence qui peut s'expliquer par le fait que le cadre réglementaire est très souple. Il n'existe pas de contrainte pour appeler un transport un tramway ou un BHNS, bien que le tramway renvoie à une certaine image, quant à lui, le BHNS peut prendre de multiples formes, comme nous l'avons vu au travers le temps et l'espace.

2. Tramways et BHNS, de la théorie à la pratique

De nombreuses lignes de tramways et BHNS ont vu le jour en France, tant bien que nous ayons tenté d'y apporter une définition pour donner un cadre, la multiplicité des exemples nous démontrera qu'entre théorie et pratique il peut y avoir bien des différences. Pour comprendre cela, nous élaborerons dans un premier un benchmark qualitatif d'exemples de lignes de tramways et de BHNS existantes ou en projet en France. Puis, ce benchmark permettra, dans un second temps, de comparer ces différents exemples et de mettre en lumière des tendances en France sur TCSP de surface mais aussi mettre en exergue les avantages et inconvénients du tramway et du BHNS, notamment l'un par rapport à l'autre.

2.1. Exemples concrets : Mise en œuvre dans des agglomérations française au profil divers

En France, une vingtaine d'agglomération sont dotées d'un réseau de tramways, principalement des collectivités territoriales de plus de 150 000 habitants, dont la construction de ces réseaux date d'après le retour du tramway à Nantes en 1985, à l'exception de Lille et Saint-Etienne. Ainsi, tous ces tramways à la française possèdent des similarités mais aussi des différences liées aux contextes urbains de chacune de ces agglomérations.

Pour les BHNS, le panel de ville qui en sont dotés est plus large, non pas en nombre, mais en taille de population, ainsi certaines collectivités avec un BHNS ont moins de 150 000 habitants, comme Maubeuge, tandis que l'on retrouve des BHNS dans les plus grandes agglomérations françaises comme Marseille ou l'Île-de-France. Ces lignes de BHNS peuvent être très différentes d'un exemple à l'autre. L'objet du présent Benchmark, est de mettre en lumière de façon qualitative, et non quantitative, des exemples de tramways et BHNS, mis en place dans des agglomérations aux contextes urbains différents. Ce benchmark s'intéressera à un éventail de caractéristiques telles que la taille de l'agglomération dans laquelle ils évoluent, le profil de la ligne étudié et son insertion urbaine, ses coûts, son exploitation... Ainsi, nous étudierons six exemples différents dans ce benchmark, trois concernant le tramway et trois sur le BHNS. Les exemples sont classés par ordre chronologique et par mode. Le premier exemple sera, la 1^{ère} ligne de tramways du Mans, inauguré en 2007, caractéristique du développement du tramway dans les agglomérations de moins de 500 000 habitants à partir des années 2000. Le second exemple, sera celui des ligne B et C du réseau de tramways Angevin, mise en service en juillet 2023, cet exemple est dans la continuité du précédent avec une taille d'agglomération similaire mais avec un projet plus récent permettant de mettre en lumière les potentiels évolutions qu'ils pourraient exister sur la façon d'aménager un tramway. Enfin, pour finir sur les tramways, nous nous intéresserons au projet du T9 à Lyon dont la mise en service est prévue en 2026, et qui nous permettra de comprendre comment peut se caractériser les projets dans les très grandes agglomérations et avec une prise en compte forte des enjeux

liés aux modes actifs. Quant au BHNS, notre premier exemple sera la ligne de Busway 4 à Nantes, inauguré en 2004, un exemple majeur en France d'un BHNS ayant développé le modèle à sa plus proche ressemblance avec un tramway. Ensuite, le BHNS de Pau, mis en service en 2019, viendra compléter ce benchmark pour caractériser le BHNS dans les agglomérations de moins de 200 000 habitants. Pour finir, nous analyserons le projet de réseau de BHNS dans la métropole Bordelaise, caractérisé par un projet de 7 lignes dont la première verra le jour en 2024.

T1 Le Mans



©Wikipedia, 2010

Identité :

- Nom de la ligne : T1
- Terminus : Antarès - Université
- Localisation : Le Mans
 - 145 155 hab. (2020)
 - 52,82 km²
 - 2749 hab/km²
- Agglomération : Le Mans Métropole
 - 209 557 hab. (2020)
 - 267,10 km²
 - 775 hab/km²
- Propriétaire : Le Mans Métropole
- Exploitant : SETRAM
- Nom du réseau : SETRAM
- Mise en service : 2007 (3 ans de travaux)
- Longueur : 12 km
- Stations : 24
- Interdistance : ~500 m
- Fréquentation : 11,1 millions (2019)
- Position dans réseau TC : 1

Profil :

- Insertion :
 - Site propre gazon : 8,7 km
 - Site propre imperméable : 1,85 km
 - Site partagé : 0,6 km
 - Site banal : 0,85 km

= **93% de site propre**

- Priorité carrefours : Oui
- Girations : 17 soit une toute les ~700 m

= Vitesse commerciale : **24,22 km/h**

Stations

Longueur des quais : 31 à 42m

Quais : Centraux et latéraux

Mobilier/Design :

- Abris
- Banc
- Borne de vente de titre de transports
- Poubelles
- Cendriers
- Affichage publicitaire
- Lampadaire
- Plan du réseau de transport
- Informations voyageurs dynamiques et statiques

Accessibilité : Pente et bande d'éveil à la vigilance

Informations voyageurs :

- Ecran à LED affichant le prochain passage et situations exceptionnel
- Annonce sonore en cas d'incident
- Affichage papier de diverses informations (fréquence, plan de la ligne et du réseau)

Billettique : Une borne d'achat de titre de transport par quais, pas de validation à quais



Station Leclerc-Fleurus ©Google Earth, 2022

Desserte :

- Lieux desservis (du nord au sud):
 - Campus universitaire et sa zone d'activité
 - Hôpital et Clinique
 - Centre-ville
 - Préfecture
 - Gare (SNCF et routière), correspondance BHNS T3
 - 2 lycées
 - Pôle d'échange SETRAM Saint-Martin
 - Quartier Prioritaire de la ville (QPV) des Glonnières et la galerie commerciale Centre-Sud avec un Carrefour (QPV des Sablons desservi par la branche transféré au T2
 - Stade Marie-Marvingt, salle multifonction Antarès et circuit des 24h

=> **Desserte Centre-Périphérie avec accès aux grands équipements urbains et désenclavement des quartiers sensibles - suit les grands axes urbains**

T1 Le Mans

Traitement de la voirie



©Wikipedia, 2010

Av. Jean Jaurès :

- Stationnement conservé parallèle à la voirie
- Bande cyclable de chaque côté
- Zone 30 en approche de station
- Aménagement paysagers avec 2 rangiers d'arbres et plateforme tramway engazonnée

= un Aménagement paysager qualitatif, la voiture a conservé un espace important



©Google Maps, 2023



Avant ©IGN, 2005

Après ©Google, Maps 2022

Giratoire Rocade x Av. G. Durand :

- Voie tramway traversante avec priorité
- 2 voies voiture pour 3/4 des accès au giratoires
- Une voie traversante de la rocade sous le giratoire
- Bande cyclable sur giratoire
- Trottoirs larges avec sas piétons (les traversées sont larges)
- Aménagement paysagers avec engazonnement du centre du giratoire

= Un giratoire moins routiers qu'avant mais la situation des cyclistes reste peu désirable

Rue Gambetta :

- Site banal tramway dans un sens, en zone 30, l'autre en site partagé tramway et vélo
- Stationnement de part et d'autre de la voirie (au pied des maisons)
- Un revêtement clair et une homogénéisation du niveau de voirie inspirant un effet de piétonnisation
- Les cyclistes bénéficie d'un espace de circulation apaisé avec une attention à porté aux rails

= Un espace de la voiture réduit en faveur des autres modes avec une mixité des modes sur une voirie contrainte en espace



©Google Maps, 2023

T1 Le Mans

Traitement de la voirie



Place de la République

- Piétonnisation de la place au coeur d'un projet général de centre ville piétonnisé
 - Un axe pour les bus conservée et des accès aux commerces limités aux camions de livraisons, seulement le matin
 - Parking souterrain
 - Une place minérale, plus que quelques arbres en contours de place
 - Occupé par des terrasses de café et restaurant
 - Des événements temporaires : Marché de Noël, Jardin d'été....
- = Une place rendu au piéton mais qui reste trop minérale donc pas assez accueillante, pourtant très vivante



Parvis Nord de la gare SNCF :

- Piétonnisation du parvis pour accueillir la plateforme tramway
 - Voiture repoussées à 35m de la façade de la gare
 - Un accès direct conservé par un parking souterrain
 - Création d'abris vélo et création d'une gare routière pour les cars TER et régionaux
 - Destruction de bâtiment et construction de bureaux pour faire de la gare un pôle d'emploi
 - Une place très minérale, un lieu de passage principalement, peu d'activités dessus
- = Un espace redonné aux piétons qui transitent par ici notamment pour accéder au centre-ville en remontant le long du tramway mais pas un espace pour rester si ce n'est attendre



T1 Le Mans

Ouvrages d'arts



Passage sous D338 :

- Passage souterrain pour relier le terminus Antarès
- La D338 est une départementale limitée à 90 km/h et faisant partie du circuit des 24h du Mans, donc non compatible avec une intersection avec le tramway



Pont de l'Huisne :

- A l'origine :
 - Pont en 2x2 voies + 2x1 voies bus centrale
- Transformé en :
 - 1+2 voies voiture et site partagé tramway/bus parallèles
 - Piste cyclable unidirectionnelle de chaque côté de la voie tramway/bus et une piste vers le sud côté voiture

=> Réutilisation d'infrastructure = place prise à la voiture

Pont Gambetta :

- A l'origine :
 - Pont avec 3 voies voitures et trottoirs confortables
 - Transformé en :
 - Pont réservé au tramway, vélo et piéton
 - Vélo et tramway sur les mêmes voies
- => Réutilisation d'infrastructures = place prise à la voiture



T1 Le Mans

Exploitation et Coûts



©Wikipedia, 2010

Exploitation :

- Services : Troncs commun avec le T2 sur 7 stations, entre le centre-ville, la gare et les quartiers sud
- 39 min entre les terminus
- Fréquence :
 - Période scolaire 7h-21h : **5-6 min**
 - Matin/Soir : 12 min
 - Samedi : 9-12 min
 - Dimanche : 18-20 min
 - Vacances scolaires : 8-9 min
- Amplitude horaire : 5h à 1h

Matériel Roulant:

- **Alstom Citadis 302**
 - Caractéristiques techniques :
 - 5 caisses, 100% plancher bas
 - Longueur : 32,5 m
 - Largeur : 2,65 m
 - Capacité : ~212 places
 - Poste de conduite à chaque extrémité et porte de chaque côté
- => Pas besoin de boucle de retournement
- Vitesse maximale 70 km/h
 - Traction électrique par LAC
 - Nombre de rames : 34 rames pour les lignes T1 et T2
 - Design : Orange, couleur de la métropole
 - En 2023, certaines rames sont couvert d'un pelliculage spécial pour les 100 ans des 24h
 - Ponctualité : 95% de passage à l'heure aux arrêts (2019 - T1 et T2)
 - Satisfaction des usagers : une problématique relevé sur la conduite des tramways * mais une bonne disponibilité et propreté du matériel

*dont le niveau d'exigence est plus élevé que pour les bus dans l'enquête de satisfaction de la SETRAM

Coûts :

Projet de la 1ère ligne : 302 millions pour 15,4 km* soit 19,6 M/€km

*la ligne comprenait 2 branches dont une a été transféré au T2 en 2014

Financé comme suit :

- 274,2 M€ par le Mans Métropole (90,8 %)
- 12,4 M€ de subventions de l'Etat (4,1 %)
- 15,4 M€ de subvention de la région Pays de la Loire (5,1%)

Coûts d'exploitation : pas de chiffres précis sur le coût global du tramway seulement

Coûts pour l'utilisateur (tarif en vigueur en septembre 2023) :

- 1,5€ ticket 1 voyage
- Abonnement annuel 26 - 64 ans : 430€
- Abonnement annuel 11-25 ans : 201,60€
- Gratuité -11 ans



©V. Buon, 2023

Historique des évolutions et projets :

En 2014, le réseau s'est doté d'une branche supplémentaire vers les QPV de Bellevue et desservant 3 lycées, le théâtre municipal et un multiplex , en partant du centre-ville

En 2016, la ligne de BHNS Tempo 3 a compléter le réseau

Les projets en cours sont :

- Création de 3 Chronobus (reprend le concept des LIANES (cf. 1.2.2.4))
- Allongement des rames de tramway de 32 à 44 m pour éviter la saturation (gains de 4% de capacité), nécessitant l'allongement de certains quais, pour un budget de 55 M€

Source :

Banques des territoires, 2007

CRC Pays de la Loire, 2021

DREAL Pays de la Loire, 2020

SETRAM, 2019

Tramway B et C Angers



Identité :

- Nom des lignes : Ligne B et C
- Terminus : Belle-Beille Campus - Montplaisir (B)/ Roseraie (C)
- Localisation : Angers
 - 155 876 hab. (2020)
 - 42,71 km²
 - 3650 hab/km²
- Agglomération : Angers Loire Métropole
 - 303 535 hab. (2020)
 - 666,70 km²
 - 454 hab/km²
- Propriétaire : Angers Loire Métropole
- Exploitant : RATP Dev
- Nom du réseau : Irigo
- Mise en service : juillet 2023 (6 ans de travaux dont période Covid)
- Longueur : 8,9 km (B) et 9,50 km (C)
 - 8 km d'infrastructures nouvelles
- Stations : 18 (B) et 19 (C)
 - 16 nouvelles
- Interdistance : ~500 m
- Fréquentation : 72 000 v/j
- Position dans réseau TC : 1

Profil :

- Insertion (8 km infra nouvelle) :
 - Site propre gazon : 6,74 km
 - Site propre imperméable : 0,71 km
 - Site partagé : 0 km
 - Site banal : 0,55 km (480m unidirectionnel)
- = **93% de site propre**
- Priorité carrefours : Oui
 - Girations : 14 (B) soit une toute les ~635 m

= **33 min de temps de trajet (B)**

Stations

Longueur des quais : 42m

Quais : Centraux et latéraux

Mobilier/Design :

- Abris et arbres
- Banc
- Borne de vente de titre de transports
- Poubelles
- Cendriers
- Affichage publicitaire
- Lampadaire
- Plan du réseau de transport
- Informations voyageurs dynamiques et statiques

Accessibilité : Pente et bande d'éveil à la vigilance

Informations voyageurs :

- Ecran à LED affichant le prochain passage et situations exceptionnel
- Annonce sonore en cas d'incident
- Affichage papier de diverses informations (fréquence, plan de la ligne et du réseau)

Billettique : Une borne d'achat de titre de transport par quais, pas de validation à quais



Desserte :

- Lieux desservis (d'est en ouest):
 - QPV et NPNRU Montplaisir, et Lycée Dunant (B)
 - QPV Grand Pigeon (B)
 - Halte TER Angers Maître Ecole (B)
 - Centre des Congrès (correspondance Ligne A) (B)
 - Campus Universitaire Saint-Serge (correspondance Ligne A) (B)
 - QPV Roseraie (C et A)
 - Centre Commerciale l'Esplanade (C et A)
 - Gare SNCF et routière Angers Saint-Laud (C et A)
 - Molière : début tronç commun Ligne B et C, accès centre-ville et berge de la Maine
 - QPV et NPNRU Belle-Beille, et P+R La Barre (B et C)
 - Campus Universitaire Belle-Beille (B et C)

=> **Desserte Centre-Périphérie avec accès aux grands équipements urbains, notamment Campus et désenclavement des quartiers sensibles - Maillage du réseau avec la ligne C**

Tramway B et C Angers

Traitement de la voirie



Bd. Auguste Alloneau :

Avant :

- 2x1 voie large avec bande cyclable
- Rangées d'arbres avec quelques bancs sur une portion du bd. puis, rangées de stationnement

Après :

- Site propre engazonné unidirectionnel vers le nord, sens inverse en site banalisé
- Suppression des arbres afin d'insérer la voie du tramway, des aménagements cyclables, et de conserver la circulation routière ainsi que le stationnement supprimer côté sens sud
- Des zones de terres sont implantés entre les places de stationnement pour accueillir des arbres
- Les pistes cyclables sont situé d'un côté, entre le stationnement et la voie de circulation et s'interrompent au niveau des intersections

= Un aménagement qui cherche à conserver toutes les circulations sur cet axe de transit au détriment de la nature et la sécurité de certains usagers



Avant ©Google Maps, 2014



Maintenant ©Google Maps, 2022



Avant ©IGN, 2020



Après ©Josselin, Clair, 2023

Place Victor Vigan / Bd. du Bon Pasteur :

Avant :

- Une place faisant office de carrefour routier
- Un îlot vert au centre

Après :

- Réduction des espaces routiers, création d'une zone de rencontre sur la partie nord
- le centre de la place accueil une station de tramway entouré d'un petit parc urbain (plantation d'arbres)
- Création d'aménagement cyclable sécurisés en partie
- Suppression de stationnement

= Un giratoire moins routiers qu'avant mais la situation des cyclistes reste peu désirable

Tramway B et C Angers

Existant et Ouvrage d'art



Rue de la Roë :

- Site partagé tramway/piéton avec tramway dans les deux sens sur une voie unique (circulation en alternée)
 - Alimentation par le sol
 - Forte pente
 - A l'origine utilisé par la ligne A, mais itinéraire repris par la ligne C lors de sa mise en service
- = n aménagement qui permet de desservir le coeur du centre-ville mais limite la fréquence de passage



Pont des Arts et Métier :

- Nouveau pont réservé aux tramways et modes actifs pour traversé la Maine
- Long de 130 m et large de 15 m
- Site propre tramway axial avec APS
- Piétons et cyclistes se partagent les extérieurs du pont

Tramway B et C Angers

Exploitation et Coûts



Exploitation :

- Services : Troncs commun entre les lignes B et C sur 9 stations, les lignes A et B sur 2 stations, et les lignes A et C sur 9 stations
- Ligne B : 33 min entre les deux terminus
- Ligne C : 33/37 min entre les deux terminus
- Fréquence (B et C) :
 - Période scolaire heures de pointe : 8-10 min
 - Journée : 10-12 min
 - Samedi : 12-13 min
 - Dimanche : 30-35 min
 - Vacances scolaires : 10-12 min
- Amplitude horaire : 5h à 0h30

Matériel Roulant:

- Alstom Citadis 302 et 305
- Caractéristiques techniques (Citadis 305) :
 - 5 caisses, 100% plancher bas
 - Longueur : 33,5 m
 - Largeur : 2,4 m
 - Capacité : ~217 places
 - Poste de conduite à chaque extrémité et double porte de chaque côté
- => Pas besoin de boucle de retournement
 - Vitesse maximale 70 km/h
 - Traction électrique par LAC et APS
- Nombre de rames : 20 rames supplémentaires pour les lignes B et C
- Design : motif arc-en-Ciel sur fond blanc

Coûts :

Des infras et autres dépenses, nécessaire aux lignes B et C :
285 millions pour 8 km* soit 35,6 M/€km

*Ne sont comptabilisés que les km d'infrastructures nouvelles

Réparti comme suit :

- 197 M€ Travaux pont et ligne (69,1 %)
- 54 M€ Matériel roulant (19 %)
- 18,5 M€ Ingénierie (6,5 %)
- 14 M€ Frais de maîtrise d'ouvrage (4,9 %)
- 1,5 M€ Information/communication (0,5%)

Financé comme suit :

- 249 M€ par Angers Loire Métropole (87,4 %)
- 25 M€ de subventions de l'Etat (8,8 %)
- 10 M€ de subvention de la région Pays de la Loire (3,5 %)
- 1 M€ de fond de l'Union Européenne (0.3 %)

Coûts pour l'utilisateur (tarif en vigueur en septembre 2023) :

- 1,6€ ticket 1 voyage
- Abonnement annuel 26 - 64 ans : 469,2€
- Abonnement annuel 6-25 ans : 248,4€
- Gratuité -6 ans

Historique des évolutions et projets :

En 2011, le réseau s'est doté d'une première ligne d'orientation sud-est/nord-ouest, dès cette époque une deuxième ligne d'orientation est/ouest était prévu dont le tronçon commun devait être entre la gare et le tribunal. Les aiguillages ont été construits avec les travaux de la ligne A.

Finalement ce sera un autre tracé en centre-ville qui sera retenu et comprendra une modification du tracé de la ligne A, et un maillage du réseau avec la création de la ligne C reliant la branche sud de la ligne A à la branche ouest de la ligne B en reprenant un tronçon abandonnée par la ligne A en centre-ville (la place du Ralliement)

L'agglomération n'a pour l'instant pas d'autres projets majeurs de transports. Celui-ci étant la conclusion d'une réflexion lancée depuis 2001 avec les premières études de ligne A.

T9 Lyon - Projet



©Sytral, 2023

Identité :

- Nom de la ligne : T9
- Terminus : Charpennes - Vaulx-en-Velin La Soie
- Localisation : Villeurbanne, Vaulx-en-Velin
 - 154 781 et 51 761 hab. (2020)
 - 14,52 et 20,94 km²
 - 10 660 et 2472 hab/km²
- Agglomération : Métropole de Lyon
 - 1 416 545 hab. (2020)
 - 533,68 km²
 - 2 654 hab/km²
- Propriétaire : SYTRAL Mobilités
- Exploitant : Keolis Lyon
- Nom du réseau : TCL

- Mise en service prévisionnel : 2026 (2/3 ans de travaux)
- Lancement du projet : 2021
- Longueur : 11,3 km (8,8km à créer)
- Stations : 19 (12 nouvelles)
- Interdistance : ~594 m
- Fréquentation : 38 000 v/j (2030)
- Position dans réseau TC : 2

Profil :

- Insertion (existant - tronçon T1/T4) :
 - Site propre gazon : 0,9 km
 - Site propre imperméable : 1,6 km
 - Site partagé : 0,14 km (riverain)
 - Site banal : 0 km

= 94% de site propre (existant)

- Priorité carrefours : Oui
- Girations : 20 soit une toute les ~565 m

= Vitesse commerciale (objectif) : **19 km/h**

Stations

Longueur des quais : 42m

Quais : Centraux et latéraux

Mobilier/Design :

- Abris
- Sièges
- Borne de vente de titre de transports
- Poubelles
- Affichage publicitaire
- Lampadaire
- Plan du réseau de transport
- Informations voyageurs dynamiques et statiques

Accessibilité : Pente et bande d'éveil à la vigilance

Informations voyageurs :

- Ecran à LED affichant le prochain passage et situations exceptionnel
- Annonce sonore en cas d'incident
- Affichage papier de diverses informations (fréquence, plan de la ligne et du réseau)

Billettique : Une borne d'achat de titre de transport par quais, pas de validation à quais



Station INSA - Einstein ©Google Maps, 2022

Desserte :

- Lieux desservis (d'est en ouest):
 - Pôle d'échange multimodal (PEM) de La Soie (métro A, T3, T7 et bus)
 - Zone d'activité (ZA) de la Soie et QPV Sud
 - Pôle de formation et d'enseignement supérieur de Vaulx-en-Velin, son centre-ville, son hôtel de ville
 - QPV et NPNRU (Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain) Grande-île à Vaulx-en-Velin, tronç commun avec le C3
 - Marché Mas des Taureau
 - QPV et NPNRU Saint-Jean et Les Bues Nord à Villeurbanne
 - Campus de la Doua (tronç commun avec T1 et T4)
 - PEM Charpennes (métro A et B, T1, T4 et bus)

=> Desserte Périphérie-Périphérie / Maillage du territoire et du réseau avec le T1/T4 et T3 et désenclavement des QPV

T9 Lyon - Projet Traitement de la voirie



©Sytral, 2023

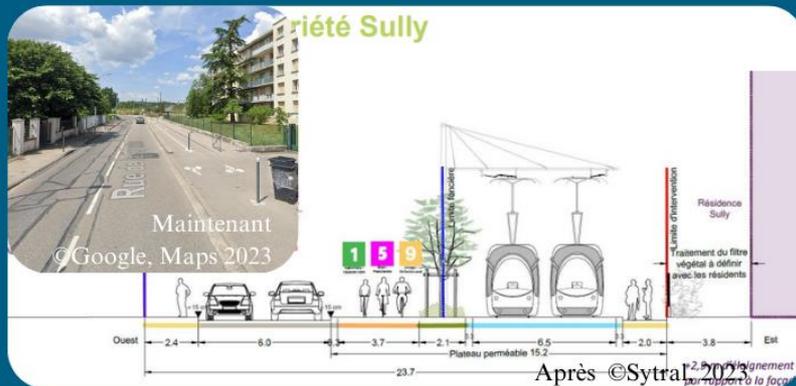
Av. Albert Einstein / Av. Jean Capelle E (Campus) (existant) :

- Insertion de la plateforme tramway entre les avenues
- Stationnement de chaque côté de la voirie Einstein
- Bande cyclable sur Capelle (aspect de contre allée)
- Zone 30 en approche de station
- Aménagement paysagers avec arbres au centre de plateforme tramway engazonnée ou sur le trottoir

=Un aménagement paysager qualitatif, la voiture a conserver un espace important



©Google Maps, 2023



Rue de la Feyssine :

- Site propre tramway latéral sur du foncier actuellement privé
- Prise en compte des aménagements vélo pour les Voies Lyonnaises (présente sur 80% du tracé) qui imposent des gabarits
- Des trottoirs généreux (>1,40m réglementaire)
- Végétation le long de la plateforme tramway et le long des résidences pour filtrer les nuisances

= Un voie requalifié, élargie pour le tramway mais avec une amélioration de la végétation et aménagements pour les modes actifs

Rue Emile Zola :

- Actuellement :
 - Un site propre trolleybus axial avec de part et d'autre une voie de circulation générale
 - Stationnement avec arbres de chaque côté de la voirie
 - Pas d'aménagement cyclable
- Après :
 - Un site propre commun entre le tramway et le trolleybus C3 sur 1 km (les deux LAC seront parallèles)
 - Suppression du stationnement et de la circulation voiture
 - Elargissement des trottoirs et création d'une piste bidirectionnelle pour la Voie Lyonnaise 5

= Un espace rendu aux modes actifs et TC



©Sytral, 2023

T9 Lyon

Ouvrages d'arts



NOUVEAU PONT DÉDIÉ AU TRAMWAY, PIÉTONS ET CYCLISTES

Traversée du Canal de Jonage :

• A l'origine :

- Pont en 2x1 voie avec un aspect très routier
- Trottoir de 3 m de large d'un seul côté

• Le pont routier est conservé mais un nouveau pont dédié au tramway piétons et cyclistes est construit :

- Plateforme tramway en site propre double sens
- Piste cyclable bidirectionnelle pour Voie Lyonnaise 1, 5 et 9
- Large trottoir pour circulation piétonne

= Une nouvelle infrastructure exclusivement dédiée aux 'modes doux'



Pont de la Soie :

• A l'origine :

- Pont en 2x2 voie
- Voie verte 4 m séparé du reste du pont par un mur anti-bruit



VAULX-EN-VELIN PONT DE LA SOIE

• Transformé en :

- 2x1 voie pour la circulation générale
- Site propre tramway au centre
- Large piste bidirectionnelle et trottoir séparé

=> Réutilisation d'infrastructure = place prise à la voiture'

T9 Lyon

Exploitation et Coûts



Exploitation :

- Services : Troncs commun avec le T1 et T4 sur 7 stations, entre le campus de la Doua et le PEM de Charpennes
- 36 min entre les deux terminus
- Fréquence :
 - 10 min en heures de pointe
 - Possibilité de descendre à 6 min maximum si la fréquentation le nécessite
- Amplitude horaire : 5h à 1h

Matériel Roulant:

- Alstom Citadis 302 (récupéré sur le T4)
 - Caractéristiques techniques :
 - 5 caisses, 100% plancher bas
 - Longueur : 32,5 m
 - Largeur : 2,4 m
 - Capacité : ~272 places
 - Poste de conduite à chaque extrémité et porte de chaque côté
- => Pas besoin de boucle de retournement
- Vitesse maximale 70 km/h
 - Traction électrique par LAC
- Design : Blanc

Coûts :

Projet du T9 : 290 millions pour 8,8km d'infrastructure à créer soit 33 M/€km

- Dont 32 millions pour les ouvrages d'art
- 41 carrefours à aménager
- Un réaménagement important pour la prise en compte des modes actifs de façon qualitatifs

Coûts pour l'utilisateur (tarif en vigueur en septembre 2023) :

- 2€ ticket 1 voyage
- Abonnement mensuel 26 - 64 ans : 69,40€
- Abonnement annuel 18-25 ans : 250€
- Gratuité -4 ans

Historique des évolutions et projets :

En 2021, la Sytral annonce la création de trois nouvelles lignes de tramway, le T8, T9 et T10, afin de réduire la pollution dans la 2ème métropole de France. Cependant, le T8 est abandonné la même année.

Le T9 et le T10 ne sont pas les seuls projets en cours :

- Prolongement du métro B au sud (octobre 2023)
- Prolongement du T6 à la Doua (2026)
- Tramway de l'ouest Lyonnais (2031)
- BHNS Part-Dieu <> Sept Chemins

Quant à l'évolution du T9, il est prévu dans les aménagements de prendre en compte de possible prolongement.

Objectifs du projet :

- Desservir les quartiers prioritaires de la ville et accélérer le renouvellement urbain
- Mailler le réseau de TC en reliant des pôles d'échanges importants (+ enjeux d'interface avec le trolleybus C3)
- Accorder une place importante aux modes actifs au dépend de la voiture afin d'apaiser la ville
- Végétaliser l'espace public et mettre en valeur le patrimoine

Busway 4 Nantes (BHNS)



©Wikipedia, 2022

Identité :

- Nom de la ligne : 4
- Terminus : Foch-Cathédrale - Porte de Vertou
- Localisation : Nantes, Saint-Sébastien-sur-Loire, Vertou
 - 320 732 ; 27 958 ; 25 879 hab. (2020)
 - 65,19 ; 11,66 ; 35,58 km²
 - 4 920 ; 2 398 ; 725 hab/km²
- Agglomération : Nantes Métropole
 - 672 420 hab. (2020)
 - 523 km²
 - 1 271 hab/km²
- Propriétaire : Nantes Métropole
- Exploitant : SEMITAN
- Nom du réseau : Naolib

- Mise en service : 2006 (1 an 1/2 travaux)
- Longueur : 7 km
- Stations : 15
- Interdistance : ~470 m
- Fréquentation : 9,3 millions (2019) - 43000 v/j
- Position dans réseau TC : 1

Profil :

- Insertion :
 - Site propre bidirectionnel : 5,05 km
 - Unidirectionnel : 0,53 km
 - Site partagé : 0,33 km
 - Site banal : 0,73 km

= 91% de site propre (accessible aux véhicules d'urgences en intervention)

- Priorité carrefours : Oui
- Girations : 7 soit une toute les ~1 km

= Vitesse commerciale : 20 km/h

Stations

Longueur des quais : 24 m (44 m pour la station Îles de Nantes commune au Busway 5)

Quais : Latéraux

Mobilier/Design :

- Abris et arbres
- Banc ou assises debout
- Borne de vente de titre de transports
- Poubelles
- Cendriers
- Affichage publicitaire
- Lampadaire
- Plan du réseau de transport
- Informations voyageurs dynamiques et statiques

Accessibilité : Pente et bande d'éveil à la vigilance

Montée possible par toutes les portes (PMR à la porte 2)

Informations voyageurs :

- Ecran à LED affichant le prochain passage et situations exceptionnel
- Annonce sonore en cas d'incident
- Affichage papier de diverses informations (fréquence, plan de la ligne et du réseau)

Billettique : Une borne d'achat de titre de transport par quais, pas de validation à quais



Station Gréneraie ©Google Maps, 2023

Desserte :

- Lieux desservis (du nord au sud):
 - Centre-ville et pôle d'échanges de Foch-Cathédrale
 - Château des ducs de Bretagne (correspondance avec le T1)
 - La Cité des Congrès
 - L'Île de Nantes (correspondance avec le Busway 5, Centre commerciale Beaulieu)
 - PEM dont P+R Gréneraie
 - QPV Le Clos Toreau
 - P+R et Lycée des Bourdonnières et de la Joliverie
 - P+R des Maraîchers et de la Porte de Vertou

=> Desserte Centre-Périphérie avec logique d'amélioration de la desserte de l'Île de Nantes et de rabattement sur la ligne (P+R et lignes de bus normales) - Un tracé linéaire pour plus de rapidité

Busway 4 Nantes

Traitement de la voirie



©Wikipedia, 2022

Bd. de Vendée :

- Site propre bidirectionnel inaccessible
 - Séparé de la voirie par un terre-plein planté de ~5 m
- Chaussée générale requalifié en boulevard urbain avec insertion de stationnement latéral vers le nord et bande cyclable de chaque côté
 - Réduction de la vitesse à 50 km/h (70 km/h sur la portion non requalifié)

= Une pénétrante en partie apaisée au regard de ce qui se faisait dans les années 2000



Avant ©IGN, 2000

Après ©Google, Maps 2022

Rue des Bourdonnières :

- Site propre axial unidirectionnel alterné (site banal pour le sens contraire), identifiable par un revêtement clair commun à toute la ligne
 - Inversement du sens au niveau d'une impasse résidentielle
 - interruption momentanée du site propre
 - Sur les intersections plus importantes (dont traversées de giratoire) le bus à la priorité par les feux
- Le stationnement a été supprimé
- Zone 30 au niveau des stations avec ralentisseur sur toute la longueur de station

= Une insertion de site propre dans un quartier résidentiel mais peu d'espaces dévolus aux vélos



Avant ©IGN, 2000

©Google Maps, 2022

Bd. Général de Gaulle (Île de Nantes):

- Site propre axial bidirectionnelle inaccessible
 - Séparé de la voirie par de larges espaces piétons plantés
 - Entre les deux voies bus : une rangée d'arbres
- Une voie de circulation générale de part et d'autres du site propre avec bande cyclable et encore des trottoirs et des bandes plantées séparant la voirie des façades
- Zone 30 avec ralentisseur au niveau des stations

= Transformation d'une autoroute urbaine en un boulevard urbain accessible aux modes actifs



©Google Maps, 2019

Busway 4 Nantes

Ouvrages d'arts et développement urbain



Pont Georges Clemenceau (sur la Loire) :

- A l'origine :
 - Pont en 2x2 voies avec des trottoirs
- Transformé en :
 - Pont à 2x1 voie et site propre axial bidirectionnel
 - Insertion de piste cyclable sur les trottoirs
 - Transformation de l'échangeur sud en un PEM avec P+R

= Un pont qui reste très routier mais dont la circulation est facilitée pour le bus sur cet axe souvent congestionné



Porte de Vertou :

- A l'origine :
 - Sortie de rocade avec un espace non urbanisé
- Transformé en :
 - PEM avec P+R
 - Logements individuelles et collectifs
 - Equipement publics (crèche), bureaux et concessionnaire automobile

= Densification de l'urbain à proximité des TC structurants

Station Île de Nantes :

- A l'origine :
 - Place importante accordée à la voiture (2 giratoires larges, parking)
 - Tours de logements collectifs et bâtiments éparses
- Transformé en :
 - Place végétalisée réservée au piétons en parallèle de la station = Réduction de la place de la voiture
 - Densification du bâti avec transformation des parking (logement, commerces, bureaux, éducation)

= mixité des usages (bâti) et partages de la voirie



Busway 4 Nantes

Exploitation et Coûts



©Wikipedia, 2022

Exploitation :

- **Services** : Troncs commun avec la ligne 5 sur 1 station (200 m de linéaire), sur l'Île de Nantes
 - Site propre uniquement accessible aux Busways (autres bus sont exclus)
- 21 min entre les terminus
- **Fréquence** :
 - Heures de pointe : **3 min**
 - Heures creuses et samedi : 5-10 min
 - Dimanche : 10-15 min
- **Amplitude horaire** : 5h à 1h (2h le week-end)

Matériel roulant (depuis 2019) :

- **Hess lighTram 25 TOSA (e-Busway)**
- **Caractéristiques techniques** :
 - Bus bi-articulé
 - Longueur : 24 m
 - Largeur : 2,55 m
 - Capacité : ~200 places
 - Porte seulement du côté droit

=> Nécessité de pouvoir faire demi-tour aux terminus et pas de quais centraux

- Vitesse maximale 70 km/h
- Bus électrique avec recharge rapide (15sec) par bras articulé dans les 4 stations équipées
- Pas de bouton pour demander la descente

=> Arrêt systématique

- Utilisation de la signalétique lumineuse tramway pour la priorité aux carrefours
- **Nombre de véhicules** : 22 bus remplaçant les 20 Citaro G GNV BHNS partie sur la ligne 5
- **Design** : Blanc avec un design différents sur la partie haute de chaque véhicule (réalisés par 22 artistes)
- **Ponctualité** : **95%** (2019)

Coûts :

Projet du Busway 4 : 75 millions pour 7 km soit 10,7 M/€km
Financé principalement par la Métropole, avec l'appui de la Région et une subvention de l'Union Européenne.

Les coûts du projet était réparti comme suit :

- Acquisitions foncières : 4 M€ (5,3 %)
- Travaux de voirie : 60 M€ (80 %)
- Acquisition du matériel roulant : 11 M€ (14,7 %)

Pour le changement de matériel, passant de bus articulé à des bi-articulé électrique, les dépenses ont été de 53 M€ en 2019 :

- 26,4 M€ pour le matériel roulant
- Le reste pour les travaux d'infrastructures en stations et aux terminus, et la rémunération des 22 artistes

=> Le transfert du matériel de la ligne 4 vers la ligne 5 a permis d'économiser des coûts pour la ligne 5

Les e-Busway ont été sujets à plusieurs pannes récurrentes lors de leurs mises en service, entravant la bonne exploitation de la ligne

Coûts pour l'utilisateur (tarif en vigueur en septembre 2023) :

- 1,8€ ticket 1 voyage
- Abonnement annuel 12-18 ans : 225€
- Abonnement annuel 26-60 ans : 525€
- Gratuité le week-end

Historique des évolutions et projets :

En 2020, le Chronobus 5 est devenu le Busway 5, apportant un maillage complémentaire sur l'Île de Nantes et permet de relier l'parvis sud de la gare SNCF. Ce maillage devrait être complété par 2 nouvelles lignes de tramways, la 6 et la 7, et la ligne 8 qui devait être aussi un tramway sera finalement une ligne de Busway traversant l'Île de Nantes d'ouest en est par le sud.

Après le label Busway déposé par Transfев en 2004, qui est le premier label déposé pour un BHNS, la SEMITAN a déposé le label e-Busway en 2022.

La ligne 4 pourrait être prolongée au coeur du bourg du Vertou, prolongeant la ligne de 4,5 km au sud.

Source :

Cerema, 2023a
DREAL Pays de la Loire, 20203
France Bleu, 201
Nantes Métropole, 2022
Naolib, 2028

Le Busway 5 c'est :

- 6 km de ligne, 15 stations, interdistance ~400 m
- **65 %** de site propre, même stations Busway 4 (sauf vente de ticket que dans un sens), bus 18m
- **4 min** de fréquence en HP, **93 %** de ponctualité, vitesse commerciale à **18 km/h** et **21 600 v/j**

Fébus Pau (BHNS)



©Wikipedia, 2022

Identité :

- Nom de la ligne : Fébus (F)
- Terminus : Gare de Pau - Hôpital F. Mitterrand
- Localisation : Pau
 - 75 665 hab. (2020)
 - 31,52 km²
 - 2 401 hab/km²
- Agglomération : CA Pau Béarn Pyrénées
 - 162 618 hab. (2020)
 - 343,60 km²
 - 471 hab/km²
- Propriétaire : Syndicat mixte Pau Béarn Pyrénées Mobilités
- Exploitant : SPL STAP
- Nom du réseau : Idelis
- Mise en service : 2019 (3 ans de travaux)
- Longueur : 6 km
- Stations : 14
- Interdistance : ~430 m
- Fréquentation : 6 900 v/j (novembre 2020) , 20 000 v/j à termes
- Position dans réseau TC : 1

Profil :

- Insertion :
 - Site propre bidirectionnel : 3,17 km
 - Unidirectionnel : 1,04 km
 - Site partagé : 0,33 km
 - Site banal : 1,14 km

= 81 % de site propre (accessible aux véhicules d'urgences en intervention)

- Priorité carrefours : Oui
- Girations : 11 soit une toute les ~545 m

= Vitesse commerciale : **17,63 km/h**

Stations

Longueur des quais : 20 m

Quais : Latéraux

Mobilier/Design :

- Abris
- Bancs
- Borne de vente de titre de transports
- Poubelles
- Cendriers
- Affichage publicitaire
- Lampadaire
- Plan du réseau de transport
- Informations voyageurs dynamiques et statiques

Accessibilité : Pente et bande d'éveil à la vigilance
Montée possible par toutes les portes

Informations voyageurs :

- Ecran à LED affichant le prochain passage et situations exceptionnel
- Annonce sonore en cas d'incident
- Affichage papier de diverses informations (fréquence, plan de la ligne et du réseau)

Billetique : Une borne d'achat de titre de transport par quais, pas de validation à quais



Station Boulevard de la Paix ©Google Maps, 2022

Desserte :

- Lieux desservis (du nord au sud):
 - Centre Hospitalier F. Mitterrand et P+R Cliniques
 - en bordure du QPV Ousse Des Bois
 - P+R Catherine de Bourbon
 - Le centre commerciale Tempo (Leclerc, cinéma CGR...) et l'Université
 - En bordure du QPV Saragosse
 - Centre-ville et le Palais Beaumont
 - Gare de Pau

=> Desserte Centre-Périphérie avec accès aux grands équipements urbains, et du rabattement possible avec les P+R

Tracé relativement linéaire hors du centre-ville

Fébus Pau

Traitement de la voirie



Rue Léon Daran :

- Site banal dans le centre-ville où le bâti est dense
 - La voie n'a pas été modifiée avec le BHNS
 - Soumis à une circulation dense en heures de pointe
- = Une voirie peu avantageuse pour le BHNS avec risque de perte de temps



Cours Lyautey :

• A l'origine :

- Un cours en 2x2 voies et 2x1 voie bus en extérieur et du stationnement ponctuel
 - Les sens de circulation étaient séparés par une large bande plantée

• Transformée en :

- En 2x1 de voie générale (ponctuellement 2x2 en approche de carrefours) et 2x1 de voies bus déplacées en intérieure
- Elargissement des trottoirs couplé à la création de pistes cyclables unidirectionnelles
- Chaque modes est séparé des autres par une bande plantée de buissons
- La bande plantée centrale est devenue un parc urbain (parc Jaussely)
- Ralentisseur et limitation à 30 km/h au niveau des stations

= Embellissement d'une artère routière avec de la végétation et un rééquilibrage de l'espace allouée aux différents modes



Fébus Pau

Traitement de la voirie



Av. de Buross

• A l'origine :

- Une 2x1 en mauvais état sans trottoirs continus
- Bande cyclable ponctuellement protégée

• Transformé en :

- 2x1 avec site propre unidirectionnel ponctuel
 - Bande plantée pour le séparer de la voirie
- Requalification de la chaussée pour un meilleur roulement
- Création d'une piste cyclable bidirectionnelle sur trottoir
- Mais aménagement inexistant sur certains tronçons

= Une requalification d'une voirie en mauvais état avec une amélioration partielle pour la circulation des bus et des modes actifs



Place d'Espagne :

• A l'origine :

- Place centrale pour le réseau de bus
- Un espace important dédié au véhicule motorisé
 - 4 voies à sens unique dont 2 voies pour les bus
- Deux rangées circulaires de palmiers
- Des terrasses en pourtour de place



Place d'Espagne :

• Transformé en :

- Suppression de la circulation automobile avec la mise en service du BHNS
- Un site partagé bus, vélo, livraison et riverains
- Agrandissement des espaces dédiés aux piétons
- Palmiers remplacés par des arbres avec plus de surface en terre

= Apaisement du centre-ville

Fébus Pau

Exploitation et Coûts



Exploitation :

- Services : 18 min entre les terminus
- Fréquence :
 - Heures de pointe : **8 min**
 - Heures creuses et samedi : 10-12 min
 - Dimanche : 25 min
- Amplitude horaire : 6h30 à 23h30 (0h30 le week-end)

Matériel roulant :

- **Van Hool ExquiCity 18**
- Caractéristiques techniques :
 - Bus bi-articulé
 - Longueur : 18 m
 - Largeur : 2,55 m
 - Capacité : ~145 places
 - Porte seulement du côté droit

=> Nécessité de pouvoir faire demi-tour au terminus et pas de quais centraux

- Vitesse maximale 70 km/h
- Bus à hydrogène
- Pas de bouton pour demander la descente

=> Arrêt systématique

- Utilisation de la signalétique lumineuse du code de la route pour la priorité aux carrefours

- Nombre de véhicules : **8 bus**
- Design : Couleur métallique
- Ponctualité : **93,7%** (2020)

Coûts :

Projet du BHNS : 74 millions pour 6 km soit 12,3 M/€km

Financé comme suit :

- Syndicat mixte Pau Béarn Pyrénées Mobilités : 57 M€
- Subvention : 17 M€
 - Etat Français : 7,51 M€
 - AFITF au titre du Grenelle de l'Environnement : 5,41 M€
 - ADEME : 2,8 M€
 - Union Européenne : 5,9 M€
 - CA Pau Béarn Pyrénées : 1,722 M€
 - Ville de Pau : 1,4 M€
 - Région Nouvelle Aquitaine : 0,9 M€
 - Département des Pyrénées-Atlantiques : 0,326 M€

Les coûts du projet était réparti comme suit :

- Travaux de voirie (rénovation urbaine) : 55 M€ (74,3 %)
- Acquisition du matériel roulant : 10 M€ (13,5 %)
- Les stations : 3 M€ (4 %)
- Station de production d'hydrogène (4 M€) (5,4 %)

Coûts pour l'utilisateur (tarif en vigueur en septembre 2023) :

- 1€ ticket 1 voyage
- Abonnement annuel -26 ans : 139€
- Abonnement annuel 26-64 ans : 278€

Avantages du projets et ses évolutions :

Un projet à vocation de modèle en termes d'écologie des transports et de réduction des nuisances (réductions des émissions de particules fines et du bruit)

Chiffres clés d'aménagements pour une ville plus durables :

- 5ha d'espaces verts créés dont le parc Jaussely
- 554 arbres plantés
- 5 km de pistes cyclables créées
- 15 km de chemins piétons traités dont 6 nouveaux km créés

Et aussi :

- 10 km de voiries refaites à neuf
- 2 parkings-relais
- 500 places de stationnement créées

La ligne pourrait être complété dans le futur par une seconde ligne de BHNS, cette fois d'orientation Est-Ouest.

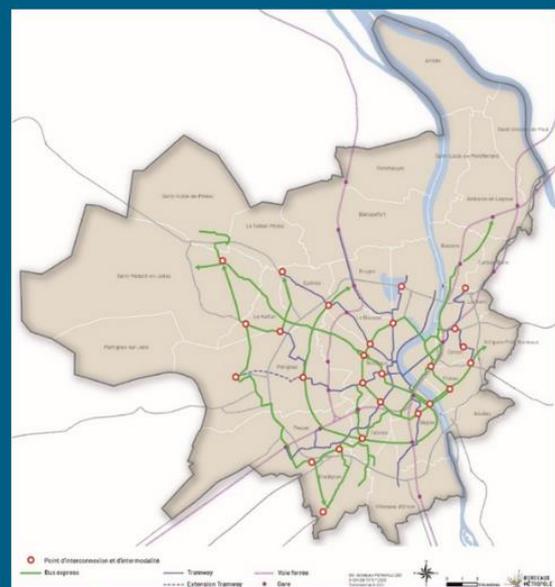
Bus Express Bordeaux

Projet d'un réseau de 7 lignes



Identité :

- Nombre de lignes : 7 en projets/travaux
- Terminus : Foch-Cathédrale - Porte de Vertou
- Localisation : Bordeaux Métropole
- (21 sur 28 communes concernées)
 - 819 604 hab. (2020)
 - 578,30 km²
 - 1 417 hab/km²
- Propriétaire : Bordeaux Métropole
- Exploitant : Keolis
- Nom du réseau : TBM
- Mise en service : 2024 / 2028 (~ 2 ans de travaux par ligne)
- Longueur : +150 km
- Stations : +200
- Interdistance : ~400 à 500 m
- Fréquentation : objectif 50 000 v/j sur la ligne Bordeaux Saint-Jean / Saint-Aubin-de-Mdéoc
- Position dans réseau TC : 2



Objectifs et caractéristiques du projet :

- Développer un maillage d'interconnexions favorisant les liaisons **circulaires** et les liaisons de **périphéries à périphéries**
- Développer la desserte des secteurs majeurs d'activité que sont notamment les opérations d'intérêt métropolitain, l'opération d'intérêt national **Euratlantique**, le **Campus**
- Développer les **liaisons entre la rive droite et la rive gauche**
- **Décarboner** les mobilités

Pour répondre à ces objectifs, un maillage de 7 lignes de Bus Express (BEX) a été proposé. En 2023, seule la ligne Bordeaux-Saint-Aubin est en travaux dont la mise en service est prévue à la mi-2024, les autres en sont à différents stades d'études pour une mise en service prévue entre 2025 et 2028, avec pour certaines, une préfiguration au moyen de Lianes à partir de 2023.

Montée en puissance des lignes de Bus Express (intervalles en HP - tronç commun)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Bordeaux - Saint-Aubin					5'			
Circulaire des boulevards						5'		
Pellegrin - Thouars - Malartic							5'	
Presqu'île - Campus			10'					
Intra-Rocade			10'					
Technobus Extra-Rocade							7'30	
Saint-Jean Artigues				10'				5'

Préfiguration
Cible (offre / aménagements)

©BM, 2023

Charte Bus Express

Afin de garantir l'efficacité de cette nouvelle offre, Bordeaux Métropole a défini une charte pour ces Bus Express, à partir des réflexions et des travaux réalisés pour le Bus Express Bordeaux-Saint-Aubin (anciennement dénommé BHNS) qui était en projet avant le projet de réseau de 7 lignes défini par le nouveau schéma des mobilités de la Métropole, adopté en septembre 2021.

La charte s'articule autour de 3 grands domaines de caractéristiques :

- **Design,**
- **Système de transport,**
- **Modalités d'exploitation.**

Les **caractéristiques communes** aux lignes sont les suivantes :

- Livrée identique pour toutes les lignes
- Nom commercial spécifique
- Pas de ventes de titres de transport à bord
- Amplitude horaire alignée en général sur les horaires de tramways (1h-5h)
- **Sobriété : pas de réaménagement de voirie systématique de façade à façade / pas de déplacement de réseaux systématiques / si possible pas de matériaux luxueux**
- Stations 100 % accessibles
- Bornes d'informations voyageurs, abris, banc, mobiliers en station, etc.
- Wifi à bord des bus
- Station "repère"

Bus Express Bordeaux

Bordeaux - Saint-Aubin (BSA)



Charte Bux Express :

- Les caractéristiques des lignes sont complétées par des **objectifs de performance** :
 - Vitesse commerciale cible = **20 km/h**
 - Régularité = **95%**
 - Fréquence : 5 à 10 min sur les troncs communs en HP
 - Intermodalité assurée avec les voitures et vélos
 - Matériel roulant “zéro émission” à terme
- Avec différents **moyens** mis en oeuvre pour les atteindre :
 - Interdistance plus élevée (qu’un bus normal) entre les stations : 400 à 500 m
 - Site propre privilégié
 - Reconfiguration des plans de circulation
 - Généralisation des priorités aux carrefours à feux

BEX Bordeaux - Saint-Aubin :

- 6 communes traversées :
 - Bordeaux, Mérignac, Eysines, Le Haillan, Saint-Médard-en-Jalles, Saint-Aubin de Médoc
- 42 km et 21 stations = 1h de trajet
- Fréquence : 5 min (10 min à Saint-Aubin-de-Médoc)
- 50 000 v/j de prévu
- 2 parcs relais
- **50% d’aménagements en site propre**



Le BEX BSA dessert la gare Saint-Jean, le quartier Mériadeck puis remonte au travers de Caudéran pour rejoindre le centre du Haillan puis celui de Saint-Médard-en-Jalles et de Saint-Aubin du Médoc

©BM, 2022

Une grande partie des travaux du BEX BSA, consiste à la requalification de la voirie avec une réduction de la place allouée à la voiture sans pour autant créer des aménagements importants pour le bus, au risque qu’il se retrouve coincé dans la circulation.

Les aménagements vélos sont également assez pauvres comme sur le cours de la Marne où ils sont mêlés à la circulation générale ou aux couloirs bus quand il y en a.

©Colin B., 2023



Site propre axial unidirectionnel alterné sur l’avenue Pasteur au Haillan.

Les trottoirs n’ont pas été tous réaménagés et les aménagements cyclables consistent à des bandes cyclables

©Colin B., 2023

Bus Express Bordeaux

BSA - Matériel roulant



©SCE, 2022



©La Tribune Bordeaux, 2023

Matériel roulant :

- **VDL Citea Nouvelle Génération**
 - Caractéristiques techniques :
 - Bus articulé
 - Longueur : 18 m
 - Largeur : 2,55 m
 - Capacité : ~153 places
 - Porte seulement du côté droit
- => Nécessité de pouvoir faire demi-tour au terminus et pas de quais centraux
- Vitesse maximale : 70 km/h
 - Bus électrique, recharge en terminus ou dépôt (autonomie 500 à 600 km)
 - Pas de bouton pour demander la descente

=> Arrêt systématique

- Nombre de véhicules : 40 bus
- Design : Bleu foncé avec logo TBM

Stations :

Longueur des quais : 24 m

Quais : Latéraux

Mobilier/Design :

- Abris
- Bancs
- Borne de vente de titre de transports
- Poubelles
- Affichage publicitaire
- Lampadaire
- Plan du réseau de transport
- Informations voyageurs dynamiques et statiques



Station *Victoire* aménagée avec deux quais consécutifs afin d'accueillir le BEX et les nombreuses lignes de bus qui passent ici, la station est située en site partagé bus/vélo non protégé de la voirie générale

©Colin B., 2023



Station *Mairie du Haillan* aménagée selon le concept de station apaisée, c'est-à-dire situé en pleine voie pour que le bus retienne la circulation quand il est à l'arrêt et qu'il ait la voie dégagée à son redémarrage

©Colin B., 2023

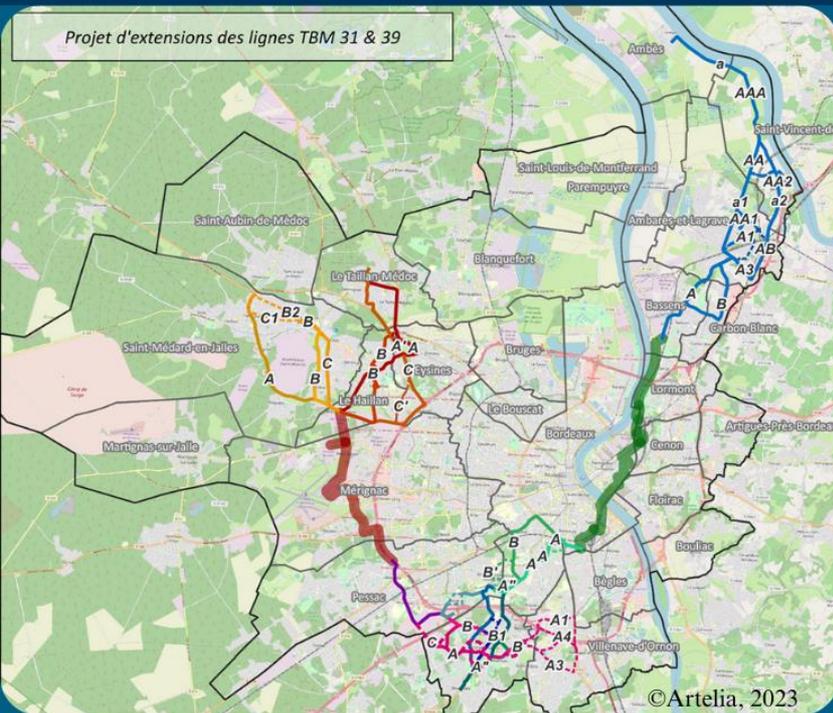
Coûts du projet :

- 154,6 M€ pour 21 km, soit **7 M€/km**
 - 6,83 M€ de subventions de l'Etat

Coût d'exploitation : **6 €/km**

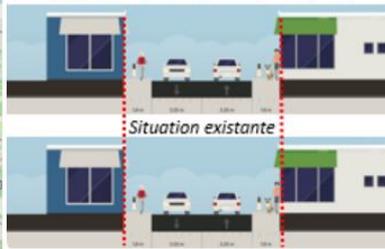
Bus Express Bordeaux

Presqu'île - Campus



Le BEX Presqu'île - Campus est actuellement au stade d'étude, des études centrées sur la recherche d'itinéraire en extrémité de ligne, avec des premières propositions d'aménagements en axant sur la sobriété des coûts.

rofil en travers Limite chaussée existante



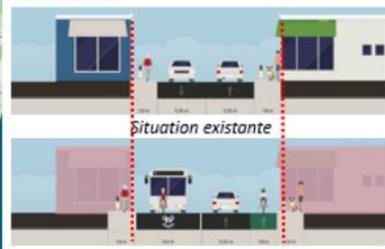
Conservation de l'aménagement existant



Plan de circulation actuel

©Artelia, 2023

rofil en travers Limite chaussée existante



Variante 1



Situation reprise du plan de circulation

BEX Presqu'île - Campus :

- 10 communes traversées :
 - Gradignan, Pessac, Talence, Bordeaux, Cenon, Lormont, Bassens, Ambarès-et-Lagrave, Saint-Vincent-de-Paul et Ambès
- Desserte d'Euratlantique et du Campus et interaction forte avec les gares du RER Métropolitain en rive droite
- ~29km à 41km selon si la commune s'arrête à vers Ambarès-et-Lagrave ou continu jusqu'à Ambès
- Un tracé peu linéaire dans des espaces contraints et voirie résidentielle
- 2 terminus au sud : Pessac Photonique et Gradignan Beausoleil (fourche à partir du Campus)
- Objectif de fréquence : 5 min entre la fourche du Campus et Quai Français en rive droite, le reste du tracé aura des fréquences plus faibles en fonctions des besoins (terminus partiels au nord ?)

Les stations :

- Quais de 24 m
- Notion de **station repère** = stations les plus reconnaissable mais pas systématique, vente de titres de transports seulement dans ces stations

Sites propres :

- Sobriété des aménagements qui est un point central de l'aménagement des BEX. L'objectif est donc de limiter la mise en place de sites propres aux endroits nécessaires comme les intersections afin de pouvoir donner la priorité au bus, notamment au moyen d'un couloir d'approche tout en limitant les coûts

Rue du Président Coty (Ambarès-et-Lagrave) :

- 2 propositions d'aménagements :
 - une avec conservation de l'existant,
 - la seconde avec la création d'aménagements bus et vélo mais ayant un impact sur le plan de circulation et sur le foncier.
- Ainsi, le choix se porterait plutôt sur la conservation de l'existant afin de limiter les coûts (au risque que la circulation bus soit dégradée en heures de pointe)

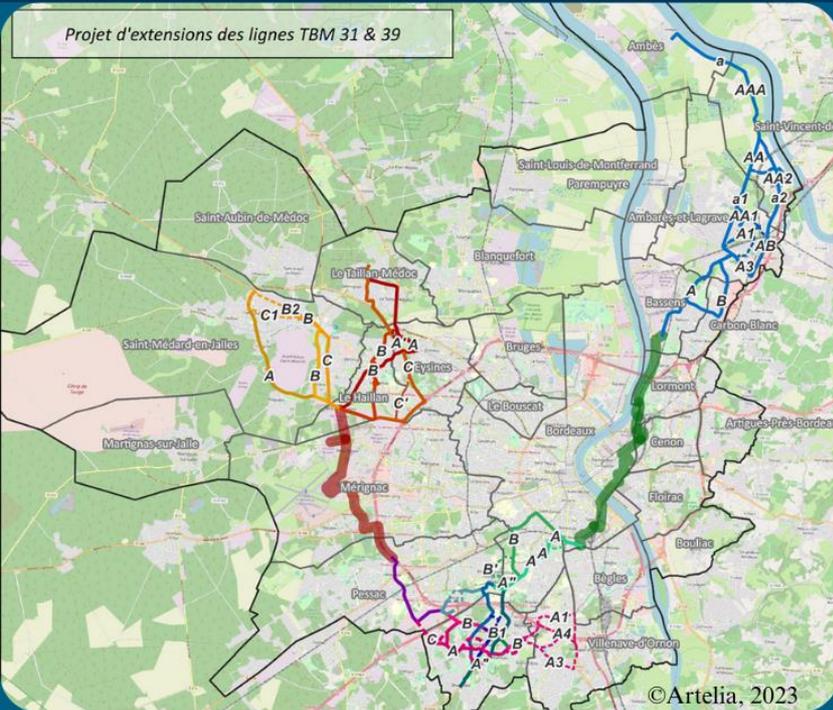


La ligne pourra aussi bénéficier d'aménagements qualitatifs ponctuels comme au niveau du pont de la Palombe qui traverse les voies ferrées au sud de la gare Saint-Jean et qui comprend un site propre bus bidirectionnel.

©Google Maps, 2022

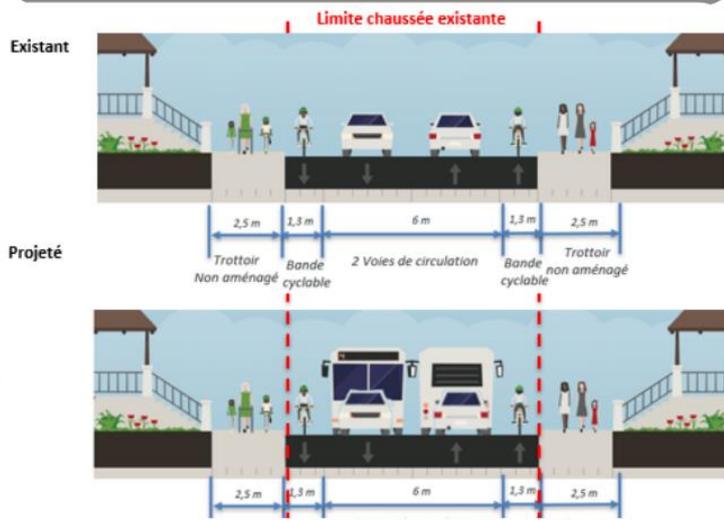
Bus Express Bordeaux

Technobus Extra-Rocade



Le BEX Technobus Extra-Rocade est actuellement au stade d'étude, des études centrées sur la recherche d'itinéraire en extrémité de ligne, avec des premières propositions d'aménagements en axant sur la sobriété des coûts.

Sur le tronçon centrale de 5 Chemins à Pessac, de nombreux sites propres ont déjà été réalisés.



Route de Feydit (Saint-Médard-en-Jalles) :

©Artelia, 2023

• Une proposition sans aménagements :

- Permet de limiter les coûts dans une rue sans trafic automobile saturé
- N'oblige pas à améliorer les déplacements des modes actifs (bande cyclable peu large (1,3 m))
- Pas de contrainte sur la circulation automobile, le bus ne semble alors pas avantageux

• Plus au nord sur cet axe la Technobus pourra **bénéficier des stations aménagées du BEX BSA**



©Google, Maps 2023



©Colin B., 2023

Création de voies réservées au bus sur la rocade entre la sortie 12 et 13 (limité à 70 km/h pour les bus) à la place de la bande d'arrêt d'urgence, cette voie est matérialisée par de la peinture.

Des sites propres bus (uni- ou bidirectionnels) sont aménagés dans la ZA de Bersol, et des piste cyclable de qualité ont été créées.

BEX Technobus Extra-Rocade :

- 8 communes traversées :
 - Saint-Médard-en-Jalles, Le Taillan-Médoc, Eysines, Le Haillan, Mérignac, Pessac, Gradignan et Villenave-d'Ornon
- Desserte de l'Aéroparc (zone d'emploi majeure) et de l'Aéroport, connexion avec le RER Métropolitain à Pessac Alouette, desserte du site du CHU Haut-Lévêque et de la ZA de Bersol
- ~38km
- Un tracé peu linéaire dans des voiries résidentielles mais aussi des grands axes linéaires comme la rocade
- 4 terminus : ZA du Picot à Saint-Médard-en-Jalles, et Le Stade au Taillan-Médoc au Nord, Pessac Photonique à Pessac, et Villenave Pyrénées à Villenave-d'Ornon au Sud
- Objectif de fréquence : 7'30 min entre la fourche de Cinq Chemins au Nord et Pessac Photonique au sud, la fréquence sera de 15 min sur les branches en HP

Les stations :

- Quais de 18 m
- Notion de **station repère** = stations les plus reconnaissables mais pas systématique, vente de titres de transports seulement dans ces stations

Sites propres :

- Sobriété des aménagements, point central de l'aménagement des BEx, donc l'objectif est de limiter la mise en place de site propre aux endroits nécessaires comme les intersections afin de pouvoir donner la priorité au bus, notamment au moyen d'un couloir d'approche

Au travers de ce benchmark nous avons pu décrire six exemples de TCSP, trois de tramways et trois de BHNS, ils possèdent chacun des spécificités dans certains domaines comme le traitement de la voirie, au regard de la réglementation existante au moment de leur construction et des conjonctures nationales et locales, mais également des similarités pour certains comme le matériel utilisé ou encore l'aménagement des stations et le mobilier disponible.

2.2. Benchmark, leçons et conclusions : similarité, différence et temporalité

Ce benchmark permet de tirer de multiples enseignements, d'appuyer des propos évoqués précédemment notamment dans la définition du tramway et du BHNS, et également, d'apporter des pistes de réponses à la problématique de ce mémoire qui est « Le BHNS, le transport à la mode dans les villes après trois décennies en faveur du tramway, entre bas coûts et modularité, de nombreux avantages, mais avec quelles limites ? ». Au regard, du nombre d'exemples détaillés, les analyses de ce benchmark n'ont pas vocation à être de nature quantitative, mais plutôt qualitative pour mettre en avant certaines grandes tendances et points intéressants, du fait que, ce benchmark a décrit une liste d'exemple non exhaustive mais dont chaque exemple se veut représentatif, dans certaines limites, d'une certaine catégorie d'agglomérations, à une certaine époque, où il a mis en place sa ou ses lignes de TCSP en surface. De plus, chaque projet à ses propres particularités qui le rend unique. Nous analyserons ce benchmark selon différents thématiques, avec pour chacun des thématiques un triple regard, celui des similarités, celui des différences, et celui de la temporalité. La première thématique sera celle du domaine d'emplois des tramway et BHNS, puis, la transformation de la voirie pour le TCSP et les autres modes, et pour finir, l'aspect des coûts, posant une dernière question sur l'image que renvoie aux habitants ce type de projet.

2.2.1. Tramway et BHNS, domaine d'emploi commun

Comme il a pu être évoqué par la définition du Cerema (ou Cete) le tramway et le BHNS sont des transports que l'on retrouve en milieu urbain, et dans agglomération de tailles très variables. Ainsi, pour les 6 projets présentés dans le benchmark, la taille des collectivités territoriales, l'entité qui correspond au périmètre du réseau de transport duquel font partis les lignes de tramway et BHNS, varie entre 160 000 et 1,4 millions d'habitants. La taille de l'agglomération semble être corrélée avec le choix du mode mis en place, ou si les deux existent, l'ordre dans lesquels ils ont été inauguré. Pau, et sa collectivité territoriale (CT), est le seul des 6 exemples à n'avoir qu'un BHNS, inauguré en 2019, comme mode de transports et c'est la CT avec le moins d'habitants. Elle est représentative d'une tendance dans laquelle les CT, encore non équipées en TCSP, qui sont généralement de moins de 200 000 habitants, comme Amiens en 2019, Cherbourg en 2024²⁸ et Limoges en 2028²⁹, décident de mettre en place un BHNS comme premier TCSP, notamment pour des raisons de coûts, sur lesquels nous reviendrons. Cela permet d'expliquer le graphique suivant qui met en lumière un développement des BHNS fort dans des villes encore non équipées par ce transport depuis les années 2010, par rapport au tramway qui ne se développe dans les villes non dotées en tramway depuis les années 2015. Entre 2020 et 2023, la création de nouveau de BHNS stagne mais repars à la hausse selon les prévisions des 10 ans à venir. Cette stagnation peut s'expliquer par la forte création de ligne qu'il y a eu à partir de 2012, faisant suite aux trois appels à projets, de transports collectifs en site propre, de l'Etat qui ont eu lieu en 2008, 2010 et

²⁸ Cap Cotentin : <https://www.capcotentin.fr/le-bus-nouvelle-generation/> (26/09/2023)

²⁹ Le populaire du centre, 4 mars 2023 : https://www.lepopulaire.fr/limoges-87000/actualites/trace-calendrier-tarifs-cout-du-chantier-le-point-sur-le-futur-bus-a-haut-niveau-de-service-de-limoges-metropole_14270835/ (26/09/2023)

2013, dont le dernier a concerné 54 projets de BHNS ou équivalent, pour lequel les travaux devaient commencer avant 2018³⁰, et les travaux durant généralement 2 ans, ils se sont finis en 2019. A cela s'ajoute le fait que le quatrième appel à projets n'est survenu qu'en 2020, pour la période 2021-2025, expliquant le regain d'agglomération se dotant d'une ou de premières lignes de BHNS dans les années à venir. Pour certain projet, l'explication est différente comme le BEX BSA de Bordeaux dont l'annulation de la DUP en 2018³¹ a retardé le projet de plusieurs années.

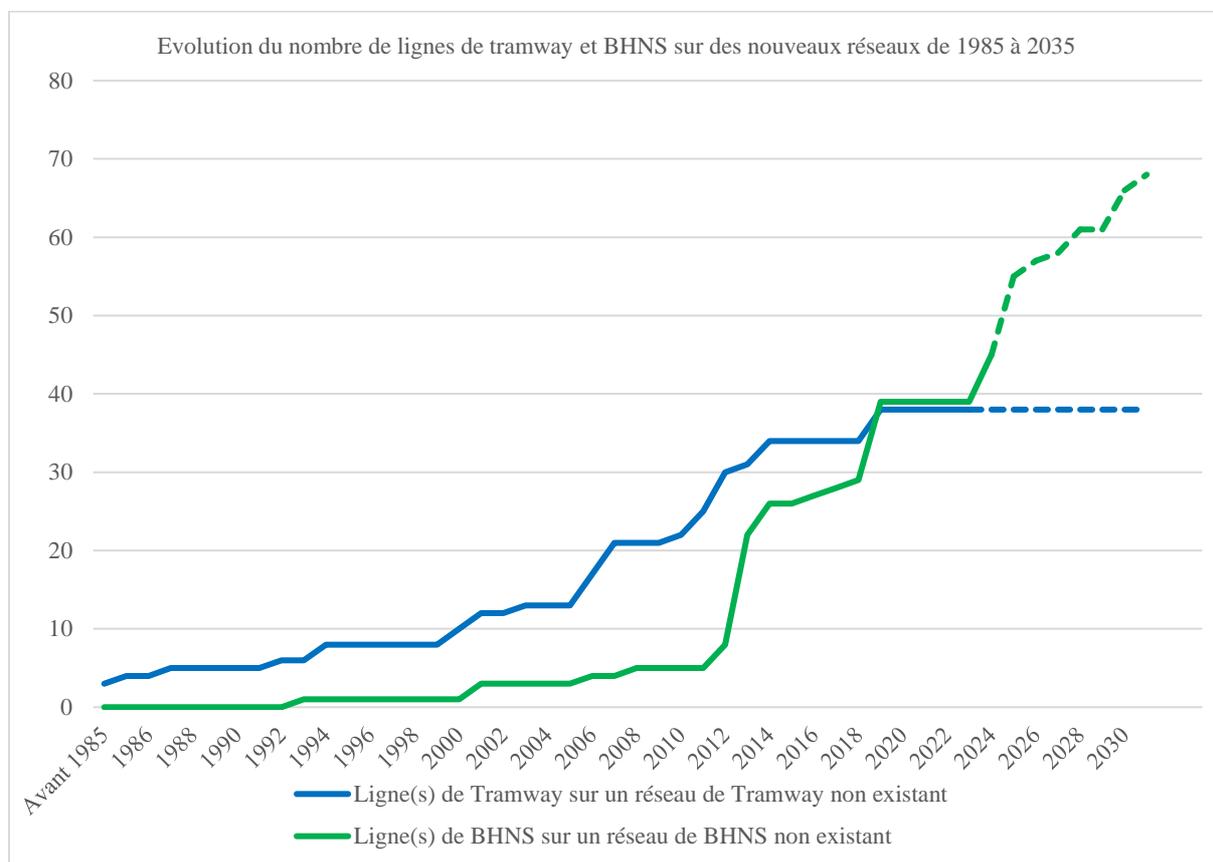


Figure 42 : Graphique de l'évolution du nombre de lignes de tramway et de BHNS en France dans des villes ne possédant pas déjà ce même type de TC, Source : Bouvet C., IAUGL - Masteur UA, 2023

Les agglomérations de Angers (2011), Bordeaux (2003), Le Mans (2007) et Nantes (1985) ont construit un réseau de tramway comme premier TCSP, complétés par une première ligne de BHNS en 2024 pour Bordeaux, 2016, Le Mans et Nantes en 2006. Quant à l'agglomération de Lyon, c'est d'abord le métro qui a été inauguré en 1978 puis le tramway en 2001. Donc assez logiquement, plus l'agglomération est grande, plus il est probable que celle-ci opte pour un transport plus capacitaire. Cependant, des exceptions existent, comme Toulon, neuvième agglomération française, qui à ce jour n'a qu'un projet de BHNS dont le tracé n'est pas encore arrêté³².

Ce benchmark nous permet également de mettre en valeur le fait que les tramways et BHNS répondent à des logiques de tracé relativement proche. Le modèle le plus courant est celui de la desserte centre-périphéries (T1 Le Mans, ligne B et C Angers, Busway 4 Nantes, Febus Pau, et BEX BSA Bordeaux)

³⁰ Banques des territoires, 2014, <https://www.banquedesterritoires.fr/3e-appel-projets-transport-collectifs-et-mobilite-durable-99-projets-retenus> (27/09/2023)

³¹ 20 minutes, 21 mai 2018 : <https://www.20minutes.fr/bordeaux/2274523-20180521-bhns-bordeaux-saint-aubin-conseil-etat-confirme-annulation-declaration-utilite-publique> (27/09/2023)

³² Actu.fr, 10 juin 2023 : <https://www.varactu.fr/le-superbus-debarque-a-toulon-prochainement/> (26/09/2023)

avec une desserte des grands équipements urbains comme la gare, le campus ou l'hôpital, et rejoindre des communes périphériques moins denses avec généralement des parkings relais en bout de ligne. Le désenclavement des QPV, et leur transformation urbaine s'ils font partie du NPRNU (quartier faisant l'objet d'un renouvellement urbain), qui sont des quartiers qui concentrent des populations pauvres, est également souvent un enjeu important, ainsi dans tous les exemples du benchmark le tracé passe au cœur ou à proximité d'un QPV. La conséquence de ce type de desserte (équipements urbains, NPRNU...) est des tracés sinueux qui impacte négativement et durablement la vitesse commerciale des lignes, encore plus pour le tramway qui est particulièrement lent dans les courbes (Zembri, 2012).

Cette notion de tracé sinueux vaut également pour les trajets de périphérie à périphérie comme le démontre l'exemple du T9 à Lyon. La notion de desserte de périphérie à périphérie sans desservir le centre se développe plus récemment, à l'exception de la région francilienne où le T1, inauguré en 1992, dessert les communes de la première couronne au nord de Paris sans passer par Paris. L'un des premiers exemples, hors de la région Île-de-France est le T6 à Lyon inauguré en 2019. L'objectif de ces tracés périphérie est de désaturer les tronçons de TC souvent saturé dans le centre, mais aussi de raccourcir les trajets pour les gens qui ne cherchent pas à se rendre dans le sens. C'est une logique qui touche principalement les plus grandes agglomérations car cela nécessite d'avoir un besoin de déplacement suffisant pour justifier la mise en place d'un TCSP sur ce type d'axe.

La logique périphérie-périphérie accompagne une autre logique que les Bus Express de Bordeaux permettent d'illustrer, c'est la notion de mise en place d'un réseau, qui maille le territoire, d'une façon condensée dans le temps. C'est-à-dire que plusieurs lignes sont inaugurées en très peu de temps et permettent d'irriguer une grande surface de la ville. Cette façon de faire, se distingue de ce qu'il a pu se faire des années 1980 jusqu'au début des années 2010, où les lignes étaient inaugurées une par une, ou alors avec un tronç commun avec deux branches qui était finalement transformé en deux lignes, c'est le cas du T1 au Mans, ça l'a été pour le T1 à Lyon également. D'autres exemples viennent corréliser la logique de réflexion en réseau qui s'opère maintenant, comme le T9 à Lyon, qui a été annoncé en même temps que le T10 et le T8 (qui lui a été abandonné par la suite), les Bustram de Montpellier qui prévoit la construction de 5 lignes de BHNS³³, ou encore les 4 lignes du BHNS d'Amiens inaugurée en 2019. Les BHNS et les tramways sont donc assez similaires sur leur emploi, ils sont d'abord employés pour réaliser des dessertes centre-périphérie en cherchant à désenclaver des quartiers soumis à des discontinuités fortes tels des fleuves ou grands axes routiers et relier les grands équipements, puis viendront ensuite les liaisons de rocade, si la taille de l'agglomération justifie un TCSP pour ce type de flux, avec un mode différent. La taille de l'agglomération est en lien direct avec la présence d'un BHNS ou d'un tramway comme premier mode de TCSP mis en place.

2.2.2. Un traitement de la voirie à géométrie variable

La transformation de la voirie liée à l'insertion d'un tramway ou d'un BHNS peut-être très variable d'un projet à l'autre, notamment en fonction de l'époque à laquelle il a été réalisé. La réglementation sur la requalification de la voirie ayant évolué, tant pour l'accessibilité PMR que pour les cycles, il y a aujourd'hui un traitement imposé plus important dans le cas de travaux de voirie qu'il n'y en avait lors des premiers projets de tramway et BHNS avant 2005. Mais la transformation de la voirie est aussi une histoire de coûts et de volonté politique, c'est pourquoi chaque projet est très différent dans son traitement de la voirie et la place qu'il accorde à chaque mode. La différence est exacerbée entre tramway et BHNS du fait que par ses rails à insérer sur tout le long du linéaire, le tramway oblige à une réflexion continue sur tout le long du tracé, tandis que le BHNS pourra s'en affranchir sur les sections sans insertions de sites propres nécessitant des travaux de voirie. Cependant, même sans insertion sur

³³Bustram : <https://bustram.montpellier3m.fr/> (26/09/2023)

voirie, la collectivité pourra faire le choix de réaliser travaux de requalification. C'est le cas à Bordeaux sur certaines sections, notamment en centre-ville, du BEX Bordeaux Saint-Aubin, où le bus circulera dans la circulation générale, mais la voirie a été reprise notamment les trottoirs, pour les mettre aux normes d'accessibilités.

La différence de requalification entre tramway et BHNS peut se voir sur plusieurs types d'aménagements, notamment la piétonnisation des places. La comparaison entre l'exemple du tramway du Mans et du BHNS de Pau permet d'illustrer ce propos. Au Mans, la mise en place du tramway a permis de piétonniser la place de la République quasiment à 100%, ne laissant qu'une voie pour les bus en bord de place, et le tramway au centre. Au niveau de la gare, le tramway a supprimé le parking et l'accès direct au bâtiment voyageur pour les automobilistes, laissant place à une grande esplanade piétonne. Tandis qu'à Pau, sur la place d'Espagne, si l'espace automobile et bus a été réduit à un double sens bus, celui-ci reste accessible au riverain, et le revêtement en goudron noir n'inspire pas une notion de piétonnisation comme c'est le cas avec le revêtement de la plateforme tramway de la même couleur que les espaces piétons au Mans.



Figure 43 : Place d'Espagne à Pau (à gauche avant (haut)/après (bas)) et place de la République (à droite avant (haut)/après (bas)), Source : Benchmark, Colin B., 2023

La places des modes actifs, si elle peut être différente entre un BHNS et un tramway, notamment du fait qu'elle ne sera pas améliorée si la voirie n'est pas reprise du fait de l'absence de site propre, comme il est prévu sur certains projets de BHNS vu dans le benchmark, est aussi très différente d'un projet de tramway à un autre projet de tramway, où même au sein d'une ville.



A Angers, les tramways B et C, ont permis la création de piste cyclables sécurisés le long de certains axes, mais par endroit, les aménagements sont beaucoup moins sécuritaires, notamment en approche d'intersection où l'aménagement s'arrête et les vélos sont renvoyés dans la circulation générale.

Figure 44 : Interruption d'une piste cyclable en approche d'intersection sur l'Av. du Général Patton, le long de la nouvelle ligne de tramway, Google Maps, 2022

Tandis qu'à Lyon, sur le T9, la prise en compte des piétons et des voies Lyonnaises pour le vélo (un réseau de pistes cyclables de qualité et larges), est centrale dans la réflexion de l'insertion du tramway, et elle est prioritaire sur la place allouée aux automobilistes dans les aménagements. Cependant, même à Angers, la prise en compte des cyclistes est meilleure que ce qu'il se faisait dans la majorité des villes françaises et leur projet de TCSP, où dès que l'espace était plus contraint, les aménagements cyclables disparaissaient, c'est le cas du Busway de Nantes, où sur l'Île de Nantes, où la voirie était large permettant l'insertion de pistes cyclables, mais en arrivant dans les voiries plus résidentielles de Vertou, les aménagements cyclables sont absents malgré qu'un site propre bus ait été inséré, et que la LAURE existait déjà lorsque les travaux du Busway ont été réalisés en 2005. Ou encore au Mans, c'est à posteriori que des itinéraires pour les vélos ont été ajoutés avec l'autorisation pour les cyclistes, à certains endroits, en centre-ville, d'emprunter la plateforme tramway. La différence sur les aménagements pour les modes actifs, se fait donc sur deux facteurs principaux, le premier temporel, la réflexion étant plus poussée sur les projets récents, le second sur le choix du mode de transport, le tramway imposant plus de réaménagements que le BHNS, et une insertion qui s'éloigne plus de l'esthétique automobile.

Du fait de l'imposition de réaménagement pour le tramway, le tramway est plus enclin à avoir une part de site propre importante. Sur nos 6 projets étudiés, les 3 projets de tramways ont des parts de sites propres plus importantes que les BHNS, seul le BHNS de Nantes s'en rapproche avec 91% de site propre contre 93% pour Angers et Le Mans. Tandis que, celui de Pau est à 81% et Bordeaux 50%. Nantes et Pau sont dans la fourchette haute de la part de site propre sur les BHNS, une minorité de lignes dépassant les 80% de sites propres (Cerema, 2023).

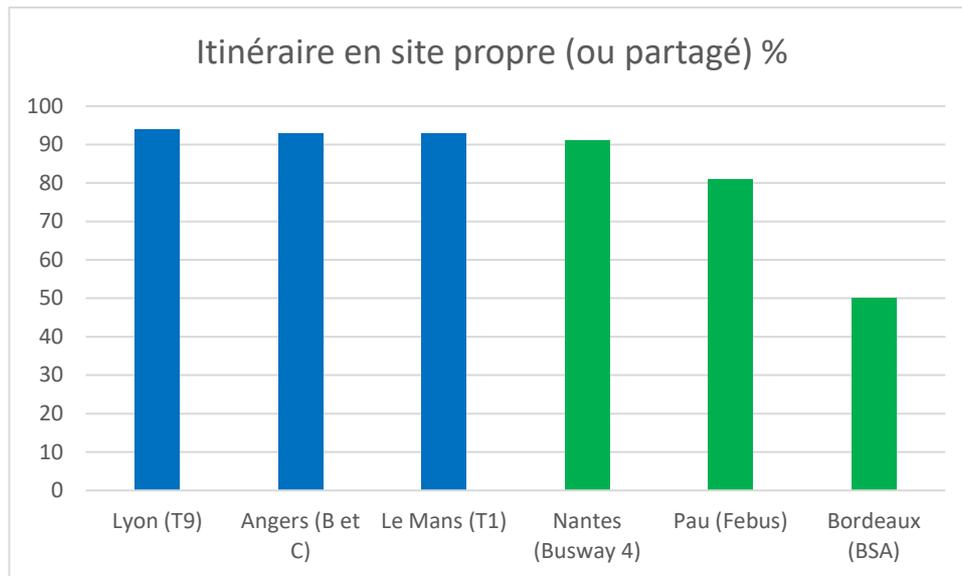


Figure 45 : Graphique du % de site propre des exemples du Benchmark*, Source : Colin B., IAUGL - M2 UA 2023
 *Lyon : correspond au 3km d'infrastructures existantes sur le futur tronçon commun entre le T9 et, le T1 et T4

Les sites propres tramways sont en grandes majorité du site propre bidirectionnel engazonné, mais l'on peut retrouver des particularités comme à Angers et son site propre à voie unique, avec une circulation en alternée, ou encore le site propre engazonné unidirectionnel et l'autre sens en site banalisé. Au Mans, il y a également une courte portion de site partagé le long de l'hôpital uniquement accessible aux véhicules d'urgences circulant sur le site hospitalier. Pour les BHNS la diversité peut-être plus poussée avec également des sites propres axiaux unidirectionnels en circulation alterné ou des sites propres ponctuels en approche de carrefours. Le tramway a cependant l'avantage de pouvoir réduire l'imperméabilisation des sols avec l'engazonnement de ses voies. La diversité des aménagements possibles impactera le coût des projets.

2.2.3. Des coûts éparés impactant le choix des collectivités

Les coûts sont un facteur majeur de choix pour les collectivités, ces derniers dépendent de nombreux facteurs variables (aménagement, matériels, ouvrages d'art...) mais il est acquis qu'il existe une différence entre les tramways et les BHNS, le graphique ci-dessous, sur les coûts en M€/km vient appuyer ce propos mais en avant des projets de BHNS bien moins cher que ceux des tramways. En effet, le Bus Express de Bordeaux Saint-Jean – Saint-Aubin-de-Médoc, coûte 5 fois moins cher au kilomètre d'infrastructure nouvellement empruntés, matériel compris, que les 8 nouveaux kilomètres d'infrastructures et le matériel des lignes de tramways B et C d'Angers.

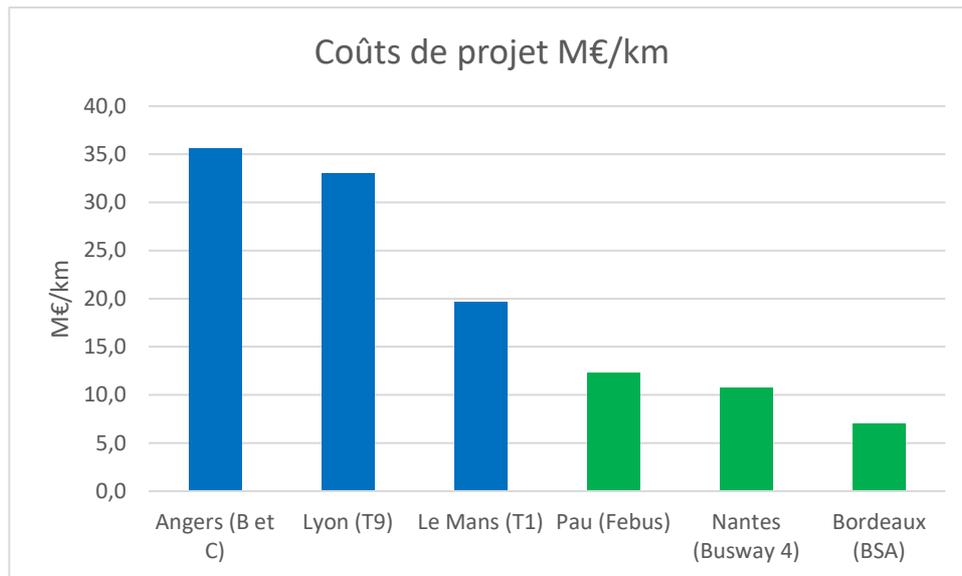


Figure 46 : Graphique des coûts en M€/km des exemples du Benchmark, Source : Colin B., LAUGL - M2 UA, 2023

Des coûts très variables selon les aménagements, qui représentent une part importante des coûts dans les projets, 69% du coût total avec un budget de 197 M€ à Angers, comprenant aussi le nouvel ouvrage d'art au-dessus de la Maine. A Pau, les travaux de voirie, avec un budget de 55 M€, ont représenté 74,3% du budget totale. Mais en comparaison, les seuls ouvrages d'art du T9 à Lyon sont équivalents à plus de la moitié de ce budget, avec un coût de 32 M€, soit 11% du budget total. Cela démontre la véritable différence de coût qu'il peut y avoir entre tramway et BHNS sur le coût.

Le matériel roulant peut également représenter des coûts importants, notamment qu'en vient son changement car il arrive en fin de vie où que sa capacité n'est plus suffisante. Ce coût sera augmenté s'il est nécessaire d'effectuer des travaux d'infrastructures sur les quais où en dépôt si l'existant n'est pas adapté. Cela a été le cas à Nantes avec les e-Busway qui ont coûté 55 M€ au total dont seulement la moitié a été pour l'achat des 22 nouveaux véhicules. Le budget est similaire au Mans pour l'allongement du matériel avec cette fois 40 M€ destinés directement au matériel roulant. Les projets les plus récents prévoient ce type d'évolution en construisant des quais pour accueillir des véhicules d'une longueur supérieur à celle prévue à l'inauguration (42 m à Lyon et Angers, 24 m à Bordeaux).

Le coût des matériels roulants sont également très variables selon la longueur choisie, et le type de motorisation/alimentation utilisé. Dans les BHNS, il y a une plus grande diversité que pour les tramways, où ils sont tous électrique avec une alimentation qui peut varier entre l'APS et la LAC. Dans les BHNS, si l'électrique tend à devenir la norme, certaine collectivité fond le choix de l'hydrogène, dont Pau qui en est le premier exemple français pour un BHNS, quant à Bordeaux, la collectivité, pour certaines lignes des BEX, a gardé la possibilité d'utiliser du matériel fonctionnant au gaz naturel. L'hétérogénéisation du matériel est plus importante pour les BHNS, les coûts sont ainsi beaucoup plus variables, avec des bus pouvant aller du demi-million (coût d'un bus articulé GNV) à 1,2 millions € (matériel roulant de Pau) pour des bus articulés.

Le coût alloué au projet c'est ce qui influencera en grande partie sa qualité et le service rendu aux habitants tant pour se déplacer que pour l'amélioration de leur cadre de vie, qui sont les deux objectifs principaux d'un TCSP de surface, qui plus est que c'est destiné directement à ceux qui le finance, c'est-à-dire les habitants du territoire.

2.2.4. Quelles images et services des tramways et BHNS pour les habitants ?

Une des différences entre tramway et BHNS c'est la mise en place des caractéristiques du Haut niveau de service, qui garanti un service et une image de qualité au projet. Si la plupart des projets présentés dans ce benchmark respecte des fréquences élevées, inférieur à 10 min, qui est la limite maximale pour TC pour lequel l'usagers n'a pas besoin de regarder les horaires, certains projets ont un objectif de fréquence supérieur à 10 sur des branches des lignes comme sur la Technobus à Bordeaux, justifier par le fait que les zones traversées sont à plus faibles densités.

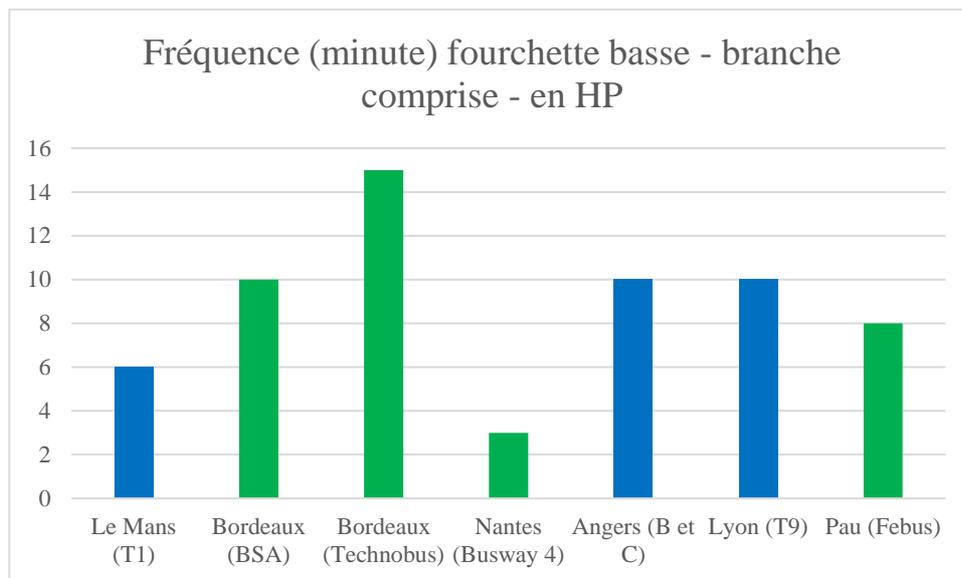


Figure 47 : Graphique des fréquences basses en HP, prenant en compte la fréquence sur les branches s'il y en a, Source : Colin B., IAUGL M2 UA, 2023

Également la question de l'aménagement des stations est quelque chose d'assez variable dans certains projets de BHNS comme à Nantes (seul exemple du Benchmark où c'est le cas actuellement), où certaines stations ne possèdent de bornes de ventes de titres de transports que sur un des deux quais d'une stations, alors qu'ils ne sont pas toujours forcément en face à face. Cette situation pouvant nuire au confort des voyageurs du fait que l'achat de titre de transports est impossible à bord des bus. Ce choix est motivé par le développement de l'achat de titre de transport sur smartphone, qui se développe dans de nombreuses villes (tous les exemples du Benchmark sont concernés), mais cela pose la question de la fracture numérique. Certaines villes comme Lyon ou Angers permettent d'utiliser directement sa carte bleue comme titre de transport. Ainsi l'utilisation paye directement dans le transport sur un support prévu à cet effet.

La situation de Nantes et ses bornes de ventes de titres de transport est sensiblement la même sur certaines lignes de BEX à Bordeaux où il n'est prévu l'aménagement complet et de mises en place de ces bornes sur les stations les plus fréquentées. Dans ce cas présent, cela limitera l'impact visuel et caractéristique du BHNS dont les stations ont généralement vocation à être reconnaissables dans le milieu urbain.

Sur la question des aménagements et du pourcentage de site propre mis en place, c'est l'enjeu de la fiabilité du service, en effet, moins il y aura de sites et de priorités aux carrefours, plus le TC risquera de voir son exploitation impactée, sa vitesse commerciale, et sa fiabilité réduite. Il faut noter aussi que le BHNS a l'avantage d'être un mode généralement plus rapide du fait de sa meilleure capacité de freinage et d'accélération, et de ses vitesses en courbe, lui permettant de prétendre à des vitesses similaires aux tramways avec moins d'aménagements.

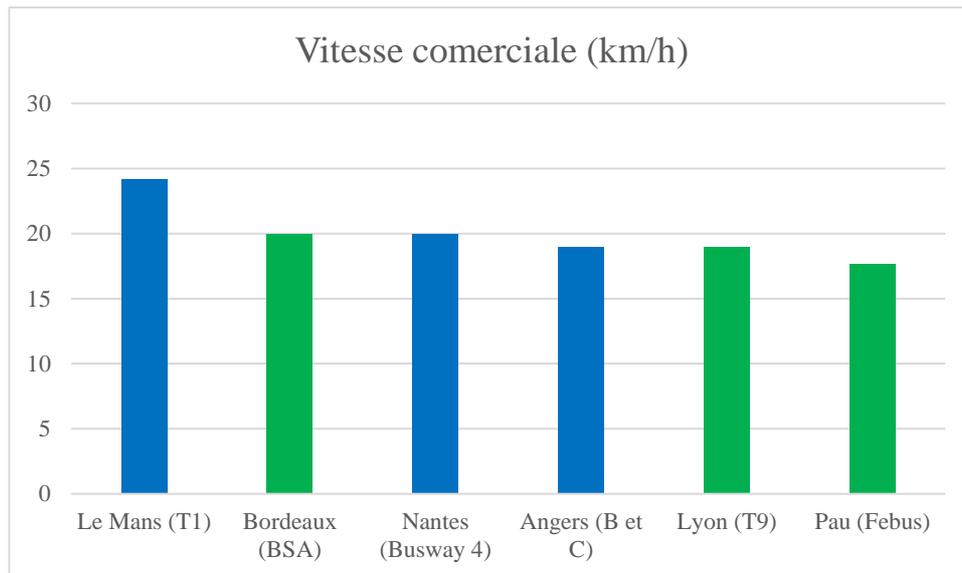


Figure 48 : Graphique de la vitesse commerciale* en km/h des exemples du Benchmark, Source ; Colin B., IAUGL - M2 UA, 2023
 *Angers, Bordeaux et Lyon sont des données théoriques (lignes trop récentes ou inexistantes pour le moment)

A Bordeaux, pour atteindre les objectifs de fiabilité et de vitesse commerciale correspondant aux ambitions de la charte de Bus Express, les projets ont recours à différentes techniques lorsque l'aménagement d'un site propre est très contraint. Ainsi, certaines stations, dénommées « stations apaisées », sont aménagées en pleine voie afin de retenir la circulation derrière le bus le temps de son arrêt pour créer un site propre « virtuel » et permettre son redémarrage sur une voie dégagée. C'est à condition que la circulation ne soit pas trop congestionnée au point d'être quasiment à l'arrêt, dans ce cas-là, le bus ne pourra pas bénéficier d'un redémarrage rapide sur voie dégagée. Une autre manière de procéder est de prioriser des aménagements en approche d'intersection, couplée d'une activation des feux pour permettre au bus d'être priorisé au carrefour. Si ces solutions peuvent être efficace et améliorer la vitesse commerciale du bus, le site propre continu et inaccessible depuis la voie de circulation générale, reste l'aménagement le plus sûr et efficace. Cependant, le coût n'est pas le même, ainsi, la sobriété adoptée peut permettre d'envisager la mise en service de plusieurs lignes là où la collectivité n'aurait pu en financer qu'une seule à coûts plus élevés. Par comparaison Busway de Nantes, dont les coûts sont bien plus élevés, ne présente que 2 lignes construite à plus de 10 ans d'écart. La population touchée est ainsi plus large mais le report modal pourrait ne pas être de la même envergure si la ligne possède une attractivité moindre du fait de vitesse commerciale et d'une régularité moins importante. Ce sont cependant, des données difficiles à vérifier à l'échelle d'une seule ligne car ces lignes de TC s'inscrivent dans des réseaux de transports plus larges dont leur mise en service peut modifier ce réseau.

L'image d'un BHNS se joue également sur le nom commercial qui lui est attribué. A l'échelle de la France, il est identifiable une différence entre tramway et BHNS. Le tramway est en très grande majorité dénommé tramway dans le réseau de la ville, à quelques exceptions près comme celui de Rouen, dont le nom commercial est « Métro », mais sinon, les lignes sont généralement nommées comme des tramways avec des abréviations du types T1 ou Ligne A. Pour le BHNS, il y a plus de subtilité, ainsi dans notre Benchmark, sur le critère de la dénomination, aucun BHNS n'a pour nom commercial BHNS, ils ont tous un nom différent, Busway, Bus Express et Fébus. Le point commun est la présence du mot « bus » dans leur nom, mais ce n'est pas le cas de tous les BHNS de France, par exemple les BHNS d'Amiens sont dénommés Nemo et abrégés N1 à N4. A Bayonne, le Tram'Bus dont l'abréviation est T1 et T2, cela pouvant laisser penser à un tramway, comme pour les TEOR de Rouen aussi abrégé T1, T2.... Cela démontre que la dénomination tramway pour les tramways est plus facile à utiliser car elle

est gage d'une qualité de service que la collectivité fournira. Tandis que pour le BHNS, la non-utilisation du terme BHNS démontre que ce n'est pas un terme porteur de qualité de services, et qu'il sera préférable pour la collectivité de lui trouver un nom qui correspond à ses ambitions.

Ainsi, les projets de BHNS peuvent avoir une qualité très différents d'un projet à un autre, comme nous avons pu le voir au travers des exemples de notre benchmark, et certains projets ne cochent pas certaines cases du Haut Niveau de service, comme une part de site propre faible impactant la vitesse commerciale et donc un trajet compétitif sur la voiture, des services en stations inégales d'une station à l'autre, mais aussi des nouveaux aménagements de voirie de qualités absents quand l'insertion de site propre n'a pas été nécessaire, pose la question ouverte du service proposé aux usagers et du cadre de vie offert, dans des villes françaises dans lesquelles le BHNS connaît un essor majeur. Car à la question d'une transformation de l'espace public en faveur des piétons, ils semblerait que dans les faits, le tramway, soit plus enclins à apporter une réponse avec une certaines qualités tandis que le BHNS, la réponse peut-être très variable, comme nous l'ont démontré le BHNS de Pau qui n'a apporté, en centre-ville, qu'une requalification mineur, ou encore le BEX BSA de Bordeaux qui n' pas permis la création de nouveau espace piéton de grande envergure à la différence du projet du T9 à Lyon qui prévoit la fermeture de certains axes à la circulation automobile et des ouvrages d'art offrant un espace qualitatifs réservés aux piétons et cyclistes. Un lien fort entre investissement et adaptabilité de la ville au changement climatique par le prisme des mobilités semble ainsi se dessiner, car plus nous investissons dans un transport et dans son environnement, plus il est possible d'en faire un outil de transformation de la ville qui bénéficie pleinement aux citoyens qui y vivent et la font vivre.

Conclusion

Depuis son apparition au cours du XIX^{ème} siècle, le tramway aura influencé la morphologie des villes et transformé les mobilités, mais il n'est pas le seul acteur de ces changements, le train, le vélo, l'automobile ou encore le bus ont impacté durablement la ville au gré des tendances et de leurs importances successives et complémentaires dans les mobilités urbaines, périurbaines et rurales. Après, avoir tiré sa révérence au sortir de la seconde guerre mondiale, le tramway fait son retour dans les années 1980, à une époque où le développement des transports en communs commence à être en vogue pour répondre aux limites du tout-automobile qui gangrène et étouffe les villes. Nantes lance la danse, par une froide journée d'hiver en janvier 1985, Grenoble suivra trois étés plus tard, l'épopée du tramway à la française commence. Ce tramway qui transforme les villes, les mobilités, les paysages du quotidien. En moins de trois décennies, les grandes villes françaises l'adoptent à la majorité, sans pour autant nous faire oublier les débats mouvementés opposant VAL et tramway à l'aube du XXI^{ème} siècle. Un débat qui trouvera une continuité avec un autre mode de transport, le Bus à haut niveau de service. Un mode de transport tiré d'une amélioration du bus et qui trouve ses racines en Amérique Latine avec une adaptation bien différente en Europe, beaucoup plus sobre et adapté à la ville européenne. Mais c'est un transport qui a du mal à se fixer, chaque projet est différent d'une ville à l'autre. La ressemblance avec le tramway est cependant rapidement une évidence, insertion de site propre, impliquant une requalification de la voirie, un service de qualité en théorie, car chaque projet à ses particularités. De fait, ces caractéristiques ne sont pas toujours présentes, mais le vecteur commun à tout les BHNS, c'est l'agilité d'un mode de transport moins coûteux et plus facile à mettre en oeuvre. Cela rend ce transport attractif pour les collectivités, tant pour les petites agglomérations, dont le volumes de voyageurs ne justifierait pas un tramway, que pour les plus grandes agglomérations qui souhaiteraient compléter leur réseau de transport sur des axes moins fréquentés ou tout simplement à moindre coûts. Toutefois, la recherche d'économie peut devenir un écueil défavorable au service recherché là où l'objet central de ce qui a fait la réussite des tramways à la française est la transformation de la ville. Cette transformation est un enjeu majeur pour la ville d'aujourd'hui qui doit faire face au changement climatique et à l'irréversible nécessité de transformation des mobilités. Le tramway est un outil majeur de cette transformation, et les projets évoluent, de part la réglementation et la volonté politique, vers une meilleure prise en compte des modes actifs et de la nature en ville. Le BHNS n'est pas étranger à ces problématiques d'adaptation de la ville au changement climatique, mais dans une logique de réduction des coûts, cette logique ne semble pas être au même niveau de performance d'adaptabilité. Une performance, cette fois de qualité, qui se posent également pour le service aux usagers qui sont les principaux concernés. En effet, depuis son apparition en France à la toute fin du XX^{ème} siècle, le BHNS n'a su trouver d'identité commune comme pour le tramway, où le tramway sur fer avec requalification de la voirie a dominé les projets. Le BHNS continue de se présenter sous des formes diverses avec des caractéristiques propres à chaque exemple, en utilisant différentes technologies, des services en stations différents et des noms différents, rendant difficile la compréhension de ce type de transport pour l'utilisateur qui y est étranger. Depuis le développement accentué du BHNS dans la décennie 2010, porté par les appels à projets pour les TCSP de l'Etat, qui ont permis de financer de nombreux projets de BHNS, aujourd'hui finalisés, et de nombreux projets en cours de réalisations, le BHNS est aussi devenu un mode de transport qui permet de mettre place des réseaux pour mailler et/ou irriguer les agglomérations et apporter une alternative à la voiture à une majorité des habitants. Cependant, si le financement n'est pas assez conséquent, cela pose la question de l'attractivité de ce type de projets.

De cette conclusion, il est possible d'avancer deux propositions ouvertes pour accompagner le développement des BHNS, d'une part, un travail de recherche globale sur l'avis des usagers par rapport au BHNS, et en comparaison avec le tramway, et d'autres part, la possibilité de mettre en place un label

BHNS qui fournirait un cadre avec des caractéristiques minimales, pour ne pas entraver l'aspect modulaires qui fait la force du BHNS, mais permettrait d'assurer un service et des performances minimales tout en harmonisant la lisibilité de ce mode de transport à l'échelle nationale.

Pour approfondir ces réflexions et ce mémoire sur des thématiques qui n'ont pas pu être abordées dans le détail, il serait intéressant de s'intéresser à la question de l'impact environnemental des projets de tramways et BHNS, des travaux, au recyclage du matériel en passant par l'impact sur la qualité de l'air en ville. Également, il serait bienvenu d'approfondir l'aspect socio-économique de ces projets, et surtout la question du report modal, un objectif central de ces projets de transports mais dont il est difficile de trouver des chiffres précis et simples d'analyses.

Bibliographie

Baldasseroni, L., Faugier, É. & Pelgrims, C., 2022, *Histoire des transports et des mobilités en France: XIXe-XXIe siècle*. Armand Colin.

Bresson-Leclercq, P., de Fleurian, F. & Le Tourneur, M., 2016, *Le tramway de Grenoble ou la fabrique du consensus*. Transports urbains, 128, p. 13-15.

aCerema, 2014, *Circulation des tramways en site banal PHASE 1*.

bCerema, 2014, *Projet de transport collectif en site propre (TCSP), Recommandations pour la mise en œuvre*.

Cerema, septembre 2016, *La règle des 120 secondes, Phase 2 : Quel impact sur les comportements et la sécurité des usagers ?*

Cerema, 2018, *Référentiel pour le choix des systèmes de transports collectifs à haut niveau de service*.

aCerema, mars 2023, *La base de données des BHNS en France, Panorama BHNS mars 2023*.

bCerema, juin 2023, *Fiche technique : Tramway et aménagements cyclables, principes généraux et signalisation*

Certu, janvier 2000, *Guide d'aménagement de voirie pour les transports collectifs*.

aCertu, 2009, *Bus à Haut Niveau de Service, Du choix du système à sa mise en œuvre*.

Chambre régionale des comptes, Pays de la Loire, 20 octobre 2021, *Rapport d'observations définitives et sa réponse, SETRAM*.

DREAL Pays de la Loire, décembre 2020, *La Fréquentation des transports collectifs urbains en 2019*.

IBGE (Institut Brésilien de Géographie et de Statistiques), 2022, *Panorama Curitiba*, URL : <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>

Juge, J., 2006, *Bogota, une ville métamorphosé par TransMilenio*, Transports Urbains, N°109, p. 3-6

La Cub, 2004, *Etude de faisabilité des extensions du réseau de TCSP, Rapport annexe - Présentation des systèmes*.

Ministères Transition Écologique, Cohésion des Territoires, Transitions Énergétique, Mer, juillet 2023, *Une voirie accessible à tous*.

Papon, F., 2012, *The evolution of bicycle mobility in France*. Rouselare, 22nd International Cycle History Conference, p.11.

SETRAM, 2019, *Rapport Annuel du Délégué*.

Urbanites, juin 2014, *Brésil / Curitiba, la chute d'un modèle, La Via Del Sur*, Urbanités

Woessner, R., septembre 2019, *Du tramway au bus en site propre, récit géographique d'une passion urbaine française*, Géoconfluences.

Zembri, P., 2012, *La conception des transports collectifs en site propre (TCSP) en France : des tracés problématiques ?*, Revue Géographique de l'Est, vol. 52, 2012.

Table des figures

Figure 1 : Organigramme simplifié des BU d'Artelia, Source : Artelia, 2023	4
Figure 2 : Évolution de la répartition modale du moyen de transport principal en France 1920-2008, estimation du modèle âge-période (en trait gras) et bornes de l'intervalle de confiance à 95% (en traits fins) : Source : Papon, F., 2012	14
Figure 3 : Rue Félix Poulat, 26 mai 1990, réservé aux tramways et piétons, Source : Musée des Transports, 2015.....	15
Figure 4: Graphique de l'évolution du nombre de lignes de tramways en France de 1985 aux années 2030, avec différenciation des lignes actants l'ouverture d'un réseau de tramway et celle s'ajoutant à un réseau de tramway existant, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023	17
Figure 5 : Graphique de l'évolution du nombre de lignes de BHNS en France de 1985 aux années 2030, avec différenciation des lignes actants l'ouverture d'un réseau de BHNS et celle s'ajoutant à un réseau de BHNS existant, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023.....	18
Figure 6 : Graphique de l'évolution du nombre de lignes de Tramway et de BHNS en France depuis 1985 aux années 2030, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023.....	19
Figure 7 : Station “Américas - Avenida Boyacá” du Transmilenio, le site propre est construit au centre de l'avenue de l'Amérique qui s'apparente à une autoroute urbaine, source : Felipe Restrepo Acosta, 2013.....	21
Figure 8 : Voie de Bus réservé sur le Bd Laurier, Québec, sur la droite au niveau de la Station Beneva, desservie par plusieurs lignes de Métrobus, Source : Google Maps, mai 2023	22
Figure 9 : Caractérisation du Transport Collectif de surface à Haut Niveau de Service, Source : Certu, 2009, Adaptation : Bouvet C., 2023	24
Figure 10 : Coûts des principaux systèmes de transport urbain, source : Certu, 2011, Le coûts des transports collectifs urbains en site propre	27
Figure 11 : Décomposition des coûts d'investissements en 19 postes, Source : Certu, 2011, Le coûts des transports collectifs urbains en site propre	27
Figure 12 : Nombre de bus nécessaires en fonction de la vitesse commerciale, Source : Cerema, 2018, Référentiel pour le choix des systèmes de transports collectifs à haut niveau de service.	28
Figure 13 : Site propre tramway intégral, Bordeaux, Source : Google Maps, 2023	30
Figure 14 : Site propre protégé tramway inaccessible, axial et bidirectionnel, Le Mans, Source : Google Maps, 2023	31
Figure 15 : Site propre protégé tramway accessible, latéral bidirectionnel, Bordeaux, Source : Google Maps, 2023	31
Figure 16 : Site propre tramway non protégé, axial et bidirectionnel, Zurich, Source : Google Maps, 2021	32
Figure 17 : Site partagé tramway et vélo, Le Mans, Source : Google Maps, 2023	32
Figure 18: Site partagé tramway et piéton, Bordeaux, Source : Google Maps, 2017	32
Figure 19 : Site partagé tramway et bus, Le Mans, Source : Google Maps, 2023	32
Figure 20 : Site tramway banalisé, unidirectionnel (sens montant) *, Bordeaux, Source : Google Maps, 2023	33
Figure 21 : Exemple d'utilisation du feu R19 : mouvement cycliste autorisé pendant la phase tramway uniquement, Source : Cerema, 2023.....	35
Figure 22 : Capacité maximale de différents matériels roulants, Source : Cerema (CERTU), 2009 ..	37
Figure 23 : Marquage lu et interprété par un guidage optique sur un véhicule TEOR à Rouen, Source : Wikipédia, 2008	37

Figure 24 : Coûts des principaux systèmes de transport urbain, source : Certu, 2011, Le coûts des transports collectifs urbains en site propre	39
Figure 25: exemple de site propre axial qui change de sens au niveau d'une intersection, Bus Express Bordeaux Saint-Jean - Saint-Aubin-de-Médoc, Source : Google Maps, 2023.....	41
Figure 26 : entrée du site propre unidirectionnel de la Montée des Soldats à Caluire-et-Cuire, avec un fonctionnement alterné sur la journée	41
Figure 27 : Site propre bus ponctuel en approche de carrefour, TEOR, Notre-Dame-de-Bondeville, Rouen Métropole, Source : Google Maps, novembre 2022	42
Figure 28 : site propre bus axial bidirectionnel accessible, Le Mans, Tempo 3, Source : Google Maps, mars 2023	42
Figure 29 : site propre bus latéral bidirectionnel inaccessible, Metz, Mettis, Source : Google Maps, 2022	43
Figure 30 : Exemple de début de site propre intégral tramway à Bordeaux, avec suppression du revêtement pour empêcher les véhicules d'y accéder, et des barrières pour les piétons, Source : Google Maps, 2020.	43
Figure 31: Entrée de site propre bus intégral du TCSP Barreau de Gonesse, l'accès est réglementé par des caméras, Source : Google Maps, décembre 2022.	44
Figure 32 : Entrée de site propre bus intégral du TCSP Barreau de Gonesse, l'accès est réglementé par des bornes amovibles, Source : Google Maps, décembre 2022.	44
Figure 33 : Site propre accessible non protégé, Nantes, Chronobus 5, Source : Google Maps, mai 2023	45
Figure 34 : site partagé bus, taxis, et vélo y est toléré, centre-ville de Metz, Source : Google Maps, octobre 2022	45
Figure 35 : Site propre axial unidirectionnel interrompu au niveau d'un pont franchissant la Sarthe, la non-modification de l'ouvrage d'art permet de limiter les coûts, sur cet axe au trafic relativement fluide, Le Mans, Tempo 3, Source : Google Maps, mars 2023	46
Figure 36 : couloirs bus et vélo bidirectionnels latéraux sur le Boulevard Vauban à Lille, avec du stationnement de part et d'autre pouvant occasionner de la gêne pour les bus, les couloirs sont utilisés par la Lianes 5, Source : Colin Bouvet, janvier 2022.....	48
Figure 37 : site partagé bus et taxi axial, bidirectionnel et inaccessible à Rennes sur l'axe Est-Ouest, utilisé par les Chronostar 4 et 6, Source : Google Maps, mars 2023.....	48
Figure 38 : Voie réservée aux bus/cars sur l'A10 en direction de Paris, Source : Google Maps, juin 2023	49
Figure 39 : Station de Briis-sous-Forges desservies par les lignes 91-02 et 91-03 de car express, Source : Google Maps, juin 2023	50
Figure 40 : voie réservée au covoiturage, taxis et car sur la D936 en direction de Créon, Source : Google Maps, juin 2023	50
Figure 41 : Tableau comparatifs Tramway et BHNS, Source : Bouvet C., IAUGL – Master UA, 2023	54
Figure 42 : Graphique de l'évolution du nombre de lignes de tramway et de BHNS en France dans des villes ne possédant pas déjà ce même type de TC, Source : Bouvet C., IAUGL - Masteur UA, 2023 .	84
Figure 43 : Place d'Espagne à Pau (à gauche avant (haut)/après (bas)) et place de la République (à droite avant (haut)/après (bas)), Source : Benchmark, Colin B., 2023	86
Figure 44 : Interruption d'une piste cyclable en approche d'intersection sur l'Av. du Général Patton, le long de la nouvelle ligne de tramway, Google Maps, 2022	87
Figure 45 : Graphique du % de site propre des exemples du Benchmark*, Source : Colin B., IAUGL - M2 UA 2023.....	88

Figure 46 : Graphique des coûts en M€/km des exemples du Benchmark, Source : Colin B., IAUGL - M2 UA, 2023.....	89
Figure 47 : Graphique des fréquences basses en HP, prenant en compte la fréquence sur les branches s'il y en a, Source : Colin B., IAUGL M2 UA, 2023	90
Figure 48 : Graphique de la vitesse commerciale* en km/h des exemples du Benchmark, Source ; Colin B., IAUGL - M2 UA, 2023	91

Glossaire

ABF : Architecte des Bâtiments de France
AOM : Autorité Organisatrice de la Mobilité
APS : Alimentation Par le Sol
BSA : Bordeaux - Saint-Aubin
BEX : Bus Express
BHNS : Bus à Haut Niveau de Service
BRT : Bus Rapid Transit
CHNS : Car à Haut Niveau de Service
CT : Collectivité Territoriale
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
HP : Heures de Pointe
LAC : Ligne Aérienne de Contact
LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie
LIANES : Ligne A Niveau Élevée de Service
LOM : Loi d'Orientation des Mobilités
NPNRU : Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain
PEM : Pôle d'Échanges Multimodal
PMR : Personne à Mobilité Réduite
QPV : Quartier Prioritaire de la Ville
RER : Réseau Express Régional
STRMTG : Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidé
TC : Transport Collectif
TCSP : Transport Collectif en Site Propre
THNS : Transport à Haut Niveau de Service
TVM : Trans-Val-de-Marne
TVR : Transport sur Voie Réservée
VAL : Véhicule Automatique Léger
ZA : Zone d'Activité

Annexes

Entretien Cyrille DEVERT - Artelia ETM – Projet du T9 à Lyon :

On reste sur le modèle du tramway à la française ? des aménagements de façade à façade ? Le traitement des carrefours ? Mesure de sécurité propre au tramway ?

- Si tu es en France oui. En Belgique, Suisse, par exemple, la réglementation en plus souple avec des tramway assez régulièrement en voie partagée circulation générale (minimum de reprise de l'existant, peu d'impact sur les modes déjà en places mais aucune évolution de la rue et faible vitesse commerciale tramway)
- Aménagement de façade à façade (sur ce point c'est pareil que pour un vrai BHNS)
- Priorité tramway maximale, respect réglementation (SLT asservie SIGFer), pour le tram R17/R18 + SAC
- STRMG + OQA en plus de la réglementation générale. Zone de fusibilité dans les carrefours pour les émergences, MANT (Mise au Négatif Traction) en cas de rupture de LAC

Des nouveautés par rapport aux autres tramways ?

- Relativement classique
- Grand Lyon mutualise MANT et MALT (mise à la terre classique) en un seul réseau pour la SLT

Un dimensionnement prévu pour quelle offre (fréquence) ? Quelle évolution (fréquentation mais aussi report modal) ?

- Mise en service à 10 min puis passage à 6 min
- 30 000 voyageur jour

Quels matériels roulants ?

- CITADIS (32 m / 42m)

Quelles places pour les modes actifs ?

- Trottoir généreux
- T9 support sur 80% du tracé de la Voie Lyonnaise 5, imposant de respecter les gabarits Voies Lyonnaise (en lieu et place des gabarits cycles classiques)
- Politique GL : faites le tramway, les pistes cyclables et les trottoirs. Rien à faire des bouchons VL.

Quels objectifs de desserte ? complément du réseau (quartier à l'écart, pas de desserte du centre-ville), une nouveauté dans le type de desserte ? (on dessert des coins reculés avec le tram et non un bus)

- Desserte quartier ANRU Mas du Taureau et Vaulx en Velin Centre
- Bouclage entre T/T4 et T3
- 3km commun avec C3 (ligne forte de trolley), restructuration réseau bus limité...

L'exploitation ?

- Classique KEOLIS
- L'impact de la gouvernance sur le projet
- AOT très dépendante techniquement de son exploitant
- Multiplication des études de scénarios pour répondre aux multiples demandes politiques arrivant au fil du projet retardant fortement les prises de décisions.

Tableau de données pour graphique des créations de lignes de BHNS et Tramway :

Année	nb d'ouverture de lignes sur nouveaux réseaux tramway	Ligne(s) de Tramway sur un réseau de Tramway non existant	nb d'ouverture de lignes sur réseaux existants de tramways	Ligne(s) de Tramway s'ajoutant à un réseau de Tramway	Total tramway	Ouverture de ligne(s) de Tramway	nb d'ouverture de lignes sur nouveaux réseaux BHNS	ligne(s) de BHNS sur un réseau de BHNS non existant	nb d'ouverture de lignes sur réseaux existants de BHNS	Ligne(s) de BHNS s'ajoutant à un réseau de BHNS	Total BHNS	Ouverture de ligne(s) de Tramway et BHNS	Total tramway + BHNS	Ouverture de ligne(s) de Tramway et BHNS
Avant 1985	3	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	3	3
1985	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4	4	4
1986	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4	4	4
1987	5	5	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	5	5
1988	5	5	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	5	5
1989	5	5	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	5	5
1990	5	5	1	1	6	6	0	0	0	0	0	6	6	6
1991	5	5	1	1	6	6	0	0	0	0	0	6	6	6
1992	6	6	2	2	8	8	0	0	0	0	0	8	8	8
1993	6	6	2	2	8	8	1	1	1	1	2	10	10	10
1994	8	8	2	2	10	10	1	1	1	1	2	12	12	12
1995	8	8	2	2	10	10	1	1	1	1	2	12	12	12
1996	8	8	2	2	10	10	1	1	1	1	2	12	12	12
1997	8	8	3	3	11	11	1	1	1	1	2	13	13	13
1998	8	8	4	4	12	12	1	1	1	1	2	14	14	14
1999	8	8	4	4	12	12	1	1	1	1	2	14	14	14
2000	10	10	3	3	13	13	1	1	1	1	2	15	15	15
2001	12	12	3	3	15	15	2	2	2	2	4	19	19	19
2002	12	12	3	3	15	15	3	3	3	3	6	21	21	21
2003	13	13	3	3	16	16	3	3	3	3	6	22	22	22
2004	13	13	3	3	16	16	3	3	3	3	6	22	22	22
2005	13	13	9	9	22	22	3	3	3	3	6	28	28	28
2006	17	17	15	15	32	32	3	3	3	3	6	38	38	38
2007	21	21	17	17	38	38	4	4	4	4	8	46	46	46
2008	21	21	17	17	38	38	5	5	5	5	10	48	48	48
2009	21	21	18	18	39	39	5	5	5	5	10	49	49	49
2010	22	22	23	23	45	45	5	5	5	5	10	55	55	55
2011	23	23	23	23	48	48	5	5	5	5	10	58	58	58
2012	30	30	28	28	58	58	8	8	8	8	16	74	74	74
2013	31	31	30	30	61	61	22	22	22	22	44	105	105	105
2014	34	34	33	33	69	69	6	6	6	6	12	81	81	81
2015	34	34	37	37	71	71	2	2	2	2	4	75	75	75
2016	0	0	37	37	71	71	4	4	4	4	8	79	79	79
2017	0	0	34	34	72	72	1	1	1	1	2	74	74	74
2018	0	0	34	34	73	73	1	1	1	1	2	75	75	75
2019	4	4	38	38	80	80	10	10	10	10	20	100	100	100
2020	0	0	38	38	80	80	0	0	0	0	0	80	80	80
2021	0	0	38	38	83	83	1	1	1	1	2	85	85	85
2022	0	0	38	38	83	83	1	1	1	1	2	85	85	85
2023	0	0	38	38	87	87	0	0	0	0	0	87	87	87
2024	0	0	38	38	87	87	0	0	0	0	0	87	87	87
2025	0	0	38	38	91	91	4	4	4	4	8	99	99	99
2026	0	0	38	38	96	96	5	5	5	5	10	106	106	106
2027	0	0	38	38	99	99	3	3	3	3	6	105	105	105
2028	0	0	38	38	103	103	4	4	4	4	8	111	111	111
2029	0	0	38	38	105	105	2	2	2	2	4	109	109	109
2030	0	0	38	38	105	105	2	2	2	2	4	109	109	109
Après 2030	0	0	38	38	110	110	2	2	2	2	4	114	114	114

Base de données ayant permis la création du tableau excel ci-dessus :

Ville	Année de mise en service	Type de transport	Dernière extension	Nombre de Lignes
Saint-Etienne	1881	Tramway	2019	3
Lille	1909	Tramway	1983	2
Nantes	1985	Tramway	2012	3
Grenoble	1987	Tramway	2019	5
Paris (Île-de-France)	1992	Tramway	2023	13
Val-de-Marne	1993	BHNS (TVM)	2007	1
Rouen	1994	Tramway	1997	1
Strasbourg	1994	Tramway	2020	6
Orléans	2000	Tramway	2019	2
Montpellier	2000	Tramway	2016	4
Nancy	2000	TVR	2023	1
Rouen	2001	BHNS (TEOR)	2022	4
Lyon	2001	Tramway	2021	8
Caen	2002	TVR	2017	2
Bordeaux	2003	Tramway	2023	4
Nantes	2006	BHNS	2020	2

Ville	Année de mise en service	Type de transport	Dernière extension	Nombre de Lignes
Clermont-Ferrand	2006	Tramway	2013	1
Valenciennes	2006	Tramway	2014	2
Mulhouse	2006	Tramway + Tram-train	2010	4
Lyon	2006	Trolleybus	2019	3
Lorient	2007	TCSP	2017	4
Le Mans	2007	Tramway	2014	2
Marseille*	2007	Tramway	2015	3
Nice	2007	Tramway	2019	3
Toulouse	2010	Tramway	2020	1*
Île-de-France	2011	BHNS (TZen)	2011	1
Reims	2011	Tramway	2011	2
Angers	2011	Tramway	2023	3
Saint-Nazaire	2012	BHNS	2017	1
Clermont-Ferrand	2012	BHNS	2014	2
Nîmes	2012	BHNS	2020	2
Brest	2012	Tramway	2012	1
Dijon	2012	Tramway	2012	2
Le Havre	2012	Tramway	2012	2
Tours	2013	BHNS	2013	1
Metz	2013	BHNS	2013	2
Cannes	2013	BHNS	2017	2
Strasbourg	2013	BHNS	2020	2
Nancy	2013	BHNS	2013	3
Belfort	2013	BHNS	2013	5
Tours	2013	Tramway	2013	1
Douai	2014	BHNS	2014	1
Marseille	2014	BHNS	2018	4

Ville	Année de mise en service	Type de transport	Dernière extension	Nombre de Lignes
Aubagne	2014	Tramway	2014	1
Besançon	2014	Tramway	2014	2
Le Mans	2016	BHNS	2016	1
Besançon	2017	BHNS	2017	1
Annemasse	2017	BHNS	2019	1
Martinique	2018	BHNS	2018	1
Aix-en-Provence	2019	BHNS	2019	1
Mulhouse	2019	BHNS	2019	1
Pau	2019	BHNS	2019	1
Angoulême	2019	BHNS	2019	2
Amiens	2019	BHNS	2019	4
Pays-Basque	2019	BHNS	2021	2
Avignon	2019	Tramway	2019	1
Caen	2019	Tramway	2022	3

Les réseaux transfrontaliers de Bâle et Genève ne sont pas pris en comptes

La liste des BHNS est non exhaustive au vu de la difficulté de définir ce type de transport, nous reviendrons dessus en partie 2

2000 = réseau disparu

2019 = la date de “dernière extension” est la même que la mise en service car il n’y a pas eu de changement depuis sa mise en service

* = le T2 a cessé de fonctionner en 2023 en vue de la modification de son itinéraire, sa reprise est prévue 2024

Source : Wikipedia et AMO françaises, 2023

Bouvet C. 2023, Tramway et BHNS dans les agglomérations françaises, des différences et des caractéristiques communes, au cœur d'une évolution temporelle.

Institut d'Aménagement, d'Urbanisme et de Géographie de Lille, Université de Lille, Mémoire de Master 2 d'Urbanisme et Aménagement, Projet Urbain et Mobilité Durable, PROGRAM

Mots clefs : Tramway, BHNS, Aménagement de voirie, Site propre

Key words: Tramway, BRT, Road development, Reserved Road

Résumé :

Après un nouvel essor du tramway à la fin du XX^{ème} siècle, avec un modèle à la française qui permet d'en faire un outil de requalification de la voirie, le BHNS a fait son apparition au début du XXI^{ème} siècle sur enjeux similaire. Ce mémoire cherche à comprendre si le BHNS peut apporter les mêmes réponses que le tramway, quelles sont les motivations des collectivités pour choisir un mode de transport plutôt que l'autre. Pour appuyer le propos, un benchmark permet de mettre en valeur des cas concrets d'application de tramway et de BHNS. Ce benchmark permet de réaliser des comparaisons entre les projets et les modes.

Abstract :

After a new resurgence of trams at the end of the 20th century, following a French model that allows it to be a tool for road requalification, the BHNS (Bus Rapid Transit) made its debut at the beginning of the 21st century with similar objectives. This thesis aims to understand whether the BHNS can provide the same solutions as the tramway and what motivates local authorities to choose one mode of transportation over the other. To support this argument, a benchmark is used to highlight concrete cases of tramway and BHNS implementation. This benchmark enables comparisons to be made between the projects and the modes.