Strasbourg
Communauté Urbaine

Maîtrise d'œuvre du prolongement de la ligne de tramway F – 2ème phase

AVANT-PROJET
PREFIGURATION TRAM F

Volume 1 : Synthèse

NOTE DE SYNTHESE

15 Juillet 2010

N° identification

réf. pièce du projet	AVP Phase	ING Émetteur	SYN Thème	NTE Type	001 N° d'ordre	A. indice

INGÉROP
Conseil & ingénierie

Mandataire

168/172, boulevard de Verdun
92408 Courbevoie Cedex
Tél. 01 49 04 55 00
Fax. 01 49 04 57 01

BRUNO REMOUÉ + ASSOCIATS

Ronda Sant Pau 49 bxs 1ª
ES-08015 Barcelona
Tél. +34 93 5522448

Révisions

DATE D'ÉDITION	RÉVISION	NATURE DES MODIFICATIONS	ÉTABLI PAR	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	NB PAGE
15/07/2010	-	Première édition	D.MARTIN-PREVEL	L. GAUTIER	L.GAUTIER	27

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 4
1.1 Contexte général. 4
1.2 Descriptif sommaire du projet préfiguration Tram F. 5

2 AMENAGEMENTS URBAINS 6
2.1 Utilisateurs et fonctionnalité de l'aménagement. 6
2.1.1 La circulation VP 6
2.1.2 Les Bus 6
2.1.3 Les Cycles 7
2.1.4 Les Piétons 8
2.1.5 Le Stationnement 8
2.1.6 Accès Pompier 8
2.1.7 Parc Relais 8
2.2 Principes d'aménagement 8
2.2.1 Généralités 8
2.2.2 Structure de voie. 8
2.2.3 Signalisation 10
2.2.4 Eclairage Public. 10
2.2.5 Personnes à mobilité réduite 11
2.3 Impacts Fonciers 11

3 PRINCIPES ARCHITECTURAUX 13
3.1.1 Identité des lieux 13
3.1.2 Parti architectural. 13
3.1.3 Choix des matériaux 14
3.1.4 Ambiance lumineuse 14
3.1.5 Espaces verts 15

4 CIRCULATION CARREFOURS 16
4.1.1 Préfiguration/Horizon Tram F 16
4.1.2 Résultats par carrefours 16

5 SYSTEME TRAMWAY 17
5.1.1 Matériel roulant. 17
5.1.2 Plateforme Tramway. 19
5.1.3 Energie 21
5.1.4 Signalisation Ferroviaire 21
5.1.5 Signalisation lumineuse de trafic Tramway 21
5.1.6 Ligne Aérienne de Contact 21
5.1.7 Multitubulaire 22

6 OUVRAGES D'ART 23

7 RESEAUX 25

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte général.

La Communauté Urbaine de Strasbourg est maitre d'ouvrage du projet d'extension de la ligne F vers Koenigshoffen. Ce projet est en interface avec la deuxième phase du projet de Tram-Train Ouest (TTO), projet sous maitrise d'ouvrage RRF/ SNCF.

Le projet d'extension de la ligne F vers Koenigshoffen comprend la réalisation :

• de l'infrastructure du tramway entre la gare centrale de Strasbourg et le terminus Route des Romains. La partie de la plateforme présente sur l'emprise RFF en gare basse pourra être empruntée par le TTO.

• du réaménagement du secteur situé entre le carrefour du cimetière et le carrefour de la Porte Blanche, avec la réalisation d'un parc-relais sur les terrains de l'ASPTT.

Ce projet à été phase en deux étapes,

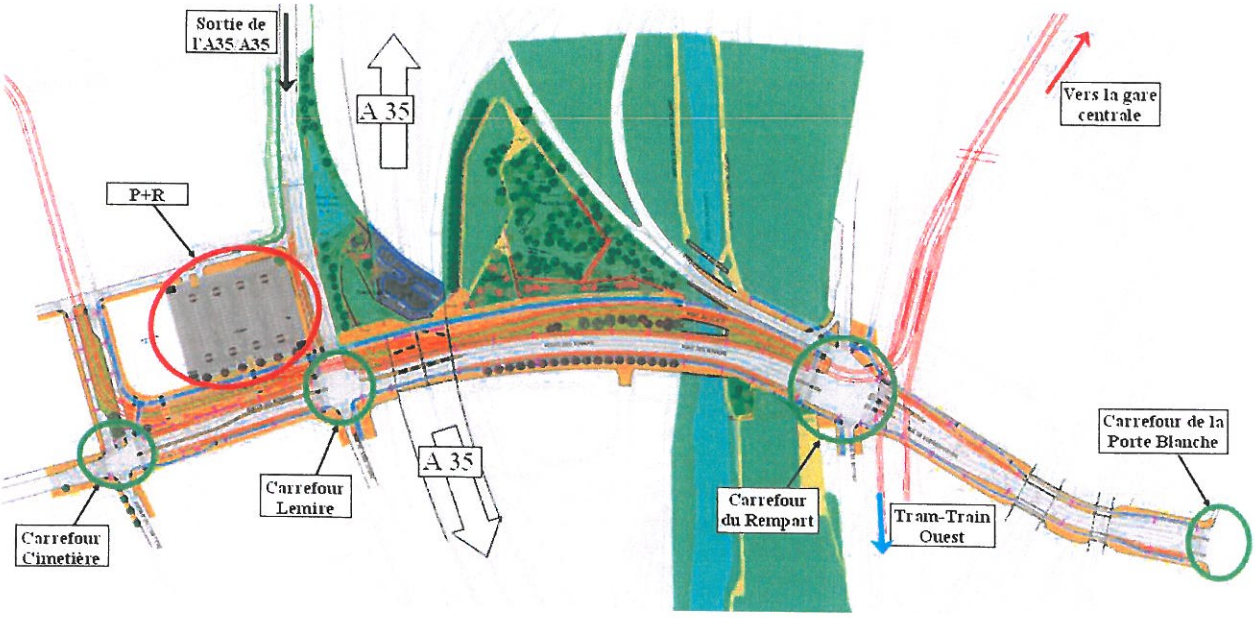
1. **préfiguration Tram F** : la Communauté Urbaine de Strasbourg souhaite améliorer la liaison du quartier de Koenigshoffen avec le cœur de la métropole et avec l'ensemble du réseau de transport. La Communauté Urbaine de Strasbourg souhaite également réaliser un aménagement urbain en adéquation avec une liaison inter-quartier résolument moderne et respectueuse de l'environnement.

2. **A l'horizon Tram F**, c'est l'ensemble de l'infrastructure de transport qui sera achevée. Le tramway deviendra alors opérationnel.

Dans le cadre de cet AVP, nous nous limiterons à l'étude des aménagements de l'emprise du projet sur la Route des Romains et la rue de Koenigshoffen, recouverts sous l'appellation « préfiguration tram F ». Nous y étudierons les aménagements urbains, mais également l'infrastructure de transport tramway dans la limite de ce qu'il est judicieux de réaliser entre cet horizon et l'horizon tram F, sachant que la fonctionnalité du tramway ne sera effective qu'à l'horizon tram F.

1.2 Descriptif sommaire du projet préfiguration Tram F.

Le projet d'aménagement urbain et d'insertion de plateforme tramway s'étend du carrefour de porte Blanche jusqu'à l'entrée du quartier de Koenigshoffen.
Sur cette emprise, l'A35 mais également diverses bretelles d'accès franchissent du Sud vers le Nord le site déjà traversé par un faisceau de voies SNCF.
Un axe transversal de communication se dégage : la rue de Koenigshoffen prolongée par la Route des Romains. Les aménagements le long de cet axe favorisent les modes de circulation doux et travaillent à l'intégration environnementale du projet. Au nord de l'axe, le long des cheminements piétons, un espace vert est créé à proximité d'un skate Park aménagé sous l'A35.
Pour améliorer la desserte du quartier, des couloirs de bus sont intégrés au droit des divers carrefours.
A l'entrée de Koenigshoffen, un parking P+R favorise la connexion multimodale entre les lignes de bus, les flux de voitures et le tramway.



2 AMENAGEMENTS URBAINS

Les aménagements urbains se composent:

- De la voirie : chaussée pour Véhicules Particuliers, Poids Lourds et bus, stationnement,
- Des aménagements cyclables : bandes ou pistes cyclables,
- Des circulations piétonnes : trottoirs et traversées,
- Du mobilier urbain : potelets, bancs, poubelles, etc.
- De la signalisation : horizontale, verticale, Signalisation Lumineuse de Trafic.
- De l'éclairage public,
- Des espaces verts.

Les aménagements urbains ont été conçus suivant les règles de l'art, mais également suivante certaine règles propres à la CUS.

2.1 Utilisateurs et fonctionnalité de l'aménagement.

L'aménagement répond dans la mesure du possible à l'ensemble des besoins des usagers.

2.1.1 La circulation VP

Malgré un contexte actuel favorable à une nécessaire réduction du nombre d'usagers de la route, le projet d'aménagement et de liaison Koenigshoffen /Strasbourg se doit d'assurer une importante fonctionnalité de circulation pour les véhicules particuliers.
L'importance des flux actuels et futurs à été mise en évidence par l'ensemble des études de circulations réalisées à ce jour sur le secteur.

Le plan ci-dessous illustre la prise en compte des flux VP dans la conception de l'aménagement.

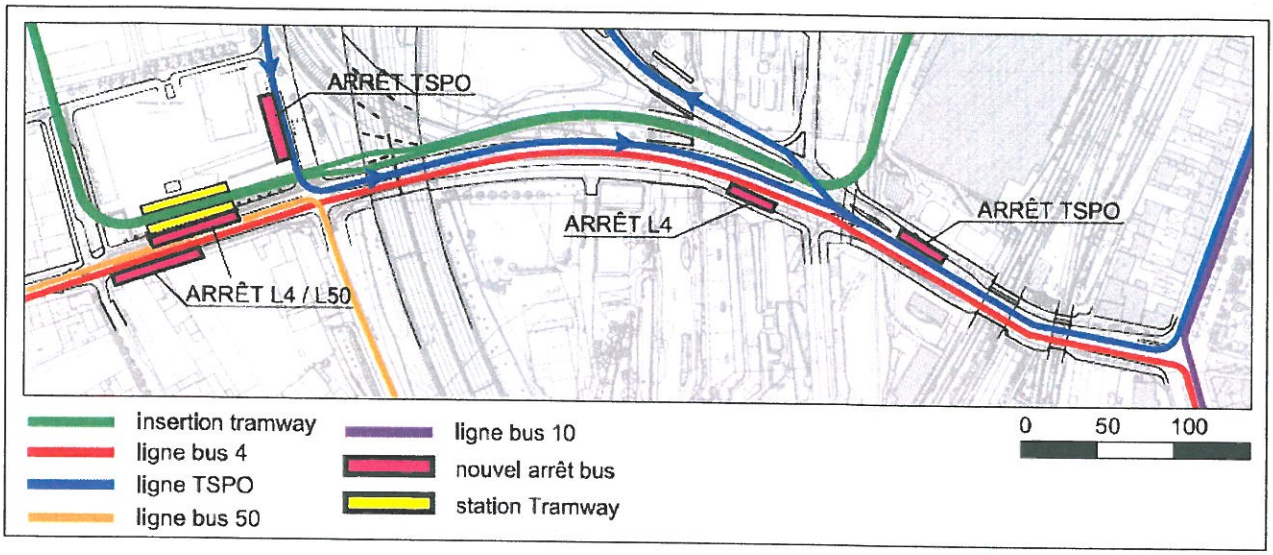
2.1.2 Les Bus

Trois lignes de bus vont être présentes sur cet aménagement :

- Le TSPO
- La ligne 50
- La ligne 4

Toutes ces lignes de bus parcourant la Route des Romains impliquent une réflexion sur la nécessité de ne pas ralentir le trafic des bus par d'éventuelles remontées de files depuis les feux de gestion des carrefours. Le projet prévoit donc d'insérer des couloirs de bus partout ou cela est possible, et spécialement à l'arrivée en carrefour. Avec une gestion des feux pertinente (temporisation, phase bus...), la circulation des bus est améliorée.

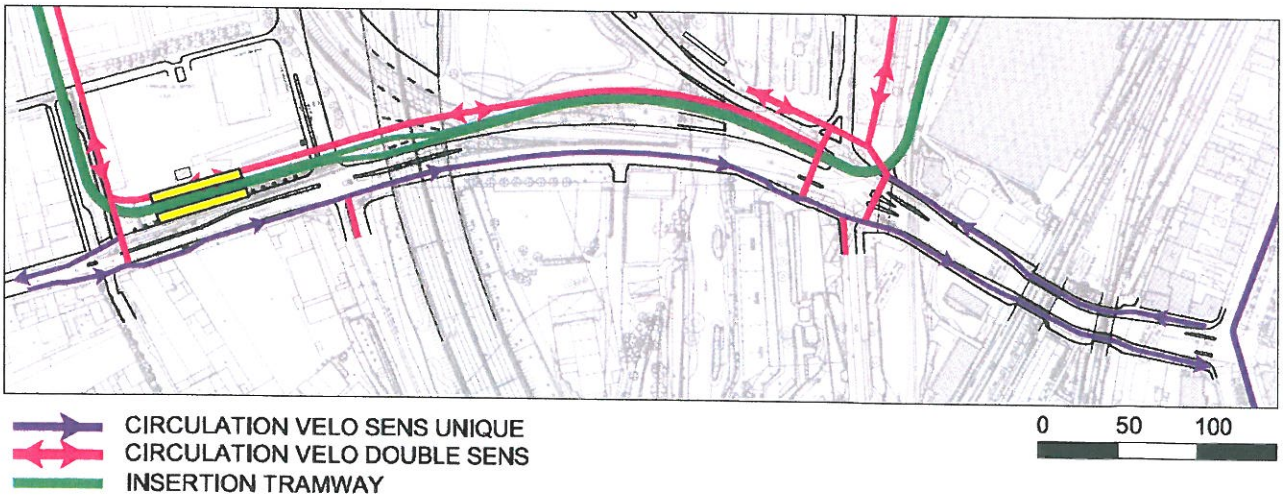
Les différents arrêts feront l'objet d'un aménagement spécifique, conformément aux intérêts des utilisateurs, et dans la continuité de ce qui est actuellement fait à Strasbourg et à Koenigshoffen.



2.1.3 Les Cycles

Pour des trajets de petites et moyennes distances, le cycle s'impose comme un moyen de circulation douce particulièrement adapté à la vie urbaine. La ville de Strasbourg, par une orientation politique soutenue, développe un réseau de pistes et de bandes cyclables afin d'encourager ces pratiques responsables et durables.

Les opérations d'aménagements qui seront réalisées dans le cadre du projet permettront, d'une part, de compléter le maillage du réseau cyclable de l'agglomération, et d'autre part, de raccorder des tronçons réalisés le long de la plate-forme aux itinéraires cyclables existants. Le projet confirme également la vocation du rempart et de ses aménagements connexes, vocation d'intégration des cycles et des piétons dans un espace vert circulé.



2.1.4 Les Piétons

Dans ce lien entre Koenigshoffen et Strasbourg, la circulation des piétons est à privilégier.
Les espaces verts au nord qui côtoient un skate-Park, une aire de détente, des stations bus et tramway, sont autant de pôles d'attraction importants pour les piétons qui participent à rendre les cheminements plus agréables.

2.1.5 Le Stationnement

Il n'est pas prévu d'aménager des places de stationnement sur voirie dans le secteur, notamment en raison des faibles besoins locaux.
Le bilan de l'offre « avant/après » tramway (ligne « **F** ») met en évidence que près de 30 places « sauvages » seront supprimées (sur un délaissé de voirie).

2.1.6 Accès Pompier

L'aménagement se doit de garantir une bonne accessibilité aux véhicules de secours. Il n'est pas prévu de voie échelle.

2.1.7 Parc Relais

Afin d'assurer une place de parking aux automobilistes qui souhaitent intégrer le réseau de transport en commun de la métropole strasbourgeoise, il est nécessaire de prévoir l'aménagement d'un parking relais. Ce parking pourrait servir également d'offre de stationnement pour l'aménagement urbain à l'entrée de Koenigshoffen en attendant l'arrivée du tramway.

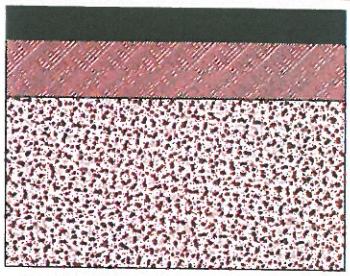
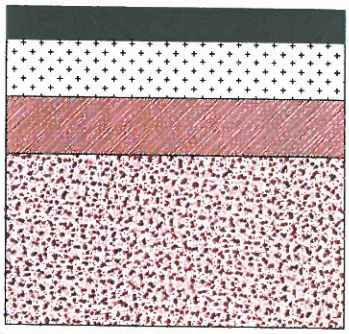
2.2 Principes d'aménagement

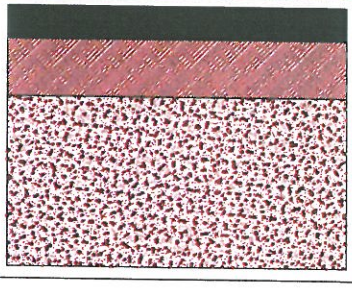
2.2.1 Généralités

- La largeur minimale d'une voie de circulation est de **3.00 m**.
- La géométrie des voies de circulation doit permettre la giration des différents types de véhicules susceptibles d'emprunter ces mêmes voies.
- Les quais de bus seront identiques à ceux existants sur les lignes de bus concernées.
- La longueur des quais doit être de **15 m** pour les bus standards et de **18 m** pour les bus articulés.
- Afin de limiter le stationnement dit « sauvage », à cheval sur les bordures de trottoir, les vues de bordures seront d'au moins 10 cm en section courante.
- 2% de l'ensemble des emplacements de chaque zone de stationnement matérialisé sur le domaine public doivent être accessibles et adaptés aux personnes circulant en fauteuil roulant.
- Concernant les pistes cyclables, les pistes bidirectionnelles ont une largeur de 3,00m alors que 1.50m suffisent pour les pites unidirectionnelles.
- La largeur d'un cheminement piéton normal est de **1.80 m**
- La largeur des séparateurs entre la voirie et la plate-forme tramway doit être soit inférieure à 0.30 m soit supérieure à 1.00 m
- Des refuges piétons de **1.50 m** minimum entre la chaussée et la plate-forme garantissent une bonne sécurité des piétons aux traversées de carrefours.
- Afin d'éviter au piéton une traversée de chaussée trop longue, la largeur de chaussée à traverser ne devra pas dépasser 12 m sans la mise en place d'un îlot refuge.

2.2.2 Structure de voie.

Les structures de chaussées sont définies en fonction du trafic journalier de poids lourds enregistré sur les différents tronçons concernés. Le choix précis des structures de chaussée courante sera confirmé en amont de la phase PRO, avec les données de trafic Poids Lourds. Dans l'attente de données

Type de fonction	Revêtement	Structure
Trottoirs non circulables	Enrobé	 **4 cm BBSG 0/6** **10 cm GNT 0/31** **PF2 :** **30 cm GNTA 0/80**
Voie pompier ou trottoir circulable	Enrobé	 **6 cm BBSG 0/10** **10 cm GB classe 2** **10 cm GNTA 0/31** **PF2:** **30 cm GNTA 0/80**

Type de fonction	Revêtement	Structure
Stationnement	Enrobé	 **6 cm BBSG 0/6** **10 cm GNT 0/31** **PF2:** **30 cm GNTA 0/80**

2.2.3 Signalisation

Les panneaux de police principalement utilisés pour le projet d'extension de la ligne F de Strasbourg sont des panneaux de danger, d'intersection et de priorité, de prescription (interdiction, obligation, fin de prescription), d'indications utiles pour la conduite des véhicules.

Les signaux sont en général placés sur les trottoirs ou au dessus de la chaussée grâce à une potence, portique ou tympan d'ouvrage d'art.
Un signal doit être parfaitement visible par ceux à qui il est destiné et par ceux la seulement. Les panneaux de police seront en majorité de « petite gamme ».

2.2.4 Eclairage Public.

Les niveaux le Lux sur l'ensemble du projet se situe ente 15 et 40 lux :

- Entre 20 et 40 sur chaussée (axe passant)
- Entre 15 et 20 sur trottoir
- Entre 15 et 30 sur espaces connexes

2.2.5 Personnes à mobilité réduite

La charte Strasbourg Handicap de la CUS du 20/12/2002 est appliquée

2.3 Assainissement.

Actuellement la récupération des eaux de ruissellement dans le secteur est assurée par un réseau unitaire, en bon état malgré son âge, et globalement capable de gérer des pluies décennales.

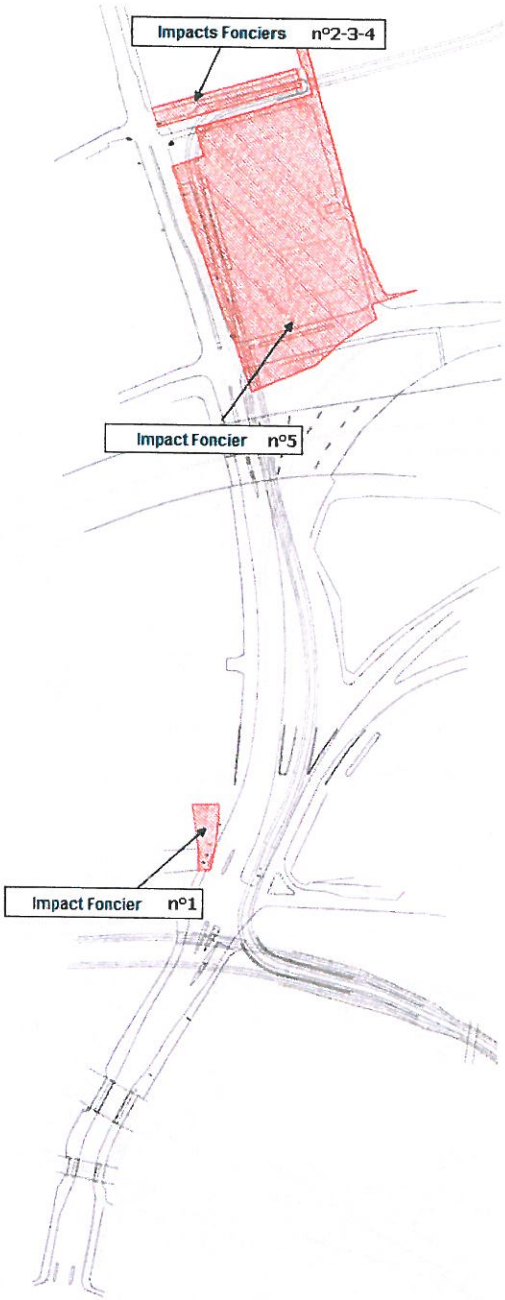
Lors de réaménagement de voiries, la politique de la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) est de passer en séparatif, à savoir dissocier les eaux usées domestiques et les eaux de pluie.

La solution d'assainissement est structurée en deux phases :

- Une première phase est à l'horizon préfiguration tram F, date de fin des travaux de voirie sur le projet d'extension du tramway F. Il s'agit d'une préfiguration de réseau séparatif, avec un rejet final maintenu dans l'exutoire actuel.
- La deuxième phase quant à elle, est liée au projet urbain Koenigshoffen, qui sera réalisé à plus ou moins long terme, et qui modifiera l'exutoire actuel pour un exutoire séparatif dédié aux eaux pluviales.

2.4 Impacts Fonciers

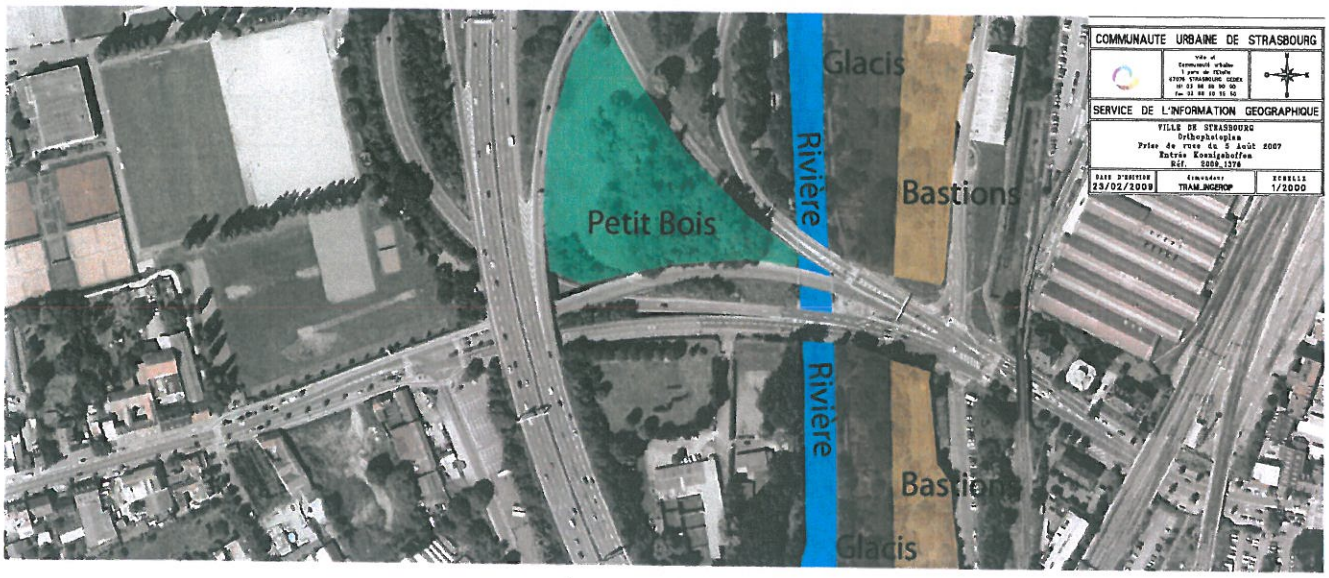
Le projet tel qu'il à été conçu impact en 5 endroits des parcelles existantes. Elles sont cependant sous maitrise foncière de la part de la CUS.


Impacts Fonciers n°2-3-4
Impact Foncier n°5
Impact Foncier n°1

3 PRINCIPES ARCHITECTURAUX

3.1.1 Identité des lieux

Koenigshoffen est un quartier de forte densité de population, mais en marge du centre urbain de Strasbourg du fait des coupures que représentent le fossé des Remparts, l'autoroute et les voies ferrées. Le quartier de Koenigshoffen est marqué par des limites physiques aussi fortes qu'artificielles, tant sur l'ensemble du quartier que dans le périmètre d'intervention.



Vue aérienne du secteur

L'axe principal constitué par la route des Romains (ancienne RN 4) reste le principal élément constitutif de la structure urbaine.
Aux abords des deux échangeurs de l'A35 avec la route des Romains et l'A351, les nombreuses bretelles morcellent l'espace urbain et créent des coupures du fait des nombreux dénivelés, qui atteignent parfois une douzaine de mètres, comme c'est le cas de la bretelle de sortie A35/A351 objet du projet.

Les fortifications le long de la rue des Remparts et de la rue de Rothau ont été construites par l'ingénierie allemande et ont une forte valeur patrimoniale. Elles sont pourtant en état de semi-abandon dans certains tronçons.

Si le quartier de Koenigshoffen est très peu pourvu en espaces verts ouverts au public, la frange de territoire comprise entre la rue de l'A35 et les voies ferrées constituent un des principaux poumons verts de l'agglomération strasbourgeoise, plus ou moins accessible au public.

3.1.2 Parti architectural.

Afin de répondre à la demande de la CUS et des principaux documents d'urbanisme, le parti architectural s'efforcera de:

- Requalifier les remparts
- Atténuer les nuisances générées par les grandes infrastructures
- Renforcer les liaisons inter-quartier
- Réaffirmer la présence des vastes ensembles végétalisés

Le projet d'aménagement se propose de créer un boulevard urbain homogène pour relier Strasbourg à Koenigshoffen. Ce boulevard fait office de liant entre deux ensembles urbains, des infrastructures

linéaires dont l'impact à été amoindri sans pour autant en affecter l'efficacité, mais aussi des espaces ludiques et paysagers ouverts au public. (Skate-parc, parcours santé, petit bois, cheminements piétons...)

La philosophie consiste à « étirer » le caractère très urbain de la route des Romains vers l'Est, pour obtenir une continuité urbaine entre la route des Romains et le Boulevard Wilson en s'affranchissant de l'aspect très routier que revêt aujourd'hui le secteur. Ceci se traduit par des choix de traitement et de mobilier :

- Pour la morphologie de l'espace urbain, une géométrie qui permette la continuité de la route des Romains

- Pour le Tram, les éléments choisis faisant références à des éléments présents au Centre-ville de Strasbourg, ceci montrant une équité de traitement à l'égard du secteur péricentral qu'est Koenigshoffen aujourd'hui.

Le projet offre une large part au mode de circulations doux en créant des pistes cyclables et piétonnes, ainsi que des stationnements vélos.

3.1.3 Choix des matériaux.

Les principaux choix de matériaux sont listés ci-dessous :

- Chaussées : enrobé noire
- Trottoirs : enrobé coloré rouge ocre
- Pistes cyclables : enrobé translucide valorisant la couleur du granulat. (Rose grés)
- Bordures : Granit clair
- Plateforme Tramway : gazon en section courante, béton en traversée de carrefours, pavés rose grés en Station
- Présence de bandes podotactiles le long de l'aménagement au droit des traversées
- Mobilier : gamme dans les couleurs bois.

3.1.4 Ambiance lumineuse

Compte tenu de l'étroitesse des lieux, le cumul des éclairages sur différents mâts est privilégié.
L'éclairage du projet permet d'adapter l'éclairage aux différentes ambiances nécessaires, à savoir :

- Des mâts de hautes tailles qui permettent un double éclairage : chaussée/trottoir (8 m)

- Des mâts plus bas sont destinés à éclairer les espaces proprement piétons (4m)

Quelques mâts plus hauts (12 m) sont destinés à éclairer le carrefour des remparts, compte tenu de la surface importante de celui-ci et du caractère accidentogène du lieu

3.1.5 Espaces verts

C'est le végétal qui rythmera les séquences, alignements, bosquets, espaces ponctués par une espèce en particulier.
Pour la proposition des nouvelles essences, le choix final se fera en étroite collaboration avec le service des espaces verts de la ville de Strasbourg, ce choix a été arrêté sur la base d'une diversité variétale, d'une adaptabilité au sol, au climat local et au milieu urbain, de l'esthétisme des variétés au niveau de la floraison...Des options qui n'ont pas occulté l'aspect sanitaire. La diversité des essences est aussi un facteur de protection contre la propagation des maladies phytosanitaires.
Au total, une dizaine de variétés a été sélectionné comprenant notamment :

- des arbres d'ornement (pommiers, cerisiers, poiriers...) dont la floraison intervient au printemps
- des arbres plus classiques comme des charmes ou des érables.

Le projet paysager se résume aux principes suivants :

- Entre le petit bois et la piste cyclable et piétonne , une haie continue de charmilles est plantée. Son feuillage marcescent et la densité de ses branches permettent aux usagers de circuler en toute sécurité.

- Séquences paysagères : Les essences seront plantées en résonance avec leur environnement proche ; Arbres plantés en accompagnement du tramway, pistes cyclables et trottoirs :

- Proche des passants et en accord avec l'échelle plus domestique des quartiers d'habitations, le choix est porté sur les arbres d'ornement de taille moyenne (environ 15m en maturité) poiriers, cerisiers et pommiers, charme, houblon.

- En lisière de la ville et près des bois existants, quelques espèces présentes dans l'environnement proche sont reprises ponctuellement le long de la tracé, ces espèces de grandes tailles (érables, châtaigniers, merisiers) font parties du paysage local (et de toute une région), repris dans le projet pour ses caractères symboliques et de mémoire collective.

- Arbres « écrans » : L'objectif est de créer une limite végétale parallèle à la sortie A35, en périphérie du Petit Bois. Le choix des chênes, quercus rubra à l'occasion, est justifié par rapport à la croissance rapide de cette espèce et à sa grande portée en maturité.

- Le « Petit Bois » :Repris et conçu comme un parc, le Petit Bois conservera sa « naturalité » et sa richesse végétale. Les espèces ayant une valeur végétale seront maintenues et complétées par des sujets déjà présents dans la liste. Le travail sera d'effectuer des corridors visuels dégagés afin de sécuriser le nouveau parcours proposé. La végétation basse et arbustive sera traitée en conséquence par la taille et le nettoyage. Les talus qui accompagnent les trottoirs, la piste cyclable, les accès en limite sud du Petit Bois seront reprofilés pour les adoucir et seront plantés d'espèces végétales tapissantes.

4 CIRCULATION CARREFOURS

Les trafics pris en compte lors de cette étude sont issus des comptages d'Avril 2008 du SIRAC.

4.1.1 Préfiguration/Horizon Tram F

Les études ont été réalisées en séparant les deux horizons. L'idée est que l'ensemble de la signalisation lumineuse de trafic concernant les véhicules particuliers mais aussi les poids lourds, les piétons et les cycles, soit installé dés la phase de préfiguration. Ce qui n'est pas le cas pour la signalisation à destination du tramway. Il n'est donc pas compris dans la gestion du carrefour en phase préfiguration.
A l'horizon tram F, en revanche, les boucles de détections et les feux Tram sont installés, l'automate qui gère le carrefour est également reprogrammé de façon à venir insérer une phase Tram de type « priorité absolue » dans la gestion du carrefour

4.1.2 Résultats par carrefours

- Préfiguration du tramway

Heure de pointe matin : La circulation est globalement fluide sur l'ensemble du secteur d'étude.

Heure de pointe soir : Le carrefour de la Porte Blanche est saturé et ne dispose pas d'une capacité suffisante pour traiter l'ensemble de la demande. La circulation est chargée dans le sens ouest vers est, pénalisée par les ralentissements issus du carrefour de la Porte Blanche. La gestion des feux sur le carrefour de la rue de l'Abbé Lemire permet de minimiser l'impact de ces remontées de file sur la bretelle, sans impacter la circulation sur l'A.35 et l'A.351.

- Horizon du tram F

Heure de pointe matin : La circulation est globalement fluide sur l'ensemble du secteur d'étude.

Heure de pointe soir : Les problèmes explicités à l'horizon préfiguration du tramway sont toujours constatés à l'horizon du tram F, sans impacter la circulation du tramway.

Conclusion :

L'aménagement projeté pour le tramway ne vient pas empirer la situation sur Porte Blanche. En revanche, les aménagements prévus pour les bus au carrefour Porte Blanche impactent ce dernier au détriment des voitures aux heures de pointe soir.

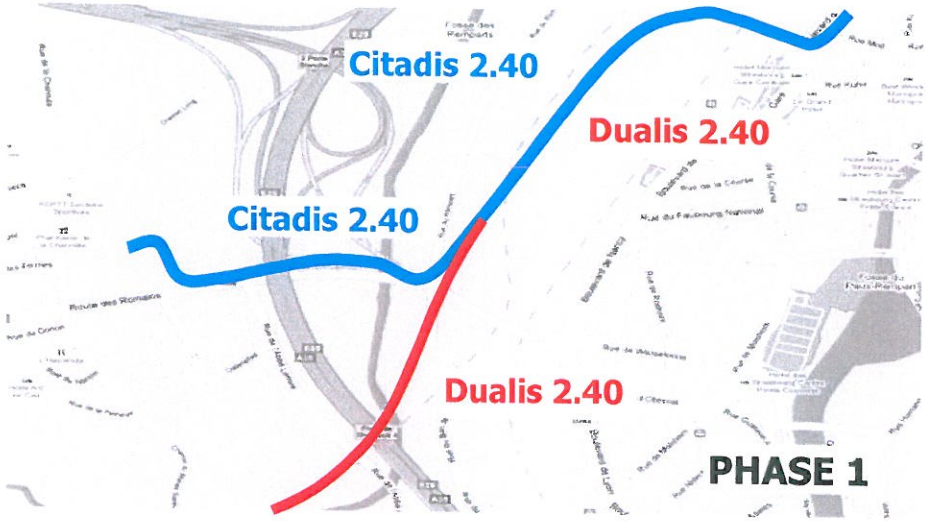
5 SYSTEME TRAMWAY

5.1.1 Matériel roulant.

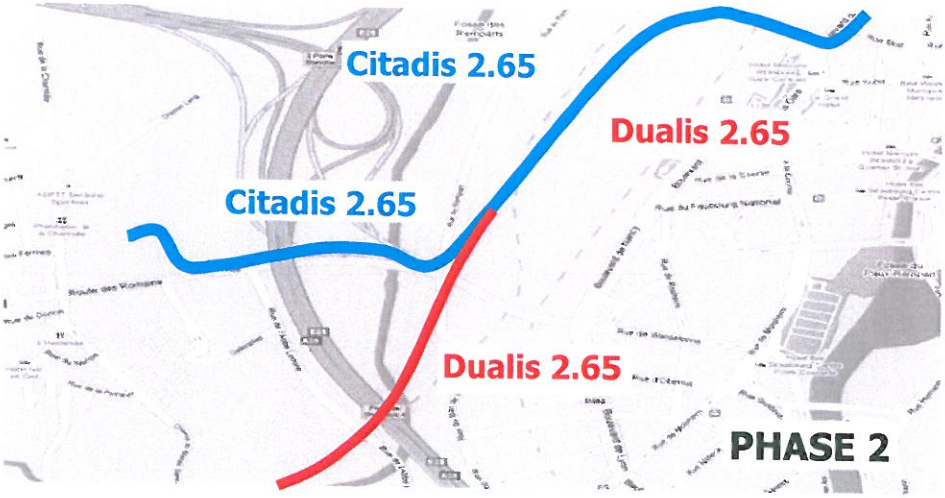
Les dispositions particulières prises au sujet de la largeur du matériel roulant circulant sur l'itinéraire de la ligne F méritent d'être précisées. A ces informations s'ajoutent les contraintes dues au tram train, qui empruntera une partie des emprises de la ligne F.

Actuellement, le réseau de tramway de la CUS n'est parcouru que par du matériel roulant de 2.40 m de largeur. C'est le MR existant qui sera utilisé dans un premier temps sur la ligne F puis sur son extension.

De plus, le tram-train qui circulera sera lui aussi de largeur 2.40 m.



En revanche, le matériel roulant pourrait à terme être remplacé par des véhicules de largeur 2.65 m.



Ainsi, afin d'anticiper la possible exploitation d'un matériel roulant de largeur 2.65 m, la plate-forme tramway sera dimensionnée pour l'accueil d'un MR 2.65.

Le parc de matériel roulant tramway actuel se compose de 94 rames tramway.
53 rames sont du modèle « EUROTRAM » sous deux versions :

- 36 rames 3 caisses
- 17 rames 4 caisses.

Ces rames "EUROTRAM" sont exploitées sur le réseau tram depuis la mise en service respective de la ligne tram A en 1994 et des lignes tram B/C en 2001.

41 nouvelles rames CITADIS/ALSTOM de type Strasbourg (4 caisses) ont été mises en service en novembre 2005 pour les nouvelles extensions du réseau tramway 2006-2008.

Caractéristiques générales du matériel roulant		**eurotram3 caisses**	**eurotram 4 caisses**	**CITADIS**
Longueur hors tout		33,10 m	44,00 m	45,5 m
Largeur hors tout		2,40 m	2,40 m	2,4 m
Hauteur de la caisse		3,10 m	3,10 m	3,4 m
Hauteur de plancher		0,360 m	0,360 m	0,35 m
Ecartement de la voie		1,435 m	1,435 m	1,435 m
Entraxe d'un bogie		1,40 m	1,40 m	1,2 BP / 1,6 BM
Bogies		2BM + 1BP + 1BM	2BM + 1BP + 2BM	1BP + 3BM + 1BP
Tare		40,5 t	50,8 t	53,2 T
Poids en CCM (6 voyageurs/m²)		60 t	77 t	81 t
Essieu le plus chargé en CCE		11 t	11 t	10,75 t
Vitesse maximale		70 km/h	70 km/h	60 km / h
Accélération :	- de 0 à 40 km/h	1 m/s²	1 m/s²	1 m / s²
	- de 0 à 60 km/h	0,8 m/s²	0,8 m/s²	0,9 m / s²
Freinage :	de service	1,2 m/s²	1,2 m/s²	1,3 m / s²
	d'urgence	3 m/s²	3 m/s²	3 m / s²

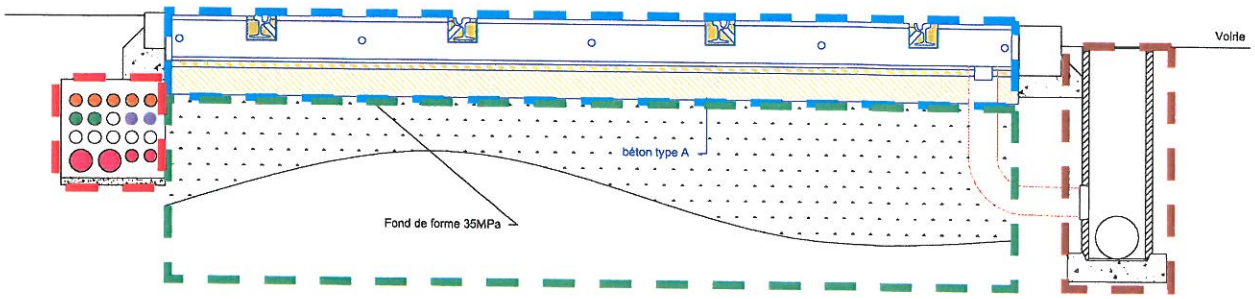
Nombre de voyageurs		**EUROTRAM3 caisses**	**Eurotram 4 caisses**	**CITADIS**
En CCN (Capacité en Charge Normale) 4 voyageurs/m²	ASSIS	66 personnes	92 personnes	64
	DEBOUT	134 personnes	178 personnes	224
	TOTAL	200 personnes	270 personnes	288
En CCM (Capacité en Charges Maximale) 6 voyageurs/m²	ASSIS	50 personnes	70 personnes	64
	DEBOUT	225 personnes	300 personnes	336
	TOTAL	275 personnes	370 personnes	400

En plus de ces trois types de tramway, le tram-train Dualis doit pouvoir circuler sur la plateforme. Les caractéristiques du Dualis sont les suivantes :

Caractéristiques du matériel roulant	Citadis Dualis
Longueur hors tout	52 m
Largeur hors tout	2.40 m
Hauteur	3370 mm au rail
Vitesse maximale	100 km/h
CCN	292
Charge à l'essieu	11.5 t

5.1.2 Plateforme Tramway.

La plate-forme tramway est un terme qui désigne le regroupement de plusieurs types d'infrastructures. Ces infrastructures héritent de métiers distincts mais forment un tout cohérent dans la réalisation du projet.
La coupe de principe proposée ci-contre illustre les différents éléments qui composent la plate-forme tramway :



On retrouve :

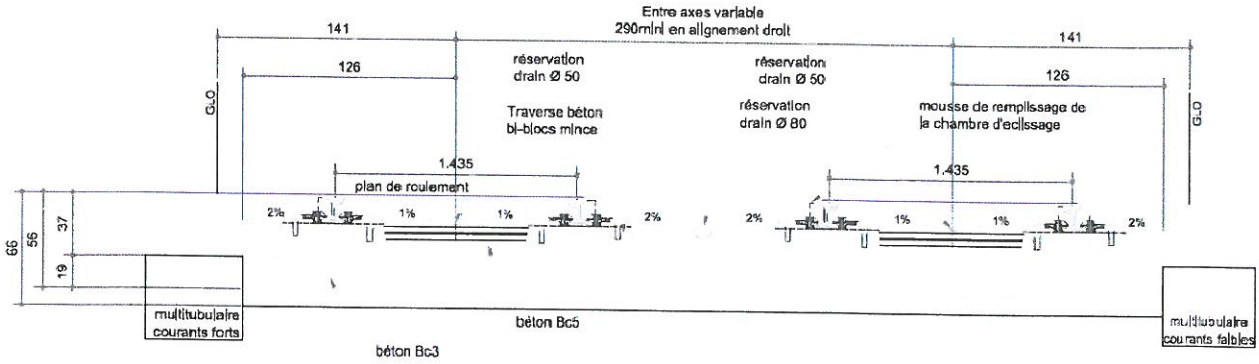
- En bleu, la voie ferrée, caractérisée essentiellement par sa fondation, ses traverses et ses rails.
- En vert, les terrassements de plate-forme, qui permettent de constituer la portance nécessaire à la stabilité et à la durabilité de l'infrastructure.
- En rouge, la multitubulaire, qui permet de faire cheminer les câbles nécessaires au fonctionnement du système tramway. Cet ouvrage est essentiellement situé en bordure de plate-forme, mais pourra être positionné occasionnellement à l'axe de plate-forme.
- En marron, les ouvrages d'assainissement de plate-forme tramway, qui regroupent les regards de rejet des caniveaux de voie ferrée et les réseaux longitudinaux éventuels qui récupèrent les eaux de ruissellement.

La fonction essentielle de la plate-forme est d'assurer la continuité mécanique du chemin de roulement supportant le matériel roulant, dans les conditions de :

- Sécurité maximale.
- Confort vibratoire et acoustique satisfaisant pour les passagers et riverains.
- Durée de vie optimale

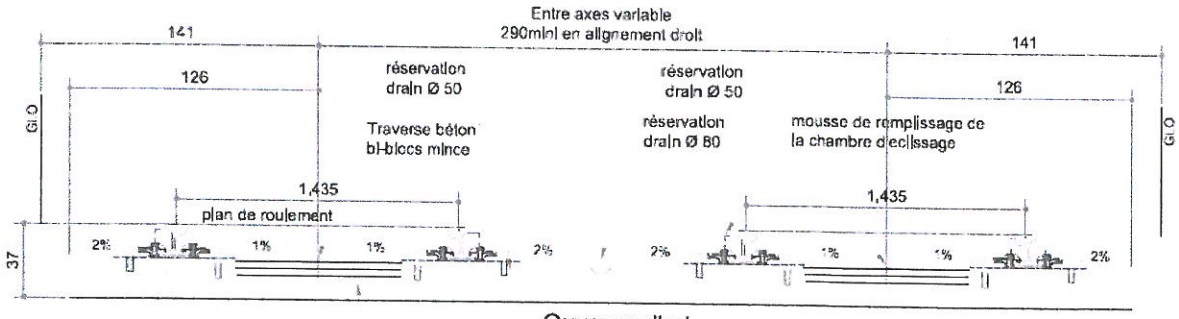
En section courante, la voie sera posée sur des traverses bibloc constituées de deux blochets en béton armé, reliés par un élément rigide garantissant l'écartement des rails. La fixation du rail en ligne sur les blochets des traverses se fera par des attaches élastiques de type « Nabla ».

POSE DE VOIE CLASSIQUE AVEC TRAVERSE BETON MINCE



Le passage du tramway sur un ouvrage d'art existant ou projeté implique des contraintes particulières pour cet ouvrage, liées au poids propre de la structure de voie. Afin de limiter le surdimensionnement des ouvrages neufs ou la nécessité d'importantes reprises sur les ouvrages existants, on cherche en général à limiter cet apport de charges lié à la structure de voie, en diminuant son épaisseur.

POSE DE VOIE CLASSIQUE AVEC TRAVERSE BETON MINCE
SUR OUVRAGE D'ART



Une pose de voie sur selle résiliente, anti-vibratile peut également être adoptée afin de limiter encore plus l'épaisseur de voie (26 cm).

En complément de l'assainissement du rail et des eaux de surface, un drainage complémentaire de la plate-forme peut s'avérer nécessaire afin de récolter les eaux d'infiltration traversant le revêtement de surface. Ces eaux seront collectées par des drains installés en bas de plate-forme.

L'eau recueillie par les divers équipements de drainage de la plate-forme est ensuite déversée dans le collecteur d'assainissement de voirie.

5.1.3 Energie

Les équipements d'énergie de traction permettent l'acquisition, la livraison et la répartition de l'énergie haute tension, ainsi que la production et la distribution de l'énergie de traction.

Les sous-stations électriques seront connectées au réseau électrique d'Electricité de Strasbourg (ES) et seront équipées de Poste Redresseur transformant la tension alternative triphasée de 20kV/50Hz du fournisseur en tension 750 V continu puis la distribuent pour alimenter les rames par l'intermédiaire du feeder positif.

La SSE est commandée par un Automate Programmable Industriel (API), assurant la supervision des équipements de la sous-station et l'interface avec le Poste de Contrôle Centralisé. La SSE de cette extension se trouve sur le P+R à l'entrée de Koenigshoffen.

5.1.4 Signalisation Ferroviaire

Le mode de conduite d'un tramway est la marche à vue.

La sécurité des circulations dépend de la vigilance des conducteurs de tramway et de l'application des consignes d'exploitation. Un conducteur de tramway doit adapter la vitesse de sa rame de manière à pouvoir s'arrêter devant tout obstacle et maintenir, en toute circonstance, une distance minimale avec le tramway qui le précède.

Toutes les manœuvres d'un tramway sur des communications, branchements, voie unique et autres cas particuliers sont gérées par une signalisation ferroviaire. Ce système est principalement basé sur des armoires techniques locales, avec une liaison vers le poste de commande centralisé en utilisant le réseau à fibres optiques.

5.1.5 Signalisation lumineuse de trafic Tramway

Dans le fonctionnement des carrefours, il ne sera admis aucun mouvement pouvant être en conflit avec le tramway. Le tramway à donc une priorité de type absolue sur tout autre utilisateur de la voirie

La gestion du tramway aux carrefours à feux est réalisée par un signal 3 feux de type R17 pour chaque sens de circulation. Le fonctionnement de ce signal est identique au fonctionnement d'un signal tricolore circulaire de type R11v.

Les piétons sont autorisés à traverser la plate-forme uniquement au niveau des carrefours à feux. Ils sont alors gérés par des signaux R12, les signaux R25 n'étant pas normalisés.

5.1.6 Ligne Aérienne de Contact

D'une manière générale, l'énergie nécessaire à l'alimentation électrique des rames est acheminée par ligne aérienne de contact depuis les sous stations électriques.

La ligne aérienne de contact (LAC), permettant l'alimentation électrique du tramway le long de la ligne est constituée d'un fil en cuivre de 150 mm² de section pour chaque voie et au potentiel de 750 V continu, alimentée par les sous-stations. Le matériel roulant capte ainsi l'énergie par l'intermédiaire du pantographe, à une hauteur comprise entre 3,6 et 6.3m, le retour du courant vers les sous-stations s'effectuant par le rail de roulement isolé de la terre.

D'une manière générale, il est préférable de dimensionner la LAC pour qu'elle soit régularisée.

La régularisation consiste à maintenir la tension du fil de contact à un niveau constant au moyen de dispositifs tendeurs automatiques à contrepoids (système de poulie), et ce afin de compenser les effets de dilatation du cuivre en fonction de la température.

La hauteur des poteaux est de 8m ou 10m. Ils sont dimensionnés pour supporter des forces de traction de 8kN, 12kN ou 20kN en fonction de la courbe.

Les massifs de fondation doivent être conçus en fonction des efforts à reprendre et de la nature du terrain

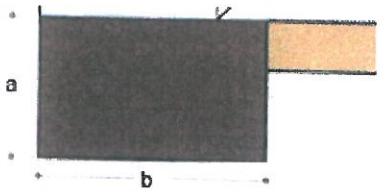
L'implantation privilégiée est l'implantation centrale. Des les courbes latérales, une implantation en extérieur de plateforme doit être adoptée pour assurer une bonne reprise des efforts.

5.1.7 Multitubulaire

Le long de la plate-forme, s'acheminent les câbles assurant différentes fonctions pour la ligne.

On les distingue communément entre courants forts et courants faibles, ou énergie et systèmes d'exploitation.
Ces câbles sont disposés dans des fourreaux, de dimensions et de nombre variables selon les besoins de la ligne, et noyés dans le béton, pour former la multitubulaire, de section rectangulaire.

Sur la ligne F, comme sur les lignes B et C, une unique multitubulaire est mise en place, au Nord de la plate-forme, rassemblant les courants forts et les courants faibles.



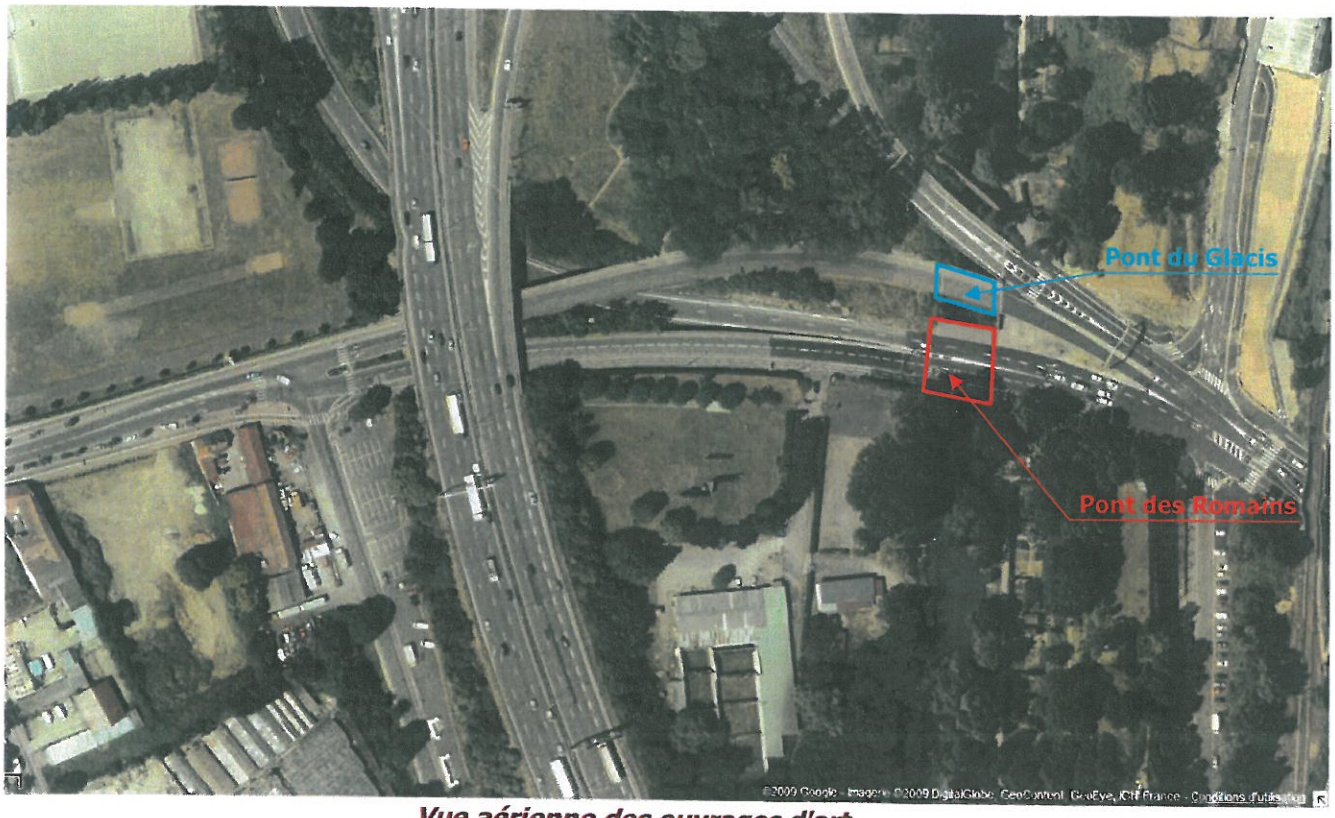
multitubulaire	a	b
Type 1	0.54m.	0.87m.
Type 2	0.68m.	0.87m.
Type 3	0.82m.	0.92m.

6 OUVRAGES D'ART

Le projet de prolongement de la ligne de tramway F vers Koenigshoffen nécessite de modifier l'affectation des ouvrages du Pont des Romains et du Pont des Glacis qui supportent actuellement la route des Romains :

Dans le sens Strasbourg-Saverne sur le pont du Glacis,

Dans le sens Saverne-Strasbourg sur le pont des Romains.



Vue aérienne des ouvrages d'art

- Pont du glacis

Aucun document d'exécution du pont du Glacis n'a été retrouvé. Les services contactés ont été la CUS DEPN, la DIR-EST, la DREAL et le CG67.

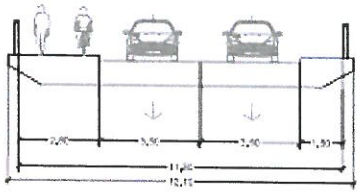
Selon le rapport de visite de l'ouvrage de 2006, l'état général de l'ouvrage est jugé satisfaisant.
Cependant, lors de la visite du groupement en juillet 2010, nous avons constaté que les dégradations de l'extrados du tablier proche de l'ouverture dans le tablier ont tendance à s'aggraver (éclat de béton, armatures visibles et corrodées). Une intervention rapide pour combler cette ouverture est souhaitable.

Le pont du glacis qui supporte actuellement deux voies de circulation accueille les deux voies de TRAM dans la configuration projeté.

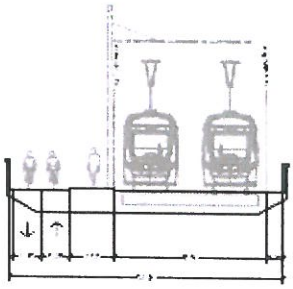
Aucune donnée n'a été retrouvée sur les hypothèses de dimensionnement de l'ouvrage du Glacis. Nous comparons donc les charges de TRAM aux charges routières de la Circulaire n°65 du 19 août 1960).

Ponctuellement, la charge par essieu de TRAM est au maximum de 11,5T avec un espacement des roues de 1,435m et des bogies de 1,40m. Cette charge est couverte par les charges de camions routiers de type Bc (camions de 30T avec 12T par essieux espacés de 1.50m, espacement des roues de 2m).
Concernant les sollicitations dans les poutres, l'espacement entre les bogies est supérieur à celui de deux camions Bc pris en compte dans le dimensionnement.

En conséquence, nous pouvons conclure que les modifications d'affectation du pont du Glacis ne remettent pas en cause sa pérennité.



Aménagements actuels



Pont du Glacis

Aménagements projetés horizon tram F

- Pont des Romains

Selon le rapport de visite de l'ouvrage de 2006, l'ouvrage souffre de circulations d'eau importantes par les joints, les liaisons entre tabliers et les trappons d'accès aux dispositifs de mine permanents. Le rapport préconise les travaux suivants

Changement des joints de chaussée

Création de larmier sur les rives des tabliers,

Suppression des trappons de mines,

Création de descentes d'eau,

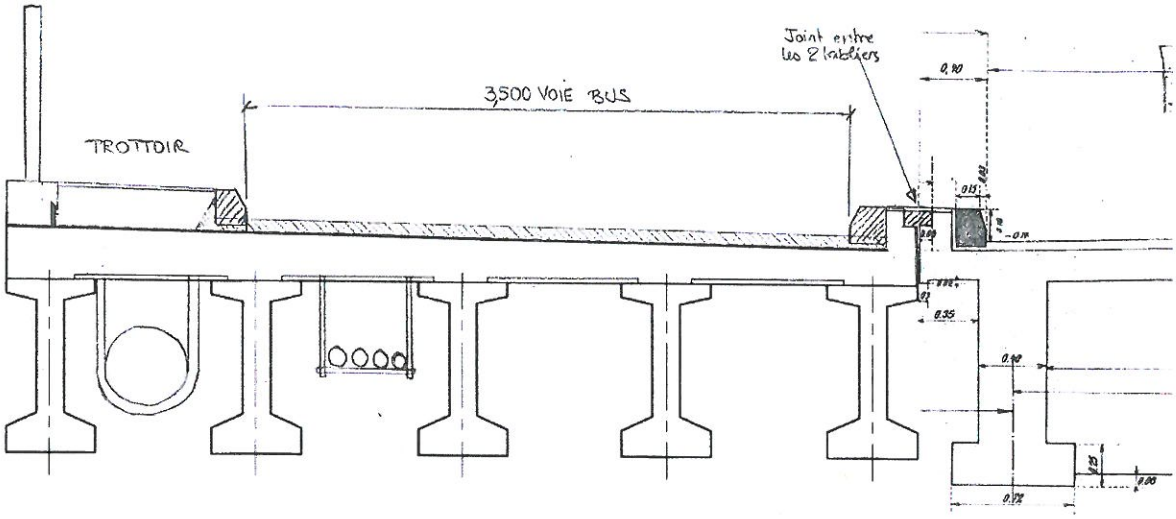
Rénovation des tabliers (ragréage après passivation des armatures)

En conclusion de ce rapport, l'ouvrage nécessite des interventions de rénovation mais sa pérennité structurelle est assurée (pas de défaut de fonctionnement).

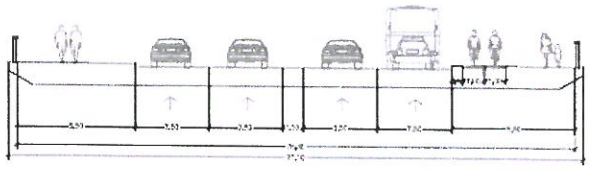
En décembre 2009, la société SAERTS effectuait des réparations sur l'ouvrage : dégagement et passivation des aciers visibles, ragréage du béton du tablier et mise en place de plaque de renforcement.

La vérification de la dalle sous la charge ponctuelle Br de 10T (réglementaire selon le Fascicule 61 titre II) montre que les aciers en place sont insuffisants (de l'ordre d'un rapport de 1 à 3) pour reprendre les efforts engendrés par les charges lourdes.
A noter que cette vérification ne tient pas compte du poids propre de la dalle et du poids de la structure de chaussée.

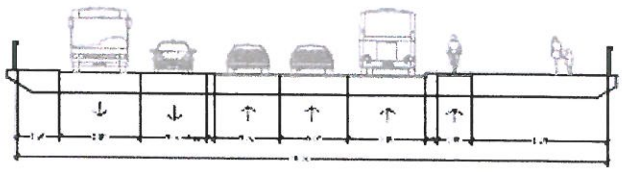
En tenant compte du manque de résistance mécanique de l'ouvrage, des problèmes rencontrés au niveau des dallettes de continuité entre les tabliers et du décalage de niveau entre les ouvrages, nous préconisons de démolir le tablier amont et de reconstruire un nouveau tablier.



La structure de nouveau tablier sera de type PRAD avec 5 poutres de 100cm de hauteur connectées par un hourdis de 20cm d'épaisseur minimum.



coupe 5 actuel 1/200e



Pont des Romains

Aménagements projetés horizon tram F

7 RESEAUX

La réalisation d'une ligne de tramway sur une infrastructure existante implique de profondes modifications de réseaux aériens ou enterrés afin d'éviter toute interférence entre la ligne de tramway et les interventions de maintenance qui peuvent s'avérer nécessaire à l'exploitation de ces réseaux.

Les concessionnaires doivent prendre les dispositions nécessaires pour faire en sorte que toute intervention ultérieure sur leurs ouvrages n'ait aucune incidence sur l'exploitation de la ligne de tramway.

Les études et estimations de la phase Avant Projet se limitent aux déplacements des réseaux existants, strictement nécessités par l'extension de la ligne F et ne prévoient pas les travaux de remplacement de

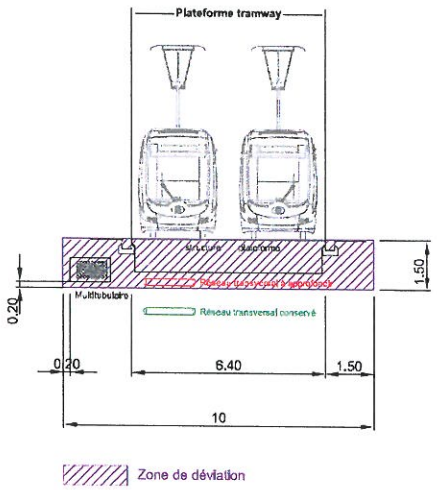
réseaux anciens, de renforcement ou réseaux supplémentaires nécessaires dans le cadre d'une évolution du tissu urbain avoisinant.

- Dévoiement des réseaux transversaux à la plateforme.

- Toute traversée de réseau sous la plate-forme devra se situer obligatoirement à plus de 1.50 m de profondeur du niveau fini.
- Les réseaux croisant la plate-forme et situés dans la zone limite seront déviés et approfondis.
- Aucune émergence (regard, ouvrage de visite, organe de coupure, bouches à clé diverses...) ne devra se situer dans l'emprise de la plate forme.
- Pour les réseaux de gros diamètre, une étude particulière sera à mener par les concessionnaires si la charge n'est pas suffisante, compte-tenu des contraintes apportées par le tramway sous la plate-forme.

La coupe suivante présente les principes de déviation de réseaux transversaux au droit de la plate-forme du tramway, avec les contraintes susmentionnées.

Principe de déviation des réseaux transversaux au droit de la plateforme tramway et de la multitubulaire

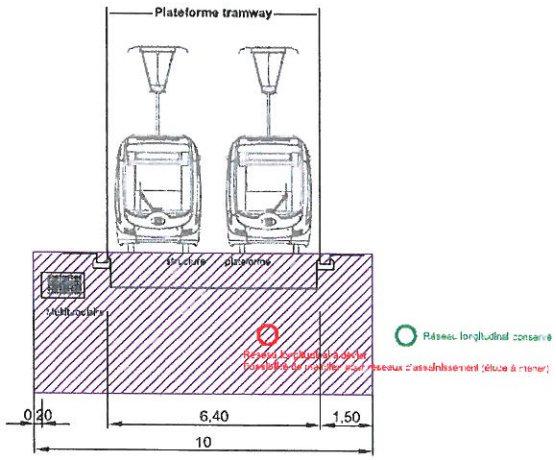


- Approfondissement des réseaux transversaux dont la génératrice supérieure est à moins de 1,50m (cote projet) sous la plateforme tramway et la multitubulaire.
- Maintien éventuel des réseaux de diamètre important, visitables (à étuder).

- Dévoiement des réseaux longeant la plateforme.

L'ensemble des réseaux de faible profondeur ainsi que les réseaux profonds situés sous la plate forme et jusqu'à 1 mètre de distance de part et d'autre devront être écartés d'au moins 1,5 mètres de la plate forme.

Principe de déviation des réseaux longitudinaux au droit de la plateforme tramway et de la multitubulaire



- Déviation des réseaux longitudinaux situés sous la plateforme tramway et jusqu'à 1,50m de part et d'autre.
- Déviation des réseaux longitudinaux situés sous la multitubulaire.
- Maintien éventuel des réseaux de diamètre important d'assainissement (à étudier).

- Dévoiement des réseaux classique, projet d'aménagements urbains

- La présence des réseaux existants hors plate forme tramway devra être prise en compte lors de l'aménagement ou des réaménagements de surface. En particulier, le calage à niveau des voiries projetées se fera autant que possible de manière à préserver une charge suffisante pour chaque réseau et ainsi éviter tout déplacement.
- Les réseaux existants, initialement conservés mais gênants pour la mise en place des réseaux déviés, seront déposés et reposés en coordination avec les autres réseaux.
- Les réseaux de petit diamètre et de faible profondeur se trouvant dans l'emprise d'une fosse d'arbre seront déviés.
- Pour les réseaux de gros diamètre, il sera étudié une solution pour les maintenir soit en décalant la fosse d'arbre, soit en protégeant le réseau en question (mise sous fourreau, protection par dalle béton, film anti-racine, etc.).
- Les réseaux seront déviés si ils entre en conflits avec des massifs.

- Courants vagabonds

Il conviendra d'adopter des mesures conservatoires afin d'assurer une protection suffisante des réseaux existants non déviés pendant les travaux (Pose de points de soutirage, contrôle, etc.).