

Embargo: 01.09., 09h45

Etude d'opportunité

Mise en service d'un moyen de transport lourd à haute capacité dans l'Agglomération de Fribourg



Rapport de synthèse

Août 2021

Auteur : Transports publics fribourgeois Trafic (TPF TRAFIC) SA



Mandataire : Service de la mobilité de l'Etat de Fribourg, DAEC



Partenaire : Agglomération Fribourg/Freiburg



1. Introduction

L'Etat de Fribourg et plus particulièrement son Service de la Mobilité a souhaité mandater les Transports publics fribourgeois Trafic (TPF TRAFIC) SA pour mener une étude d'opportunité sur la mise en service d'un moyen lourd de transport à haute capacité dans l'Agglomération fribourgeoise à l'horizon 2040. L'Agglomération a été intégrée à l'étude en tant que partenaire afin de garantir la cohérence des réflexions.

Dans le cadre des réflexions menées autour du projet de fusion du Grand Fribourg, différents projets-clés ont été définis par l'assemblée constitutive. Dans le thème « Mobilité et Durabilité », l'objectif général est d'offrir une cadence 7.5 minutes dans tout le Grand Fribourg pour parvenir à se rendre d'un point à un autre du territoire fusionné en moins de 15 minutes et les projets-clés suivants sont mentionnés : Tramway vers Marly, Gares routières, Nouvelles voies bus et Lignes diamétrales.

Le projet « Tramway vers Marly » a déclenché, auprès du Canton de Fribourg et de son Service de la Mobilité, la volonté d'élaborer la présente étude. Le but est de prendre en considération un périmètre plus étendu que l'axe Gare de Fribourg – Marly et d'étudier toutes les technologies disponibles offrant des capacités importantes.

L'idée d'un transport fribourgeois à haute capacité n'est pas récente. En effet, de nombreuses études ont déjà été effectuées soit suite à une demande politique sous forme de postulat déposé auprès du Canton et de l'Agglomération soit par la volonté du Canton, de l'Agglo ou des TPF d'approfondir certains aspects. Ces études ont servi de base de réflexions pour la présente étude.

Le périmètre de base, défini par le SMO, l'Agglo et les TPF, est l'axe Marly – Fribourg, gare – Bertigny et est représenté sur l'illustration ci-contre.

Pour le Canton, les objectifs généraux auxquels doit répondre l'étude sont le report modal du trafic individuel vers les transports publics et la mobilité douce, des transports publics plus efficaces et l'atteinte des objectifs du plan climatique cantonal.



Figure 1 - Périmètre de base

Les objectifs spécifiques de l'étude d'opportunité sont les suivants :

- Evaluer la demande en transports publics à l'horizon 2040
- Définir l'offre à mettre en place dans le périmètre défini
- Proposer le moyen de transport qui répond le mieux aux contraintes technologiques, économiques et environnementales
- Etudier les impacts sur l'exploitation
- Evaluer les nouvelles infrastructures à créer
- Procéder à une estimation des coûts
- Proposer les prochaines démarches à entreprendre et un planning intentionnel

Un comité de pilotage et un groupe technique avec des représentants des trois partenaires ont été constitués afin d'assurer le suivi de l'étude. L'étude a démarré en août 2020 pour se terminer en juin 2021.

2. Analyse de la situation actuelle

2.1. Contexte d'urbanisation

A l'échelle cantonale, 27 % des habitants du canton vivent dans l'Agglomération de Fribourg soit 82'953¹ habitants en 2018. Dans le périmètre de base, le secteur regroupant le Boulevard de Pérolles et la gare possède logiquement la densité de population la plus élevée à l'opposé du secteur de Marly composé d'un habitat plus éparse et moins dense.

Concernant les emplois, il est intéressant de noter que l'agglomération concentre 42 % des emplois du canton de Fribourg, soit environ 63'712 emplois en 2017 représentant 47'367 EPT². Le secteur Pérolles-Gare concentre un nombre important d'EPT, d'établissements et d'emplois à l'hectare. Il s'agit, sans équivoque, du secteur central d'activité du périmètre étudié grâce à sa position proche de la gare. Le secteur Charmettes est aussi important puisqu'il concentre plusieurs Hautes Ecoles et universités générant un nombre conséquent d'emplois. Il est également intéressant de noter que la zone d'activités du Marly Innovation Center (MIC) située sur l'ancien site industriel d'Ilford à Marly est en plein développement avec actuellement plus de 500 emplois. D'autres zones d'activités comme Bluefactory ou Moncor concentrent beaucoup d'emplois. D'autres pôles générateurs de trafic comme les écoles, les commerces, les établissements médicaux par exemple ont été recensés dans le périmètre d'étude. Leur accessibilité en transports publics est primordiale.

Les Fribourgeois sont d'importants pendulaires principalement orientés en direction de Berne pour la partie nord du canton. 73%³ des fribourgeois restent travailler dans le canton de Fribourg dont 39% dans l'Agglomération. Il est primordial que les pendulaires transbordent sur les transports publics au plus près de leur domicile afin de minimiser les kilomètres effectués en voiture individuelle. Il est intéressant de noter que 71% des habitants de l'Agglomération restent travailler dans l'Agglomération engendrant beaucoup de déplacements internes aux heures de pointe. Ces habitants doivent pouvoir rejoindre de manière efficace leur place de travail sans l'utilisation d'un moyen de transport individuel motorisé.

Concernant la répartition modale, il peut être constaté qu'au niveau des transports publics, des progrès peuvent encore être réalisés. Les déplacements en voiture sont encore clairement majoritaires dans le canton et l'Agglomération de Fribourg. Les distances réalisées en mobilité douce sont également assez faibles par rapport à la moyenne suisse et à d'autres agglomérations.

2.2. Analyse par mode de transport

Trafic individuel motorisé (TIM)

Le taux de motorisation est particulièrement élevé dans le canton de Fribourg en comparaison avec la moyenne suisse. Dans le périmètre considéré, les axes principaux sont bien aménagés en termes d'infrastructures avec des carrefours à feux ou des giratoires. La majorité des axes principaux sont actuellement en double sens sauf le secteur devant la gare encore accessible pour le moment en sens unique et certaines rues secondaires. Les rues à vocation résidentielle hors des axes principaux se trouvent majoritairement en zones à trafic modéré (30 km/h et 20 km/h). De manière générale et selon des études, les places de stationnement sont disponibles en suffisance. Sans surprise, certains secteurs sont saturés en soirée et parfois également en

¹ Source : Annuaire statistique du canton de Fribourg, Edition 2020

² Source : Annuaire statistique du canton de Fribourg, Edition 2020

³ Source : OFS statistiques pendulaires 2014

journee comme dans la zone proche de la gare et du centre-ville. Les entreprises dans l'Agglomération mettent à disposition de leurs employés de nombreuses places de parking dont 18 % sont payantes. Il est nécessaire de poursuivre les réflexions sur la mobilité au sein des entreprises en améliorant d'une part l'offre de transports publics dans les zones d'activités et d'autre part de mettre en place une gestion des places de stationnement mises à disposition selon certains critères pour les voitures.

Concernant les charges de trafic, l'axe Marly-Charmettes est particulièrement sollicité ainsi que l'axe Jura-Chassotte. Le matin, il peut être constaté que les problèmes de trafic se trouvent au niveau de la sortie de l'autoroute A12 ainsi que sur les axes principaux menant au centre-ville soit l'axe Givisiez – Jura, Villars-sur-Glâne – Avenue Midi. A Marly, la situation est moins critique mais des ralentissements sont toutefois observés en direction de Fribourg avant le Pont de Pérolles. Le soir, les axes Avenue du Midi et Pérolles sont très saturés. Les congestions se concentrent passablement dans l'hyper-centre. A Marly, la situation est plus compliquée le soir que le matin. La circulation est passablement ralentie dans les deux directions.

Mobilité douce (MD)

Les communes de l'Agglo, l'Agglo et le Canton de Fribourg sont actuellement très actifs dans le développement des infrastructures destinés aux vélos. Un service de vélos en libre-service est déployé par Publibike dans l'agglomération. Des stationnements pour les vélos se trouvent tout au long du périmètre d'étude. Des améliorations sont prévues dans les différents grands projets en cours de planification.

Les piétons profitent de trottoirs continus de part et d'autre de la route sur l'ensemble du périmètre sauf le Pont de Pérolles équipé d'un seul trottoir. De nombreux passages pour piétons permettent de faire des traversées. Il est intéressant de noter qu'aucune traversée régulée ne se situe entre la gare et le carrefour Botzet sur le Boulevard de Pérolles.

A propos de la sécurité des piétons et vélos, les giratoires sont sources de danger autant pour les vélos que les piétons. Les zones les plus problématiques sont Jonction à Marly, Charmettes, le Boulevard de Pérolles, la Place de la gare et le passage Tivoli ainsi que le carrefour de Vuille.

Transports publics (TP)

Le RER Fribourg|Freiburg constitue la colonne vertébrale du réseau de transports publics dans l'agglomération de Fribourg. Il dessert actuellement les gares de Fribourg/Freiburg, Fribourg Poya, Givisiez, Belfaux CFF, Belfaux-Village, Rosé, Matran, Villars-sur-Glâne ainsi que Düdingen. Dès 2023, les gares de Rosé et Matran seront remplacées par la nouvelle gare Avry-Matran. L'axe Fribourg-Marly est donc manquant dans cette structure de base. L'analyse se focalise sur l'horaire 2021 actuellement en vigueur.

Concernant le réseau de bus urbains, la ligne 1 est une ligne structurante de l'axe nord-sud de l'Agglo reliant ainsi Granges-Paccot à Marly en passant par le centre-ville de Fribourg et la gare avec une cadence attractive de 7.5 minutes en heure de pointe. Sur l'axe de Pérolles, l'offre est complétée par les lignes 3 et 9 ainsi que la ligne 7 avec des cadences entre 15 et 30 minutes. L'axe Gare – Jura est desservi d'une part par les lignes 3 et 5 via la Place Georges Python et par les lignes 8 et 9 via l'Avenue Weck-Reynold.

Pour le réseau de bus régionaux, les lignes ne desservent pas tous les arrêts à l'intérieur du périmètre de l'agglomération. Elles empruntent les axes Marly – Gare et Mont-Carmel - Weck-Reynold – Gare. Les lignes régionales doivent offrir de bonnes correspondances avec le

réseau ferroviaire et ont donc des tracés directs pour atteindre la gare. Les lignes du périmètre d'étude sont les lignes 129, 231, 233, 234, 245, 544 et 545.

En terme de fréquentations, le tronçon le plus chargé est l'axe Gare – St-Pierre en plein centre-ville. Les axes Marly – Péroles – Gare et St-Pierre – Vuille sont également bien fréquentés. Certaines courses sont saturées aux heures de pointe et impliquent la mise en place de bus de renfort. La ponctualité des bus a aussi été analysée en prenant en compte le pourcentage de courses en retard à l'heure de pointe du matin et du soir. L'heure de pointe du matin pose globalement moins de problèmes que l'heure de pointe du soir. L'Avenue Weck-Reynold, la Route du Jura et l'Avenue du Midi en direction de la gare sont les axes où les retards s'accumulent. Le soir, tous les tronçons sont concernés par des retards. La circulation en direction de Marly est très compliquée ainsi que sur l'axe Jura – Weck-Reynold. L'axe Beauregard – Avenue du Midi n'y échappe pas pour les lignes régionales et urbaines. L'analyse de la ponctualité révèle que les aménagements pour que les bus soient prioritaires ne sont pas suffisants et ne permettent pas de rendre le système attractif. Des mesures d'aménagements sont prévues dans les Plans d'Agglo de 2^{ème} et 3^{ème} génération.

Concernant les infrastructures, des lignes électriques pour trolleybus surplombent plusieurs tronçons. Dans le secteur étudié, la ligne 3 est totalement électrifiée et la ligne 1 est équipée sur environ un tiers de son parcours. Quatre sous-stations alimentent le réseau de lignes de contact en électricité. Ces infrastructures sont continuellement entretenues et renouvelées

Les éléments clés à retenir de l'analyse de la situation actuelle sont cités ci-dessous.

- Urbanisation : Les secteurs Gare - Marly et Gare - Vuille sont très denses en terme d'habitants et d'emplois.
- Modes de transport
 - Un nombre important de pendulaires vient travailler en voiture dans l'Agglo.
 - Il n'y a pas de réseau RER structurant en direction de Marly. Il s'agit d'un maillon manquant.
 - La vitesse commerciale des TP n'est pas assez attractive.
 - Les taux d'utilisation des transports publics et des modes doux (vélos et piétons) sont inférieurs à ceux d'autres agglomérations suisses.
 - Les modes doux manque de sécurité et d'attractivité.

Sur la base de ces constatations, les objectifs suivants du mode de transport lourd à mettre en place peuvent être déduits :

- S'adapter aux besoins actuels et futurs en terme de démographie et emplois en offrant une couverture TP efficace
- Création d'un lien avec les zones d'activités en développement
- Diminution de la charge de trafic induite par le TIM au cœur de l'Agglo
- Augmentation de la vitesse commerciale TP
- Cohabitation sûre et attractive avec les vélos et les piétons en intégrant des aménagements spécifiques

3. Analyse de la demande future

L'analyse se réfère aux études réalisées dans le cadre de l'élaboration du PA4 par l'Agglomération qui servent de base pour la détermination de la demande future.

L'évolution démographique de l'Agglo se base sur le Plan directeur cantonal visant à concentrer la croissance des 20 prochaines années à l'intérieur du périmètre actuel de l'Agglo.

L'évolution démographique et d'emploi est divisée en deux étapes : la première jusqu'en 2032 et la seconde de 2032 à 2040. Pour la première étape jusqu'en 2032, il est prévu un développement principalement à l'intérieur des zones à bâtir actuelles. Les sites stratégiques, les boulevards et les zones les mieux desservies par les transports publics seront logiquement privilégiées. Environ 35'000 habitants et 30'000 emplois supplémentaires sont attendus d'ici 2032. Les projections effectuées sur les déplacements prévoient que le réseau de transport public actuel pourra absorber l'augmentation moyennant des améliorations de cadences et des temps de parcours notamment. La deuxième étape s'étalant de 2032 à 2040 prévoit une augmentation de 15'000 habitants et de 10'000 emplois. Cette croissance engendrera la densification et d'éventuelles extensions des zones à bâtir. Dès lors, un moyen de transport lourd sur les axes principaux devra être mis en service afin d'absorber les futures croissances. Le PA4 ambitionne de reporter tous les déplacements supplémentaires sur les transports publics (réseau RER puis réseau de bus urbains) et la mobilité douce (vélos et piétons). Il est espéré que la part modale des transports publics passe de 16 à 25% d'ici 2040 notamment grâce à une desserte minimale dans l'ensemble de l'Agglo d'une cadence de 15 minutes et de 10 minutes aux heures de pointe, respectivement 7.5 minutes sur les axes principaux.

Certaines zones d'activités vont se développer très fortement et nécessitent une attention particulière en terme de desserte en transports publics. Les sites à fort potentiel de développement concernent les secteurs suivants du périmètre d'étude : Bertigny et Moncor (Villars-sur-Glâne), MIC (Marly) et Daillettes-Fonderie-Pérolles et le secteur Gare (Fribourg). Le développement de ces zones est prioritaire d'ici 2040. Les installations à forte fréquentation regroupent les secteurs où plus de 2'000 déplacements sont effectués par jour et sont actuellement bien desservies.

Il est espéré que le report du trafic TIM engendré par la création de la liaison Marly-Matran améliorera la situation des transports publics en contrepartie. Concernant la zone de Bertigny-Chamblieux liée à la construction de la couverture de l'autoroute A12, il faut préciser que son développement est séparé en deux secteurs distincts. Le secteur Bertigny/Pôle Santé est le secteur proche de la sortie d'autoroute qui devrait accueillir le Pôle Santé et le secteur Chamblieux au nord-est de la zone qui accueillera un quartier majoritairement résidentiel.

Suite à l'analyse de la situation actuelle et aux différentes informations tirées du PA4, les hypothèses suivantes ont été établies pour la suite de l'étude :

- Les pendulaires sont captés le plus en amont possible de l'Agglo en priorité via le RER puis les P+R en périphérie.
- La liaison routière Marly-Matran existe et est opérationnelle.
- Les zones d'activités se sont fortement développées.
- Tous les types d'ouvrages sont pris en considération lors de l'élaboration des variantes de tracé du futur mode lourd (tunnel, pont, etc.).
- Une attention particulière est apportée à la qualité des espaces réaménagés et notamment à la cohabitation des modes doux et TP.
- Le tracé du mode lourd doit desservir au maximum les boulevards principaux et les plus densément peuplés.

4. Caractéristiques de la future offre TP

Pour définir les caractéristiques de la future offre de transports publics, une extrapolation des données du PA4 a été effectuée afin d'obtenir les valeurs de fréquentations maximales aux heures de pointe. Une capacité minimale de 2'400 personnes par heure aux heures de pointe est considérée dans le choix de la technologie. L'hypothèse est émise dans ces chiffres que

les clients des bus régionaux sont rabattus sur le nouveau mode capacitaire. Par conséquent, il est approprié que les variantes « trains » aient une cadence minimale de 15 minutes également en lien avec la cohérence du réseau RER Fribourg|Freiburg. Les autres variantes pourront avoir une cadence supérieure garantissant une attractivité de l'offre intéressante. L'amplitude des horaires devra être au minimum identique à la situation actuelle. La vitesse commerciale de futur mode capacitaire est un point primordial. La politique d'arrêts devra être revue afin de trouver un bon compromis avec la vitesse commerciale et la qualité de desserte. Selon les variantes retenues, le réseau de bus régional subira également des modifications afin d'optimiser les transferts modaux. Les interfaces multimodales devront aussi être prises en considération afin que la chaîne de transport soit la plus idéale possible pour les usagers empruntant divers moyens de déplacements.

Suite à l'analyse des gabarits actuels, l'axe Georges-Python – Jura est privilégié ainsi que l'Avenue de Pérolles pour autant que l'utilisation de l'ancienne voie industrielle ne soit pas plus avantageuse. L'axe de Beauregard est toutefois densément peuplé et devra être desservi par le mode lourd. Des aménagements plus spécifiques et conséquents comme des ouvrages souterrains par exemple seront nécessaires. Les possibilités techniques de créer une seule voie propre avec des points de croisements spécifiques font parties intégrantes des réflexions dans l'analyse des différentes variantes technologiques. Les premières variantes de parcours se concentrent sur la desserte des axes Marly - Gare, Gare - Pôle Santé et Gare - Chamblieux. Dans de futures études plus approfondies sur le tracé exact, le passage par l'Avenue du Midi doit constituer une variante à analyser. En effet, l'Avenue de Beauregard n'est pas idéale en terme de gabarit à disposition et de pente. Une autre solution pour ce secteur est donc tout à fait envisageable mais n'a pas pu être étudiée précisément dans le cadre de ce rapport.



Figure 2 - Parcours pour variantes

5. Analyse technologique

Six technologies ont été retenues pour l'analyse. Il s'agit du train type RER, du métro léger, du tram-train, du tram, du BHNS et du métrocâble urbain et une variante par technologie est proposée.

5.3. Variante A – Train RER

Le premier mode de transport lourd considéré est le train régional à écartement voie normale avec pour but d'agrandir l'actuel réseau RER Fribourg|Freiburg. Les infrastructures nécessaires sont similaires au reste du réseau RER. Il est proposé de considérer un matériel roulant de type Flirt déjà utilisé par les TPF et les CFF sur les réseaux régionaux. La technologie est parfaitement éprouvée. A titre d'illustration, une composition Flirt mesure 74 mètres de long et possède un total de 127 places assises et 209 places debout (avec 4 pers/m²). Le parcours doit se trouver exclusivement en site propre pour des raisons de sécurité.

Cette variante consiste à prolonger le réseau RER Fribourg/Freiburg en direction de Marly. Le nouveau tracé emprunte l'ancienne voie industrielle se situant entre la Route des Arsenaux et la Route de la Fonderie pour atteindre le secteur Charmettes avant de se diriger vers Marly. Les axes en direction Bertigny et Chamblieux sont quant à eux desservis par un autre mode lourd de transport tel qu'un BHNS (voir variante E). Cette variante est très contraignante en termes d'infrastructures. En effet, elle implique la mise en souterrain d'une grande partie du nouveau tronçon de voie ferrée par manque de possibilités en surface. A ce stade d'étude, l'hypothèse est faite que la partie souterraine débute à la halte Charmettes jusqu'à la gare de Marly, Centre. Cette gare terminus serait souterraine. La traversée de la Sarine s'effectue grâce à un nouveau viaduc à proximité du Pont de Pérolles existant. L'actuel pont ne peut pas être utilisé en l'état car les rayons pour les courbes sont trop restreints pour du matériel roulant de type Flirt ou Domino.

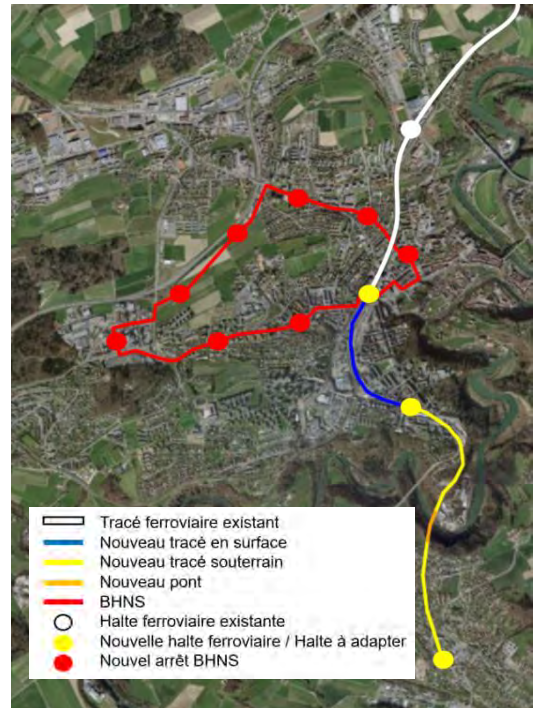


Figure 3 - Parcours Variante A

En termes d'offres, la branche de Marly peut être connectée au réseau ferroviaire reliant Fribourg et Schmiten. Comme sur l'ensemble des branches du RER à terme, une cadence de 15 minutes entre Fribourg et Marly est prévue. Sur le complément BHNS, la cadence aux heures de pointe est de 5 minutes. L'intégration de ces nouveaux sillons ferroviaire sur l'infrastructure CFF de la gare de Fribourg n'est pas aisée et, à ce stade de l'étude, la faisabilité technique n'est pas démontrée et doit faire l'objet d'approfondissements. Avec un arrêt du BHNS sur la Place de la Gare, le transbordement entre le train et le BHNS n'est pas optimale créant ainsi une réelle rupture.

Le matériel roulant choisi doit être adapté au trafic régional et cohérent avec le reste de la flotte voie normale qui constituera le parc à l'horizon 2040-2050. Pour satisfaire les besoins en terme de capacité et d'horaires, 2 rames sont nécessaires pour ce nouveau tronçon.

Les avantages et inconvénients de cette variante sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 1 - Avantages et inconvénients Variante A

Avantages	Inconvénients
Connexion au-delà de l'Agglo	Rupture de charge
Desserte directe de Marly	Infras ferroviaires déjà très chargées en trafic entre la gare de Fribourg et Schmiten
Perception et confort du système ferroviaire	Cadence 15 min perçue moins avantageuse qu'aujourd'hui (7.5 min)
Matériel roulant connu et éprouvé	Desserte P+R Gérine et desserte fine
Accessibilité plain-pied	Gros ouvrages d'art / Coûts
Utilisation infra maintenance et dépôt existants	Choix du fournisseur contraint par le reste de la flotte
	Gestion des perturbations complexes
	Entretien infras
	Franchissement Sarine
Compléments BHNS avec ses particularités (voir variante E)	Compléments BHNS avec ses particularités (voir chapitre variante E)
	Extensions futures complexes

5.4. Variante B – Métro léger

Un autre mode de transport de type ferroviaire est le métro léger. En Suisse, la ligne du M1 à Lausanne reliant Lausanne-Flon à Renens-gare est considérée comme une ligne de métro léger. Les véhicules utilisés peuvent être sur rail ou sur pneus comme le M2 à Lausanne. Les métros légers sur pneus sont aussi guidés par des rails mais le contact pneu-rail permet de franchir des pentes plus importantes que le contact fer-fer. Les métros légers circulent sur des infrastructures dédiées et généralement séparées des autres modes de transport. Des tronçons en souterrain sont possibles. L'infrastructure à mettre en place est plus légère que pour un train conventionnel. Une automatisation du système à l'horizon 2040 est tout à fait envisageable et permettrait de réduire les coûts d'exploitation. L'alimentation électrique des véhicules est faite par des caténaires et les signalisations suivent les modèles ferroviaires. Chaque rame composée de deux caisses peut accueillir environ 85 personnes pour les modèles des constructeurs Alstom ou Bombardier. Ces rames mesurent 26 mètres de long selon les modèles et peuvent être couplées offrant ainsi une capacité de 160 personnes et pouvant satisfaire une demande de 6'000 pers/h/sens. La vitesse commerciale moyenne des métros légers se situe entre 30 et 40 km/h soit une vitesse plus élevée que les trams mais inférieure aux trains.

La variante B consiste à créer un réseau de métro léger. Depuis le P+R de la Gérine, le tracé d'une première ligne dessert le centre de Marly, le Marly Innovation Center et les Rittes. La ligne emprunte ensuite le Pont de Pérolles pour desservir Charmettes et rejoindre la gare via l'ancienne voie industrielle. Une deuxième ligne en boucle est créée entre la Gare, le Pôle Santé (Bertigny) et Chamblieux. Depuis la gare, elle remonte l'Avenue de Beauregard et dessert des arrêts au niveau des arrêts existants de Vignettaz et Villars-Vert. Puis, la zone de Moncor profite également d'une desserte avant que le métro ne rejoigne le Pôle Santé. Il traverse ensuite la future zone de Chamblieux et rejoint le secteur Vuille avant de revenir vers la gare.

Une cadence très attractive de 3 minutes aux heures de pointe est proposée sur les deux lignes. En heures creuses, elle peut être réduite à 6 minutes pour autant que les points de croisements soient garantis.

Les bus régionaux peuvent se rabattre sur les nouveaux hubs de Moncor et de Marly, Gérine.

Les infrastructures à créer pour réaliser cette variante sont très conséquentes et ambitieuses. En effet, la majorité du tracé est prévue en souterrain. Le tronçon reliant la gare aux Rittes à Marly est prévu en surface et emprunte l'ancienne voie industrielle ainsi que le tronçon entre Pôle Santé et Chamblieux. Le Pont de Pérolles ayant été dimensionné pour accueillir des trams, il peut ainsi être utilisé pour la variante métro léger. Il faut toutefois noter que le rayon de courbure juste avant le Pont de Pérolles est relativement faible de l'ordre de 100 mètres. Cependant, des matériels roulants spécifiques dotés de systèmes de guidage existent et permettent de s'affranchir de cette contrainte. Une analyse plus approfondie sur ce point devra être effectuée en cas de sélection de la présente variante. Une problématique de la construction de ce système est la création d'une barrière physique coupant l'espace urbain en deux, notamment dans le secteur du Plateau de Pérolles. Les piétons et vélos ne pourraient à

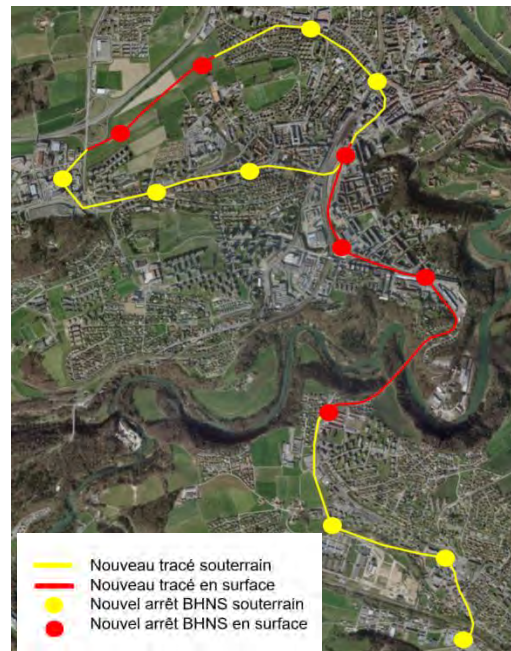


Figure 4 - Parcours Variante B

l'avenir qu'emprunter des passages à niveau spécifiques pour traverser les voies. Une mise en souterrain du tracé entre Charmettes et le Pont de Pérolles peut également être envisagée. L'intégration du métro léger à la gare de Fribourg est un vrai challenge à relever. Le secteur du MEP de l'Esplanade offre des possibilités intéressantes pour offrir une bonne connexion avec les autres modes de transports tels que le train et les bus.

Il est important que le matériel roulant soit adapté aux rayons de courbure ainsi qu'aux contraintes liées aux pentes notamment dans le secteur Beauregard. La longueur des rames est modulable en fonction des besoins en capacité. Avec une cadence de 3 minutes en heures de pointe, 14 rames sans réserve sont nécessaires pour l'exploitation. A l'horizon 2040-2050, il peut être considéré que ce type de véhicule circulera automatiquement sans conducteur avec une infrastructure adaptée.

Les avantages et inconvénients de cette variante sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 2 - Avantages et inconvénients Variante B

Avantages	Inconvénients
Gabarit réduit	« Barrière urbaine » (accès riverains et gestion des traversées MD)
Cadences attractives	Importante partie souterraine y compris arrêts
Desserte du MIC et Moncor	Gestion des carrefours
Confort ferroviaire	Capacité surdimensionnée
Automatisation possible	Choix limité de fournisseurs
Site propre intégral	Accès aux stations souterraines
Temps de parcours	Nouvelle infra maintenance
Peu d'emprises en surface	Nouveau dépôt
Technologie éprouvée	Avarie entraîne arrêt de tout le système / Gestion des perturbations
Ponctualité	Entretien infras
Peu de bruit	Contraintes géologiques
Peu d'impacts visuels	Extensions futures complexes
Identité forte du réseau	Sentiment d'insécurité (manque lumière naturelle, claustrophobie)
	Coût d'exploitation des tunnels

5.5. Variante C – Tram-train

Un tram-train est un transport lourd ferroviaire pouvant circuler autant sur les voies de tramways dans les zones urbaines que sur le réseau ferroviaire dans les zones périurbaines plus rurales. Par conséquent, le matériel roulant doit être capable d'utiliser des réseaux électriques différents tout en répondant aux exigences et prescriptions des deux systèmes (signalisations, distances de freinage, etc.). Ce concept existe principalement en Allemagne et en France (Karlsruhe, Mulhouse). Il est intéressant de souligner que Lugano a un projet de tram-train en planification dont le déploiement du réseau complet est prévu à l'horizon 2029. La complexité de ce mode de transport réside dans l'inter compatibilité des systèmes au niveau des infrastructures. Il associe la rapidité du train en zone périurbaine et la fluidité du tram en zone urbaine. Cette caractéristique implique cependant un matériel roulant plus complexe et donc plus susceptible aux avaries. Siemens et Alstom ont entre autres créé des modèles de tram-trains avec des capacités variant entre 242 et 292 places et une vitesse maximale pouvant atteindre 100 km/h.

Sur un principe proche de la variante A, la variante C Tram-train relie Marly à la gare de Fribourg via la route cantonale et l'ancienne voie industrielle au réseau RER en direction Schmiten sur une première ligne. Une seconde ligne relie la gare aux secteurs Bertigny et Chamblieux empruntant les axes routiers principaux soit l'Avenue de Beauregard et la Route du Jura. Contrairement à la variante A, les deux lignes sont exploitées avec le même matériel roulant : des trams-trains. La desserte est plus fine que pour un RER classique en secteur urbain. Marly est desservie grâce à 3 arrêts et le Secteur de Pérolles par deux arrêts. En direction de Schmiten et après avoir quitté la gare de Fribourg, la ligne s'arrête à Poya, Düdingen et Schmiten. Sur la seconde ligne en boucle, les arrêts desservis sont les suivants : Vignettaz, Villars-Vert, Moncor, Pôle Santé, Chamblieux, Vuille et Université.

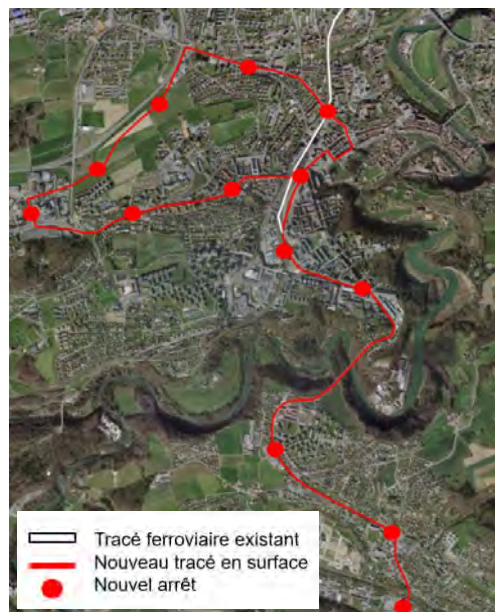


Figure 5 - Parcours Variante C

Il est proposé d'offrir une cadence de 15 minutes sur le tronçon Schmiten – Fribourg, gare et de 7.5 minutes entre la gare et Marly. Cette proposition permet d'offrir une cadence plus élevée pour Marly par rapport à la variante A. Sur la deuxième ligne, la cadence envisagée est de 5 minutes. Le rabattement des bus régionaux sur le tram-train à Marly et Moncor offrent différents avantages comme par exemple un matériel roulant plus confortable. De plus, cela permet de désengorger les axes de Pérolles et Beauregard avec moins de bus. Par contre, le gain en temps n'est pas significatif voire même péjoré par le changement de mode de transport.

En termes d'infrastructures, l'entier des parcours se trouve en surface dans une première approche pour cette étude d'opportunité. Si une étude de cette variante plus poussée est effectuée, la mise en souterrain de certaines portions n'est pas à exclure. Tout comme pour un tram, le tram-train peut circuler en mixité avec le trafic individuel motorisé mais au détriment de sa vitesse commerciale. Entre Schmiten et Fribourg, des modifications d'infrastructures, notamment les signaux, et des vérifications concernant le distancement sont à prévoir pour permettre la circulation de ce nouveau matériel roulant. Ce tronçon est totalement en site propre et son exploitation est du même type que pour un train standard. Sur le reste du parcours, la circulation en site propre n'est pas garantie dans tous les secteurs notamment entre Charmettes et le Pont de Pérolles par exemple. L'intégration en gare de Fribourg n'est pas aisée. Une variante est d'utiliser la voie 1 pour la ligne 1 et la Place de la Gare pour la ligne 2. Cette variante ne permet malheureusement pas une connexion directe entre les deux lignes. De plus, des voies de service supplémentaires sont nécessaires pour connecter les deux réseaux et permettre la circulation des tram-trains sur les deux lignes de manière flexible.

La ligne Gare-Bertigny-Chamblieux-Gare est également exclusivement en surface et suit les axes principaux. De très nombreuses intersections nécessitent des aménagements afin de prioriser le passage du tram-train. La création de ces deux nouvelles lignes implique l'acquisition de 13 rames sans réserve de type tram-trains afin d'assurer les cadences projetées. Par contre, une analyse approfondie est nécessaire afin de s'assurer que toutes les pentes du parcours peuvent être franchies. Les rames doivent être parfaitement compatibles pour le réseau tram et le réseau ferroviaire suisse.

Les avantages et inconvénients sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 3 - Avantages et inconvénients Variante C

Avantages	Inconvénients
Connexion au-delà de l'Agglo	Deux systèmes avec impacts sur infras existantes
Confort ferroviaire	Intégration sur les routes existantes
Desserte fine du secteur urbain	Gabarits à disposition
Utilisation Pont Pérolles	Lisibilité du réseau
Accès plain-pied	Trafic mixte
Interface gare	Cadence vs capacité infrastructure ferroviaire
Utilisation infra maintenance train	Potentiel du tram-train sous exploité
Taux en site propre	Emprises au sol importantes
Extensions futures possibles	Peu de fournisseur
	Peu de lignes en circulation en Europe
	Positionnement et création du/des dépôt(s)
	Pas de dépassement possible si 1 vhc en panne
	Entretien infras
	Impacts visuels rails et LC
	Rail = obstacles pour vélos
	Bruit contact fer-fer

5.6. Variante D - Tram

Le tramway est un système de transport sur rail connu depuis le 19^{ème} siècle en Suisse. A Fribourg, un réseau de trams a été exploité entre 1897 et 1965 puis remplacé par des trolleybus. Concernant l'infrastructure, des rails doivent être intégrés dans la chaussée et des caténaires construites pour l'alimentation électrique. Les trams peuvent circuler autant en site propre qu'en mixité avec d'autres modes. Il peut par exemple traverser des zones piétonnes mais l'impact sur son efficacité n'est pas à négliger. Une signalisation spécifique aux tramways doit aussi être installée. Il est primordial que les carrefours soient adaptés pour que les trams puissent être prioritaires garantissant ainsi une vitesse commerciale attractive variant en moyenne entre 18 et 20 km/h. Les fréquences peuvent être élevées, de l'ordre de 3 minutes. Comme il s'agit d'une technologie connue et éprouvée depuis plusieurs siècles, de nombreux fournisseurs de matériel roulant se trouvent sur le marché. Les tramways peuvent aussi être à pneus comme à Venise et sont guidés soit par des systèmes optiques soit par un rail central. Le choix entre tramways sur fer ou sur pneus suscitent beaucoup de discussions.

La variante D – Tram est aussi composée de deux lignes distinctes. La première relie Marly à la Gare de Fribourg et la deuxième forme une boucle entre la Gare et les secteurs Bertigny et Chamblieux. Le choix de la boucle se justifie par l'objectif de relier le Pôle Santé et le secteur Chamblieux avec des temps de parcours très attractifs pour rejoindre la gare. Ce tracé permet également d'offrir de nouvelles possibilités comme par exemple pour les habitants du quartier du Jura qui peuvent rejoindre la zone industrielle de Moncor sans transiter par la gare. La première ligne, contrairement aux variantes précédentes, emprunte le Boulevard de Pérolles puis rejoint Marly via le Pont de Pérolles pour terminer au P+R de la Gérine. Trois arrêts desservent Marly et deux arrêts le secteur de Pérolles. Une option à étudier est de la faire circuler dans un sens via la Route des Arsenaux avec une desserte à Bluefactory et de la faire transiter via le Boulevard de Pérolles dans l'autre direction. La boucle de la deuxième ligne reprend le même tracé et les mêmes arrêts que pour la variante C – Tram-train.

Concernant l'offre, le parti pris est de proposer une cadence de 5 minutes à l'heure de pointe. En effet, cette cadence offre une capacité largement suffisante et réduit le risque d'avoir des trams les uns derrière les autres. La robustesse de l'horaire est moins bonne car il y a un certain nombre de zones en mixité avec le trafic avec une forte influence sur la vitesse commerciale. Dans cette variante, il est proposé de ne pas rabattre les bus régionaux sur les trams. En effet, les temps de parcours sont moins attractifs que dans les variantes précédentes. Toutefois, des analyses approfondies doivent être menées pour vérifier que les bus et trams ne se bloquent pas entre eux aux heures de pointes sur les axes principaux. Une solution est par exemple de dévier les bus régionaux par la Route des Arsenaux réduisant ainsi la charge de trafic sur le Boulevard de Pérolles.

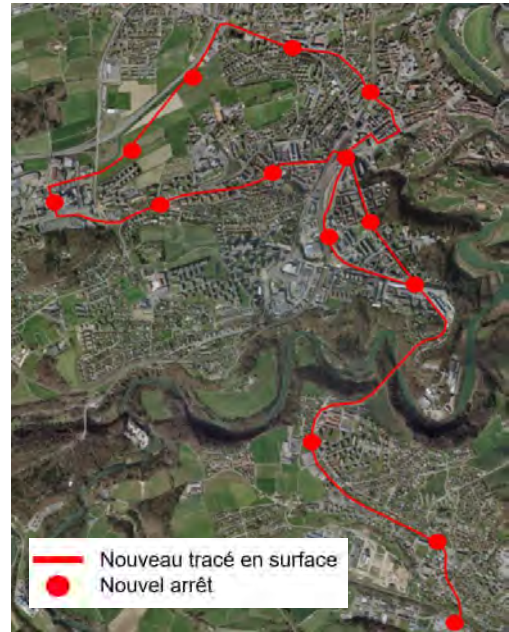


Figure 6 - Parcours Variante D

L'entier des parcours se trouve en surface. Cependant, dans une analyse plus fine, des passages en souterrain ponctuels ne sont pas à exclure. Avec les gabarits actuels, des zones sont en mixité avec le trafic individuel motorisé péjorant malheureusement la vitesse commerciale. Il est nécessaire d'équiper tous les carrefours avec un système de priorité pour les transports publics. Comme pour les variantes de type ferroviaire, la construction d'une caténaire peut être mal perçue pour des questions d'images et de conservation du patrimoine. Des matériels roulants sans caténaire ou avec un seul rail de guidage sont développés et peuvent permettre de s'affranchir de certaines difficultés d'intégration. Au niveau de la gare, l'arrêt des trams se situent sur la Place de la Gare offrant ainsi des correspondances idéales vers les autres lignes de l'agglo. Pour l'exploitation de la ligne 1, 6 rames sont nécessaires tandis que pour le ligne 2 il faut 8 rames. Les rayons minimaux de courbure sont relativement faibles et offrent ainsi une grande flexibilité pour la création des parcours.

Les avantages et inconvénients sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 4 - Avantages et inconvénients Variante D

Avantages	Inconvénients
Lisibilité et identité du réseau	Gabarit
Fiabilité	Intégration de l'infrastructure (rails et caténaires)
Cadence	Gestion des carrefours
Finesse de desserte	Trafic mixte
Matériel roulant éprouvé et innovant	Dénivellation
Utilisation Pont de Pérolles	Cohabitation avec lignes de bus
Choix important de fournisseur	Emprises au sol importantes
Confort ferroviaire	Rails = obstacles pour vélos
Accès plain-pied	Nouvelles infras maintenance
Extensions futures possibles	Positionnement du/des dépôt(s)
	Pas de dépassement possible si 1 vhc en panne
	Entretien infras
	Bruit (si contact fer-fer)
	Impact visuel des rails et LC

5.7. Variante E - BHNS

L'abréviation BHNS signifie bus à haut niveau de service et a vu le jour d'abord sur le continent américain avant que ce système ne soit déployé en Europe. En Suisse, l'Agglomération Lausanne-Morges prévoit la création de trois lignes BHNS afin d'améliorer significativement l'attractivité du réseau de transports publics. La définition d'un BHNS diffère selon les sources. Cependant certains principes sont clairement acquis :

- Fréquence de passage de minimum 15 minutes en heures creuses et d'au moins de 10 minutes en heures de pointe
- Vitesse commerciale d'environ 20 km/h
- Grande amplitude horaire
- Système d'informations embarqué et aux arrêts performant
- Accès plein pied
- 70 % de circulation en site propre au minimum
- Priorité dans les carrefours
- Matériel roulant capacitaire
- Identité propre du réseau et facilement reconnaissable pour les utilisateurs

Au niveau des infrastructures, les sites propres doivent être fortement privilégiés. Contrairement aux systèmes de types ferroviaires, aucun rail n'est nécessaire pour le guidage des véhicules. Le matériel roulant utilisé est généralement des trolleybus articulés ou bi-articulé fonctionnant grâce à une alimentation par lignes de contact aériennes. La vitesse commerciale visée est quasiment équivalente à celle du tram avec un objectif de 18-20 km/h mais est en réalité souvent légèrement inférieure. Avec le développement des trolleybus à batterie, il est possible d'effectuer une partie du tronçon sans lignes de contact, voir même d'équiper certains arrêts avec des recharges rapides. Les trolleys articulés peuvent accueillir 126 personnes et les bi-articulés 224 personnes. Il est essentiel que les bus choisis aient la priorité à tous les carrefours rencontrés. Des systèmes de guidage optique peuvent aider les conducteurs à mieux se positionner au quai et garantir ainsi un accès optimal pour les personnes à mobilité réduite.

La variante E – BHNS reprend exactement le même parcours que la variante D – Tram avec passage exclusif sur le Boulevard de Pérolles. Deux lignes identiques à la variante précédente sont créées. Les différences se situent au niveau de l'offre, des infrastructures et du matériel roulant.

En termes d'offres, une cadence de 5 minutes aux heures de pointe est retenue. Comme pour la variante Tram, le but est de garantir la fluidité des transports publics et d'éviter la création d'embouteillages sur les voies propres des accès principaux à la gare. Pour cette variante, les bus régionaux continuent de se rendre jusqu'à la gare en évitant ainsi une rupture de charge aux portes de l'agglomération.

Pour la création de lignes de BHNS, l'infrastructure n'est pas à négliger même si des rails ne sont pas nécessaires. En effet, le principe du BHNS consiste à avoir un grand taux de voies en site propre et une priorité totale aux carrefours. Un réaménagement urbain soigné doit participer à donner une nouvelle identité aux deux nouvelles lignes de BHNS. Dans un premier temps, il est considéré que la circulation se fait

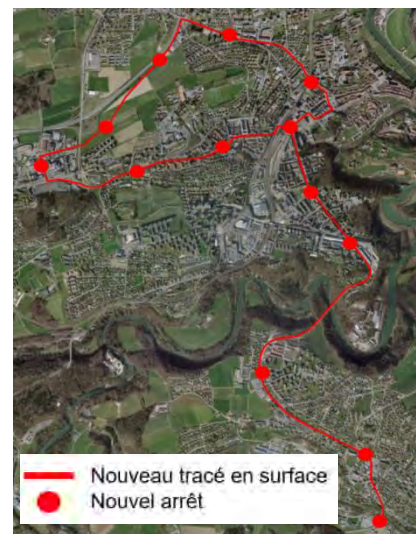


Figure 7 - Parcours Variante E

uniquement en surface. Tout comme pour le tram, des passagers ponctuels en souterrain ne sont pas à exclure dans de futures études. L'arrêt de la Gare se situe sur la Place de la Gare permettant ainsi d'avoir des interactions optimales entre les différents modes de transport. Pour l'exploitation de cette offre, 16 bus bi-articulés doivent être achetés. Même si des bus à batterie et des trolleybus In Motion Charging offrent des autonomies intéressantes, des investissements dans les lignes doivent être consentis et certains nouveaux tronçons nécessitent la construction de lignes afin de garantir une exploitation robuste et fiable.

Les avantages et inconvénients sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 5 - Avantages et inconvénients Variante E

Avantages	Inconvénients
Moins d'infrastructure à créer	Gabarit limité
Matériel roulant connu et éprouvé	Vitesse commerciale
Flexibilité d'exploitation	Gestion des carrefours
Dénivellation	Identité du réseau moins forte
Bruit réduit (pas de contact fer-fer)	Cohabitation avec les autres lignes
Utilisation Pont Pérolles	Pas d'amélioration pour clients régionaux
Grand choix fournisseurs	Emprises au sol importantes
Accès plain-pied	Risque de bus Bunching
Utilisation des infras de maintenance actuelles	Impacts visuels des aménagements
Position des dépôts flexibles	Image ETP inchangée
Possibilité de contourner 1 vhc en panne	
Peu de bruit	
Extensions futures possibles	

5.8. Variante F – Métrocâble / Télécabines urbaines

Les métrocâbles ou télécabines urbaines existent depuis de nombreuses années dans différentes régions du monde. Les télécabines de Medellin en Amérique du Sud sont certainement les plus connues avec celles de Rio. Plus proche, des télécabines urbaines sont exploitées en France à Brest et Grenoble notamment. Les télécabines présentent le fort avantage de pouvoir franchir des topographies difficiles comme des cours d'eau ou de fortes dénivellations. Ces dernières années, ce moyen de transport a suscité un fort intérêt en Suisse avec différentes études dans plusieurs villes. Comme dans les stations de ski, l'infrastructure consiste à installer des pylônes métalliques sur lequel un câble soutient des cabines suspendues ainsi que de construire des stations intermédiaires et terminus. L'emprise au sol est donc faible par rapport aux autres systèmes de transport lourd. Le système envisagé est des télécabines monocâbles à mouvement continu débrayable. Une alimentation électrique permet le déplacement des télécabines. Elles peuvent transporter jusqu'à 3'200 voyageurs par heure et par sens grâce à des cabines de 15 places. Leur vitesse commerciale se situe entre 16 et 22 km/h. Les difficultés techniques se situent surtout au niveau des homologations, des distances de survol à respecter notamment en lien avec les normes de protection incendie et de l'acceptation des riverains à voir passer un tel moyen de transport au niveau de leur balcon.

La dernière variante est la construction d'une télécabine urbaine et se base sur le rapport du postulat 2015-GC-133 – Métrocâble entre la gare de Fribourg, l'HFR et la sortie d'autoroute à Villars-sur-Glâne. Le métrocâble relie directement la zone du Pôle Santé et le secteur Vignettaz à la gare. Ensuite, le tracé se dirige en direction de Marly avec des stations intermédiaires à Charmettes, au MIC, au centre de Marly pour terminer au P+R de la Gérine. L'avantage d'un transport aérien est de pouvoir créer des tracés très directs entre les stations intermédiaires à desservir.

Pour atteindre une capacité d'environ 3'200 personnes/h/sens, la vitesse des cabines se monte à 6 m/s soit 21.6 km/h. La cadence s'élève à quelques secondes uniquement et représente approximativement une cabine tous les 50 mètres. Cette variante ne permet pas une desserte fine des différents secteurs. Par conséquent, toute l'offre de transport doit être revue et adaptée. Ce manque de desserte fine est un grand inconvénient pour ce mode de transport qui profite finalement aux utilisateurs souhaitant se rendre d'une station exacte à une autre, par exemple de la gare au Pôle Santé. Si ce n'est pas le cas, la chaîne de transport totale est plus complexe constituant un obstacle à l'attractivité de l'offre. Les bus régionaux continuent de se rendre jusqu'à la gare avec des interfaces possibles à certaines stations intermédiaires.

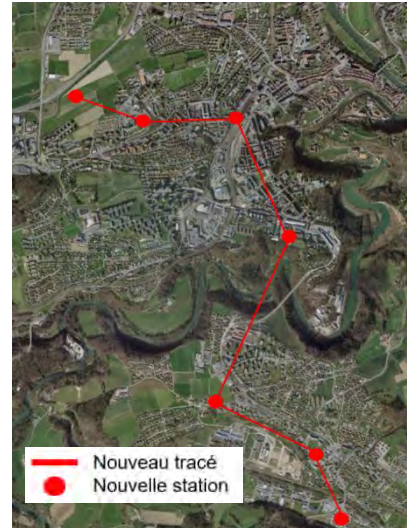


Figure 8 - Parcours Variante F

Les éléments principaux de l'infrastructure sont la création des deux stations terminus et cinq stations intermédiaires. Leur implémentation au centre de l'agglomération est particulièrement difficile notamment dans le secteur de la gare. L'emprise à la surface est faible pour les pylônes et il faut compter un pylône tous les 150 à 300 mètres. Cela représente dans cette variante une trentaine de pylônes à intégrer. L'acceptabilité sociale d'un tel projet se présente comme un obstacle car l'impact visuel est très fort et les impacts sonores non négligeables. De plus, les différentes réglementations en lien avec les risques incendie sont extrêmement difficiles à appliquer en milieu urbain. Des distances minimales doivent être respectées entre les cabines et les autres bâtiments ainsi qu'avec le sol. Aucune télécabine urbaine n'ayant déjà été autorisée en Suisse, de nombreuses inconnues demeurent en termes d'autorisations et homologations. Le type de télécabines privilégié possède une capacité de 15 places. Il faut environ 113 cabines pour permettre la cadence évoquée précédemment. Le passage des cabines sur les pylônes et leur entrée et sortie des stations provoquent une nuisance sonore non négligeable pour les riverains.

Les avantages et inconvénients sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 6 - Avantages et inconvénients Variante F

Avantages	Inconvénients
Emprises au sol réduites	Desserte fine
Cadence et capacité	Homologations
Innovant	Acceptation
Pas de conflits avec réseau de bus	Interfaces et intégration au reste du réseau
Confort (discutable)	Bruit des stations intermédiaires
Fiabilité technologique (expériences montagnes)	Tracé rectiligne contraignant
Fournisseurs suisses	Pas de desserte directe de Chamblieux
Nécessite peu de personnel d'exploitation	Accessibilité aux stations
Ponctualité	Accessibilité aux cabines pour PMR car en mvt
Image ETP innovante	Avarie = arrêt du système complet
	Non circulation durant intempéries (vent)
	Arrêt complet pour entretien ?
	Bruit
	Impact visuel pour les riverains et sur le patrimoine
	Acceptation sociale (vertige, etc.)
	Extension future complexe
	Forte dépendance aux fournisseurs
	Protection en cas d'incendie

Concernant les coûts, le tableau ci-dessous donne des ordres de grandeur pour les coûts du matériel roulant, d'investissements et d'exploitation pour les technologies retenues. Sans surprise, le matériel roulant des systèmes ferroviaires est plus onéreux. Le coût d'investissement pour la construction de l'infrastructure varie fortement entre les différentes variantes. Les fourchettes de coûts sont relativement larges car la topographie exacte du lieu et le tracé définitif retenu auront de forts impacts sur les coûts. La durée de vie des systèmes ferroviaires est d'environ 30 à 40 ans contre 15 ans pour le BHNS. Le rapport technique donne plus de détails sur les coûts.

Tableau 7 - Comparaison générale des coûts

Variante	Coût d'un véhicule	Coût d'investissement 1 ^{ère} ligne (sans vhc)	Durée vie	Coût exploitation 1 ^{ère} ligne
Train ⁴	9-10 M CHF	5-10 M CHF / km ⁵	30-40 ans	14-15 CHF/km
Métro léger	4-5 M CHF	70-150 M CHF /km ⁶	30-40 ans	15-20 CHF/km
Tram-train	7-9 M CHF	15 – 70 M CHF /km ⁷	30-40 ans	15-18 CHF/km
Tram	4-5 M CHF	50-70 M CHF/ km ⁸	30-40 ans	13-14 CHF/km
BHNS	1.4 M CHF	15-20 M CHF /km ⁹	15 ans	9-10 CHF/km
Télécabines	0.3-0.5 M CHF	5 M CHF /km	30 ans	300 CHF/h ¹⁰

5.9. Recommandations

A ce stade des réflexions, il reste encore beaucoup de points techniques et financiers à analyser et à considérer de manière plus détaillée avant d'arrêter la variante définitive. Cependant, en tenant compte des différents éléments à disposition pour cette étude notamment en termes de technologies et d'intégration au réseau de transports publics, il est recommandé d'approfondir les variantes Tram et BHNS. Les variantes Train, Métro léger, tram-train et télécabines sont à écarter pour les raisons suivantes :

Train : La variante train n'offre pas l'opportunité de créer un réseau cohérent avec une vraie identité pour l'ensemble de l'agglomération. La qualité n'est pas identique sur l'ensemble des axes forts. De plus, les infrastructures à créer sont gigantesques et leur faisabilité technique non garantie. La mise en souterrain d'une longue partie du tronçon en direction de Marly nécessiterait des prouesses techniques et des coûts exorbitants.

Métro léger : La variante métro léger est quasiment en totalité en construction souterraine impliquant des coûts d'investissement pharamineux. De plus, la capacité d'un tel système de transport est surdimensionnée par rapport à la taille future de l'agglomération de Fribourg en comparaison avec d'autres villes suisses et européennes. L'image des systèmes de transport souterrains n'est pas toujours positive pour les usagers à cause du sentiment d'insécurité mais un métro léger véhicule toutefois une image innovante. Les arrêts souterrains posent un certain nombre de problèmes quant à leur accessibilité. Cette variante est jugée trop ambitieuse et ne répond donc pas aux besoins futurs.

⁴ Données uniquement pour le train, BHNS exclu

⁵ Tracé en voie unique en surface

⁶ Tracé en souterrain

⁷ Tracé en surface

⁸ Tracé en surface

⁹ Tracé en surface

¹⁰ Pour un tronçon simple, Source : Transport par câble en milieu urbain, Certu, 2012

Tram-train : Le principal inconvénient de cette variante est l'utilisation d'un double système impliquant différentes contraintes en termes d'infrastructures et d'exploitation. L'environnement fribourgeois ne permet pas d'exploiter tout le potentiel de cette technologie car la configuration des lieux et de son urbanisation n'est pas optimale. De plus, la lisibilité du réseau n'est pas optimale. L'intégration sur le réseau CFF n'est pas garantie dans une configuration déjà fortement chargée et représente un risque non-négligeable.

Télécabines urbaines : La variante de télécabines fait face à un important obstacle : la réglementation notamment en matière de sécurité incendie particulièrement contraignante. Cette dernière rend très difficile l'insertion d'un tel mode de transport dans un environnement bâti tel que Fribourg. De plus, l'acceptabilité sociale est un vrai challenge car il sera très difficile de convaincre les riverains d'accepter de voir passer des télécabines à hauteur de leur balcon sans compter les nuisances sonores des stations intermédiaires par exemple. Concernant l'exploitation, les conditions météorologiques peuvent provoquer des arrêts de longue durée ce qui est difficilement acceptable pour la future colonne vertébrale du réseau de transports publics.

De manière générale, les variantes écartées présentent une mise en œuvre trop complexe et trop peu adaptée à la topographie et aux contraintes de l'agglomération de Fribourg. L'accessibilité et l'intégration de ces variantes sont insatisfaisantes.

Les variantes tram et BHNS présentent les meilleures opportunités. Elles possèdent de nombreux avantages communs. Elles sont adaptées à la future taille de l'agglomération avec des potentielles d'extensions ainsi qu'une flexibilité intéressante d'augmentation des capacités. Les deux types de technologie sont éprouvées et fiables permettant ainsi de garantir une exploitation future avec un haut niveau de qualité. De plus, chacun de ces deux systèmes offre des avancées technologiques permettant par exemple, dans certains cas, de s'affranchir de lignes de contact aériennes. Les trams et les bus bi-articulés circulent depuis de nombreuses années en Suisse et par conséquent, les réglementations existent et les véhicules ont déjà passé les épreuves d'homologation. Comme un réseau majoritairement en surface est projeté à ce stade, il existe de réelles opportunités de repenser l'aménagement urbain et les espaces dédiés à chaque mode de déplacement. La création d'un réseau tram ou BHNS permettra de donner un nouveau visage à l'agglomération de Fribourg. Le voyage en surface est perçu de manière plus positive par le client. Le tram jouit vraiment d'une excellente image auprès des clients grâce au confort apporté. Un exemple français a montré une augmentation de 100% des passagers avec la création d'une ligne de tram contre 50% pour une ligne de BHNS. Selon le type de trams choisi, le bruit peut être réduit et la qualité de vie des riverains ainsi améliorée. La création d'un vrai réseau cohérent est la clé du futur mode de transport lourd à haute capacité.

La stratégie proposée est d'avoir pour objectif la création d'un réseau de tramways ambitieux sur les axes forts de l'agglomération en priorité. Le BHNS pourrait être une variante de repli si des contraintes techniques et financières seraient insurmontables pour la variante tram. Dans tous les cas, il est fortement recommandé de poursuivre les études des deux variantes citées afin d'avoir la confirmation de leur faisabilité. D'un point de vue politique, il faut cependant être conscient que la création de lignes de tramways et de BHNS crée souvent beaucoup d'oppositions de la part des riverains et d'associations et que son intégration en milieu urbain n'est pas aisée. Un fort soutien politique est donc indispensable. De plus, il est essentiel d'intégrer toutes les parties. La création d'un système de transport lourd redessine complètement le milieu urbain et va toucher tous les Fribourgeois. Les principales inquiétudes concernent le nouveau plan de circulation, l'accessibilité aux commerces du centre-ville, les places de stationnement et les impacts sonores.

Le rapport technique analyse l'extension du réseau en direction du quartier du Schönberg en analysant la situation actuelle et future et en proposant des variantes trams et BHNS. Des informations sont également données sur les contraintes d'exploitation d'un tel système lourd de transport et abordent les thèmes suivants : le dépôt/remisage, la maintenance du matériel roulant et des infrastructures, la formation du personnel roulant et de maintenance, le centre d'exploitation et les processus d'exploitation.

6. Conclusion

Cette étude d'opportunité avait pour but d'identifier les technologies les plus judicieuses pour la création d'un réseau d'axes forts au cœur de l'agglomération de Fribourg desservi par un mode de transport lourd à l'horizon 2040. Pour rappel, le Canton de Fribourg a pour objectifs de favoriser le report modal sur les transports publics, de rendre ces derniers plus efficaces et d'atteindre les objectifs de sa politique climatique. Pour l'Agglo de Fribourg et en compléments des objectifs du Canton, le mode lourd doit permettre d'absorber les déplacements supplémentaires induits par l'augmentation de la population prévue à cet horizon.

En analysant la situation actuelle, la densité démographique et d'emplois a permis de déterminer les secteurs urbanisés à desservir en priorité. Des efforts sont à entreprendre pour une meilleure cohabitation des différents modes. Les déplacements en mode doux (vélos et à pied) doivent être rendus plus sûrs. Le trafic individuel motorisé profite d'une attractivité trop forte par rapport aux transports publics. L'amélioration de la vitesse commerciale des transports publics grâce à la création d'aménagements spécifiques est primordiale tout en améliorant l'offre mise en place. Il est également essentiel de capter les pendulaires en amont de l'agglomération et de les diriger sur les réseaux de transports publics permettant de diminuer le nombre de voitures dans le périmètre et de fluidifier la circulation pour les usagers sans autre alternative.

A l'horizon 2040, l'augmentation de la population et les développements des zones d'activités économiques seront telles qu'un moyen de transport lourd sera nécessaire. Les réflexions menées sont compatibles avec la stratégie de l'Agglomération en terme de mobilité. Les capacités futures ainsi que les axes à desservir ont été définis dans le cadre de cette étude. Evidemment, de futures études de variantes de tracés restent ouvertes. Diverses hypothèses ont aussi été émises comme base pour le développement des variantes pour les types de technologie. Les technologies réalistes ont été retenues et une solution de variante pour chaque type a été développée. Les aspects liés au matériel roulant, à l'offre et aux infrastructures ont été considérés puis comparés. Ces variantes permettent d'avoir une vision plus concrète de l'application de chaque technologie.

Les variantes Trams et BHNS se présentent comme les plus opportunes à considérer pour la suite des réflexions de la création d'un réseau d'axes forts exploité par un mode lourd. Elles offrent de nombreux avantages comme leur maturité technologique, leur capacité adaptée à la taille de l'Agglomération et à son évolution à long terme, leur flexibilité en termes de planification et d'exploitation, leur accessibilité et leur fiabilité. De plus, ces solutions véhiculent une image positive et forte avec des impacts sur l'environnement réduit avec un transport durable à faible émission. Elles créent également des opportunités urbanistiques très intéressantes et favorables pour repenser l'espace urbain et planifier une nouvelle cohabitation des différents modes de déplacements. Le quartier du Schönberg étant conséquent en termes d'habitants, une première analyse d'extension du réseau de base a été étudiée. La prolongation d'un mode lourd dans ce quartier est justifiée et nécessitera d'être approfondie dans les futures réflexions. D'autres secteurs pourront évidemment être inclus dans les potentielles extensions du réseau d'axes forts.

Pour compléter la vision globale des recommandations, les contraintes d'exploitation ont été décrites et les enjeux évoqués pour une prise en considération future. Les processus à prendre en compte ont pu être identifiés et se révèlent importants pour optimiser le futur système et donc également avoir des coûts supportables pour les commanditaires. Il était également important de s'assurer qu'aucun blocage lié à l'exploitation n'était identifié à ce stade.

Les résultats de cette étude d'opportunité ouvrent des perspectives et une projection plus concrète vers la création d'un réseau d'axes avec de hautes capacités. Il est proposé de prolonger la démarche et les réflexions en définissant les prochaines étapes et jalons à franchir. Il faut être conscient que la mise en service d'un réseau de trams ou de BHNS nécessite plusieurs années d'études et de travaux. Un soutien politique fort est essentiel pour la réalisation d'un tel projet et ce dans toutes les étapes de planification et d'exécution. En Suisse, le temps écoulé entre les premières esquisses et la mise en service se situe entre 15 à 20 ans suivant l'ampleur du projet. Lausanne en est le parfait exemple avec des esquisses de son réseau d'axes forts en 2008 et une mise en service prévue d'ici 2025-2026.

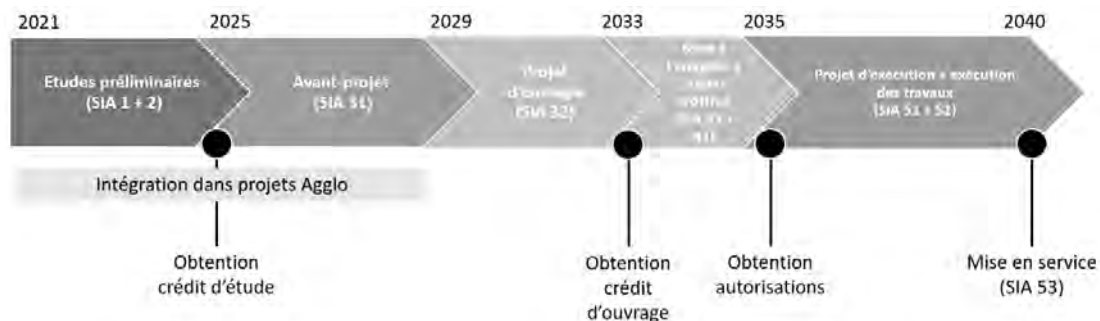


Figure 9 - Planning intentionnel

Le planning intentionnel ci-dessus permet d'avoir une vision des prochaines grandes étapes. Chaque étude nécessitera des validations formelles par les parties prenantes impliquées. Une première étape consiste à entreprendre dès que possible des études préliminaires. Elles ont pour objectifs d'approfondir les aspects techniques et financiers. Il est notamment important de définir le tracé exact du futur mode lourd, les infrastructures nécessaires et leurs potentiels impacts. Les avantages et les inconvénients de la boucle entre la gare, le Pôle Santé et Chamblieux devront être étudiés précisément. Il n'est pas exclu qu'une desserte aller-retour soit plus attractive. Un rapport coût/utilité pourrait également être intéressant à analyser. En parallèle, l'Agglomération devra considérer les éléments pertinents à inclure dans les futurs plans d'agglomération afin d'obtenir des fonds de financement de la Confédération. Dès 2025 et après l'obtention de crédits d'étude, un avant-projet concret pourrait être établi avant l'élaboration du projet d'ouvrage à l'horizon 2033. Un jalon important sera l'obtention des crédits d'ouvrage avant la mise à l'enquête et les processus d'appel d'offre. Une obtention des autorisations en 2035 constitue un scénario optimiste sans recours juridique majeur. D'expériences, ce type de projet génère très souvent d'importantes oppositions et leur résolution est difficile à inclure dans le présent planning à ce stade des réflexions. La durée des travaux peut être estimée à 5 ans avant la mise en service d'une première partie du réseau en 2040.

Cette étude d'opportunité est un premier pas vers la création d'un réseau d'axes forts dont l'agglomération aura besoin à l'horizon 2040 pour garantir une offre de transports publics efficace, de proximité et satisfaisant les besoins de toute la population fribourgeoise. Ce réseau permettra également d'augmenter le report modal vers les transports publics et d'atteindre les objectifs climatiques du Canton de Fribourg.