

**Travail de Fin d'Etudes**

Du 4 avril 2014 au 19 septembre 2014

# **MARCHE A BLANC**

# **DU TRAMWAY D'AUBAGNE**

**PEREZ MARTINEZ, Sonia**

3<sup>ème</sup> année promotion 2014

Parcours FETES

Tuteur école :  
KHARIF, Christian

Tuteur entreprise :  
SCHNEIDER, Frédéric

## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé à la réussite de mon stage et plus particulièrement les personnes que je cite ci-dessous.

Monsieur Frédéric SCHNEIDER, mon tuteur de stage et chef de projet, en mission pour le tramway d'Aubagne, pour m'avoir accueilli au sein de l'entreprise et pour m'avoir accordé sa confiance.

Tout le personnel rencontré sur le site, avec qui j'ai croisé pendant ces mois de collaboration.

En fin, je souhaite remercier toute l'équipe Tramway ; responsables, mainteneurs, régulateurs et conducteurs, par leur accueil et gentillesse, notamment les deux derniers mois, les plus intenses du stage, avec une attention particulière pour l'équipe de maintenance, mes collègues de table, par leur bonne humeur et la bonne ambiance quotidienne au bureau pendant ces six mois très enrichissants.

## Résumé / Summary

### **FRANCAIS**

Ce document est la synthèse de six mois de travail dans le cadre de mon projet de fin d'études.

Le lancement d'un nouveau réseau de transport, un tramway dans ce cas, comporte plusieurs phases préalables. J'ai vécu seulement les derniers mois et ce stage a eu pour sujet la préparation et le suivi de la dernière phase du projet avant la mise en service, appelée « *marche à blanc* ». En cette période, le tramway circule dans des conditions normales d'exploitation mais de manière non-commerciale, c'est-à-dire, sans voyageurs.

Le rapport est divisé en six parties :

- Introduction ;
- Présentation de l'entreprise ;
- Présentation de la mission ;
- Projet Tramway d'Aubagne ;
- Mon rôle ;
- Conclusions.

### **ENGLISH**

This document is the summary of six month of work as part of my final studies project.

The launch of a new transport network, a tramway in this case, needs several preliminary phases. I have lived just the last months and the subject of this internship is the preparation and the follow-up of the last phase of the project before putting into service, called "*marche à blanc*". In this period, the tramway runs in nominal operating conditions but without passengers.

The report is divided into six parts:

- Introduction;
- Presentation of the enterprise;
- Presentation of the mission;
- Project Tramway of Aubagne;
- My role;
- Conclusions.

## Glossaire

CdM : Centre de Maintenance

CTB : Gestion technique des bâtiments

E/S : Entrée/Sortie

GLO : Gabarit Limite d'Obstacle

GTC : Gestion Technique Centralisée

HT/BT : Haute Tension/Basse Tension

IHM : Interface Homme Machine

LAC : Ligne Aérienne de Contact

MàB : Marche à Blanc

MOA : Maître d'Ouvrage

MOE : Maitre d'Œuvre

MR : Matériel Roulant

PIS : Plan d'Intervention et de Sécurité

PCC : Poste de Commandes Centralisées

SAE : Système d'Aide à l'Exploitation

SIGF : Signalisation Ferroviaire

SLT : Signalisation Lumineuse de Trafic

SSR : Sous-Station de Redressement

ZM : Zone de Manœuvre

## Table des matières

Remerciements .....	1
Résumé / Summary .....	2
Glossaire .....	3
Liste de Figures.....	5
1 Introduction.....	6
2 Présentation de l'entreprise.....	7
2.1 Groupe Transdev .....	7
2.2 Le centre d'Aubagne.....	8
3 Présentation de la mission .....	10
3.1 Objectifs du stage et méthodologie retenue .....	10
3.2 Problématique et difficultés rencontrées .....	11
4 Projet Tramway d'Aubagne.....	12
4.1 Contexte et enjeux .....	12
4.2 Caractéristiques générales et phases du projet.....	12
4.3 Aspects techniques.....	14
4.4 Essais .....	25
4.5 Marche à Blanc.....	28
5 Mon rôle.....	30
5.1 Préparation de la MàB.....	30
5.2 Suivi de la MàB .....	30
5.3 Rapport final MàB .....	31
5.4 Etude des horaires en service commercial.....	31
6 Conclusions.....	32
7 Bibliographie.....	33
8 Annexes .....	34
8.1 Annexe 1 - Calendrier de MàB.....	34
8.2 Annexe 2- Echantillonnage du Rapport de MàB .....	35

## Liste de Figures

Figure 1. Phases projet Tramway .....	6
Figure 2. Chiffres clés de Transdev (2012) [2] .....	7
Figure 3. Organisation du groupe Transdev .....	8
Figure 4. Schéma de la méthodologie .....	11
Figure 5. Carte des lignes du Tramway [6] .....	13
Figure 6. Phases des travaux .....	13
Figure 7. Décomposition du système .....	14
Figure 8. Modules et bogies du MR.....	15
Figure 9. Vue du dessus du MR .....	15
Figure 10. Image d'une rame .....	16
Figure 11. Le rail <i>VoestAlpine 54G2</i> présent sur le réseau aubagnais .....	17
Figure 12. Design des traverses.....	18
Figure 13. ZM du terminus Le Charrel .....	18
Figure 14. ZM d'accès au CdM .....	19
Figure 15. Schéma fonctionnel des sous-systèmes du PCC.....	20
Figure 16. Vue générale de l'IHM GTC.....	22
Figure 17. Vue de l'E/S CdM .....	23
Figure 18. Mode de fonctionnement des feux de type R17.....	23
Figure 19. Fonctionnement des signaux .....	24
Figure 20. Schéma du « cycle en V » [12].....	25

## 1 Introduction

Le cycle de vie d'un projet tramway comme celui d'Aubagne dès la phase projet « en papier » jusqu'à la mise en service passe par les étapes suivantes:



Figure 1. Phases projet Tramway

Dans cette mission, on retrouve trois rôles :

- Le Maître d'Ouvrage (MOA) [1] : Entité porteuse du besoin, définissant l'objectif du projet, son calendrier et le budget consacré à ce projet. En ce cas il s'agit de la Communauté d'agglomération du pays d'Aubagne et de l'Etoile.
- Le Maître d'Œuvre (MOE) : Entité retenue par le MOA pour réaliser l'ouvrage, dans les conditions de délais, de qualité et de coût fixées par ce dernier conformément à un contrat. Il s'agit d'EGIS RAIL pour ce projet.
- L'exploitant : Entité chargée de gérer le service de transport. Autobus Aubagnais (Transdev), pour le tramway d'Aubagne.

Une fois la phase de travaux terminée (ou au moins partiellement terminée) et avant de mettre en service le tramway, le MOA doit prendre la décision de réceptionner l'ouvrage, c'est-à-dire, il déclare accepter l'ouvrage (avec ou sans réserves).

La phase d'essais a pour objectifs :

- Prouver que les installations réalisées sont conformes aux spécifications ;
- Montrer que le système est opérationnel et donc exploitable.

Différents types d'essais sont réalisés. Ils seront détaillés plus tard dans ce document.

Finalement, après cette phase d'essais, l'exploitant effectue une période de marche à blanc au cours de laquelle le tramway circule dans des conditions effectives d'exploitation mais de manière non-commerciale. Cette marche à blanc permet de valider ou d'invalider diverses situations nécessaires à la bonne exploitation du réseau avant la mise en service.

L'objectif principal du stage est de préparer cette période de marche à blanc pour l'exploitant et faire tout le suivi pour enfin élaborer un bilan (points positifs, anomalies particulières et faits marquants éventuels,...) qu'il faut fournir aux autorités de contrôle pour permettre la mise en œuvre.

## 2 Présentation de l'entreprise

### 2.1 Groupe Transdev

#### 2.1.1 Présentation générale

Le groupe Transdev est un des principaux opérateurs de transport public au monde. Le groupe est une Société Anonyme à conseil d'administration est détenue à parts égales par la Caisse des dépôts et Veolia Environnement.

Transdev est né en 1992, à partir de la fusion de Progecar et Transcet. En mars 2011, Transdev et Veolia Transport (alors filiale de Veolia Environnement) fusionnent en donnant naissance à Veolia Transdev. Les problèmes financiers de Veolia Environnement l'amène à cesser ses activités dans les transports publics et donc à céder progressivement son actionnariat à la Caisse des Dépôts dès mars 2013. L'entreprise adopte le nom de Transdev.

#### 2.1.2 Organisation et chiffres clés de Transdev

Jean Marc Janailac est le Président Directeur Général de Transdev depuis décembre 2012.

La gestion des réseaux est divisée en trois grandes régions : France, Amérique du Nord et Asie Pacifique Sud Europe, chacune étant supervisée par un directeur de région.



Figure 2. Chiffres clés de Transdev (2012) [2]

En 2012, le groupe exploite 48000 véhicules soit 13 modes de transport et 23 réseaux de tramway dont certains au Maroc, au Royaume-Uni et en Espagne.

En 2013 Transdev a réalisé un chiffre d'affaires de 6,6 milliards d'euros. [3]

En France, la réorganisation du groupe en 2013 a vu la création de 16 pôles régionaux afin de favoriser la transversalité et l'efficacité avec un décloisonnement des savoir-faire au profit des équipes sur le terrain.



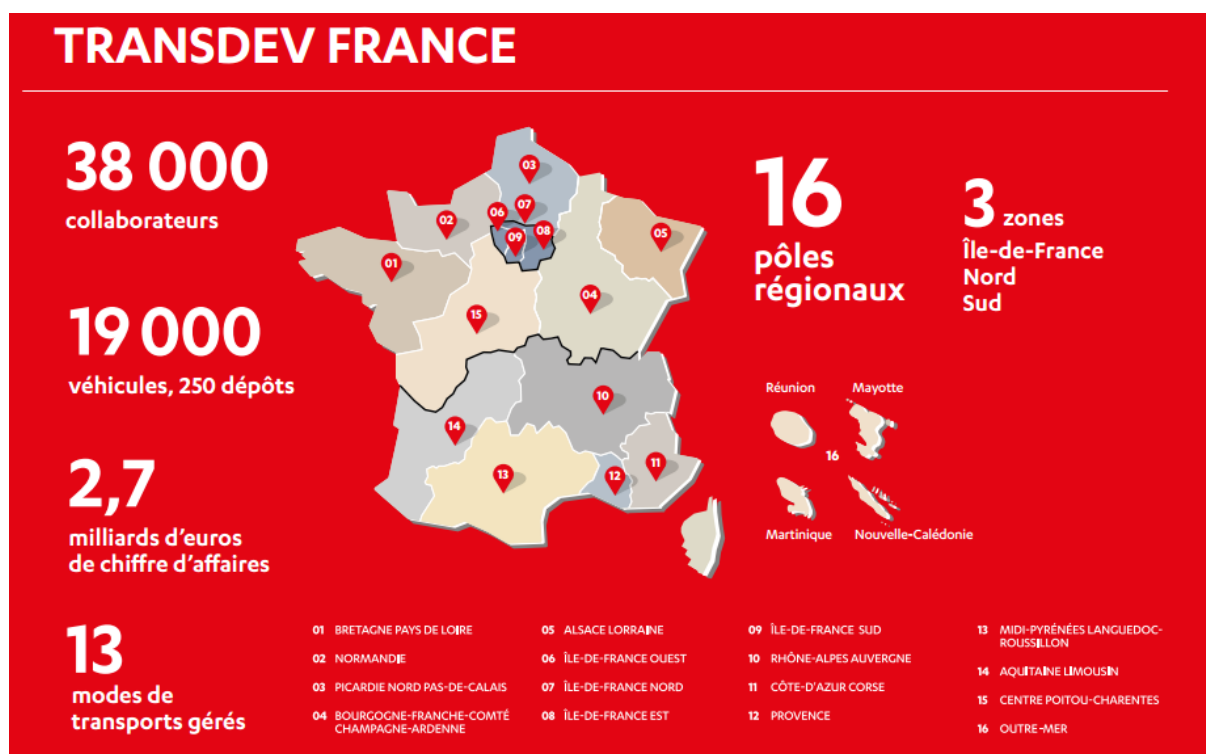


Figure 3. Organisation du groupe Transdev

### 2.1.3 Modes de transport

Le groupe Transdev gère 13 modes de transport différents par le biais de ses filiales : train, tram-train, métro, tramway, autocar, Bus Haut Niveau de Service (BHNS), bus, navires, taxi, Transport A la Demande (TAD), voiture partagée, navette aéroportuaire partagée, et vélo.

L'acquisition de marchés par Transdev et ses filiales s'effectue par réponse à appel d'offre sur des marchés de type Délégation de Service Public (DSP). Ces DSP ont une durée limitée et sont renouvelées à la date butoir fixée dans le contrat par un nouvel appel d'offre.

## 2.2 Le centre d'Aubagne

### 2.2.1 Présentation générale

Le centre d'Aubagne dépend du pôle régional Provence et regroupe quatre sociétés : Société Varoise de Transport (SVT), Ciotat Bus (CB), Autocar Blanc et Autobus Aubagnais (AA). Cette dernière est également la société ayant à charge le tramway (comptabilité, budgets, responsabilités, etc.)

Les marchés gérés par ces sociétés sont très variés et vont du transport de tourisme (car) au transport scolaire en passant par du transport urbain (bus) et périurbain (entre différentes agglomérations, comme les liaisons Aubagne-La Ciotat ou Aubagne-Marseille).

Toutefois, les différentes sociétés sont gérées par les mêmes services. Le service comptabilité, par exemple, gère les 4 sociétés indifféremment ; pareil pour le service méthodes, le service exploitation ou la direction du centre d'Aubagne.

### **2.2.2 Equipe Tramway**

L'équipe tramway, au début du stage comptait les personnes qui suivent :

- Le chef de projet ;
- Le responsable Qualité Sécurité et Environnement (QSE) ;
- Le responsable d'exploitation ;
- Deux régulateurs, sous la direction du responsable d'exploitation, chargés de créer les procédures pour exploiter ;
- Le responsable de formation ;
- Deux formateurs, sous la direction du responsable de formation, chargés d'assurer tout au long du cycle de vie du projet les formations nécessaires au maintien des capacités de l'équipe ;
- Le responsable de maintenance ;
- Cinq agents de maintenance, sous la direction du responsable de maintenance, chargés à la fois de la maintenance du tramway mais aussi de toutes les infrastructures liées au projet (rails, ligne aérienne de contact, stations, centre de maintenance, etc.).

Toutefois, l'équipe a augmenté au long des mois et des nouvelles missions sont attribuées à partir de la mise en service :

- Le chef de projet finit sa mission au sein de l'équipe tramway ;
- Le responsable QSE reste en sa mission ;
- Le service d'exploitation compte avec six agents (les deux présents depuis le début, les deux formateurs qui deviennent régulateurs et deux nouveaux agents). Le responsable exploitation reste le même mais le responsable formation devient responsable d'exploitation ;
- Le service maintenance reste le même (un responsable et cinq agents) ;
- Vingt-et-un conducteurs (tramway et bus).

On peut dire alors qu'on a trois grands groupes de services : exploitation, maintenance et conducteurs.

## 3 Présentation de la mission

### 3.1 Objectifs du stage et méthodologie retenue

L'objectif du stage est l'élaboration du programme de marche à blanc, son suivi et enfin l'élaboration d'un rapport de bilan.

A mon arrivée, le projet se trouve dans la phase d'essais. Pour définir la démarche et la méthodologie à suivre pendant le stage, tout d'abord je vais réaliser une lecture de la documentation du projet : les enjeux du projet, la description du système et sous-systèmes, les fonctionnalités, la documentation de sécurité... pour avoir une vision globale. Finalement, discuter avec l'équipe Tramway me permettra de compléter cette vision.

Ensuite, une analyse préalable de la documentation existante en provenance des constructeurs est nécessaire. Il faut connaître tous les essais qui seront réalisés. Une classification sous forme de liste-tableau sera faite pour faciliter la lecture et la recherche de certain essai et/ou vérification. La présence à plusieurs essais sera une façon de mieux les comprendre.

Une fois en ce point, mon maître de stage et moi, nous avons orienté la démarche pour arriver à l'objectif final du stage à partir de la « formule » :

*« Ce qu'on veut vérifier – ce qui a été fait = ce qui reste à faire pendant la marche à blanc »*

L'exploitant a besoin de vérifier certaines fonctionnalités du système et procédures pour assurer la sécurité et le bon fonctionnement. Ces besoins doivent être localisés normalement soit lors des essais sous-système/ensemble soit lors des essais exploitant, c'est-à-dire, la marche à blanc.

Une liste de l'ensemble des besoins que l'exploitant veut avoir couverts est la phase qui fait suite. Les tests qu'on veut réaliser sont aussi classifiés par thèmes :

- tests en mode de fonctionnement nominal ;
- tests de régulation horaire ;
- tests qui concernent directement la maintenance ;
- tests spécifiques au long de la ligne ;
- tests d'incident /accident ;
- ...

Quand les deux listes seront faites (essais constructeur et besoins exploitant) il faut identifier (ou pas) chaque essai d'une liste dans l'autre. On va appeler « Liste des besoins (LB) » aux exigences de l'exploitant et « Liste des essais (LE) » aux essais qui sont déjà faits avant de la marche à blanc. Le schéma qui suit montre de façon claire comment procéder pour chaque test de la « Liste des besoins ».

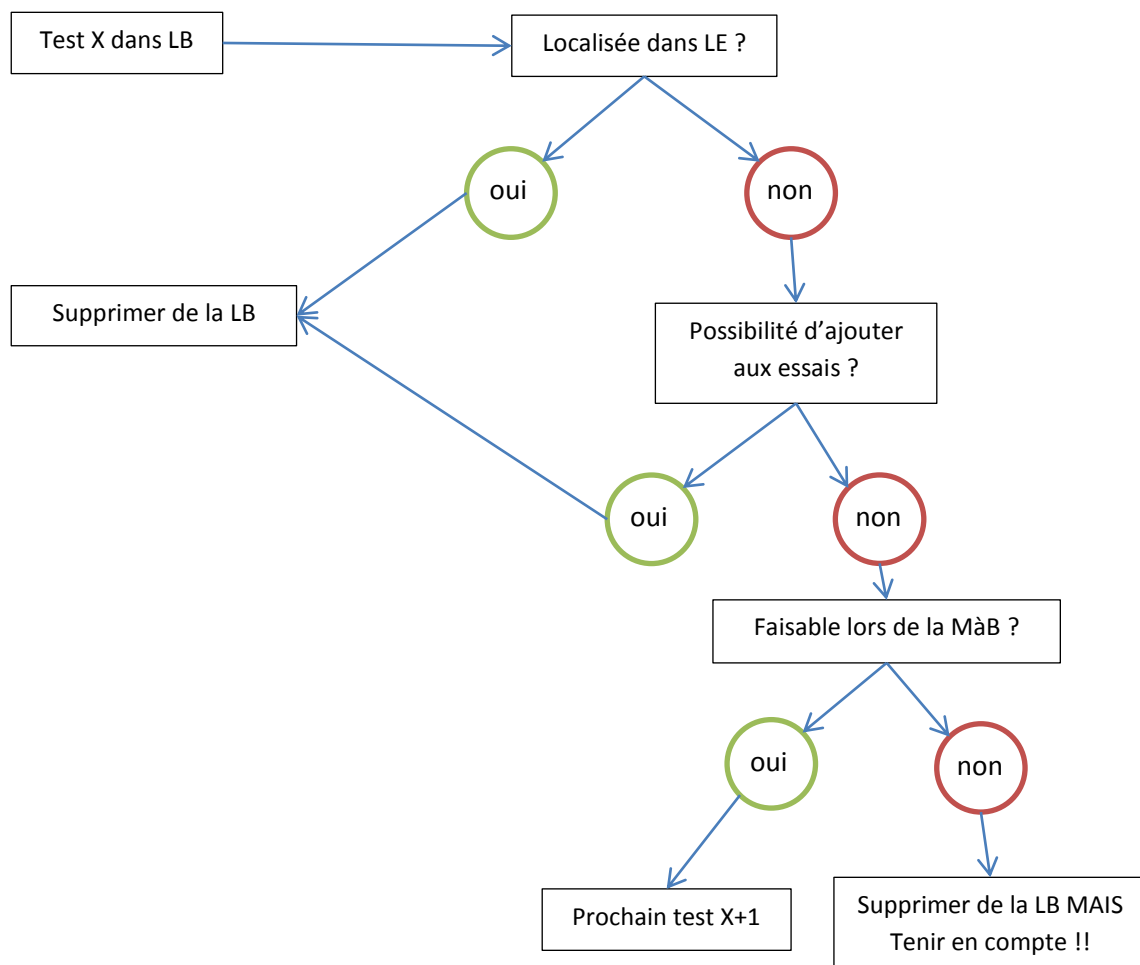


Figure 4. Schéma de la méthodologie

Quand on arrive à ce point, à partir de la « Liste des besoins » issue de la phase précédente, on est prêt pour préparer le programme de marche à blanc.

Par contre, il faudra faire attention avec le/les tests qui ont été supprimés de la LB mais qui n'ont pas été réalisés. S'ils risquent de perturber le bon fonctionnement, un traitement est nécessaire pour analyser si le niveau de risque est acceptable ou pas et trouver une solution.

### 3.2 Problématique et difficultés rencontrées

En suivant la démarche décrite ci-dessus, on se rend compte qu'il n'existe pas un lien entre les deux parties. Les essais constructeur sont destinés à la vérification technique et fonctionnelle du système, et les essais exploitant par contre, sont destinés à la vérification de procédures.

J'ai donc décidé de changer la démarche envisagée. On partira du principe que tout le système fonctionne comme il doit. A partir des procédures de régulation que les agents de régulation ont élaborés, je vais créer des scénarios pour les vérifier. De cette façon, on verra si les procédures sont complètes ou s'il faut les modifier et/ou ajouter quelque point.

## 4 Projet Tramway d'Aubagne

### 4.1 Contexte et enjeux

Le pays d'Aubagne et de l'Etoile est un territoire attractif en plein essor. Situé au cœur du triangle d'or formé par Marseille, Aix-en-Provence et Toulon, l'agglomération aubagnaise bénéficie d'une position privilégiée au sein de cet espace métropolitain. L'emploi et la population ont fortement augmenté depuis les années 90.

Le Pays d'Aubagne et de l'Etoile se caractérise par une prédominance d'infrastructures routières et compte avec 260.000 déplacements quotidiens dont 69% sont effectués en voiture particulière. A titre de comparaison, on dénombre 55 000 déplacements par jour entre Marseille et Aix-en-Provence dont 20% sont effectués en transport en commun [4].

La grande majorité des déplacements internes sont tournés vers Aubagne et ceux externes, vers Marseille.

Le principal enjeu du projet du tramway d'Aubagne est de réduire les déplacements réalisés en véhicule particulier et les basculer aux transports en commun, en ce cas, au tramway. Cela permet de diminuer la congestion routière ainsi que la pollution.

Selon l'estimation par le MOE (Egis Rail), entre 16.700 et 20.000 voyageurs se déplaceront chaque jour à bord du tram. 32% des emplois et 71% des effectifs scolaires de l'agglomération (103.000 habitants) seront directement desservis [5].

En outre, on trouve d'autres objectifs tels que :

- Le renouvellement et désenclavement des quartiers prioritaires de la politique de la ville d'Aubagne : le centre-ancien, le Charrel (990 logements collectifs sociaux), la Tourtelle (habitat collectif dense avec 1 200 logements) et Gantaume ;
- La création d'une desserte de qualité des principaux équipements de l'agglomération du Pays d'Aubagne et de l'Etoile ;
- La réduction des écarts de développement ;
- L'intégration des territoires dans le fonctionnement de la ville et de l'agglomération ;
- La création d'emploi ;
- L'amélioration de la vie quotidienne des habitants.

### 4.2 Caractéristiques générales et phases du projet

Le projet prévoit la création de deux lignes de tramway et des modes doux de déplacement (comme des pistes cyclables). Ces deux lignes, exploitées sur une infrastructure d'environ 9 km, se décomposent comme suit :

- **Ligne 1** : relie le quartier du Charrel à la zone d'activités des Paluds en passant par le centre-ville et la gare d'Aubagne (environ 6,3 km).
- **Ligne 2** : relie La Penne-sur-Huveaune à la gare d'Aubagne (environ 4,6 km).

Les tramways des lignes 1 et 2 utiliseront les mêmes voies de circulation sur une portion commune qui s'étendra des stations Piscine jusqu'à la Gare d'Aubagne



Figure 5. Carte des lignes du Tramway [6]

Afin de mieux organiser les déplacements pendant les phases travaux, le chantier a été séquencé en trois phases. La fin de chaque phase correspond à la mise en service du tramway

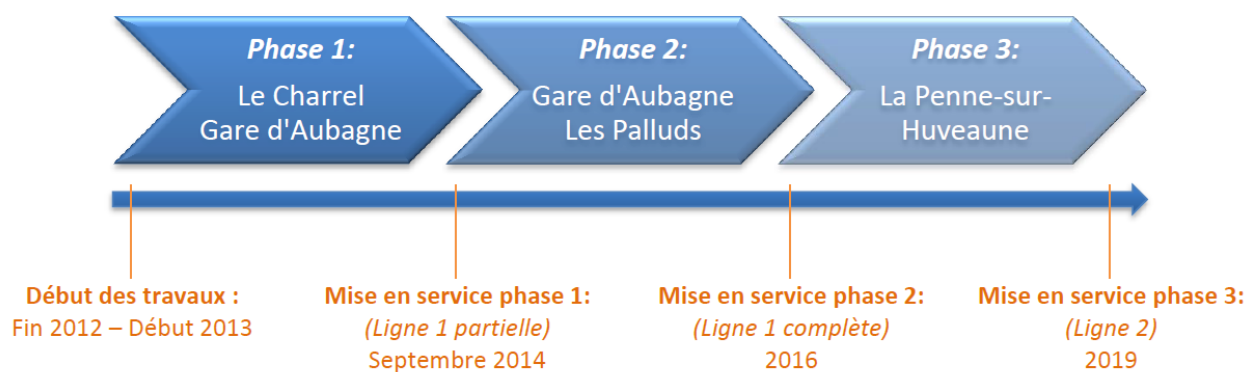


Figure 6. Phases des travaux

Ainsi, le tramway permet la desserte de :

- 31.500 habitants, soit 31% de la population du Pays d'Aubagne et de l'Etoile ;
- 9.000 emplois, soit plus de 26% du nombre d'emplois de l'agglomération ;
- 3.500 collégiens et lycéens, soit 71% des effectifs scolaires secondaires du Pays d'Aubagne et de l'Etoile.

La fréquentation de l'ensemble des deux lignes est évaluée sur une plage de 16.700 à 20.000 voyageurs par jour avec une pointe à 700 voyageurs à l'heure de pointe du soir.

Le projet tramway a vu le jour en 2009 avec une première étude de faisabilité réalisée par Egis Rail, suivie peu après par une concertation publique préalable. En 2010, le Maître d'œuvre a été choisi. Et depuis 2011, les études d'avant-projet et de projet ont commencé, le constructeur des rames a été choisi (il s'agit d'Alstom) et les consultations des entreprises pour la réalisation des travaux ont été lancées.

Fin 2011, Transdev est désigné pour être l'exploitant de la ligne de tramway d'Aubagne.

Le coût total est estimé à 124 M€ HT pour la ligne 1 et 42 M€ HT pour la ligne 2, y compris le matériel roulant.

Malgré tout, le changement politique dans l'agglomération d'Aubagne rend incertain les phases 2 et 3, car la nouvelle mairie est positionnée contre le tramway. On peut assurer donc la phase 1 (le stage est dans le cadre de cette phase), mais la suite du projet risque de ne pas être exécutée.

Dans cette première phase on dispose alors d'une infrastructure d'une longueur d'environ 2,8 km, parcourue par 3 rames simultanément comportant 7 stations.

### 4.3 Aspects techniques

La mise en place d'un projet comme celui du tramway d'Aubagne s'accompagne d'une production documentaire technique conséquente, non seulement parce que les acteurs impliqués et les systèmes impactés sont nombreux, aussi parce qu'un projet se décompose en multiples étapes (études, avant-projet, appel d'offre, exécution, etc). Chaque étape est le lieu d'une nouvelle documentation technique complète qui vient soit compléter la précédente, soit la corriger.

Cette documentation technique est organisée suivant une architecture bien particulière. Le système global, c'est-à-dire le projet, est décomposé en différents sous-systèmes qui correspondent aux différents marchés. Cette décomposition a également été reprise pour la documentation réglementaire de l'exploitant.

Le système est alors décomposé comme suit :

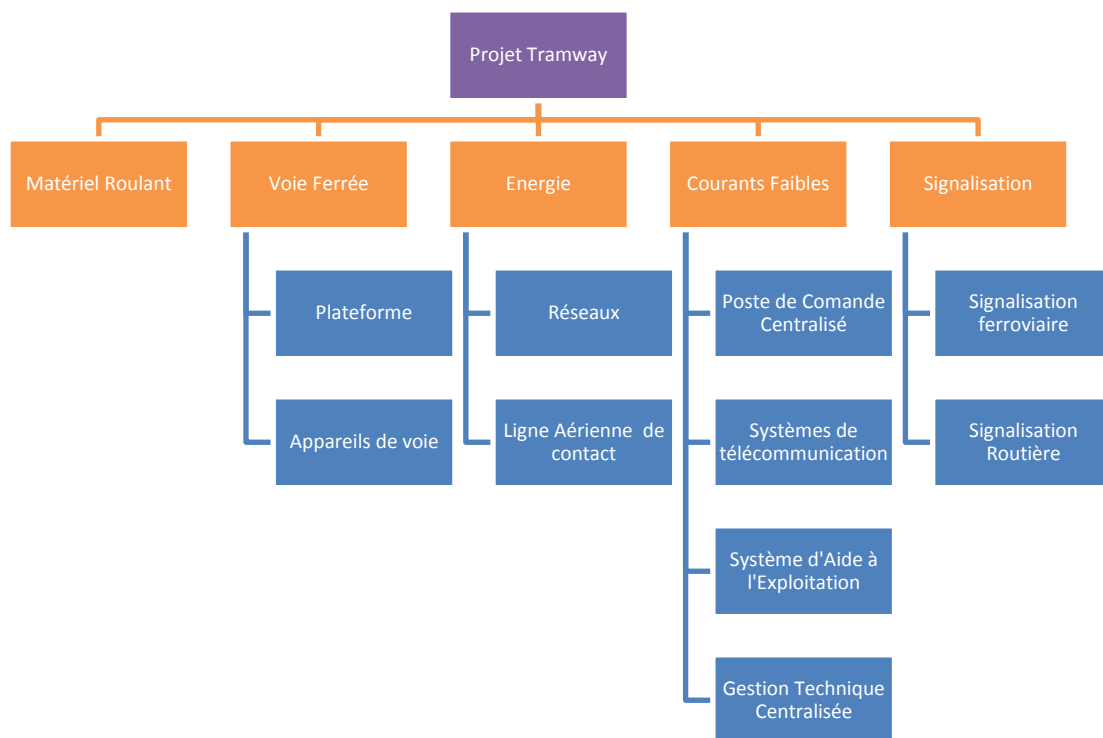


Figure 7. Décomposition du système

### 4.3.1 Matériel Roulant (MR)

Le parc de matériel roulant [7] pour le projet d'Aubagne est constitué de 8 rames CITADIS 202NG du constructeur ALSTOM. Il s'agit du dernier modèle de la gamme et également du plus petit puis il mesure seulement 22 mètres.

Le véhicule, bidirectionnel, comporte les modules suivants :

- 2 motrices avec cabine (M1 et M2) ;
- 1 caisse suspendue faisant la jonction entre les deux motrices.

La fonction de roulage du véhicule est assurée grâce à 2 bogies (2 bogies extrêmes motorisés de type IXEGE Evolution).

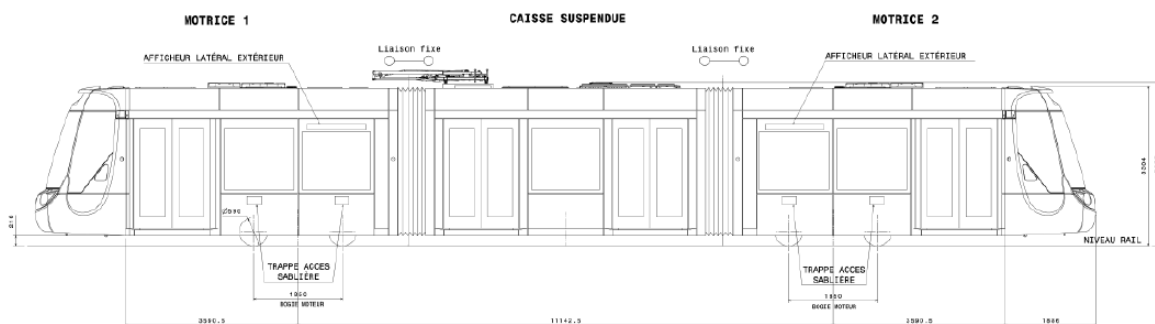


Figure 8. Modules et bogies du MR

L'aménagement du tramway permet d'accueillir un total de 126 voyageurs en charge normal ( $4p/m^2$ ) dont 26 assis. Sa conception a également été pensée pour permettre un accès aisé au véhicule pour les personnes à mobilité réduite (PMR) grâce aux possibilités de circulation et aux places spécifiques proposées (2 emplacements pour fauteuils roulants).

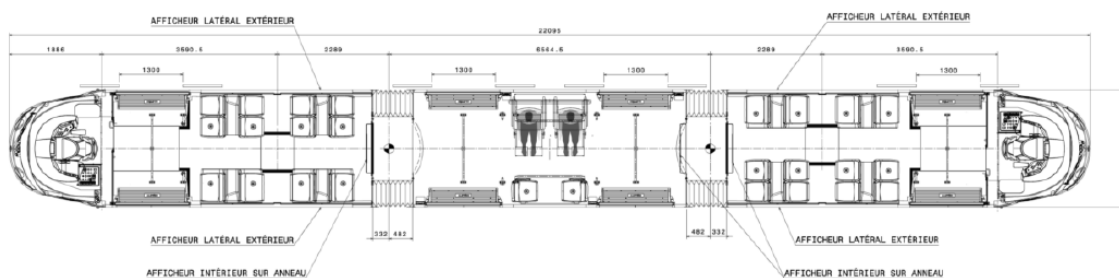


Figure 9. Vue du dessus du MR

La traction du véhicule est réalisée par deux moteurs situés aux deux extrémités du véhicule fonctionnant grâce à l'énergie électrique (750 V DC), captée par un pantographe sur la Ligne Aérienne de Contact (LAC). Par ailleurs, trois réseaux électriques permettent de faire fonctionner les équipements du véhicule :

- Haute Tension (750 V) ;
- Moyenne Tension (400 V alternatif) ;
- Basse Tension (24 V continu).



L'énergie Basse tension et Moyenne tension utilisée est délivrée par un convertisseur statique (CVS) alimenté par la Haute tension.

Le disjoncteur principal (DJC) protège la rame contre les surintensités.

Pour finir, un fait amusant sur l'esthétique des rames. Pour la première fois au monde, c'est un artiste d'art contemporain (Hervé Di Rosa), aidé d'écoliers de l'agglomération d'Aubagne, qui ont créé l'habillage du tramway en collaboration avec le département Design&Styling d'Alstom Transport.



Figure 10. Image d'une rame

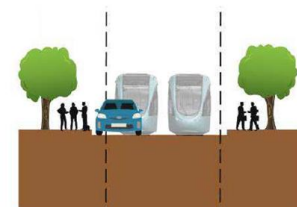
## 4.3.2 Voie Ferrée

### 4.3.2.1 *Plateforme*

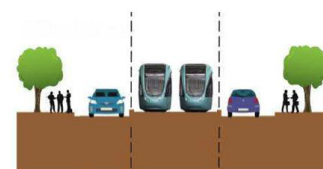
La plateforme [8] est établie sur deux types de sites répartis selon les différentes zones du tracé.

**En site mixte :** la plateforme est utilisée par le tramway, les véhicules et les piétons. Deux tronçons de la ligne de tramway sont en site mixte.

**En site propre :** la plateforme est séparée de la chaussée par un obstacle infranchissable. Les bordures de plateforme sont surélevées d'au moins 10 cm par rapport aux surfaces attenantes.



Site mixte



Site propre

La plateforme est délimitée par une bordure dont la face intérieure correspond au Gabarit Limite d'Obstacle (GLO) de la caisse du véhicule. Le GLO est matérialisé par une différence de couleur ou de matériaux.

Les rames du tramway d'Aubagne circuleront sur la plupart du trajet en site propre, sur des rails à gorge.

Le rail a pour but :

- Assurer le guidage des roues du matériel roulant ;
- Transmettre les charges à la structure d'assise de la plateforme Tramway ;
- Assurer le retour de courant de traction.

La continuité physique du rail est exigée pour des raisons de confort de roulement, de confort acoustique au passage de la roue, de continuité électrique et d'usure.

La nature et le profil des rails sont également définis afin de participer au confort des voyageurs ainsi qu'à la minimisation de la gêne occasionnée aux riverains par le bruit (crissements), les vibrations et les opérations de maintenance de la voie.

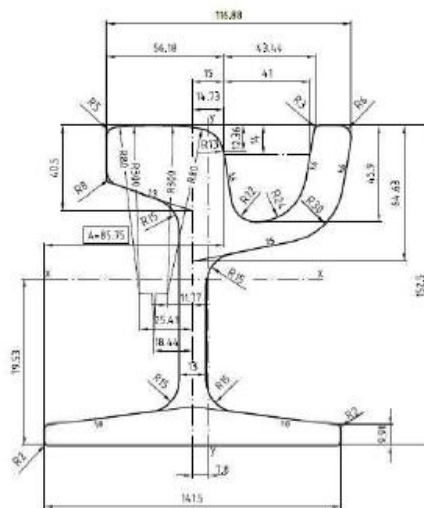


Figure 11. Le rail VoestAlpine 54G2 présent sur le réseau aubagnais

La liaison entre les rails et le sol est réalisé selon les cas par l'intermédiaire de traverses. Ces éléments de la voie permettent de maintenir l'écartement et l'inclinaison des rails, en transmettant au ballast les charges des rames de tramway.

La voie est alors constituée d'une structure en béton sur laquelle sont fixées les traverses (placées transversalement au rail). Un second béton est ensuite coulé pour assurer le calage définitif de la voie. Cette pose de voie peut se décliner en fonction des niveaux antivibratoires recherchés (selon la proximité des bâtiments), du sol support et du type de revêtement. Ce type de pose est utilisé sur l'ensemble de la ligne.

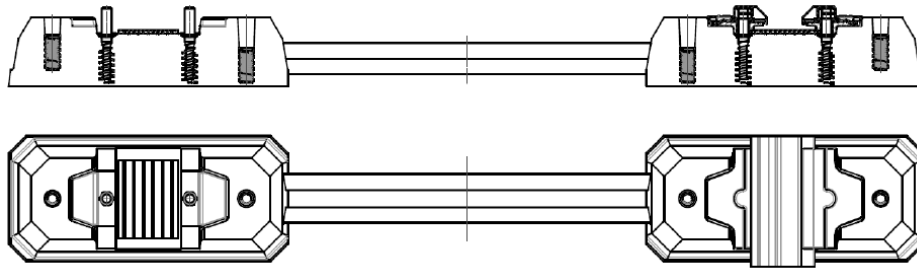


Figure 12. Design des traverses

#### 4.3.2.2 Appareils de voie

Les appareils de voie [8] sont des équipements permettant un changement de direction. Dans ce projet, on trouve des branchements et des communications.

**Branchement** : Il permet le raccordement de deux voies de direction différente et comprend :

- L'aiguillage comportant deux couples de lames d'aiguille entretoisées près des pointes par des tringles d'écartement qui les rendent solidaires dans leur déplacement ;
- Le croisement constitué par un cœur, deux rails coudés et une ornière rétrécie, qui se situe à l'intersection de deux voies ;
- Les rails intermédiaires permettant le raccordement entre le talon des lames d'aiguilles et le cœur.

**Communication** : Elle permet le raccordement de deux voies parallèles et est constituées de deux branchements disposés en sens opposés.

La commande de ces appareils de voie peut être soit manuelle, soit motorisée.

Dans cette phase 1 du projet, on trouve trois zones de manœuvre, c'est-à-dire trois zones où ont été implantés des appareils de voie : les deux terminus et l'accès au Centre de Maintenance.

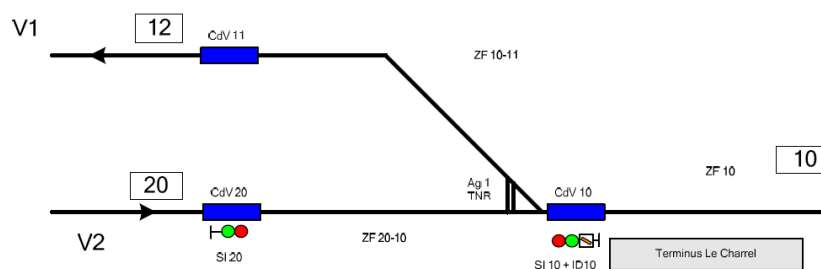


Figure 13. ZM du terminus Le Charrel

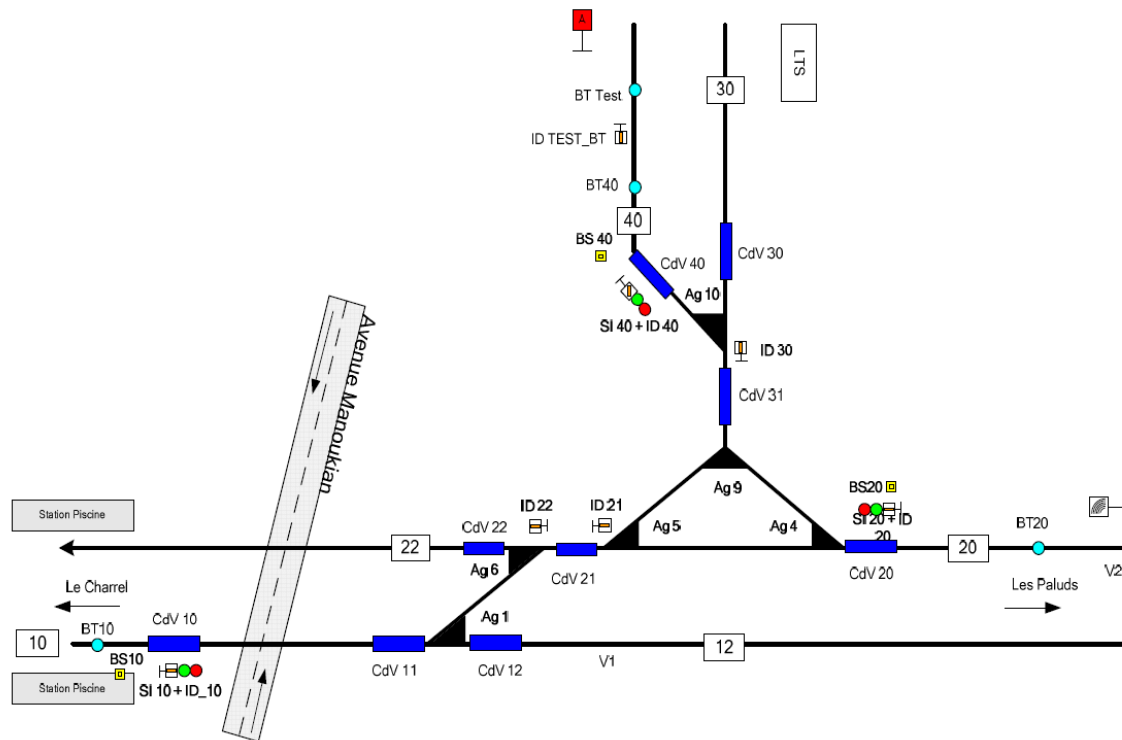


Figure 14. ZM d'accès au CdM

### 4.3.3 Energie

#### 4.3.3.1 Réseaux

Le niveau de tension de l'énergie de traction [9] est de 750 V. Elle est produite dans les Sous-Station de Redressement (SSR).

La ligne est alimentée par deux SSR : une SSR en ligne, au terminus Gare, et une SSR au Centre de Maintenance. Elles fonctionnent en parallèle, le courant absorbé par un tramway se répartissant entre les deux SSR encadrant de manière proportionnelle aux distances qui les séparent du tramway en circulation.

Les SSR sont réparties en ligne de telle manière que la mise à l'arrêt de l'une d'elles entraîne un report de charge sur la SSR restante sans provoquer d'incidence d'exploitation en ligne, pendant deux heures, ni de chute de tension inadmissible pour le matériel roulant. En effet, chaque SSR a une capacité de surcharge de 50% pendant deux heures.

L'ensemble des fonctionnalités de l'alimentation d'énergie est commandé à partir du PCC situé au CdM, et relié à la GTC. En situation dégradée (panne GTC), ces fonctionnalités peuvent également être pilotées à partir d'un poste déporté en SSR ou être commandées manuellement à pied d'œuvre.

L'alimentation d'énergie de l'installation est réalisée par ErDF. Les tensions d'alimentation depuis les postes sources locaux sont réalisées sous 15 kV à 50 Hz. Cette énergie est ensuite transformée dans les SSR par des transformateurs HT/BT pour s'adapter au niveau de tension requis par les diverses installations.

### 4.3.3.2 Ligne Aérienne de contact (LAC)

La ligne aérienne de contact [9] sert à alimenter le potentiel de 750 V fourni par les postes de redressement vers les rames tramway et assure l'échange de puissance entre les rames et le retour de puissance vers les SSR lors des freinages électriques.

La LAC comporte un fil en cuivre dur par voie de 150 mm<sup>2</sup> de section, positionné à l'aplomb de l'axe de chaque voie ferrée à une hauteur réglementaire de 6 m du plan de roulement.

Elle est divisée en nombreuses sections, délimitées par les sous-stations. Une section électrique peut être décomposée en plusieurs sous-sections pour plusieurs raisons, soit un service partiel, soit l'isolement d'une portion de ligne.

### 4.3.4 Courants Faibles (CFA)

#### 4.3.4.1 Poste de Commandement Centralisé (PCC)

Le PCC [10], situé dans le Centre de Maintenance permet aux régulateurs de gérer en temps réel le trafic sur la ligne, l'affectation des conducteurs et des véhicules, les différents systèmes de communication ainsi que l'information destinée aux voyageurs.

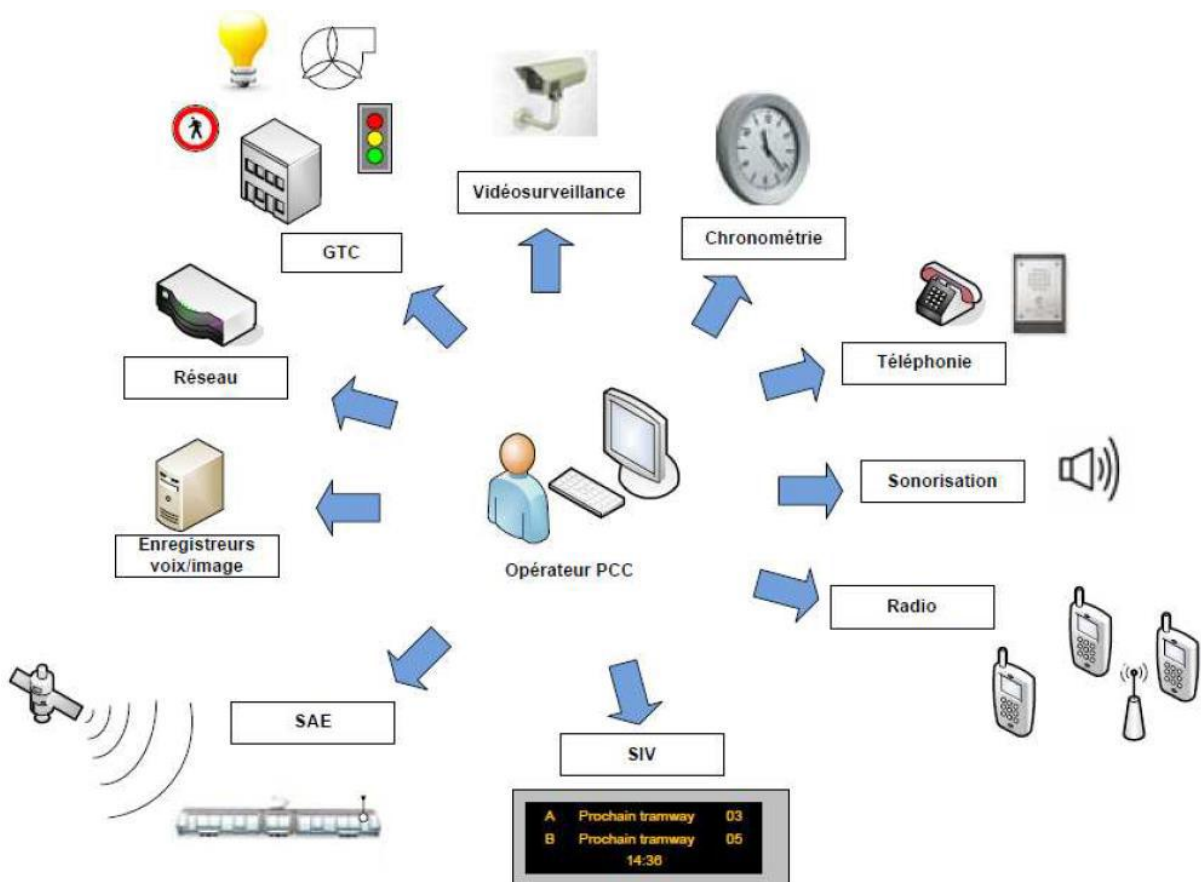


Figure 15. Schéma fonctionnel des sous-systèmes du PCC

#### **4.3.4.2 Système de télécommunications**

Le système de télécommunications [10] se décompose en plusieurs sous-systèmes :

- Téléphone/Interphonie ;
- Chronométrie (système permettant d'uniformiser la date et l'heure sur tous les systèmes liés au tramway) ;
- Système Radio ;
- Sonorisation en station ;
- Vidéos d'exploitation ;
- Réseau de transmission (RMS) et fibre optique.

Le réseau de transmission permet l'échange des informations entre les différents sites de la ligne : stations et PCC.

#### **4.3.4.3 Système d'Aide à l'Exploitation (SAE)**

D'un côté, le SAE central [10], constituant le cœur du système, c'est-à-dire, le lien entre les différents sous-systèmes, permet aux régulateurs du PCC d'avoir une vision précise de la situation du trafic de la ligne tramway et de les aider à résoudre les aléas d'exploitation. Il s'agit d'un logiciel informatique. Les fonctions principales du SAE Central sont les suivantes :

- Visualiser la localisation, le numéro et la mission des tramways en circulation ;
- Réguler le trafic ;
- Enregistrer des statistiques d'exploitation ;
- Gérer le parc de véhicules.

D'autre part, le SAE embarqué, installé à bord des rames de tramway, assure les fonctions de localisation, de traitement des commandes automatisées, de radiotéléphonie et d'autres fonctions d'aide à l'exploitation propres à chaque type d'utilisation.

#### **4.3.4.4 Gestion Technique Centralisée (GTC)**

La GTC [10] permet de piloter, contrôler, visualiser et surveiller les équipements installés sur le réseau Ethernet RMS (central et terrain) dans le but de maintenir un service opérationnel sur l'ensemble de la ligne du tramway d'Aubagne.

Il s'agit d'un logiciel informatique, non interfacé avec le SAE. La GTC est gérée principalement par les opérateurs du PCC et les techniciens de maintenance à l'atelier.

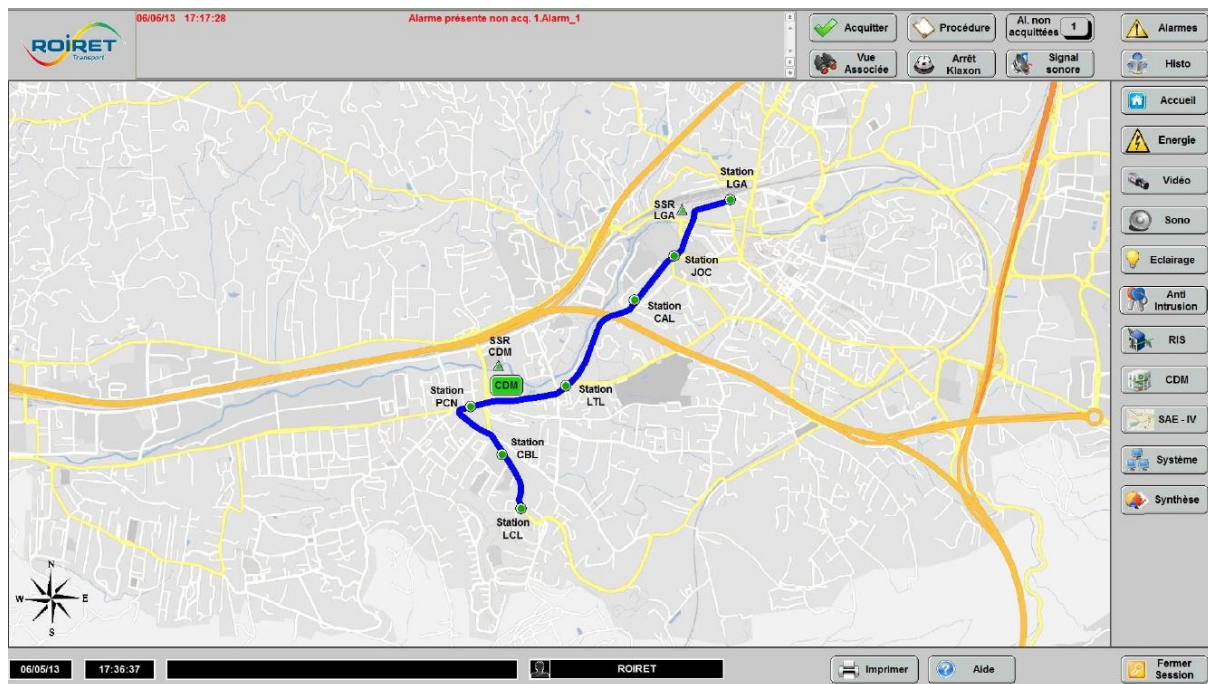


Figure 16. Vue générale de l'IHM GTC

#### 4.3.4.5 Gestion Technique des bâtiments (GTB)

La GTB [10] permet de contrôler les accès et les intrusions de tous les bâtiments et locaux sur le CdM selon des plages horaires et des profils définis, à l'exception des locaux techniques gérés par la GTC (local SIGF et SSR).

#### 4.3.4.6 Supervision SIGF

Le système de supervision SIGF [10] met à disposition les fonctions suivantes :

- Présenter des vues animées aux personnels d'exploitation et de maintenance représentant synthétiquement les ZM ;
- Visualiser en temps réel les ZM ;
- Visualiser et acquitter en temps réel les alarmes techniques des équipements SIGF et les alarmes événementielles suite au passage de tramway ;
- Visualiser le journal de bord (équivalent de la « main courante ») sur l'un des synoptiques ;
- Commander le mode d'exploitation (Service partiel E/S CdM) ;
- Commander le réarmement des ZF sur toutes les zones ;
- Stocker les données de SIGF (détections, itinéraires, aiguilles, alarmes, ...) pendant au moins 4 semaines d'exploitation ;
- Permettre en temps différé la consultation des données SIGF (Exportation ou magnétoscope).

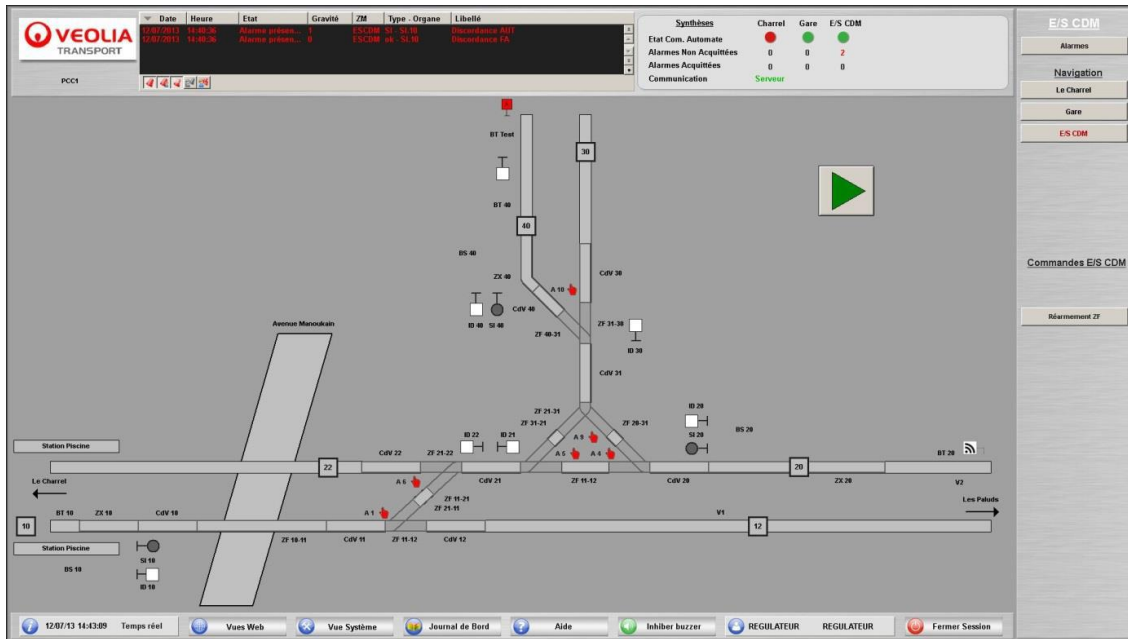


Figure 17. Vue de l'E/S Cdm

### 4.3.5 Signalisation

#### 4.3.5.1 Signalisation Lumineuse de Trafic (SLT)

La SLT [11] est composé des feux routiers et des signaux d'aide à la conduite.

##### 4.3.5.1.1 Les feux routiers

Les carrefours traversés par la ligne de tramway sont protégés par des feux classiques de type R17 qui s'adressent exclusivement au conducteur de tramway. Le fonctionnement des feux R17 est conjugué à celui des autres feux de carrefour qui sont implantés à l'intention des véhicules automobiles et des piétons. Le feu R17 est composé de trois feux blancs présentant de bas en haut, une barre verticale, un disque central (fixe ou clignotant) et une barre horizontale.

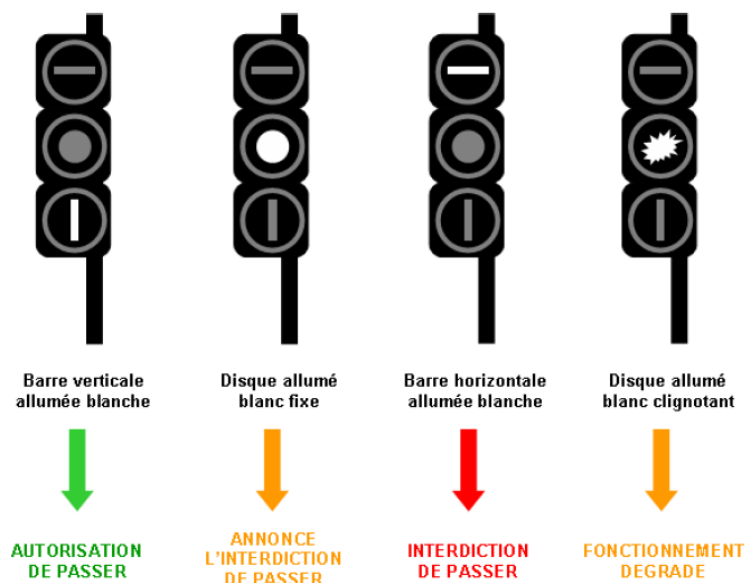


Figure 18. Mode de fonctionnement des feux de type R17



#### 4.3.5.1.2 Le signal d'aide à la conduite

Deux signaux d'aide à la conduite sont ajoutés au-dessous du signal R17. Ils ont pour fonction :

- Informer de la prise en compte de la rame dans le cycle des feux du carrefour (losange jaune clignotant) ;
- Informer de l'ouverture imminente de la phase de priorité (point d'exclamation bleu clignotant).

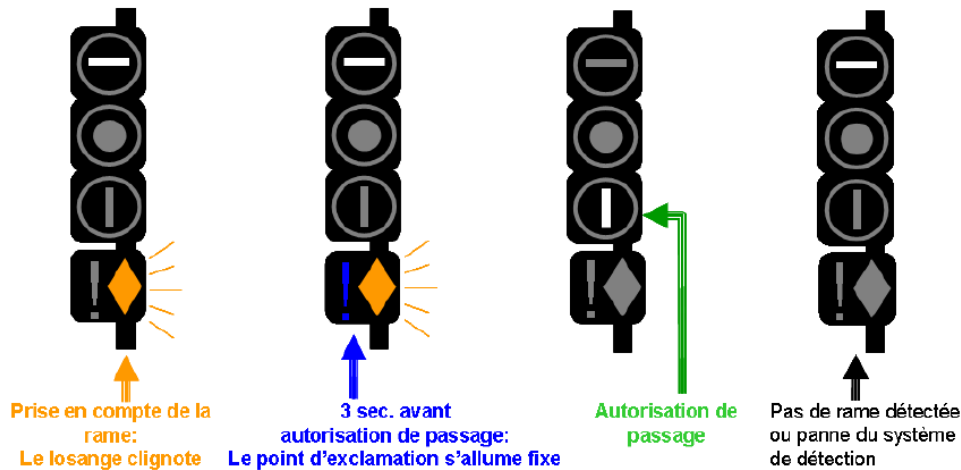


Figure 19. Fonctionnement des signaux

Les feux de carrefour dédiés aux voitures ne sont pas gérés par l'exploitant. C'est la communauté d'agglomération qui gère.

L'implantation de différentes boucles de détection tout au long du tracé de la ligne permet de garantir au tramway la priorité aux carrefours. Il s'agit de systèmes électromagnétiques qui détectent le passage du tramway. Ces boucles de détection sont redondantes.

#### 4.3.5.2 Signalisation ferroviaire

La signalisation ferroviaire [11] est de trois types :

- La signalisation verticale similaire aux panneaux routiers classiques (indicateurs de limitation de vitesse, limites de zones de manœuvre, etc.) ;
- Les feux de présence tension, implantés sur les poteaux de LAC et qui permettent de vérifier la présence ou non de tension en la LAC ;
- La signalisation lumineuse dédiée aux zones de manœuvre qui indique la position des différents aiguillages et l'autorisation ou pas de franchir.

Au niveau des zones de manœuvre, des boucles de détection sont implantées pour permettre aux conducteurs de commander les aiguillages par simple appui sur un bouton depuis la cabine de conduite. Un logiciel sur les ordinateurs du PCC permet de visualiser l'encombrement des zones de manœuvres en temps réel (rubrique 4.3.4.6 *Supervision SIGF*).

## 4.4 Essais

### 4.4.1 Processus général d'intégration du système

Il s'agit de l'ensemble des opérations et des tests qu'il faut réaliser pour arriver, après un assemblage logique et progressif des différents composants du système, à un ensemble cohérent testé et validé.

Le déroulement d'une opération de conception / réalisation / mise en service d'un système peut être résumé par le « cycle en V » présenté ci-dessous.

Le cycle en V comporte une branche « spécification » et une branche « essais / validation », et la réalisation se trouve à l'intersection des deux.

Les essais ont pour objectif de prouver que les installations réalisées sont conformes aux spécifications (et de montrer ainsi que le système est opérationnel). Le cycle en V montre clairement la correspondance entre les différentes spécifications et les niveaux d'essais associés à ces spécifications.

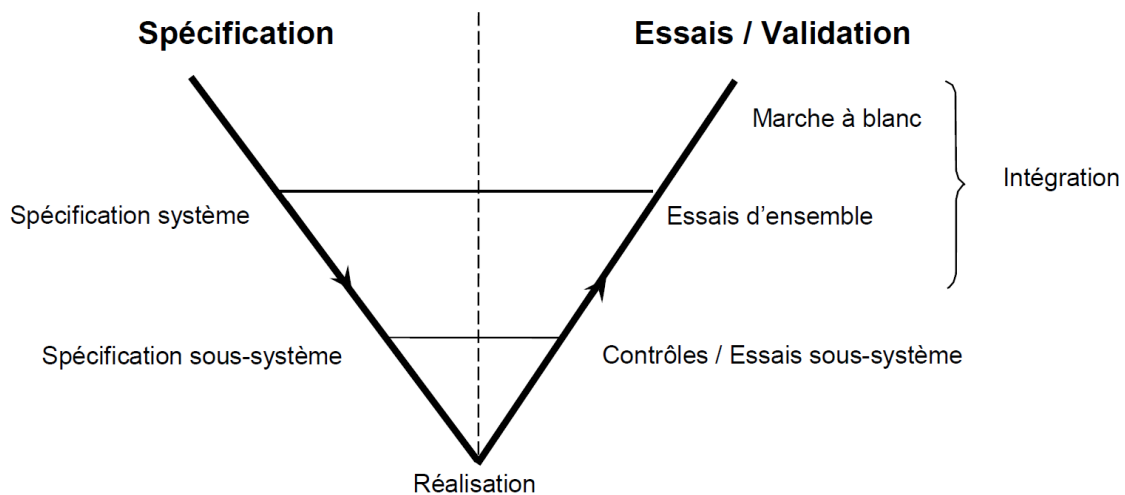


Figure 20. Schéma du « cycle en V » [12]

Ainsi, les objectifs des essais sont :

- Prouver que les installations réalisées sont conformes aux spécifications ;
- Montrer que le système est opérationnel et donc exploitable.

### 4.4.2 Essais Sous-Systèmes

Ils comportent des essais statiques (en usine, sur site) et des essais dynamiques (avec rames). Leur contenu est défini par le titulaire de chaque marché, selon les exigences définies dans les marchés afin de vérifier la conformité aux cahiers des charges de chaque sous-système.

Ces essais des sous-systèmes sont préalables aux essais d'ensemble.

#### **4.4.2.1 Rôle des essais**

Permettre la recette des sous-systèmes et proposer le cas échéant au Maître d'ouvrage leur mise à disposition.

On distingue dans cette catégorie et dans l'ordre d'exécution les essais :

- en usine ;
- d'intégration des équipements ;
- de mise au point des sous-systèmes ;
- de test fonctionnel et de performance des sous-systèmes ;
- d'interface entre sous-systèmes « deux à deux » et interfaces complètes d'un sous-système.

#### **4.4.2.2 Objectifs des essais**

- Tester exhaustivement l'ensemble des équipements ainsi que leurs fonctionnalités ;
- Tester exhaustivement l'ensemble des liaisons (matérielles et fonctionnelles) des équipements en interfaces immédiates.

#### **4.4.2.3 Réalisation des essais**

Les essais d'interfaces « deux à deux » sont dans l'ensemble réalisés dans un premier temps en plateforme usine, puis dans un second temps sur site. Les essais d'interfaces complets sont réalisés sur site. Ils peuvent être réalisés dans une configuration partielle, à l'aide d'outils ou de logiciels de test. Ils sont réalisés sous la responsabilité des titulaires de marché.

A l'exception des essais de mise au point, ils sont contrôlés par le Maître d'œuvre, qui s'assure que ce programme atteint bien l'objectif et effectue toutes les remarques nécessaires dans ce sens. Ils sont sanctionnés par un procès-verbal d'essai. Le Maître d'ouvrage est invité à ces essais, il peut lui-même inviter l'Exploitant. Les essais dynamiques réalisés sur site sont réalisés par les entreprises et pilotés par le Maître d'œuvre. Les procédures d'essais sont préparées par les entreprises, vérifiées et validées par le Maître d'œuvre. Les moyens d'essais (conducteurs, régulateurs, etc.) sont fournis par l'Exploitant.

### **4.4.3 Essais d'ensemble (exploitabilité et performances du système)**

#### **4.4.3.1 Rôle des essais**

Permettre au Maître d'ouvrage d'assurer le bon fonctionnement de l'ensemble du système. D'une manière générale, les essais d'ensemble seront réalisés dans une configuration aussi proche que possible de l'exploitation. Cependant, des contraintes de sécurité, techniques, de planning (notamment de mise à disposition des matériels roulants) et de disponibilités des conducteurs imposent de réaliser certains de ces essais dans des configurations plus réduites. Chaque essai précise la configuration mise en œuvre.

De plus, ces essais testant le système dans son ensemble, ils permettent de valider le fonctionnement et l'exploitabilité de tous les sous-systèmes.

La fin des essais d'ensemble permet donc la réception des marchés « sous-systèmes » : réception avec les réserves associées aux dysfonctionnements constatés lors des phases de contrôles et essais et non encore levées.

#### 4.4.3.2 Objectifs des essais

- Mesurer les performances du système ;
- Tester l'exploitabilité du système ;
- Mesurer la disponibilité du système.

#### 4.4.3.3 Réalisation des essais

Ils sont pilotés par le Maître d'œuvre, selon le périmètre de sa prestation, assisté des titulaires de marché. Tous les marchés du projet sont donc concernés par les essais d'ensemble.

Le Maître d'ouvrage valide les résultats sur proposition de la Maîtrise d'œuvre.

L'Exploitant participe à ces essais. Cette participation est primordiale pour les raisons suivantes :

- C'est l'Exploitant qui met à disposition :
  - o le matériel (essentiellement les rames) nécessaire ;
  - o les conducteurs ;
  - o les régulateurs pour la circulation des rames et l'utilisation de l'arrêt d'urgence ;
  - o les mainteneurs pour les équipements réceptionnés au moment de l'essai.
- De ce fait il est nécessaire de l'impliquer :
  - o dans la participation à ces essais (rédaction des scénarii d'enchaînement pour optimiser le rendement des postes d'essais) ;
  - o dans la responsabilité du mouvement des rames dans le cadre du règlement d'exploitation.
- Cela lui permet de commencer la prise en main du système et de ce fait de préparer la marche à blanc.

## 4.5 Marche à Blanc

La transition entre le mode projet et le mode opérationnel passe par une période de marche à blanc. La marche à blanc est une période de circulation du système de transport en conditions d'exploitation mais sans voyageurs à bord, ce qui permet roder le personnel et le matériel avant la mise en place. La marche à blanc est l'occasion pour les différents services de l'exploitant (conducteurs, mainteneurs, régulateurs) de mettre en pratique les connaissances qu'ils ont acquis au long des formations et de se perfectionner par la pratique mais aussi de vérifier les procédures pour exploiter le système en toute sécurité.

Son démarrage présuppose que les différents sous-systèmes sont bien installés et testés et que les essais d'ensemble ont été bien exécutés et terminés.

Ainsi, les objectifs envisagés sont les suivants :

- Formation des conducteurs  
Les dernières formations de conduite se feront au même temps que la marche à blanc. Il est le temps de rouler sur toute la ligne avec tous les systèmes mis en place, notamment le système de priorité aux carrefours (SLT). En plus, la participation en exercices en simulant des possibles situations permet donc aux conducteurs de se familiariser de façon proche de la réalité.
- Formation des régulateurs  
Pour les régulateurs il est aussi le temps de mettre en pratique les connaissances acquises pour réguler avec tous les systèmes installés (GTC, GTB, SAE, RADIO, SIGF) et en conditions nominales.
- Formation des mainteneurs  
Certains exercices sont prévus pour que le service de maintenance soit entraîné. Aussi les dernières formations auront lieu pendant la marche à Blanc. Ils seront certainement amenés à dépanner les premières pannes du système.
- Tester les procédures  
La marche à blanc constitue la période la plus appropriée pour vérifier que les procédures qui ont été élaborées au long des mois précédents sont valides et bien prises en compte pour tout le personnel.
  - Circulation des rames suivant le programme d'exploitation (mode nominal, simulation de retards, manœuvres de régulation...);
  - Mise en place de services provisoires (Gestion en tronçon, Bus de substitution);
  - Exploitation en mode dégradé et simulation de pannes (radio, SAE, signalisation...);
  - Application des procédures de secours dans le cadre du Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS) grâce aux exercices de simulation d'accident en grandeur nature.
- Communication  
Un aspect important à contrôler est la communication entre les services : régulateurs, conducteurs et mainteneurs. L'idée est que toute l'information monte au PCC et à partir d'ici, la distribuer au service concerné.  
D'un côté, la communication *conducteur-régulateur*. Ce couple de services ne présente pas a priori de soucis particuliers parce que le système de radio permet le contact permanent. Lors

d'une incidence en ligne, retard, défaut technique de la rame, changement de missions etc, chaque service transmet à l'autre les informations correspondants à l'instant.

De l'autre, *régulateur-mainteneur*. Il est indispensable un système qui permet avoir un contrôle de l'état de les incidences car le « schéma » :

*Défaut → Prise en compte pour les régulateurs → Transmission aux mainteneurs →  
Dépannage*

n'est pas tout à fait complété en peu de temps, c'est-à-dire, il est probable que le la maintenance prenne en compte le défaut dans la journée (soit à l'instant soit quelque temps après) mais le dépannage n'est pas forcément directe. L'information donc de la disponibilité du matériel est aussi très importante.

En résumé, la marche à blanc met en œuvre pour la première fois tous les acteurs (personnes et matériels) en conditions normales pour essayer chaque un son rôle et en interagissant entre eux pour être prêts à exploiter le système dans les meilleures conditions.

## 5 Mon rôle

### 5.1 Préparation de la MàB

A partir des procédures de régulation, j'ai créé une liste de scénarios pour les tester. En plus de ces exercices, des chronométrages d'ouverture de ligne (passage de la première rame de la journée pour vérifier l'état de la plateforme) et de temps de parcours sont planifiés pour contrôler si les temps prévus sont faisables.

Pour chaque exercice, j'ai fait une fiche qui précise :

- La date et l'heure de l'exercice ;
- Les ressources matérielles (zone d'essais, nombre de rames, autres matériels spécifiques) ;
- Les ressources humaines (personnel de maintenance, régulateurs, conducteurs, collaborateurs) nécessaires à l'exécution de l'exercice ;
- Les actions à réaliser à chaque étape du scénario ;
- Les résultats attendus ;
- Les procédures concernées ;
- Observations, le cas échéant.

En plus, trois matinées ont été calées avec les pompiers pour dérouler trois possibles situations d'accident (personne sous une rame, écrasement en quai, et collision tram-voiture) pour ainsi, pouvoir vérifier les procédures du document de sécurité « Plan d'Intervention et de Sécurité » (PIS).

Une fois les exercices sont définis, ils ont été distribués en quatre semaines, le temps que l'exploitant disposait pour la marche à blanc. L'idée de base était de planifier un fonctionnement progressif en termes de nombre de rames, de plage horaire et de complexité pour permettre une montée en puissance. Mais les contraintes inévitables (disponibilité du personnel par le fait d'être en congés, créneaux bloqués pour formations, horaires très occupés des responsables pour me consacrer son temps pour pouvoir les consulter et discuter...) ont obligé à devoir s'adapter et constamment le calendrier a changé. (Cf. Annexe 1- Calendrier de MàB)

### 5.2 Suivi de la MàB

J'ai été amenée à assurer la maîtrise d'œuvre de la MàB sous égide de mon maitre de stage, le chef du projet, à l'aide des responsables d'exploitation.

Tous les jours on a essayé de suivre le planning d'exercices prévus, mais parfois on a été obligés de le changer parce que des imprévus sont apparus. A titre d'exemple, à cause de la pluie, le jour 8 de MàB il y a eu un affaissement du terrain entre le CdM et le chantier au coté qui a obligé à arrêter la circulation des rames et à intervenir à la maintenance pour décrocher la LAC du poteau proche de ce affaissement par prévention.

Pour chaque exercice prévu, j'ai complété la fiche dédiée à lui et tous les imprévus ont été notés.

Quotidiennement, j'ai écrit un compte-rendu avec le planning prévu en début journée et le déroulement de celle-ci, en nommant les exercices réalisés et les incidents/problèmes survenus et avec les remarques faites par tout le personnel au long de la journée

### 5.3 Rapport final MÀB

Pour finir la phase de marche à blanc, l'exploitant doit élaborer un bilan (points positifs, anomalies particulières et faits marquants éventuels,...) qu'il faut fournir aux autorités de contrôle, pour permettre la mise en œuvre.

Ce rapport est le rendu final que j'ai apporté. Le document a pour objet de réunir tout le suivi de la période.

Dans un premier temps, les comptes rendus journaliers. Ensuite, les résultats obtenus lors des exercices réalisés, c'est-à-dire, les fiches complétées. Pour finir, j'ai fait des tableaux qui récapitulent les éléments plus importants issus de la période de marche à blanc (Incidents/problèmes imprévus survenus lors de la marche à blanc, Sujets à traiter pour améliorer l'organisation, Procédures à modifier et Manques constatés dans la réalisation des exercices). (Cf. *Annexe 2- Echantillonnage du Rapport de MÀB*)

### 5.4 Etude des horaires en service commercial

Du fait que la société exploitante est pénalisée dans le cas d'avoir des inaccomplissements par rapport aux horaires offerts, il est intéressant de réaliser une étude de ces horaires.

Dès la mise en service du tramway, le 1 septembre 2014 jusqu'à la fin de mon stage, la réalisation de cette étude m'a été confié.

Tous les soirs, à la fin du service, un fichier avec des données est exporté grâce au système SAE. Cela permet leur traitement et obtenir des conclusions.



## 6 Conclusions

Ce stage m'a permis d'atteindre plusieurs objectifs autant au niveau professionnel qu'académique et personnel.

Par rapport aux objectifs professionnels, j'ai abouti avec le travail qui m'a été confié. Le sujet de stage était la préparation et le suivi de la marche à blanc du tramway d'Aubagne. Même si la démarche définie en début de stage était à tort, j'ai réussi à trouver la bonne voie. Les contraintes et imprévus qu'on a trouvé quotidiennement ont obligé à changer le planning prévu, mais ils ont été profitables quand même. Les objectifs décrits de la M à B (formations et familiarisation avec le système des trois services : conducteurs, régulateurs et mainteneurs, vérification des procédures et control de la communication) ont été comblés aussi.

D'autre part, l'objectif académique de connaître l'entreprise et le métier d'ingénieur et de réaliser l'ultime étape de la scolarité, qui fait de passerelle vers le premier emploi, a été aussi un succès.

En fin, au niveau personnel, ce stage m'a permis de découvrir le domaine des transports et je l'ai trouvé très intéressant. Grâce à ma mission, j'ai eu une vision globale du projet et j'ai eu l'opportunité de discuter avec les gens des différents services pour enrichir mes connaissances techniques. Le mélange entre terrain et bureau sont à mon avis la combinaison parfaite pour la vie professionnelle. D'ailleurs, dans l'aspect humain, je me suis sentie accueillie par toute l'équipe tram, même si en tant qu'étrangère, la barrière de la langue peut parfois causer des difficultés de communication.

## 7 Bibliographie

- [1] [En ligne]. Available: <http://www.commentcamarche.net/contents/983-maitrise-d-ouvrage-maitrise-d-oeuvre>.
- [2] [En ligne]. Available: <http://www.transdev.com/fr/un-groupe-responsable/chiffres-cles/>.
- [3] [En ligne]. Available: <http://www.transdev.com/fr/media/communiques-de-presse>.
- [4] [En ligne]. Available: <http://www.agglo-paysdaubagne.com/nos-politiques-publiques/les-transports-et-deplacements-0061>.
- [5] [En ligne]. Available: <http://www.tramway-paysdaubagne.com/node/9>.
- [6] [En ligne]. Available: <http://www.tramway-paysdaubagne.com/calendrier>.
- [7] Caractéristiques du Matériel Roulant (MR)-Documentation du projet.
- [8] Caractéristiques du sous-système Plateforme et voie- Documentation du projet.
- [9] Caractéristiques du sous-système Energie- Documentation du projet.
- [10] Caractéristiques du sous-système Courant faible (CFA)- Documentation du projet.
- [11] Caractéristiques du sous-système Signalisation- Documentation du projet.
- [12] Organisation générale des essais- Documentation du projet.

## 8 Annexes

### 8.1 Annexe 1 - Calendrier de MàB

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
				1	2	3
4 1 Rame 7h-10h 13h-17h 7h-7h30> Briefing FORMATIONS (10h-13h) CIRCULATION	5 1 Rame 7h-10h 13h-17h 7h-7h30> Briefing 9h-9h30> S20 Panne SSR Gare FORMATIONS (10h-13h) 14h-> S04 MR4 FT 15h-16h-> E02 Chrono Ligne	6 1 Rame 7h-10h 7h-7h30> Briefing 9h-> S08 MR8 HLP FORMATIONS (10h-13h) OPR Rame (13h-17h)	7 1 Rame 7h-10h 7h-7h30> Briefing 8h15-> S01 MR1 FJ 8h30-9h-> S19 Obstacle rail 10h-> Réunion MàB1 FORMATIONS (10h-13h) OPR Rame (13h-17h)	8 1 Rame 7h-10h 13h-17h FORMATIONS (10h-13h) 13h-13h30> Briefing 13h30-> S07 MR7 HLP	9	10
11 3 Rames 9h-17h 9h-9h30> Briefing 9h30> E01 Ouverture Ligne 14h-15h-> S23 Soucis LAC	12 3 Rames 9h-17h 9h-9h30> Briefing 10h-10h30h-> S17 Arrêt Urgence Ligne 11h30-11h45++> S32 SIGF Charrel 15h-16h-> E02 Chrono Ligne	13 3 Rames 9h-17h 9h-9h30> Briefing 9h30> E01 Ouverture Ligne 10h-10h10-> S12 Dégâts install 10h30-> S03 MR3 FJ 14h30-> S09 MR9 HLP 15h15-15h25-> S13 Feu tension éteint	14 3 Rames 9h-17h 9h-9h30> Briefing 10h-12h-> S29 Derraili. beton 14h-15h++> S35 Sup SIGF+SIGF Gate	15	16	17
18 3 Rames 5h45-21h 5h45-> E01 Ouverture Ligne 9h-9h30> Briefing 10h-12h-> S26 Manifestation 14h-> S05 MR5 FT 14h15-16h15-> S11 MR11 R/P RR	19 3 Rames 5h45-21h 9h-9h30> Briefing 15h-16h-> E02 Chrono Ligne 16h15-16h30-> S16 Incident disj Gate	20 3 Rames 5h45-21h 5h45-> E01 Ouverture Ligne 9h-9h30> Briefing 10h-10h10-> S14 Feu rouge Charrel JOURNEE BYT NOMINAL	21 3 Rames 5h45-21h 9h-9h30> Briefing 9h30-10h30-> E02 Chrono Ligne 11h-> S06 MR6 FT JOURNEE BYT DEGRADEE	22 3 Rames 5h45-21h 7h30-9h-> S38 ACCIDENT 1 9h-9h30> Briefing 9h30-9h45-> S15 Feu rouge CdM 10h-12h ++> S34 CTG+SIGF+CU 14h00-> S02 MR2 FJ	23 3 Rames 5h45-21h CIRCULATION	24
25 3 Rames 5h45-21h	26 3 Rames 5h45-21h 7h30-8:30h-> S39 ACCIDENT 2 > Briefing	27 3 Rames 5h45-21h 9h-9h30> Briefing Exercice STRMTG 1 Exercice STRMTG 2	28 3 Rames 5h45-21h 7h30-9h30h-> S40 ACCIDENT 3	29 3 Rames 5h45-21h Réunion finale	30 3 Rames 5h45-21h CIRCULATION	31
						S31
						S32
						S33
						S34
						S35

## 8.2 Annexe 2- Echantillonnage du Rapport de MàB

### 8.2.1 Comptes Rendus journaliers

Exploitation Sécurité		TRAMWAY AUBAGNE	
CR -J6	Compte-Rendu Jour 6		
Date :	11/08/2014		
Participants :	Jean-Baptiste MERCADAL / Respo Exploit Frédéric FERME / Respo Maintenance Mathieu MOLINIER / QSE Sonia PEREZ MARTINEZ / Adjointe MàB Patrice MAURILLON / Régulateur Gilles BORG / Régulateur Mathieu PITTAU / Régulateur Alexandre MOULET / Mainteneur Benjamin MULERO / Mainteneur	Christian BARRIELLE / Conducteur Nicolas BOUILLOT / Conducteur Alain CHABREYRIE / Conducteur Michel BARISONE / Conducteur Remi LOUCHE / Conducteur Romuald SAINT-JEAN / Conducteur Daniel TOREZANI / Conducteur Jean-Luc GARNIER / Conducteur	
Rédacteur :	Sonia PEREZ MARTINEZ / Adjointe MàB		

**6 Point J6 Marche à Blanc Lundi 11/ 08 /2014**

**6.1 Ordre du jour**

**6.1.1 Horaire prévu de la journée**

9h → Briefing avec tout le personnel

Roulage de 9h30 à 16h

16h00 → Débriefing avec tout le personnel

**6.1.2 Exercices prévus de la journée**

9h30 → E01 Ouverture de ligne. Chronométrage et contrôle d'incidences

14h00 → S23 Soucis LAC

**6.2 Déroulement de la journée**

9h15-10h → Briefing avec tout le personnel

10h15-10h30 → Préparation des rames

10h30 → Explication du SAEIV aux conducteurs

10H58 → E01 Ouverture de ligne. Chronométrage et contrôle d'incidences ; Se rapporter à la fiche

14h21-15h05 → S23 Soucis LAC ; Se rapporter à la fiche

16h00-16h30 → Débriefing

**6.3 Débriefing**

- Journée globalement ok
- Remarques des conducteurs :
  - Problème siège conducteurs
  - Problèmes radio

Ajouter à la procédure de l'exercice Soucis LAC: « Evacuation de la clientèle si besoin »

AUTOBUS RUBAGNAIS CR journaliers Page 10 sur 24

Exploitation Sécurité	
TRAMWAY AUBAGNE	
CR -14	Compte-Rendu Jour 14
Date :	22/08/2014
Participants :	
Rédacteur :	Sonia PEREZ MARTINEZ / Adjointe M à B

## 14 Point J14 Marche à Blanc Vendredi 22/ 08 /2014

### 14.1 Ordre du jour

#### 14.1.1 Horaire prévu de la journée

Roulage de 5h45 à 21h00

#### 14.1.2 Exercices prévus de la journée

7h45 → S38 Accident 1- Personne sous une rame

### 14.2 Déroulement de la journée

5h37 → Sortie des rames à l'heure (001 : 5h37, 003 : 5h47, 004 : 5h57)

- SAE non fonctionnel depuis début journée ; Distribution de portatifs aux conducteurs

7h30 → Travaux zone Marcel Pagnol ; voie unique pour les Lignes 1, 2, 3, 7

7h44 → S38 Accident 1- Personne sous une rame ; Se rapporte à la fiche

9h18 → Fin travaux zone Marcel Pagnol ; reprise circulation en deux voies

10h30 → Débriefing exercice pompiers

### 14.3 Débriefing exercice pompiers

- Pour exercices pompiers à venir « jouer le rôle comme s'il était vrai »
- Identification du CIL et COS pas évident !!
- Tenue du CIL pour meilleur l'identifier (gilet vert ?, casquette ?)
- Modification procédures
- Manque d'appel au cadre astreinte et à la direction
- Présence des procédures en véhicules (mainteneurs)
- Lors d'un accident, faire remonter les infos de situation de temps en temps du CIL au PCC

8.2.2 Fiches des exercices

Exploitation  
Sécurité
TRAMWAY AUBAGNE

### 3 Jour 3 (Mercredi 06/08)

#### 3.1 E02 Chronométrage des temps de parcours totale et entre chaque station

**FE-02 Chronométrage des temps de parcours totale et entre chaque station**

Date : 06/08 /2014	Zone d'essai : Toute la ligne
Heure début : 08 : 45 heures	Heure fin : 09 : 45 heures
Ressources matérielles : 1 Rame (n° 001 ) Chronomètre	Ressources humaines : 1 Conducteur Christian BARRIELLE 1 Collaborateur (Rédacteur)
Rédacteur : Sonia PEREZ MARTINEZ	

V1 Vers Gare			
	1	Chrono	Interstation
Le Charrel	Départ	00:00:00	
Château Blanc	Arrivée	00:01:08	01:08
	Départ	00:01:27	
Piscine	Arrivée	00:02:51	01:24
	Départ	00:03:23	
Tourtelle	Arrivée	00:04:34	01:13
	Départ	00:04:48	
Ravel Decroix	Arrivée	00:06:25	01:37
	Départ	00:06:42	
Martin Luther King	Arrivée	00:07:35	00:53
	Départ	00:07:54	
Gare	Arrivée	00:09:28	01:34
<b>Total</b>		09:28	

V2 Vers Le Charrel			
	1	Chrono	Interstation
Gare	Départ	00:00:00	
Martin Luther King	Arrivée	00:01:35	01:35
	Départ	00:02:04	
Ravel Decroix	Arrivée	00:03:02	00:58
	Départ	00:03:32	
Tourtelle	Arrivée	00:05:16	01:44
	Départ	00:05:58	
Piscine	Arrivée	00:07:24	01:26
	Départ	00:08:27	
Château Blanc	Arrivée	00:09:41	01:14
	Départ	00:10:01	
Le Charrel	Arrivée	00:11:04	01:03
<b>Total</b>		11:04	

V1 Vers Gare			
	2	Chrono	Interstation
Le Charrel	Départ	00:00:00	
Château Blanc	Arrivée	00:01:03	01:03
	Départ	00:01:24	
Piscine	Arrivée	00:02:47	01:22
	Départ	00:03:29	
Tourtelle	Arrivée	00:04:37	01:08
	Départ	00:05:19	
Ravel Decroix	Arrivée	00:06:53	01:38
	Départ	00:07:19	
Martin Luther King	Arrivée	00:08:13	00:54
	Départ	00:08:31	
Gare	Arrivée	00:10:01	01:29
<b>Total</b>		10:01	

V2 Vers Le Charrel			
	2	Chrono	Interstation
Gare	Départ	00:00:00	
Martin Luther King	Arrivée	00:01:32	01:32
	Départ	00:01:49	
Ravel Decroix	Arrivée	00:02:40	00:51
	Départ	00:02:57	
Tourtelle	Arrivée	00:04:41	01:43
	Départ	00:05:28	
Piscine	Arrivée	00:06:38	01:09
	Départ	00:07:07	
Château Blanc	Arrivée	00:08:16	01:09
	Départ	00:08:38	
Le Charrel	Arrivée	00:09:39	01:01
<b>Total</b>		09:39	

Résultats exercices
Page 5 sur 36




## 6 Jour 6 (Lundi 11/08)

### 6.1 E01 Ouverture de ligne. Chronométrage et contrôle d'incidences

FE-01 Ouverture de ligne. Chronométrage et contrôle d'incidences			
Date :	11 /08 /2014	Zone d'essai :	Toute la ligne
Heure début :	10 : 48 heures	Heure fin :	11 : 40 heures
Ressources matérielles :	1 Rame (n° 004 ) Chronomètre	Ressources humaines :	1 Conducteur Nicolas BOUILLLOT 1 Collaborateur (Rédacteur)
Rédacteur :	Sonia PEREZ MARTINEZ		

CdM		Chrono	Interstation	Obstacles/Commentaires
	Départ	00:00:00		
Piscine	Arrivée	00:00:45	00:45	
	Départ	00:00:58		
Château Blanc	Arrivée	00:02:42	01:43	
	Départ	00:02:55		
Le Charrel	Arrivée	00:04:19	01:23	
	Départ	00:16:47		Attente en terminus pour suivre les horaires
Château Blanc	Arrivée	00:18:29	01:41	
	Départ	00:19:00		
Piscine	Arrivée	00:20:38	01:35	
	Départ	00:21:05		
Tourtelle	Arrivée	00:22:45	01:40	
	Départ	00:23:12		Entre Tourtelle et Ravel Decroix V1, bornes en plastic dans GLO
Ravel Decroix	Arrivée	00:30:02	06:50	
	Départ	00:31:40		
Martin Luther King	Arrivée	00:32:15	01:05	
	Départ	00:34:06		
Gare	Arrivée	00:35:54	01:48	
	Départ	00:37:53		
Martin Luther King	Arrivée	00:38:18	01:58	
	Départ	00:39:28		
Ravel Decroix	Arrivée	00:40:01	01:09	
	Départ	00:46:39		Camion dans le GLO proche station Ravel Decroix
Tourtelle	Arrivée	00:49:03	02:23	En V2, zone mixte entre Tourtelle et Ravel Decroix, pouzzolane sur le rail
	Départ	00:49:32		
Piscine	Arrivée	00:51:17	01:44	
<b>Total</b>		<b>51:17</b>		

Exploitation Sécurité					
TRAMWAY AUBAGNE					
<b>8.2 S13 Panne Feu présence tension éteint</b>					
<b>FS-13 Panne Feu présence tension éteint</b>					
Date :	13 /08 /2014	Heure début :	10 : 18 heures	Heure fin :	10 : 20 heures
Ressources matérielles :	Rame (n° 005 )	Ressources humaines :	Conducteur <b>Christian BARRIELLE</b> Régulateur <b>Patrice MAURILLON ; Mathieu PITTAU</b>		
Rédacteur :	<b>Sonia PEREZ MARTINEZ</b>				
HEURE /DUREE PREVUE	ACTIONS	RESULTATS ATTENDUS	PROCEDURES	HEURE /DUREE REELLE	COMMENTAIRES
x	(Le C est déjà informé) Le C communique au PCC que le feu de présence tension FT3 S12 situé en face du CdM (Voie 1) est éteint	Le R doit vérifier la présence de tension : <i>Tension ok</i>	EXP-RGU-PRO-511-A Feu présence tension éteint	10h18	
X+10min	Retour à situation nominale			10h21	
<b>Observations :</b>					
<p>10h18 → Le conducteur informe au PCC</p> <p>10h20 → Les régulateurs vérifient la présence de tension. Application de la procédure. Tension ok, autorisation de franchir</p> <p>10h20 → Les régulateurs contactent la maintenance.</p> <p>10h21 → Retour à situation nominale</p> <p><b>REMARQUE :</b></p> <p>Ajouter à la procédure : « Faire un appel générale a toutes les rames pour informer »</p>					
		Résultats exercices		Page 19 sur 36	



**8.2.3 Tableaux récapitulatifs****1 Incidents/problèmes imprévus survenus lors de la marche à blanc**

Sujet	Date
Bout de quai en travaux, souci détection de rames	Lundi 04/08
Camion au bloque la voie. Impossibilité de continuer la circulation !!!	Lundi 04/08
Problème avec le ramasse corps d'une rame en formation. Suite à un FU, le ramasse-corps est embourbé dans la pouzzolane	Lundi 04/08
Pendant les formations : Problème aiguillage station piscine	Mercredi 06/08
En ouverture de ligne, en station piscine V1, problème avec l'aiguillage	Jeudi 07/08
La SLT en face de poterie Ravel ne marche pas	Jeudi 07/08
Problèmes radio	Lundi 11/08
Problème communication (radio)!!	Mardi 12/08
Véhicule en qui empiète le GLO	Mardi 12/08
Incident : déclenchement d'alarme incendie en atelier	Mardi 12/08

**2 Sujets à traiter pour améliorer l'organisation**

Sujet	Se rapporter à
Communication Régulateurs-Mainteneurs : comment les régulateurs contactent avec les mainteneurs ?	S20 Panne SSR Gare (05/08)
Pour éviter perdre beaucoup de temps, qui prépare la rame quand il faut faire un échange ? Est faisable avoir une rame préparée au CdM et si besoin, la déplacer jusqu'à BT Test en voie de contournement ?	S07 Panne MR 7 (HLP) <i>Défaut veille automatique cabine en service</i> (08/08)
Siege conducteurs	Débriefing 11/08
RT doit avoir les clés d'intervention	13/08
RT doit avoir équipement pour nettoyer le rail ??	13/08

### 3 Procédures à modifier

Procédure	Scénario	Modification
EXP-RGU-PRO-522-A Maintien anormal sous tension	S23 Soucis LAC	Ajouter : présence d'une rame sous IS / « sur le IIT »
EXP-RGU-PRO-509-A LAC détendue ou endommagée	S23 Soucis LAC	Ajouter : « Evacuation de la clientèle si besoin »
EXP-RGU-PRO-615-A Ordinogramme de débogage SIGF	S32 Défaut SIGF Le <u>Charrel</u>	Modifier car en terminus n'y a pas de BS
EXP-RGU-PRO-511-A Feu présence tension éteint	S13 Panne Feu présence tension éteint	Ajouter : « Faire un appel générale a toutes les rames pour informer »
EXP-RGU-PRO-110-A Chute d'une personne sous la rame EXP-RGU-PRO-105-A Accident matériel avec blessés	S38 Accident 1- Personne sous une rame	Définir en quel cas utiliser une procédure ou l'autre. Détailer les titres (genre « Chute d'une personne sous la rame ou bloqué en quai ») En procédure EXP-RGU-PRO-110, ajouter « Appel ST pour se rendre sur place avec matériel de levage »

### 4 Manques constatés dans la réalisation des exercices

Manque constaté	Se rapporter à
Le conducteur précise le problème et se limite à suivre les ordres du PCC	S20 Panne SSR Gare (05/08)
Vérifier la présence des sabres et des gilets HV lors de la préparation des rames (conducteurs)	S19 Obstacle dans le rail (07/08)
Vérifier l'état des feux de présence tension (conducteurs)	S17 Arrêt d'urgence Ligne (12/08)
Remarque mainteneur vers régulateurs : un seul interlocuteur entre PCC et service de maintenance	Débriefing (12/08)
Suite au déclenchement de l'alarme, reprendre les formations des régulateurs pour gérer l'évènement	Débriefing (12/08)
Donner l'info clientèle (si besoin) avant de dépréparer la rame	S10 Panne MR 10 (R/P Rame) (18/08)