

# SOMMAIRE

<b>1. OBJET</b>	<b>3</b>
<b>2. LA PLATEFORME</b>	<b>4</b>
2.1 Les caractéristiques de la plateforme	4
2.1.1 Les gabarits de la plateforme	4
2.1.2 Particularités géométriques de la plateforme	6
2.2 Les fondations de la plate-forme	7
2.3 Les ouvrages de protection	7
2.4 L'insertion de la ligne	8
2.5 Les revêtements de la plateforme	8
<b>3. LA VOIE</b>	<b>10</b>
3.1 Le choix du rail	10
3.2 Les principes de pose de voie	10
3.2.1 L'impact vibratoire du passage du tramway	10
3.2.2 La pose de voie classique	12
3.2.3 La pose de voie -10 dBa (ASP)	12
3.2.4 La pose de voie sur dalle flottante	13
<b>4. LES STATIONS</b>	<b>15</b>
<b>5. LES DÉVIATIONS DE RÉSEAUX</b>	<b>17</b>
5.1 Les principes généraux des déviations de réseaux	17
5.1.1 Les réseaux longitudinaux	17
5.1.2 Les réseaux transversaux	17
5.2 La gestion des déviations	18
5.3 Les principaux réseaux impactés	18
<b>6. LES OUVRAGES D'ART</b>	<b>20</b>
<b>7. L'ALIMENTATION EN ENERGIE ELECTRIQUE DU TRAMWAY</b>	<b>23</b>
7.1 La présentation du système d'alimentation	23
7.2 Les sous-stations électriques	24
7.2.1 Rôle et fonction	24
7.2.2 Localisation des sous-stations et sectionnement de la ligne électrique	24
7.2.3 Fonctionnement d'une sous-station	25

7.2.4 Autres principes d'alimentation électrique	26
<b>7.3 La ligne aérienne de contact</b>	<b>27</b>
7.3.1 Rôle et fonction	27
7.3.2 Insertion et ancrage de la ligne aérienne	27
<b>8. LES CENTRES DE MAINTENANCE ET DE REMISAGE</b>	<b>30</b>
8.1 La situation actuelle	30
8.2 Les aménagements envisagés sur le secteur modifié de la ligne 5	30
<b>9. PLANS D'INSERTION</b>	<b>31</b>

## 1. OBJET

Le présent volume vise à décrire les principales caractéristiques des ouvrages les plus importants le long du tracé modifié de la ligne 5 de tramway de Montpellier. Le secteur modifié s'étend du rond-point Paul Fajon à l'entrée sud sur le site de l'ancienne Ecole d'Application de l'Infanterie (EAI) par la rue des Chasseurs. Le lecteur trouvera donc ci-après une description technique des éléments physiques du système tramway, des travaux de voirie associés et des ouvrages d'art dans le cadre du dossier d'enquête publique modificative sur la section Paul Fajon - rue des Chasseurs de la ligne 5. Sont également présentées, à titre indicatif, les planches d'insertion telles qu'arrêtées à ce stade des études.

## 2. LA PLATEFORME

Ce chapitre a pour objet de définir les hypothèses de conception de la plateforme du tramway au niveau des règles de tracé, des largeurs de plateforme et des conditions de confort à atteindre. Les normes de tracé retenues doivent permettre d'optimiser l'emprise de la plateforme ; elles doivent également autoriser les différentes rames circulant actuellement sur le réseau montpellierain d'emprunter cette nouvelle infrastructure sans contraintes d'exploitation.

### 2.1 Les caractéristiques de la plateforme

#### 2.1.1 Les gabarits de la plateforme

Dans un souci d'interopérabilité de l'exploitation des rames de tramway sur l'ensemble du réseau ainsi que sur la totalité de la ligne 5 de Montpellier, le gabarit du tramway du tracé modifié reste le même, soit une largeur de 2,65 mètres et une longueur de 43 mètres environ ; chaque rame est composée de 7 modules. Le tableau suivant donne les paramètres généraux de conception.

Gabarit Statique (GS) voie unique	2,65 m
Gabarit Dynamique (GD) voie unique	2,95 m
Gabarit Limite d'Obstacle (GLO) voie unique	3,25 m
Entraxe en Alignement Droit et poteaux latéraux	3,15 m
GLO en Alignement Droit et poteaux latéraux	6,40 m
Entraxe en Alignement Droit et poteaux centraux	3,55 m
GLO en Alignement Droit et poteaux centraux (largeur des poteaux de 300mm)	6,80 m
Hauteur du tramway (gabarit statique)	3,30 m
Hauteur minimum des fils de contact	3,60 m
Longueur du tramway	43 m

Tableau 1. Gabarits de la plateforme liés au matériel roulant.

**Gabarit statique :** Il correspond à l'encombrement du tramway à l'arrêt.

**Gabarit Dynamique :** Il est déterminé par le volume maximal balayé par le matériel lorsqu'il circule sur la voie, en alignement ou en courbe. L'ensemble des jeux et usures des roues et des suspensions sont cumulés dans le sens le plus défavorable.

**Gabarit limite d'Obstacle :** Il correspond au gabarit dynamique du véhicule auquel on ajoute une lame d'aire de 20 centimètres. Il s'agit donc d'une enveloppe cadre de circulation d'une rame qui permet de ne pas rencontrer d'obstacles.

**Entraxe :** Distance qui sépare les axes de deux voies voisines.

Les schémas suivants fournissent quelques exemples de coupes types, en alignement droit et pour un site propre sans mixité de circulation avec les véhicules automobiles. Les courbes impliquent des sur-largueurs.

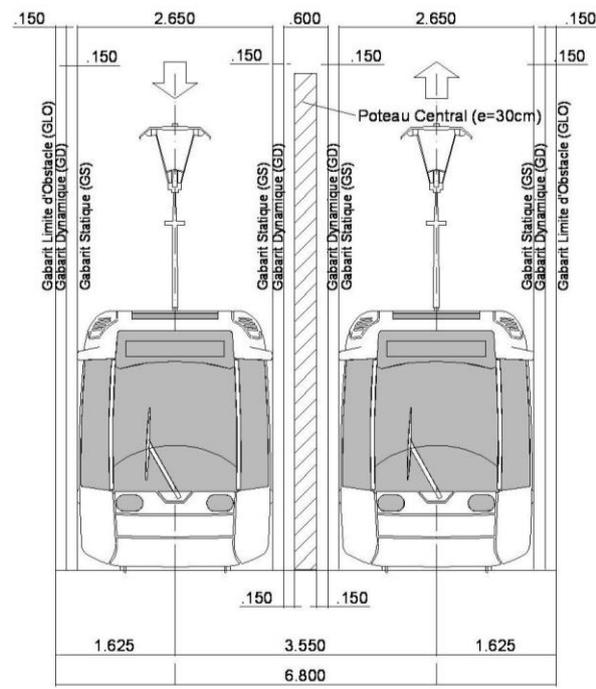


Figure 1: Coupe transversale du tramway en voie double avec poteaux centraux.

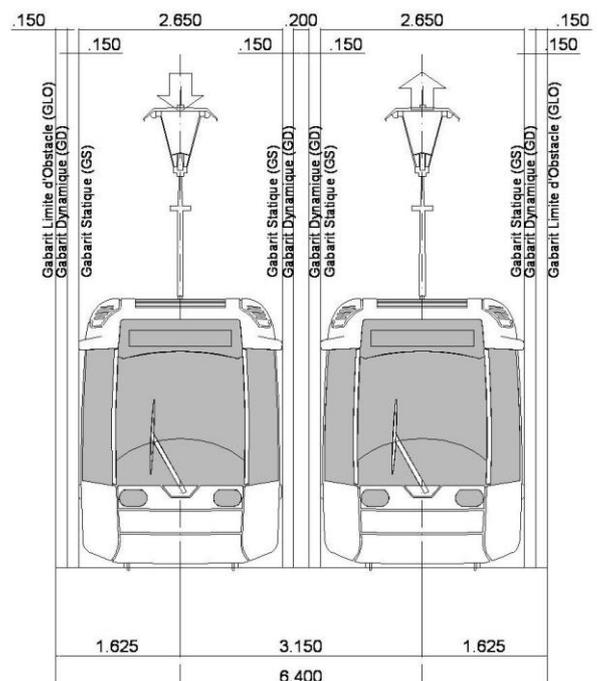


Figure 2: Coupe transversale du tramway en voie double avec poteaux latéraux.

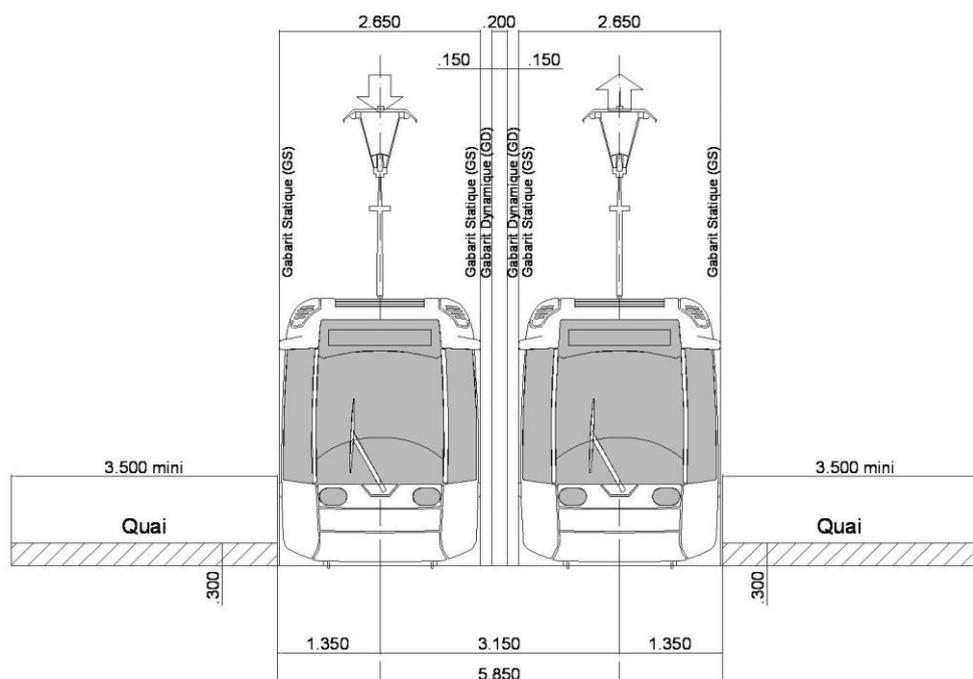


Figure 3 : Coupe transversale du tramway en voie double, en station et avec poteaux latéraux.

## 2.1.2 Particularités géométriques de la plateforme

Le tableau suivant précise les caractéristiques du tracé en plan (vue d'en haut) et du profil en long (vue en travers) de la plateforme. Elles sont conçues pour assurer le confort des passagers tout en respectant les contraintes propres au matériel roulant.

Rayon en plan minimum	50 m
Rayon en plan minimum absolu	20 m
Longueur minimale de clothoïde	12 m
Longueur minimale absolue de clothoïde	7 m
Longueur minimale d'alignement droit entre courbe et contre courbe	10 m
Rayon parabolique minimal en creux	350 m
Rayon parabolique maximale en bosse	500 m
Longueur minimale de doucine	10 m
Pente maximale	7%

Tableau 2 : Caractéristiques géométriques du tracé en plan et du profil en long.

**Clothoïde** : Le tracé des voies est constitué d'alignements droits et de courbes.

Les raccordements en plan entre alignements droits et courbes circulaires sont réalisés à l'aide de clothoïdes qui permettent une variation progressive de la courbe, donc un accroissement linéaire de la force centrifuge. En d'autres termes, l'accélération ressentie par les voyageurs se trouve « lissée », ce qui garantit un meilleur confort.

**Rayon parabolique** : Il s'agit du rayon maximum de courbure de l'infrastructure dans le plan vertical (en creux ou en bosse). Il dépend de la capacité du véhicule à s'arquer.

**Doucine** : Le profil en long de la voie est fait de creux, de bosses et de plats. La doucine permet de lisser les rattachements entre les rayons paraboliques et les alignements droits afin d'améliorer le confort

## 2.2 Les fondations de la plate-forme

Les différents types de pose de voie sont installés sur une plate-forme préalablement préparée pour recevoir la voie. Une couche de base est nécessaire pour l'assise de la voie et son réglage durant les travaux. Cette couche de base répond à des conditions de portance et de poinçonnement en fonction du type de pose.

Habituellement cette plateforme est réalisée en béton BC3 qui est un béton de chaussée normalisé permettant de supporter les efforts transmis par la voie et les véhicules tramways.

## 2.3 Les ouvrages de protection

La présence d'ouvrages enterrés (comme par exemple l'assainissement affleurant) peut conduire à la réalisation d'ouvrages de génie civil pour protéger l'existant des nouvelles contraintes liées au tramway, et pour assurer la portance, l'isolation phonique et la mise en place des voies tramway par-dessus l'ouvrage existant. La solution retenue fera chaque fois l'objet d'une étude spécifique où les contraintes du terrain, du chantier et de tout environnement seront prises en compte. Différentes solutions sont déjà envisagées pour dépasser ces obstacles :

- La pose d'un cavalier consiste à réaliser une structure en béton armé pouvant enjamber l'obstacle (un réseau par exemple) sans entrer en contact avec celui-ci (protection du réseau par une couche de polystyrène) et s'appuyant de part et d'autre de l'obstacle sur deux longrines ou sur une série de pieux ou micropieux. Cette solution est souvent retenue pour des réseaux d'assainissement dont la déviation n'est pas envisageable.
- La réalisation d'une dalle sur pieux consiste à implanter une dalle en béton armé s'appuyant sur une série de pieux ou de colonnes implantés suivant la typologie du terrain et de l'obstacle rencontré. Là encore, l'ouvrage à construire ne doit pas rentrer en contact avec l'ouvrage existant. Cette solution est souvent retenue pour des obstacles présentant une emprise plus importante qui ne permet pas la réalisation d'un simple cavalier.

Le dimensionnement de ces solutions s'appuie sur les contraintes de sols, sur la nature et l'état de l'ouvrage à protéger, sur les charges tramway à reprendre, et sur la géométrie imposée à l'ouvrage à construire. Cette géométrie est elle-même définie par la pose de voie, par le profil en long et les coupes en travers projetées et par l'implantation possible de longrines, pieux, colonnes ou autres fondations compatibles avec le sous-sol rencontré.

## 2.4 L'insertion de la ligne

Le type d'insertion de la ligne, sa position dans la rue et la possibilité de franchir ou non la plateforme dépendent de multiples facteurs liés à l'environnement immédiat et à l'usage des voies empruntées : gabarit des rues, présence ou non de voies transversales et d'accès riverains, niveau de circulation des véhicules automobiles, traversée d'espaces publics et de lieux de vie.

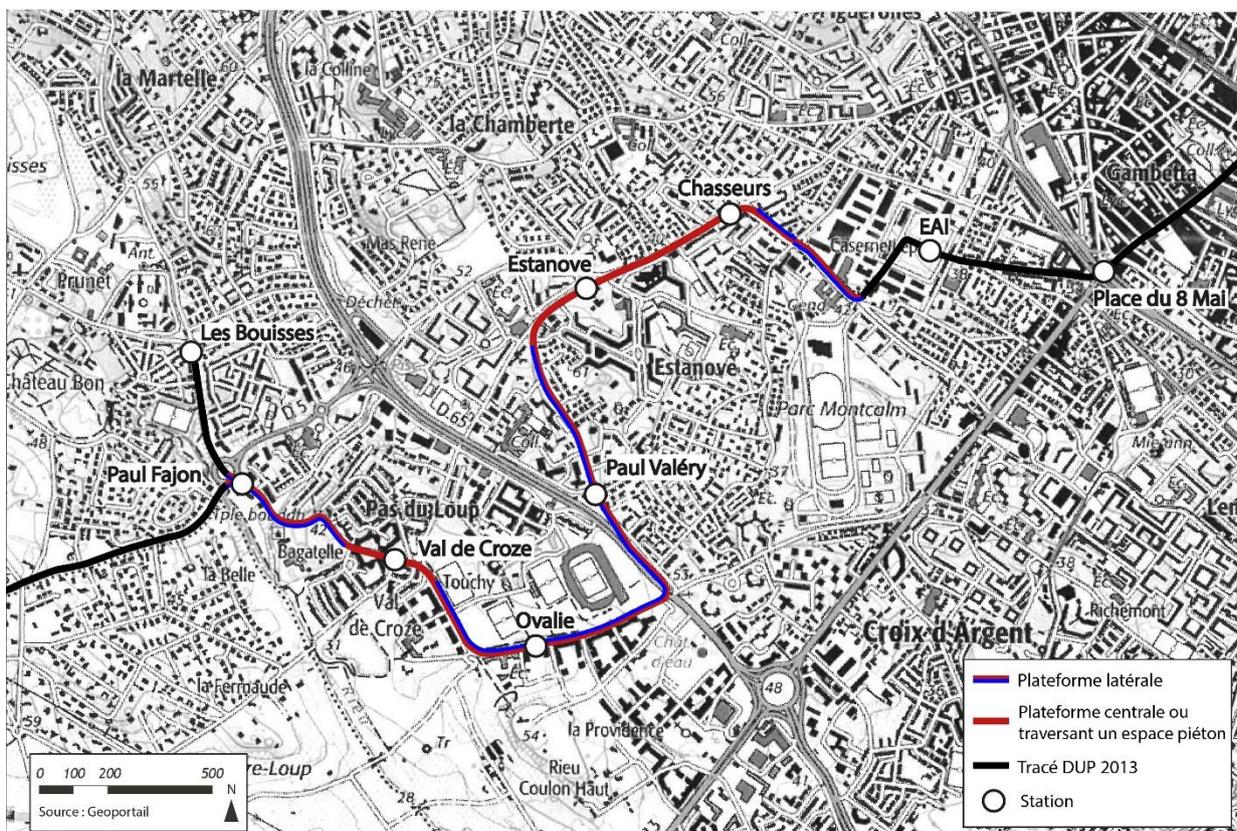


Figure 4: Types d'insertion envisagés de la plateforme.

## 2.5 Les revêtements de la plateforme

Les revêtements et matériaux sont définis suivant l'insertion et les usages de la plateforme dans son environnement.

Lorsque la plateforme est franchissable, le matériau de préférence sera le béton désactivé tout comme sur les traversées de carrefour. La teinte et la granulométrie des agrégats seront choisies en accord avec l'intensité du trafic prévu.

La carte ci-après représente les différents types de revêtements envisagés le long du tracé modifié. Le reste de la ligne reste inchangé.

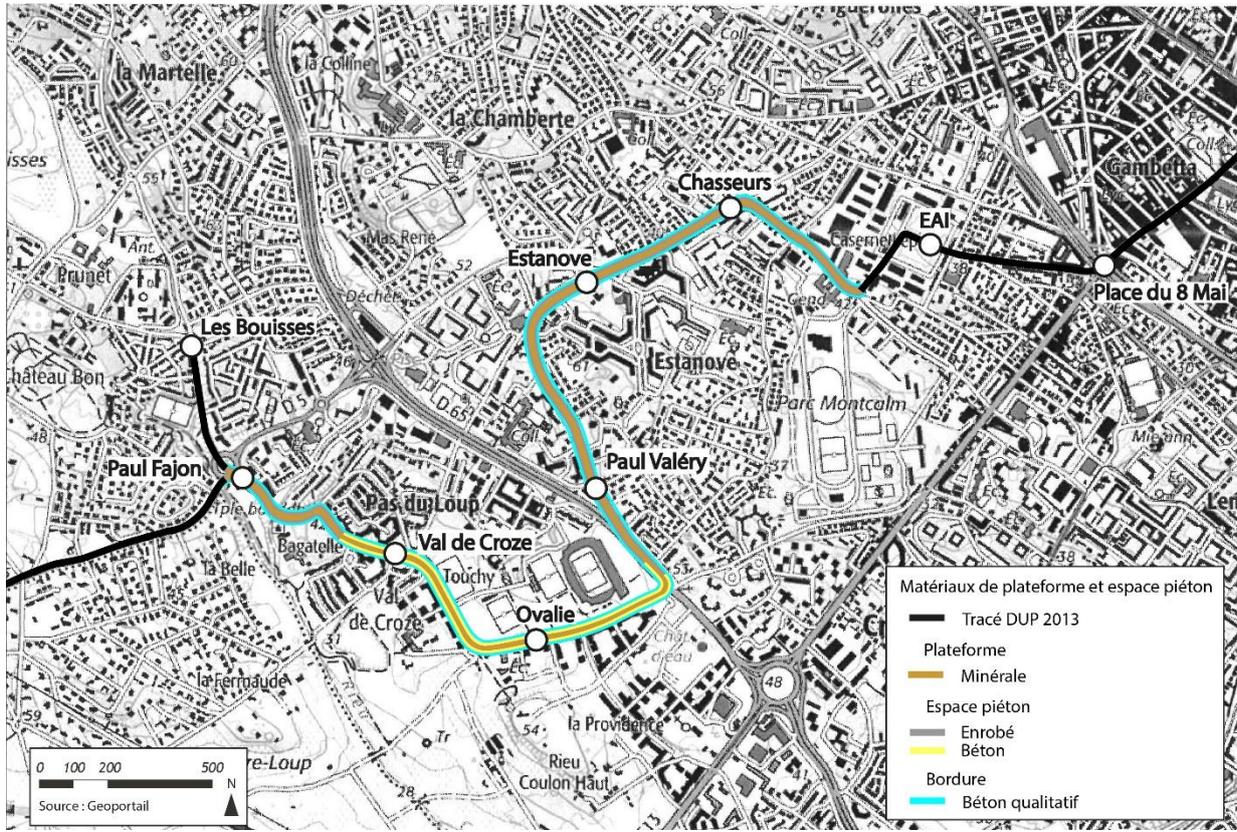


Figure 5: Types de revêtements de la plateforme.

## 3. LA VOIE

### 3.1 Le choix du rail

Le choix du rail est important car il permet d'obtenir un contact optimum entre les roues du tramway et le rail afin de limiter les usures.

Un seul type de rail est pressenti pour la cinquième ligne de tramway : le rail à gorge type 55G2. Il s'agit du profil le mieux adapté pour les réseaux sinueux avec de faibles rayons et comprenant de nombreux appareils de voie. De plus le rail à gorge étant encastrable dans une chaussée, il permet une meilleure insertion urbaine du tramway et facilite l'usage des autres modes – piétons, cyclistes, voitures, en particulier lors de la traversée des voies. Ce type de rail sera utilisé sur les zones dites courantes, c'est-à-dire sur des sections de voies bétonnées ou revêtues, comme cela a déjà été fait sur les lignes de tramway 1, 2, 3 et 4.

Le rail vignole type U50, utilisé sur les sections de voie ballastée, comme cela a déjà été fait sur une partie des lignes de tramway 2 et 3 n'est pas envisagée sur le périmètre de la DUP modificative du fait du parcours très urbain nécessitant un revêtement adapté.



Figure 6: Rail à gorge

### 3.2 Les principes de pose de voie

#### 3.2.1 L'impact vibratoire du passage du tramway

Le passage du tramway provoque des sons, mais également des vibrations qui sont mesurées et atténuées quand cela est nécessaire. L'impact vibratoire du passage du tramway est exprimé sous forme de valeurs de vitesses vibratoires, en décibel (dBv).

Les seuils admissibles en termes de vibrations s'appuient actuellement en France sur le texte suivant : « Guide pour l'estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps » (Norme ISO 2631 de 1997).

Une norme de classification a été élaborée. Elle cherche à attribuer des seuils vibratoires à des critères de perception :

Niveau de vitesse vibratoire en dBv	Classification de perception
< 66	Négligeable
66 – 74	Très faible
74 – 82	Faible
82 – 90	Bonne
90 – 98	Forte
> 98	Très Forte

Tableau 3. Hiérarchisation des niveaux de vitesse vibratoire en fonction de la gêne ressentie.

Ainsi, plusieurs types de pose de voie seront implantés en fonction du niveau de réduction de vibration à obtenir – en particulier lors de la traversée de secteurs urbains denses, ou de contraintes environnementales – comme par exemple le franchissement des ouvrages d'art.

Les différents types de pose de voie envisagés sur la section de la DUP modificative de la ligne 5 de tramway sont :

- La pose de voie classique;
- La pose de voie ASP (ou -10dBv);
- La pose de voie sur dalle flottante (ou -20 dBv)

Dans chacun de ces cas, il s'agit d'une pose de voie sur traverses bloquées par un béton de calage. La pose de voie sur traverses permet d'envisager toute la panoplie de revêtements existants (enrobés, pavés en pierre ou en béton, végétalisation, ballast, stabilisé, dalles, ...). Le choix du revêtement est fonction de l'environnement mais également et surtout du mode d'utilisation de la plateforme.

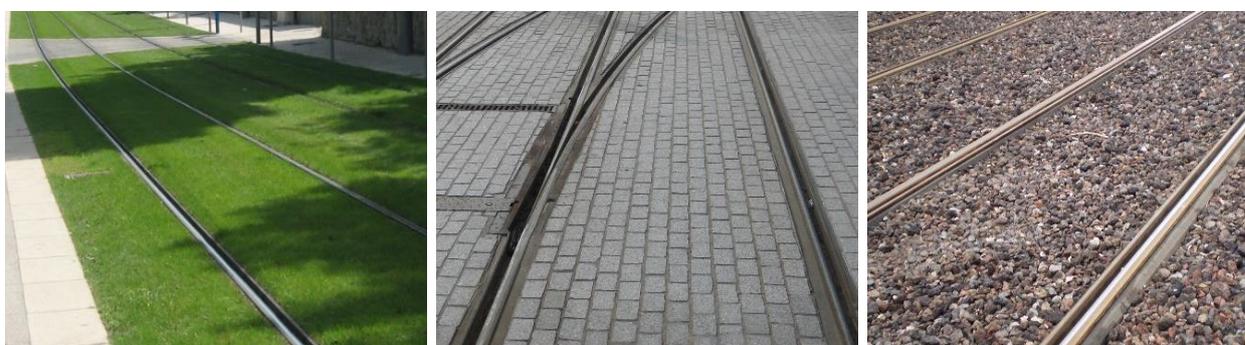


Figure 7: Différents types de revêtement possibles avec le principe de voie sur traverse.

### 3.2.2 La pose de voie classique

Ce système de pose correspond à une pose sur traverses en béton, bloquées par un béton de calage. Ce principe de pose n'a pas de fonction anti-vibratile, c'est pourquoi il est utilisé pour des zones dans lesquelles la voie est éloignée de plus de 12 mètres des façades. Le niveau vibratoire moyen de ce type de pose est de 80 dBa dans le tiers d'octave 63 – 80 Hz. Il s'atténue par le sol pour devenir admissible au droit d'habitations situées au minimum à 12 mètres de la source (plate-forme).

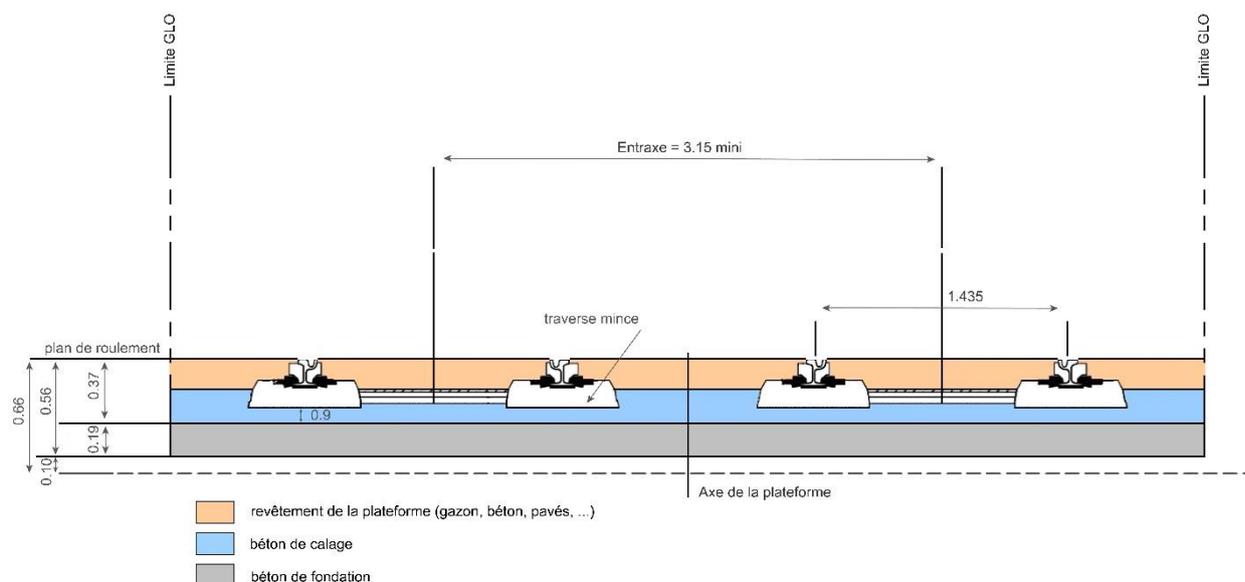


Figure 8: Pose de voie classique

### 3.2.3 La pose de voie -10 dBa (ASP)

Lorsque la plateforme se rapproche de l'habitat à une distance comprise entre 7 et 12 mètres, il est nécessaire de mettre en œuvre des poses de voie anti-vibratiles. Ce procédé permet un affaiblissement du niveau vibratoire de 10 dBa dans le tiers d'octave 63 Hz.

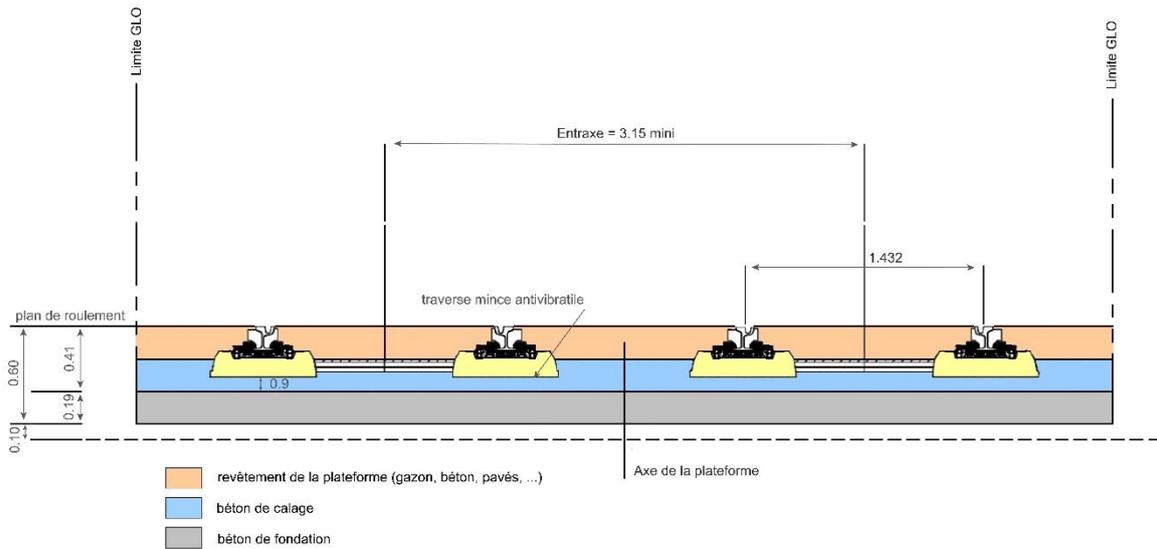


Figure 9: Pose de voie – 10 dBa

### 3.2.4 La pose de voie sur dalle flottante

Lorsque la distance aux façades est inférieure à 7 mètres, la zone est déclarée très sensible et l'affaiblissement vibratoire doit être de 20 dBa. Pour atteindre cet objectif, il faut mettre en place une dalle flottante. Cette dalle est réalisée en interposant un tapis en mousse polyuréthane entre le béton de propreté et le béton de fondation.

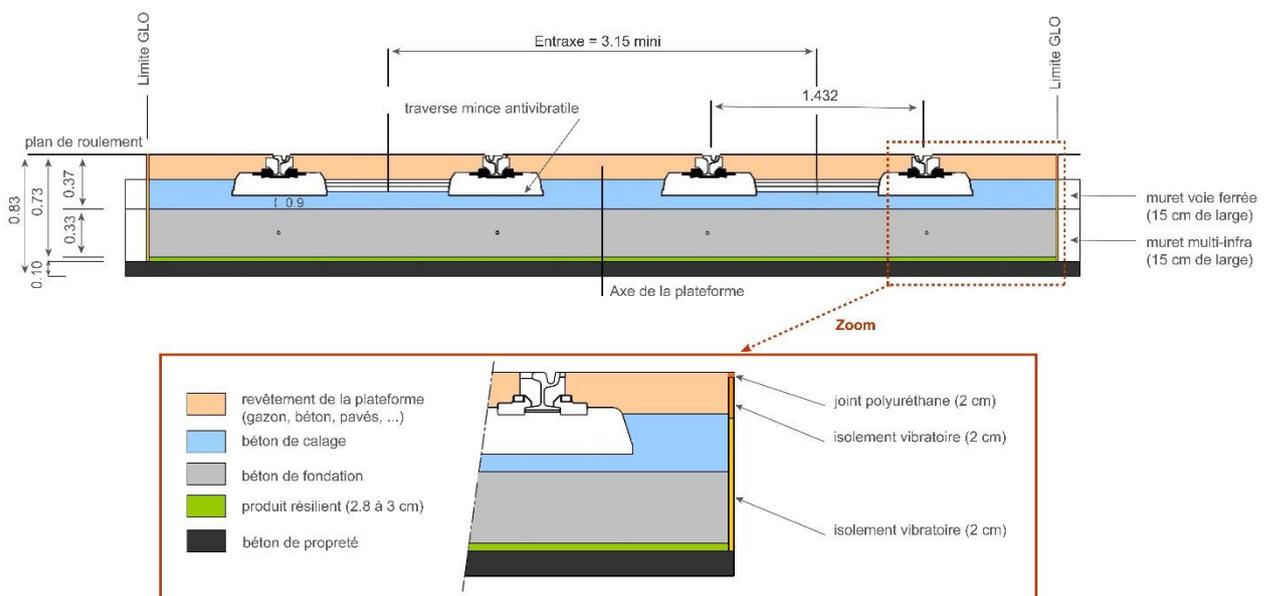


Figure 10: Pose de voie sur dalle flottante.

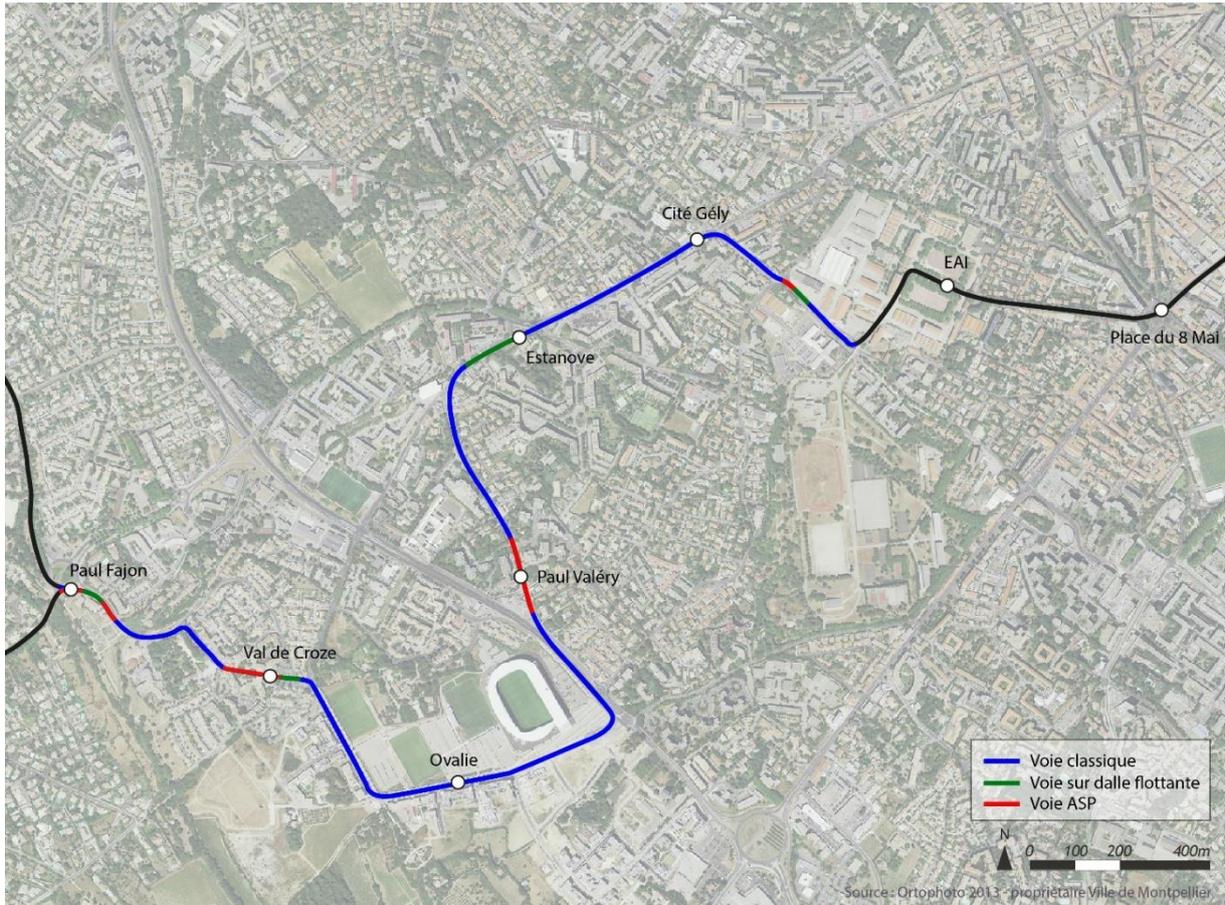


Figure 11: Types de pose de voie sur la section de la DUP modificative

## 4. LES STATIONS

Ce chapitre définit les éléments d'identification des stations de la cinquième ligne de tramway de l'agglomération de Montpellier entre les stations Paul Fajon et Cité Gely qui encadrent la section de la DUP modificative. Elle prend en compte le rôle prioritaire des stations comme support de l'image de la ligne 5 pour les usagers du tramway.

L'ensemble des stations de la cinquième ligne de tramway est homogène entre elles tant par le choix des matériaux utilisés, que par celui de la fonctionnalité pour les utilisateurs. La prise en compte de l'environnement immédiat de la station pourra cependant conduire à des solutions adaptées.

Sur le tronçon concerné on trouve des stations à quais latéraux.

- **Dimensions**

Longueur : 43 mètres (hors rampes d'accès).

Largeur : 3,50 mètres (une extension à 4 mètres reste possible en aménageant le mobilier pour respecter les largeurs libres d'émergences)

Hauteur des quais : 30 cm par rapport aux rails.

- **Fonctionnalités présentes**

En fonction de la localisation, les fonctions de base sont équivalentes sur les deux quais :

- Un bloc technique central protégé des intempéries, qui reprend tous les services pour l'utilisateur dans l'utilisation du transport collectif : distributeur de titre de transport, plan d'aide à l'orientation, information dynamique voyageur, sonorisation... ;
- Des mâts multifonctions permettant l'accroche de la ligne aérienne, de la signalétique en drapeau de la station et de la sonorisation. Ils participent au balisage de la station et l'identifient ;
- Les armoires électriques de quais. Leur nombre varie en fonction de la configuration de la station et de sa localisation géographique ;
- Le matériel de sécurité et de guidage : barrières de fond de quai, barrières de rampes, lisses base de guidage pour les personnes non ou mal voyantes... ;
- Des éléments de confort de l'utilisateur : abris, bancs, appuis ischiatique...

- **Insertion**

Les six stations de cette section sont réalisées avec des quais latéraux.

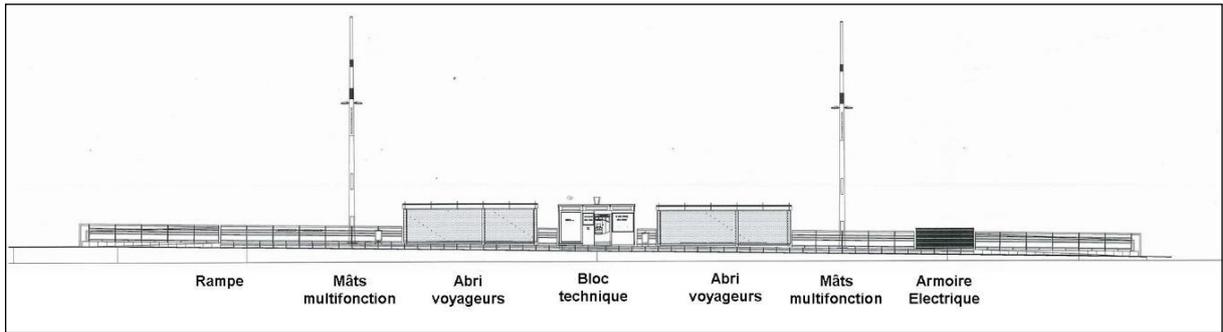


Figure 12: Station à quais latéraux - vue latérale d'un quai

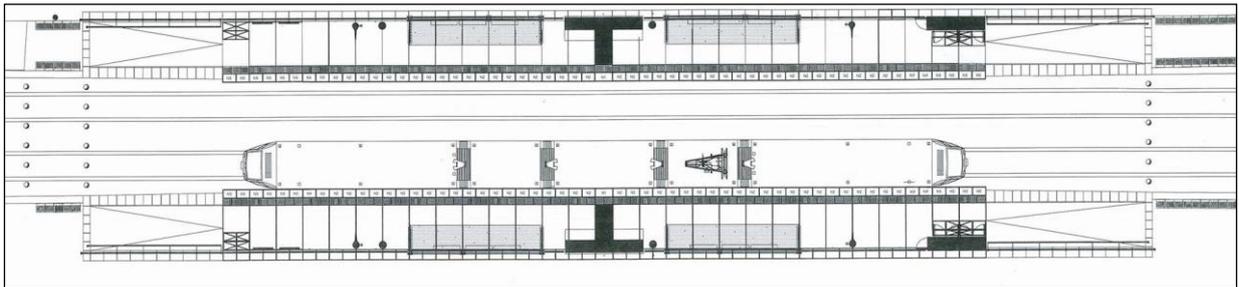


Figure 13: Station à quais latéraux - vue en plan

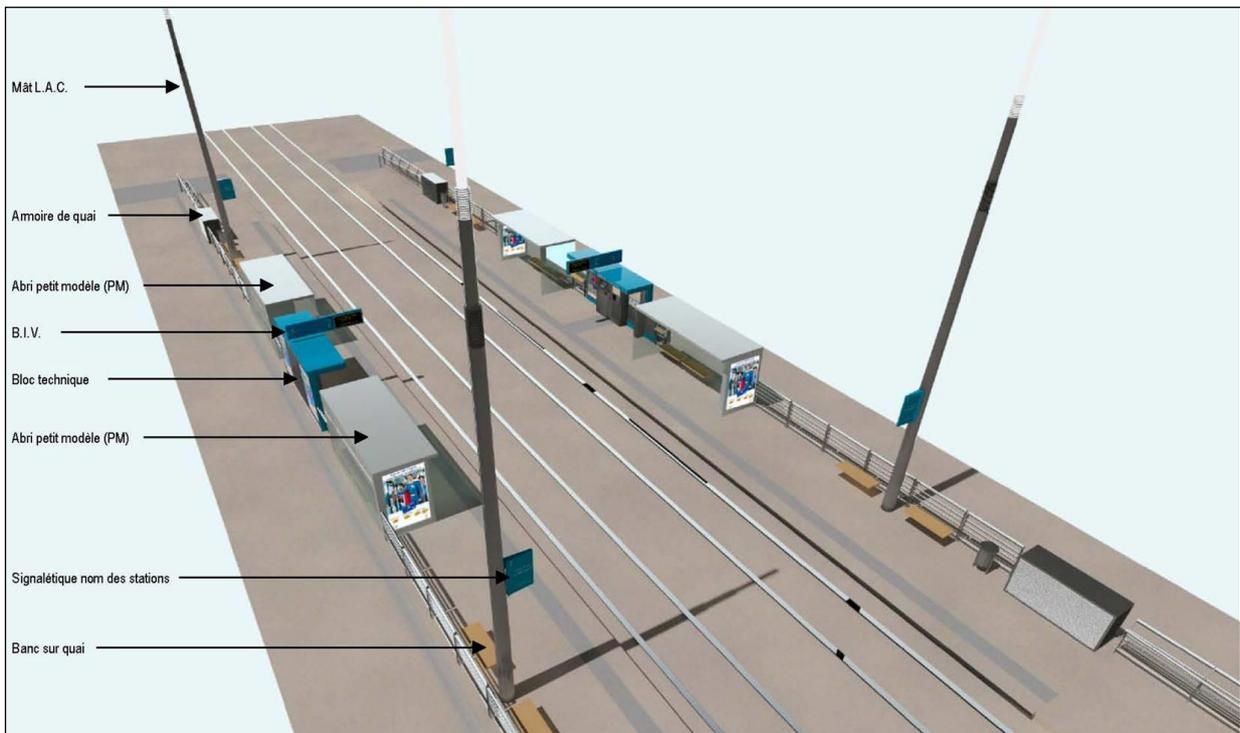


Figure 14: Station à quais latéraux - perspective

## 5. LES DÉVIATIONS DE RÉSEAUX

Le projet recouvre un certain nombre de réseaux existants : alimentation en eau potable, assainissement des eaux pluviales, assainissement des eaux usées, haute, moyenne et basse tension électrique, gaz, télécommunication, éclairage public et régulation du trafic.

Les travaux d'entretien ou de remplacement des réseaux souterrains ne doivent pas perturber la circulation future du tramway. Le tracé retenu croisant ou recouvrant nombre de réseaux existants, il est nécessaire de libérer l'emprise de la plate-forme.

### 5.1 *Les principes généraux des déviations de réseaux*

De manière générale, il est prévu de dévier tous les réseaux sur lesquels une intervention à terme nécessiterait, soit une interruption du tramway, soit des contraintes de voirie incompatibles avec la gestion du trafic et qui ne garantirait donc pas la continuité de service du tramway après sa mise en service.

En ce sens, il est nécessaire que chaque concessionnaire, dont un ouvrage se situe sous la plate-forme, puisse intervenir sans avoir à ouvrir la moindre tranchée.

On distingue deux types de réseaux : les réseaux longitudinaux, parallèles à la plateforme tramway et les réseaux transversaux, qui croisent la plateforme tramway.

#### 5.1.1 Les réseaux longitudinaux

Seuls les ouvrages visitables ou exploitables depuis des chambres situées en dehors de la plate-forme peuvent être conservés sous le tramway après travaux. Cela se traduit par l'aménagement de l'ensemble des émergences en dehors de la plateforme tramway de manière à permettre l'accès aux réseaux (trappe d'approvisionnement matériel, accès aux chambres de tirage, ventilation, ...).

Tous les ouvrages non visitables directement sous la plateforme – en pleine terre, en caniveau ou en fourreaux non enrobés – sont donc à dévier.

Sauf cas d'impossibilité technique, les réseaux à vocation de distribution à dévier (par opposition aux ouvrages du réseau structurant) doivent rester dans les volumes disponibles sous trottoir, notamment par utilisation de niches constituées par les réseaux abandonnés.

#### 5.1.2 Les réseaux transversaux

Certains réseaux croisant la plateforme ne peuvent être déviés. Les traversées de chaque réseau maintenues dans le cadre du projet doivent permettre, en cas de maintenance ou de remplacement lors

de pannes soit une intervention pour entretien ou remplacement depuis les bords de la plateforme tramway, ou depuis une galerie technique visitable sous la plate-forme, soit la possibilité d'être abandonnées en cas de panne après avoir été déconnectées du réseau et remplacées par l'utilisation de traversées en attente à proximité.

Lorsque l'épaisseur entre le réseau et la plateforme est insuffisante, trois solutions de dévoiement sont possibles :

- Approfondissement du réseau existant, sur place ou à proximité immédiate ;
- Dévoiement du réseau, c'est-à-dire son déplacement ;
- Suppression de la traversée par recombinaison du maillage de l'existant ou extension des réseaux longitudinaux.

## 5.2 La gestion des déviations

Le maître d'œuvre identifie les impacts du projet sur les réseaux des concessionnaires.

Les concessionnaires étant les maîtres d'ouvrage des travaux de déviation de leurs réseaux, ils réalisent leurs projets de déviation, sur la base des contraintes de plate-forme et des indications des autres concessionnaires mises à disposition par le maître d'œuvre de l'opération.

Le maître d'œuvre via une cellule de coordination réseaux et des réunions périodiques avec l'ensemble des concessionnaires pilote la coordination des différents projets des concessionnaires et l'ordonnancement des travaux.

## 5.3 Les principaux réseaux impactés

Les points sensibles sur les réseaux le long du tracé modifié de la ligne 5 de tramway sont principalement des réseaux humides. Le tableau ci-dessous présente la synthèse de la présence de ces réseaux selon les retours des déclarations de travaux des concessionnaires.

	3M pluvial	AEP Régie des eaux	EU Veolia	3MECP	VidéoSrv	3MSLT
Rouget de Lisle	Ø300 à 800 longitudinal cadre 4000 transversal	E80	Ø200 longitudinal Ø1000 transversal	ECP		
ChengDu	Ø300 à 1500 longitudinal	E80	Ø200 longitudinal	ECP		
XV de France	Ø400 à 500 longitudinal	E80	?	ECP		
Bugarel	Ø400 à Ø1200 longitudinal	E80	?	ECP		
Vanières	Ø inconnus	E80	Ø150	ECP		Carrefour à feux
Paul Valery	Ø300 à Ø500 longitudinal	E80 x2	Ø250	ECP		
Pas du Loup	Ø300 à Ø700 longitudinal	E80 x2	Ø250	ECP		Carrefour à feux avec Lavérune
Route de Lavérune	Ø1000 longitudinal	E80 x3	Ø150 à Ø200	ECP		Carrefour à feux avec Chasseurs
Chasseurs	Ø300 à Ø800 longitudinal	E80 E57	Ø200 à Ø300	ECP		Carrefour à feux avec Lavérune
EAI		E57 (56ème régiment)				

Tableau 4 : Les principaux réseaux rencontrés

## 6. LES OUVRAGES D'ART

La section comporte un ouvrage hydraulique qui permet le franchissement du Croze, affluent du Rieucoulon sous la rue Rouget de Lisle. Cet ouvrage présente les caractéristiques suivantes :

- Buse métallique elliptique de 6,30m d'ouverture et de 3,85m de hauteur
- Les éléments de buse d'extrémité sont taillés en sifflet de manière à constituer les ouvrages de tête, les talus sont perreyés
- Le lit amont et aval est canalisé (muret latéraux et radier bétonné) : un affouillement important est visible (chute) à environ 10 m à l'aval de la buse
- Longueur totale de la buse (y compris têtes en sifflet) : environ 28 m
- Voie portée : rue Rouget de Lisle : largeur totale environ 11,00 m
- Largeur de la chaussée : environ 7,00 m
- Largeur trottoir/accotement : 1,5 m coté amont 2,5 m coté aval
- Dispositif de retenue : glissière métallique coté aval uniquement
- Hauteur de remblai sur la buse : environ 1,80 mètre.



Figure 15: Franchissement de la rue Rouget de Lisle par le Croze

Compte tenu de la position des futures voies tramway par rapport à la chaussée actuelle, la solution d'un confortement localisé au droit de la plateforme tramway (dalle sur micropieux par exemple) ne peut être retenue, un nouvel ouvrage devra être réalisé pour la future chaussée. L'ouvrage portant le tramway présenterait ainsi les caractéristiques suivantes :

- Longueur totale : 19,50 m
- Ouverture 6,30 m soit la même que celle de la buse existante
- Hauteur : 4,30 m mini de hauteur (ouvrage existant). On retient une hauteur totale de 5.00m pour le cadre de façon à permettre
- Un remplissage en forme de cunette permettra d'harmoniser les fils d'eau avec l'ouvrage existant
- Une épaisseur de remblai suffisante sur ouvrage pour permettre la mise en place des fourreaux multitubulaires.

La buse existante devra être démolie. Le cadre, de type fermé, est revêtu d'une étanchéité de 3 cm, protégée par un béton de protection de 10cm d'épaisseur. Des dalles de transition de 3 m de longueur sont prévues de part et d'autre de l'ouvrage pour la plateforme tramway et pour la future chaussée. Les murs de tête sont des murs en aile alignés avec les bajoyers existants tant en amont qu'en aval de l'ouvrage.

En limite extérieure de la section de la DUP modificative, immédiatement au sud du rond-point Paul Fajon, le tracé du tramway recroise le bras principal du Rieucoulon et le traverse par un ouvrage existant.

L'ouvrage actuel a une ouverture de 2.50 m par 1.80 m. Le débit entrant est contrôlé, à l'amont, par une section réduite de 1 m x 1,80 m et par un puits d'entrée. Il y a une bêche de stockage à l'amont. Cet ouvrage devra être prolongé.



*Figure 16 : Franchissement de la route de Lavérune par le Rieucoulon*

## 7. L'ALIMENTATION EN ENERGIE ELECTRIQUE DU TRAMWAY

### 7.1 La présentation du système d'alimentation

Le réseau de tramway de Montpellier (lignes 1, 2, 3 et 4) est alimenté en énergie de traction 750 Vcc (Volt courant continu). Dans un but d'harmonisation et d'interopérabilité du réseau, la tension de 750 Vcc sera reconduite sur la ligne 5.

Le système et la distribution de l'énergie électrique nécessaires à un réseau de tramway, sont conçus avec la double préoccupation d'assurer la sécurité et une disponibilité élevée pour l'exploitation.

La ligne de tramway est alimentée en énergie électrique à partir du réseau haute tension (20 kV) du distributeur local (ici EDF). Puis cette énergie est transformée et redressée à partir de locaux appelés sous-stations, implantés le long du tracé. Elle est ensuite acheminée jusqu'aux rames de tramway par l'intermédiaire des Lignes Aériennes de Contact (LAC) et des rails de roulement.

Le matériel roulant capte l'énergie positive par l'intermédiaire d'un pantographe venant frotter sur le fil de contact de la ligne aérienne. Le retour de courant (négatif) s'effectue par le rail de roulement.

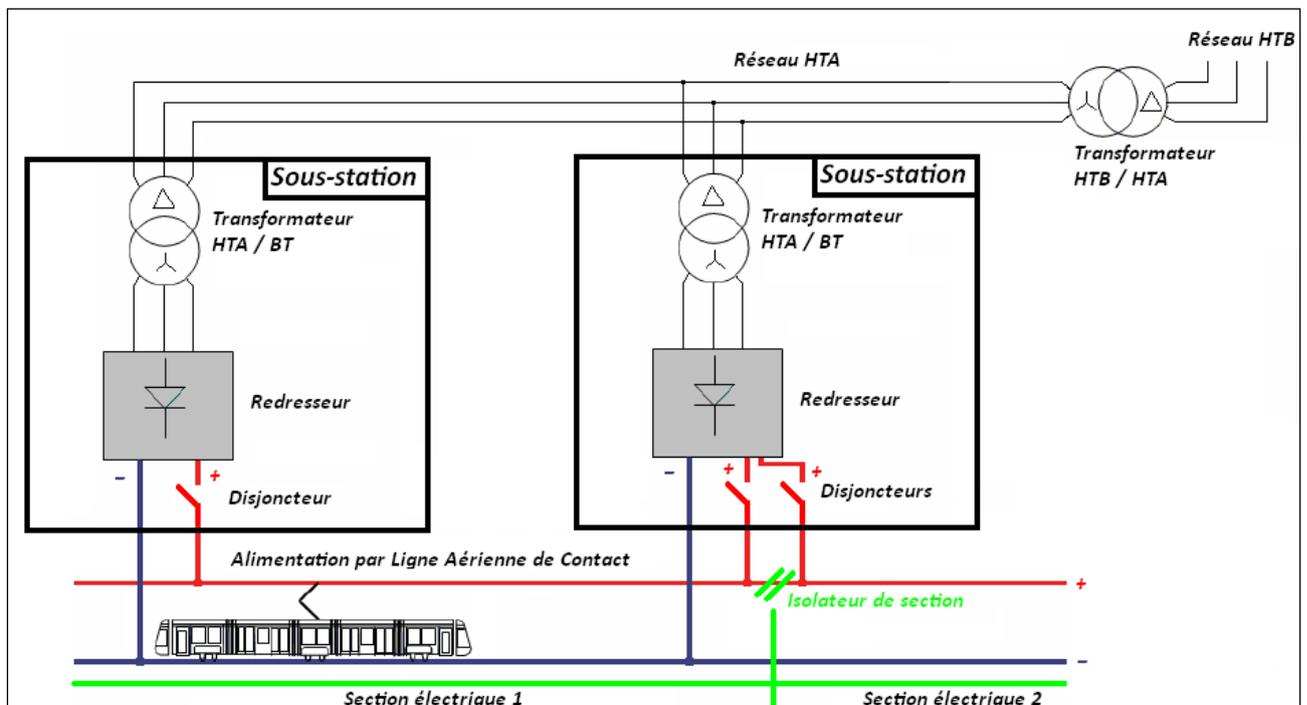


Figure 17: Schéma de principe de fonctionnement de l'alimentation électrique du tramway.

L'ensemble des dispositifs, réglementation et normes liés à la protection des biens et des personnes sont à respecter et entre autres :

- La protection parafoudre des points d'alimentation de la LAC;
- La mise à la terre de l'ensemble des équipements haute tension des sous-stations et de la ligne (traction et basse tension);
- La mise à la terre des poteaux LAC.

## 7.2 Les sous-stations électriques

### 7.2.1 Rôle et fonction

La principale source de consommation du tramway est l'énergie de traction. Cette dernière dépend de la topographie du tracé (pente descendante ou ascendante), des arrêts en station et des carrefours (arrêt et démarrage). Le besoin et la localisation des sous-stations sont donc liés aux besoins en énergie propre à la traction.

Il est également produit dans chaque sous-station un réseau d'énergie basse tension 230/400V alternatif destiné à alimenter :

- Les auxiliaires de la sous-station (automatisme, éclairage, ventilation, ...);
- Les équipements installés dans les stations situées à proximité des sous-stations (bandeaux informations voyageurs, billettiques, caméras, éclairages, ...);
- Les équipements en ligne installés à proximité des sous-stations (coffrets d'isolement télécommandé, signalisation ferroviaire, ...).

### 7.2.2 Localisation des sous-stations et sectionnement de la ligne électrique

La localisation des sous-stations dépend des besoins en énergie de traction le long du tracé.

Le circuit de distribution de l'énergie traction est divisé en sections électriques qui sont délimitées par la position de la sous-station. Chaque sous-station alimente 2 sections électriques (amont / aval), à l'exception des stations de terminus qui n'ont pas besoin de « sectionner » électriquement la ligne mais qui ont des réserves pour le faire (en cas d'extension de la ligne par exemple).

Si besoin, les sections électriques peuvent être découpées en sous sections notamment à proximité des communications de voies qui permettent le retournement des rames. Chacune des sections est protégée par des disjoncteurs ultrarapides, associés à des dispositifs de détection complémentaires (détecteur de défauts en ligne et dispositif d'essai de ligne avant la mise sous tension).

En cas d'incident sur une portion de ligne qui justifie sa mise hors tension, les "sous-sectionnements" ainsi que les communications entre voies permettent d'assurer la continuité d'exploitation sur les parties saines.

Les sous-stations peuvent parfois être logées dans des bâtiments existants, le plus souvent des rez-de-chaussée d'immeubles. Elles peuvent également être construites hors terre si l'environnement s'y prête. Le bâtiment nécessaire pour recevoir tous les éléments d'une sous-station doit présenter une surface libre d'environ 80 m<sup>2</sup>.

Le tronçon de la ligne 5 de tramway de Montpellier allant du rond-point Paul Fajon à la rue des Chasseurs jusqu'à l'entrée dans l'EAI impose la réalisation de 2 sous-stations pour l'alimentation électrique :

- L'une située au droit du rond-point Paul Fajon,
- L'autre vers le stade Ovalie.

Cette disposition est inchangée par rapport à la DUP de 2013.



Figure 18: Exemples de sous-stations des lignes 1 et 2.



Figure 19: Exemples de sous-stations des lignes 3 et 4.

### 7.2.3 Fonctionnement d'une sous-station

Pour assurer les fonctions décrites ci-dessus, une sous-station de redressement électrique est équipée des ensembles suivants :

- Un ensemble d'acquisition et de répartition haute tension ;

- Un ensemble de production de l'énergie de traction, constitué d'un transformateur et d'un redresseur ;
- Un ensemble de distribution de l'énergie traction, constitué de disjoncteur ultra-rapide (DUR), de sectionneur d'isolement automatique (SIA) et de contacteur ou d'interrupteur-sectionneur de distribution traction ;
- Un ensemble de production de l'énergie auxiliaire basse tension, constitué d'un transformateur et de sources autonomes associés à des batteries ;
- Un ensemble de distribution de l'énergie auxiliaire basse tension, constitué d'un tableau de distribution basse tension ;
- Un ensemble de contrôle / commande, constitué par les équipements de contrôle de la sous-station.

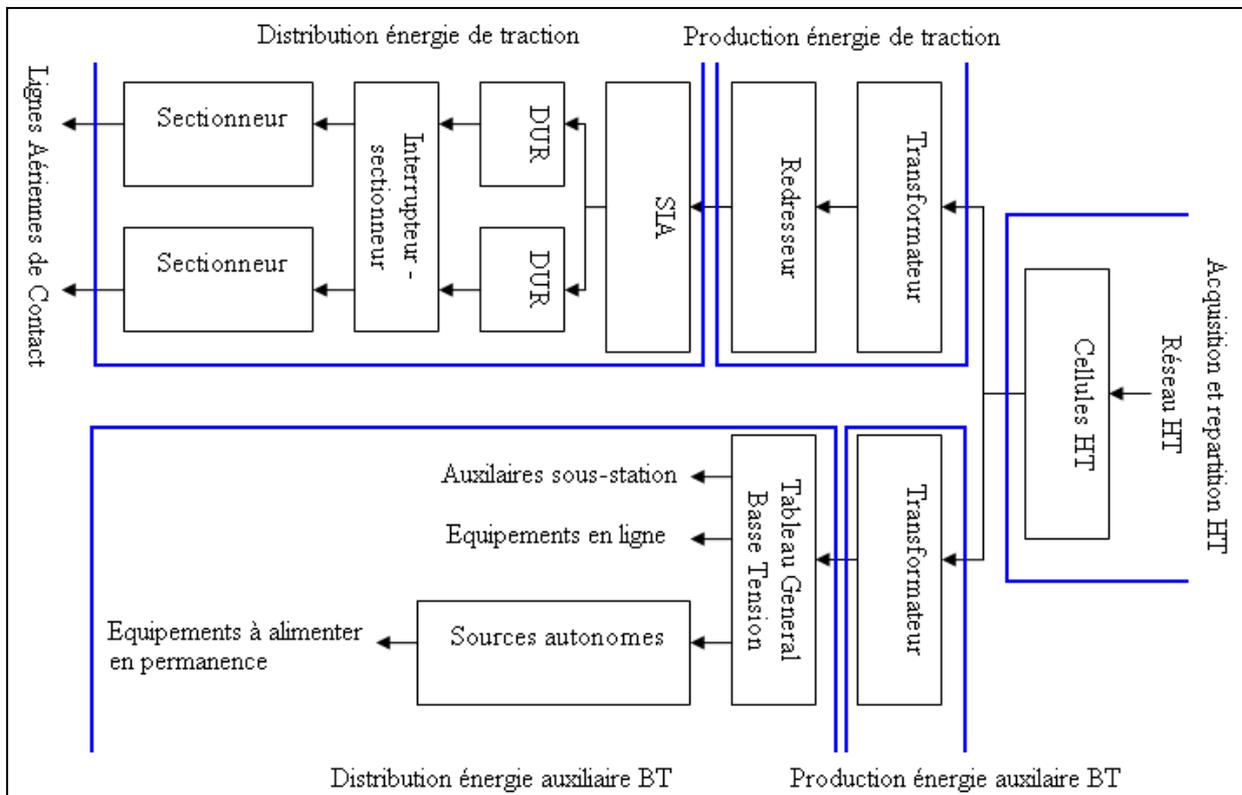


Figure 20: Schéma simplifié d'une sous-station.

Les appareils en sous-stations sont pilotés en mode "distant" par des automates depuis le Poste de Commande Centralisé (PCC), ou en mode local quand un agent intervient à pied d'œuvre.

### 7.2.4 Autres principes d'alimentation électrique

Si l'alimentation en basse tension d'équipements s'avère techniquement impossible (distance trop importante entre sous-station et station par exemple), il sera envisagé l'installation de transformateur éleveur / abaisseur autonomes alimentés par le distributeur local.

La distribution en basse tension destinée aux équipements permanents et prioritaires est assurée par un ensemble de sources autonomes équipées de batteries (autonomie 4 heures).

## 7.3 La ligne aérienne de contact

### 7.3.1 Rôle et fonction

La Ligne Aérienne de Contact (LAC) est un organe fixe qui assure la distribution de l'énergie électrique au matériel roulant sur l'ensemble de la ligne de tramway. Les rames de tramway captent l'énergie (positif) par l'intermédiaire d'un pantographe depuis le fil de contact, le retour (négatif) s'effectuant par le rail de roulement (cf. Figure 17). Il a été envisagé une suppression partielle de la ligne aérienne, en adoptant un système d'alimentation par le sol; cette option a été abandonnée, car elle ne permet pas d'assurer l'interopérabilité des rames sur l'ensemble du réseau.

La LAC est divisée en sections électriques déterminées par la position des sous stations. Ces sections permettent, en cas d'incident ou de maintenance d'isoler les zones concernées tout en conservant l'exploitation du reste de la ligne. Ce découpage peut être amélioré par un découpage supplémentaire en sous-section en fonction du schéma d'exploitation de la ligne.

### 7.3.2 Insertion et ancrage de la ligne aérienne

L'objectif principal recherché dans l'insertion de la ligne est la réduction maximale de l'impact visuel des supports de la ligne aérienne.

Pour ce faire, la ligne aérienne de contact (LAC) peut être mise en place par différents dispositifs selon l'emprise disponible, les contraintes d'insertion urbaine et les efforts mécaniques transmis par le « fil de contact ». Ces dispositifs (ou ancrages) sont réalisés directement sur les façades de bâtiments ou, à défaut, sur des poteaux reprenant les efforts de la LAC.

Les schémas ci-après illustrent des types d'ancrage envisageable.

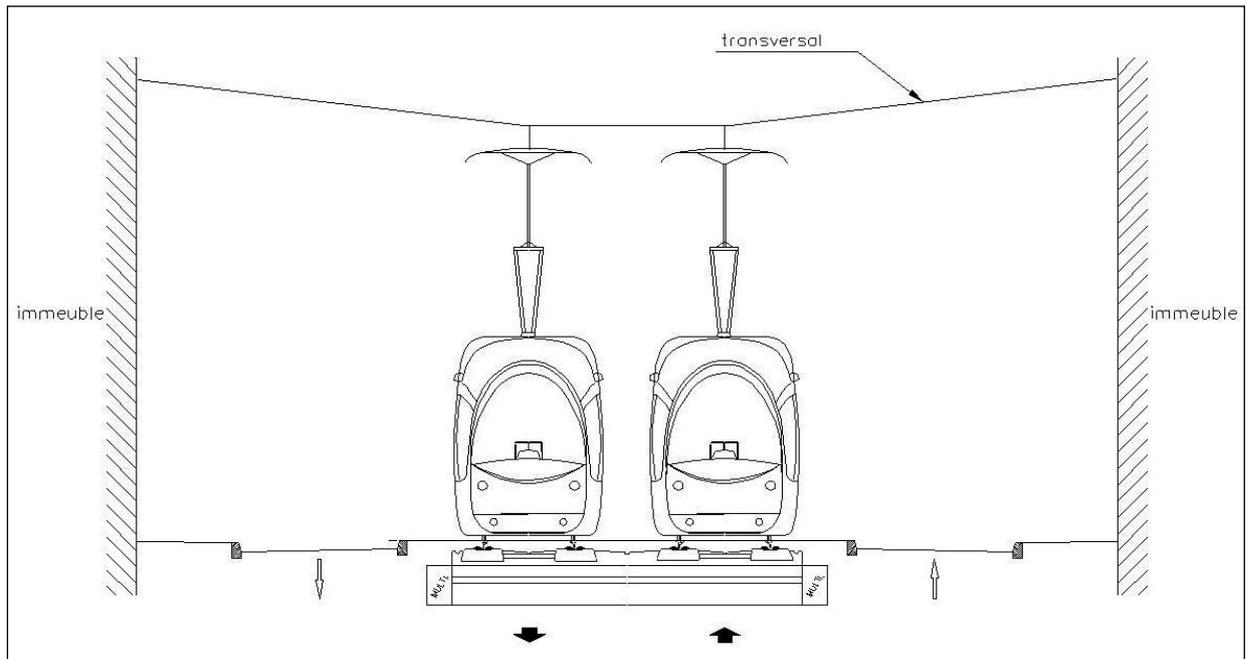


Figure 21: Ancrage en façade.

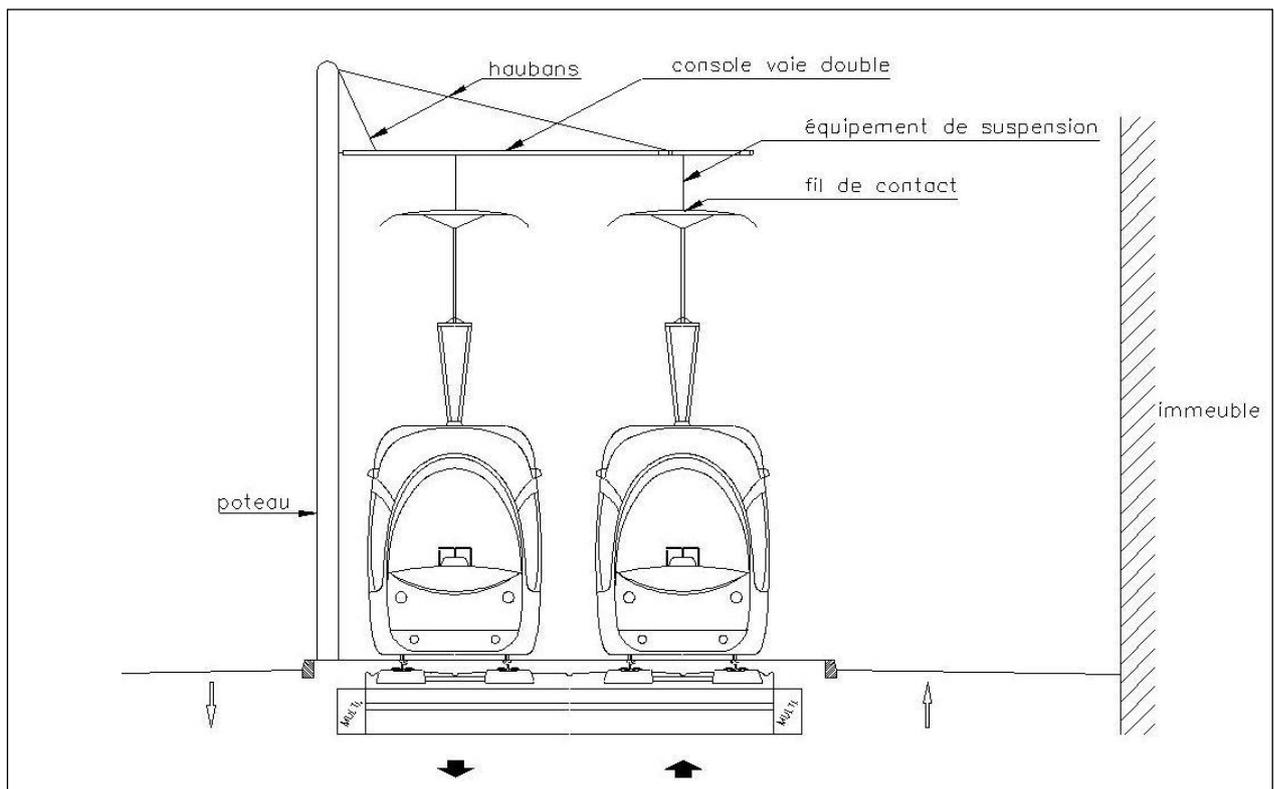


Figure 22: Ancrage sur poteaux avec suspension sous console.

Le choix du type d'ancrage est établi pour chaque secteur de la ligne (quartier, rue, place, carrefour) en fonction de la position de la plateforme par rapport à la voirie, du tracé, de l'environnement, de l'aspect architectural et de la réglementation.

Su la plupart du secteur modifié de la ligne 5 de tramway, le type d'ancrage retenu est sur des poteaux avec suspension sous console, sauf au droit de la partie est des futurs immeubles encadrant l'actuelle place d'Armes dans l'EAI où un ancrage en façade est envisagé.

## 8. LES CENTRES DE MAINTENANCE ET DE REMISAGE

### 8.1 La situation actuelle

Le réseau tramway actuel de l'agglomération de Montpellier s'appuie sur deux centres de maintenance et de remisage : le centre d'entretien et de maintenance des Hirondelles (CEMH) à la Mosson et le dépôt de Jeune Parque à proximité de la station Sabines.



Figure : Centre de maintenance extérieur et intérieur

### 8.2 Les aménagements envisagés sur le secteur modifié de la ligne 5

La reconfiguration des centres de maintenance existants, pour accueillir les nouvelles rames de la ligne 5, n'est pas impactée par la modification de tracé.

## 9. PLANS D'INSERTION

Les planches d'insertion présentées ci-après sont fournies à titre indicatif ; elles sont encore susceptibles d'évolutions dans le cadre de la poursuite des études.



# TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Coupe transversale du tramway en voie double avec poteaux centraux.....	5
Figure 2: Coupe transversale du tramway en voie double avec poteaux latéraux.....	5
Figure 3: Coupe transversale du tramway en voie double, en station et avec poteaux latéraux.....	6
Figure 4: Types d'insertion envisagés de la plateforme.....	8
Figure 5: Types de revêtements de la plateforme.....	9
Figure 6: Rail à gorge.....	10
Figure 7: Différents types de revêtement possibles avec le principe de voie sur traverse.....	11
Figure 8: Pose de voie classique.....	12
Figure 9: Pose de voie – 10 dBa.....	13
Figure 10: Pose de voie sur dalle flottante.....	13
Figure 11: Types de pose de voie sur la section de la DUP modificative.....	14
Figure 12: Station à quais latéraux - vue latérale d'un quai.....	16
Figure 13: Station à quais latéraux – vue en plan.....	16
Figure 14: Station à quais latéraux - perspective.....	16
Figure 15: Franchissement de la rue Rouget de Lisle par le Croze.....	20
Figure 16: Franchissement de la route de Lavérune par le Rieucoulon.....	22
Figure 17: Schéma de principe de fonctionnement de l'alimentation électrique du tramway.....	23
Figure 18: Exemples de sous-stations des lignes 1 et 2.....	25
Figure 19: Exemples de sous-stations des lignes 3 et 4.....	25
Figure 20: Schéma simplifié d'un sous-station.....	26
Figure 21: Ancrage en façade.....	28
Figure 22: Ancrage sur poteaux avec suspension sous console.....	28

© Photos Egis sauf mention contraire