



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد Université d'Oran II Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي Institut de Maintenance et de sécurité industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de Maintenance en Instrumentation

Thème :

LES SPECIFICATION ELECTRIQUES DE TRAMMWAY D'ORAN

Présenté et soutenue publiquement par :

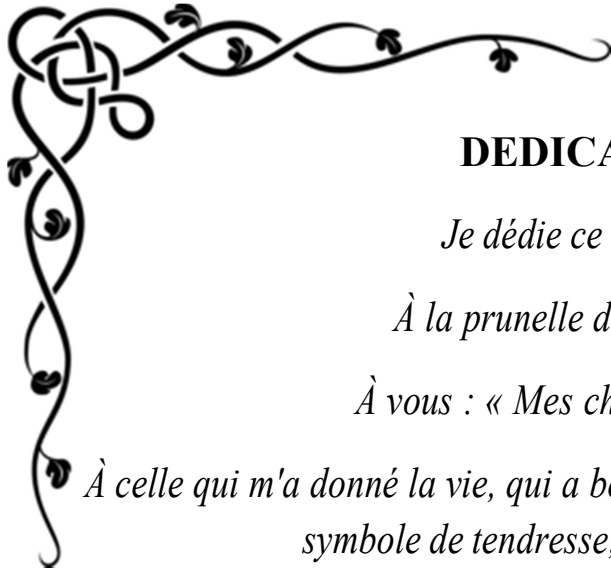
BOUHAMIDI HAKIMA

Soutenu le : 04/10/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mme GUENDOUZ DJILLALIA	Pr	IMSI (Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed)	Présidente
Mr BELABBES ABDALLAH	M C B	IMSI (Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed)	Encadrant
Mr BELKACEM BELKACEM	M C A	IMSI (Université d'Oran 2Mohamed Ben Ahmed)	Examineur

Année universitaire : 2021/2022



DEDICACE :

Je dédie ce travail :

À la prunelle de mes yeux,

À vous : « Mes chers parents ».

À celle qui m'a donné la vie, qui a bercé mes nuits, à mon soleil qui brille, le symbole de tendresse, à ma chère mère

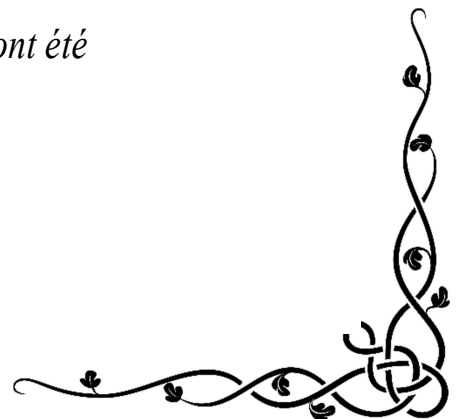
À celui qui a épuisé sa jeunesse et sa vie, qui n'a vécu que pour me voir un jour réussir, A mon premier encadrant depuis ma naissance, A mon cher père

À toutes mes sœurs et mes frères, à qui je souhaite beaucoup de réussite et de bonheur.

À celui qui ont été toujours prêt à mon appel, qui ont sacrifié leur temps et leurs efforts à mon secours,

À mon encadrant BELABESS ABDALLAH pour son soutien et aide, et pour la confiance qu'il a placé en moi,

pour ses critiques et suggestions qui ont été pour moi d'un grand apport





Remerciements :

*Je remercie ALLAH le clément le miséricordieux
De m'avoir donné, toujours la patience et la foi
pour atteindre mes buts.*

*Je voudrais à exprimer mon gratitude envers mes encadreurs " Mr NEKROUF
DJILALI " et*

*" Mr BELKACEM BELKACEM " pour leur grande disponibilité et
encouragements tout au long de l'élaboration de ce mémoire.*

Mes remerciements vont également à mon encadrant

"Mr BELABBES ABDALLAH" pour son soutien et aide

*Mes remerciements vont également au groupe de courant fort de la filiale de
SETRAM à ORAN, qui ont contribué à mon thèse.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé
de près ou de loindans ce projet de fin d'études.*



Liste des figures :

Figure I.3 - Unité Opérationnel Tramway (SETRAM ORAN).....	6
Figure I.3.2 - Plan de la ligne du Tramway d'Oran.....	7
Figure I.3.3 - Rame du Tramway d'Oran.....	7
Figure I.7.1 - Ligne aérienne de contact.....	16
Figure I.7.2 - La Rail de Tramway.....	16
Figure I.8.1 - Poste de distribution de sable.....	17
Figure I.8.2. - Poste de lavage.....	18
Figure I.8.3- L'atelier.....	18
Figure I.8.4 - Le remisage.....	19
Figure I.8.5 - Magasin de stockage.....	19
Figure I.9.1 - La batterie du matériel roulant.....	20
Figure I.9.6 - Parafoudre.....	22
Figure I.9.10 - Les caténaires.....	23
Figure I.9.11 - Le pantographe.....	24
Figure I.9.11 - Les équipements en toiture d'un élément du tramway.....	25
Figure I.9.12 - chaine de traction.....	26
Figure II.1.2.1 - Schéma unifilaire travée départ.....	29
Figure II.1.2.2 - schéma unifilaire des travées 60KV HASSI-AMEUR/PETIT-LAC.....	29
Figure II.1.2.2 - Travées 60KVHassi- Ameur /Petit-Lac.....	32
Figure II.1.2.2 - schéma unifilaire des travées 60KV HASSI-AMEUR/PETIT-LAC.....	32
Figure II.1.2.3 - Jeux de barres.....	34
Figure II.1.2.3 - schéma unifilaire jeu de barre.....	35
Figure II.1.2.3 - Schéma unifilaire des travées de départ par les transformateurs 60/30 Kv.....	37
Figure II.1.2.3 - Transformateur 60 /30kv – Transformateur 30KV/400 V.....	37
Figure II.2.1 - Point Neutre Artificiel.....	38
Figure II.2.2 - Transformateur de Service Auxiliaires.....	40
Figure II.2.3 - Tableau 30kv de la sous-station dépôt.....	41
Figure II.2.3 - Schéma unifilaire Tableau 30kv.....	42
Figure II.5. - schéma simplifier pour l'obtention de la tension 750 V.....	44
Figure III.1.2 - Schéma d'implantation de Traction.....	46
Figure III.1.3 - Composition d'une chaine de traction.....	47
Figure III.1.4 - Equipement de la chaine de traction et implantation.....	47
Figure III.1.5 - Les composants du tramway.....	48
Figure III.1.5.1.1 - Schéma d'implantation de Bogie Moteur.....	49
Figure III.1.5.2 - Schéma d'implantation de Compresseur de sablage.....	50
Figure III.1.5.3.1 - Schéma d'implantation de Bogie porteur.....	51
Figure III.1.5.3.2 - Schéma d'implantation de Centrale hydraulique.....	51
Figure III.1.5.4.1. - Schéma d'implantation de Coffre équipement électrique basse tension BT.....	52
Figure III.1.5.4.2 - Schéma d'implantation de Groupe de refroidissement moteur GRF.....	52
Figure III.1.5.4.4 - Schéma d'implantation de Pantographe.....	53
Figure III.1.5.5.1 - Schéma d'implantation de Group de climatisation salle.....	53
Figure III.1.5.5.2 - Schéma d'implantation de Rhéostat de freinage.....	54
Figure III.1.5.5.3 - Schéma d'implantation de Coffre batterie.....	54
Figure III.1.5.5.4 - Schéma d'implantation de Convertisseur statique CVS.....	55
Figure III.1.6 - Circuit de voie à joints isolants, canton libre.....	56
Figure III.1.6 - Circuit de voie à joints isolants, canton occupé.....	56

Figure III.1.8	- Schéma électrique simplifié du tramway.....	60
Figure III. 1.8	- Courant de traction d'un CITADIS 402 en fonction de sa vitesse	61
Figure III. 1.8	- Effort de traction d'un CITADIS 402 en fonction de sa vitesse.....	61
Figure III.2	- Système de contrôle et d'acquisition de données	62
Figure III.2.1	- Exemple d'écran.....	62
Figure III.2.2	- Barre des boutons	63
Figure III.2.3	- Barre de navigateur des écrans Gestion Technique d'énergie(GTE).....	63
Figure III.2.4	- Vue générale ligne	64
Figure III.2.5	- Fenêtre de l'historique de la consommation d'énergie	64
Figure III.2.6	- Gestion Technique d'énergie GTE réseau de traction électrique Sous -Station Traction SST2 à SST3	65
Figure III.2.7	- Gestion Technique d'énergie GTE réseau de traction électrique Dépôt.....	65
Figure III.2.8	-Gestion Technique d'énergie GTE - SENIA université SST0.....	66
Figure III.2.9	- Gestion Technique d'énergie GTE-dépôt-SSTDEP	66
Figure III.2.10	- Gestion Technique d'énergie GTE-poste haute tension PHT	67
Figure III.2.11	- Vue de sous-station.....	67
Figure III.2.12	- Supervision	68
Figure III.2.12	- Supervision.....	68
Figure III.2.13	- Alarme Gestion Technique d'énergie(GTE).....	69

Liste des organigrammes :

Organigramme I.2.3 - Organisation du tramway.....	5
Organigramme I.6.2 - Organigramme Opérationnel	9
Organigramme I.6.3 - Direction Exploitation	10
Organigramme I.6.4 - Direction Maintenance	11
Organigramme I.6.5 - Département sureté	12
Organigramme I.6.6 - Département Administrative et Financière.....	13
Organigramme I.6.7 - Direction des ressources humaines.....	14
Organigramme I.6.8 - Unité Communication & Marketing Organisation provisoire	14
Organigramme I.6.9- Le contenu de la fonction maintenance	15

Liste des abréviations :

- ❖ **SETRAM** : Société d'Exploitation des Tramways
- ❖ **EMA** : Entreprise du Metro d'Alger
- ❖ **RATP** : Régi Autonome Transport Parisien
- ❖ **CITAL** : CITADIS Algérie
- ❖ **PHT** : Poste haute tension
- ❖ **FP** : parafoudres
- ❖ **TT** : Transformateurs de tension
- ❖ **QS1-1, QS2-1** : Sectionneur d'arrivée ligne
- ❖ **QD1-1, QD2-1** : Disjoncteur d'arrivée ligne
- ❖ **TC** : Transformateurs de courant
- ❖ **QS3-1, QS3-2, QS4-1, QS4-2** : Sectionneurs motorisés
- ❖ **QDC** : Disjoncteur de couplage
- ❖ **QSC1, QSC2** : Sectionneurs
- ❖ **QS5-1 et QS5-2, QS6-1 et QS6-2** : Sectionneurs motorisés, triphasés
- ❖ **QD3-1, QD4-1** : Disjoncteur 60 kV
- ❖ **QS7-1, QS8-1, QS13-1, QS14-1** : Sectionneur de neutre
- ❖ **T1, T2** : Transformateurs de puissance 60/30 kV
- ❖ **PNA** : Point Neutre Artificiel
- ❖ **QS11-1, QS12-1** : Sectionneur 30 kV
- ❖ **QS9-1, QS10-1** : Sectionneur de transformateur de Services Auxiliaires
- ❖ **QS11-1, QS12-1** : Sectionneurs d'Isolement
- ❖ **E-CA1** : Disjoncteur côté basse tension
- ❖ **DHTA-A1, DHTA-A2** : Disjoncteur 30 kV de la cellule
- ❖ **DHTA-R** : cellule disjoncteur départ transformateur du poste redresseur traction
- ❖ **CM1, CM2** : Cellules de mesure
- ❖ **ID1 et ID2** : Cellules départ
- ❖ **CU** : Cellule d'union
- ❖ **BT** : Basse Tension
- ❖ **TSA-1 et TSA-2** : Transformateurs auxiliaires
- ❖ **ASI** : Alimentation sans interruption
- ❖ **TGBT** : Tableau général de BT
- ❖ **PCC** : Poste de Conduite Centralisé
- ❖ **PCL** : Poste de conduite local
- ❖ **DUR** : Disjoncteur Ultra-rapide
- ❖ **DHTA-R** : Disjoncteur Haute Tension
- ❖ **TRT** : Transformateur de traction
- ❖ **RED** : Redresseur
- ❖ **SIA** : Sectionneur d'isolement automatique
- ❖ **DTRS** : Détecteur de tension rail sol
- ❖ **L.A.C** : Ligne aérienne de contact
- ❖ **IST** : Interrupteurs de Secours Télécommandés
- ❖ **TPT** : Tableau de Protection Traction

- ❖ **TDT** : Tableau de Distribution Traction
- ❖ **SST** : Sous-Station Traction
- ❖ **SL** : Sectionneur de ligne
- ❖ **SF** : Sectionneur de feeder
- ❖ **INT** : Interrupteur en ligne
- ❖ **NP** : Nacelle Porteuse
- ❖ **M** : Moteur
- ❖ **SCADA** : Système de contrôle et d'acquisition de données
- ❖ **GTE** : Gestion technique d'énergie
- ❖ **DST** : Commande à distance
- ❖ **IND** : Commande locale individuel
- ❖ **A** : Ampère
- ❖ **KV** : Kilovolt
- ❖ **CC** : Courant continu
- ❖ **CA** : Courant alternatif
- ❖ **HT** : Haute tension
- ❖ **HTA** : Haute tension catégorie A
- ❖ **RED** : Redresseur
- ❖ **ASI** : Les alimentations sans interruption
- ❖ **SIA** : Sectionneur d'isolement automatique
- ❖ **APS** : Alimentation par le sol
- ❖ **IGBT** : Insulated Gatebi polar transistor
- ❖ **MLI** : Modulation de largeur impulsion
- ❖ **P** : Nombre de pair de pole
- ❖ **N** : Nombre de spires
- ❖ Ω : La vitesse mécanique
- ❖ ω :La vitesse angulaire
- ❖ ω_s : Pulsation électrique statorique
- ❖ **Ce** : Couple électromagnétique
- ❖ **Cr** : Couple résistant
- ❖ **BM** : Bogie Moteur
- ❖ **BP** : Bogie Porteur
- ❖ **CVS** : Convertisseur Statique
- ❖ **M1** : Motrice 1
- ❖ **C1** : Caisse suspendue 1
- ❖ **NP** : Nacelle Porteuse
- ❖ **C2** : Caisse suspendue 2
- ❖ **M2** : Motrice

Table des matières :

DEDICACE :.....	II
Remerciements :.....	III
Liste des figures :.....	IV
Liste des organigrammes :.....	VI
Liste des abréviations :.....	VII
INTRODUCTION GENERALE :.....	1
Chapitre 1 : Présentation SETRAM.....	3
1. Historique:.....	3
2. Les organisations de transport :.....	4
2.1 La Société d'Exploitation des Tramways :.....	4
2.2 EMA (Entreprise du Metro d'Alger) :.....	4
2.3 CITAL (CITADIS Algérie):.....	4
3. UNITE OPERATIONNEL TRAMWAY (SETRAM ORAN):.....	5
3.1 Les caractéristiques de tramway Oran:.....	6
3.2 La ligne du Tramway d'Oran :.....	7
3.3 Rame du Tramway d'Oran :.....	7
4. Les objectifs de SETRAM:.....	8
5. L'équipement de Tramway :.....	8
6. Présentation des Organigrammes :.....	9
6.1. Unité Opérationnelle :.....	9
6.2. Organigramme Opérationnel :.....	9
6.3. Direction Exploitation :.....	10
6.4. Direction Maintenance :.....	10
6.5. Département De Sureté :.....	12
6.6. Département Administrative et Financière :.....	13
6.7. Direction des ressources humaines :.....	14
6.8. Unité de communication & marketing:.....	14
6.9. Le contenu de la fonction maintenance :.....	15
7. Alimentation :.....	16
7.1. Alimentation par ligne aérienne de contact :.....	16
7.2. Alimentation par le Sol :.....	16
8. Station de service :.....	17
8.1. Poste de distribution de sable :.....	17
8.2. Poste de lavage :.....	17

8.3. L'atelier :	18
8.4. Le remisage :	18
8.5. Magasin de stockage :	19
9. Les composants de fonctionnement de tramway:	19
9.1. La batterie du matériel roulant :	19
9.2. Refroidissement moteur GRF :	21
9.3. Rhéostat de freinage :	21
9.4. Coffre batterie :	21
9.5. Convertisseur Statique :	21
9.6. Parafoudre :	21
9.7. Coffre HT :	22
9.8. Moteur Pantographe :	22
9.9. LA climatisation :	22
9.10. Les caténaires :	22
9.11. Le pantographe :	23
9.12. La chaîne de traction :	25
Chapitre 2 : PHT et alimentation – Energie de traction	28
1. EXPLOITATION SOUS-SYSTÈME PHT :	28
1.1 Principe général :	28
1.2 Fonctionnement du PHT (Poste haute tension) – 60 KV :	28
1.2.1 Généralités	28
2. Descriptif des installations 30 kV du PHT :	38
2.1. Point Neutre Artificiel « PNA » :	38
2.2. Transformateur de Service Auxiliaire :	39
2.3. Tableau 30 kV :	40
2.4. Basse Tension :	42
3. INTERFACE SONELGAZ :	43
4. La tension 750 Vdc :	43
5. Une station de redressement :	43
Chapitre 3 : Chaîne de traction Oran et SCADA	46
1. La chaîne de traction :	46
1.2. La Traction :	46
1.3. Composition d'une chaîne de traction :	47
1.4. Equipement de la chaîne de traction et implantation :	47
1.5. Les composants internes du tramway :	48
1.5.2 Contrôle du compresseur de sablage :	49

1.5.3. En nacelle porteuse NP :.....	51
1.5.4. En motrices M1etM2 :.....	52
1.5.5. En caisse suspendue C1 :.....	53
1.6. La signalisation :	55
1.7. Le freinage :.....	57
1.7.1 Les types de freinage :.....	57
1.7.2. Les modes de freinage (Commande de freinage) :.....	57
1.8. Chaîne de traction de démarrage et de freinage du tramway :	60
2. SCADA : Exploitation GTE (Gestion technique d'énergie) :	62
2.1. Exemple d'écran :.....	62
2.2. Barre des boutons:.....	63
2.3Barre de navigateur des écrans Gestion Technique d'énergie(GTE):	63
2.4. Vue générale ligne :.....	63
2.5. Fenêtre de l'historique de la consommation d'énergie :.....	64
2.6. Gestion Technique d'énergie(GTE) réseau de traction électrique Sous -Station TractionSST2 à SST3 :.....	65
2.7. Gestion Technique d'énergie GTE réseau de traction électrique Dépôt :	65
2.8. Gestion Technique d'énergie(GTE) - SENIA université SST0 :.....	66
2.9. Gestion Technique d'énergie(GTE)- dépôt-SSTDEP :	66
2.10. Gestion Technique d'énergie GTE- poste haute tension PHT :	67
2.11. Vue de sous-station :	67
2.12. Supervision :.....	68
2.13. Alarme Gestion Technique d'énergie(GTE) :	69
2.14. Commande :	69
3. Conclusion:.....	69
Conclusion Générale :	71
Bibliographie :.....	72

INTRODUCTION GENERALE :

Le transport c'est se déplacer d'une zone à une autre en utilisant différents moyens, car il a évolué au fil du temps du transport par animal aux charrettes, voire des navires, des trains, les autobus pour les lignes urbaines, les autocars pour les lignes interurbaines, les véhicules légers affectés au transport public de personnes, les taxis collectifs, les trolleybus) aux moyens de transport modernes tels que les missiles, les avions et les sous-marins.

La demande de déplacement est elle-même à la pratique de diverse activités (travail, étude, achat, des démarches, se récréer, etc. Le déplacement dans la ville d'ORAN génère des conséquences négatives : le bruit, la congestion, la pollution, etc. Pour cela le ministère des transports assure la coordination, l'organisation et la réglementation des transports et la mise en place un projet de transport par tramway dans le but d'améliorer la situation de transport urbain

Le but de ce travail est l'étude de les spécifications électriques de tramway et alimentation énergie de traction et SCADA, aussi la chaîne de traction ORAN.

Pour cela, mon travail, sera structuré comme suit :

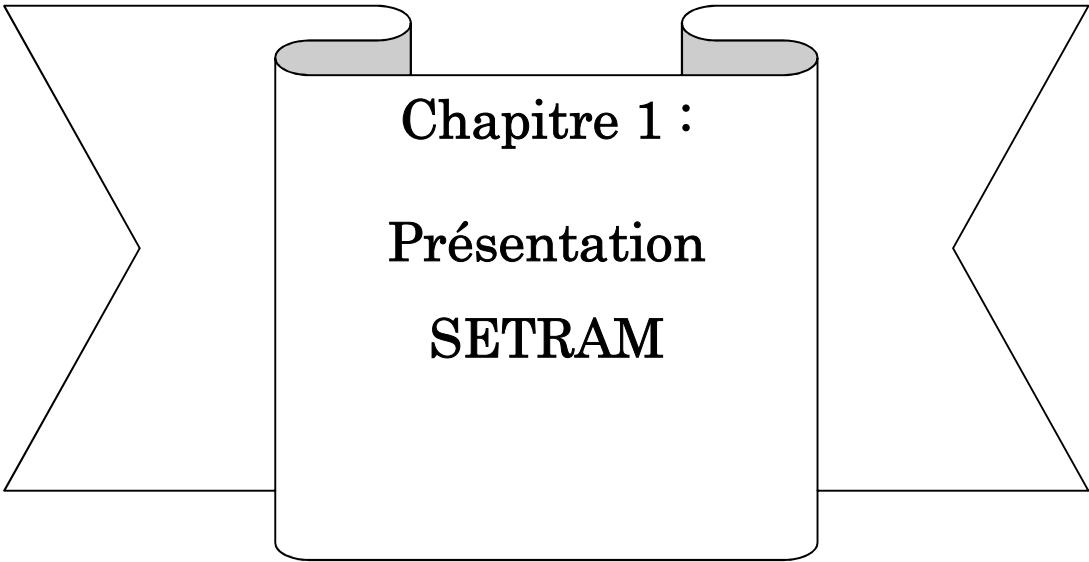
-Le premier chapitre, va consacrer sur la présentation de La Société d'Exploitation des

Tramways où nous allons décrire plus particulièrement le principe de fonctionnement de nos TRAMWAY, et notamment son système de stockage.

-Dans le deuxième chapitre, on parle sur le poste haute tension (PHT) l'alimentation énergie de traction.

-Le dernier chapitre, on va étudier SCADA et la chaîne de traction ORAN, le Compresseur de sablage et les modes de freinage.

-Finalement, une conclusion générale de ce travail.



Chapitre 1 :

Présentation

SETRAM

Chapitre 1 : Présentation SETRAM

1. Historique:

Le tramway tant prisé en son temps par les Algérois. Le premier réseau de tramway d'Alger a été constitué par la Société des tramways algériens (STM), fondée en 1898 sous le nom de filiale Thomson-Houston (dont émergera la future Alstom) qui disposait de trois lignes sur les hauteurs d'Alger à raison de 40 motrices et 60 locomotives. Il s'étendait de Bab El-Oued à El-Harrach et passait par BAB AZZOUN et BELOUIZDAD. Jusqu'en 1945, c'était l'antique tramway des CFRA (Chemins de fer sur routes d'Algérie) qui faisait ce service en plus d'une heure comme en 1900. Aujourd'hui, avec les moyens actuels, quinze à vingt minutes suffisent pour être dans la capitale. Quant à la première carte de transport urbain d'Alger, elle date de 1908, à travers le réseau d'une compagnie des chemins de fer régionaux et urbains (CFRA) qui desservait la Pointe-PESCADE (Raïs-HAMIDOU aujourd'hui), BAB El Oued, Ben AKNOUN, Ruisseau, KOUBA et MOHAMMADIA.

La seconde carte du réseau des liaisons, élaborée en 1941, est venue organiser davantage le trafic, notamment avec l'ouverture des lignes d'autobus pour le transport urbain. Avec son concurrent les Tramways algériens (TA), le CFRA avait contribué, pour une grande partie, à la construction d'un réseau de transport urbain dense. Cela lui a valu en 1939 la distinction honorifique du «réseau le plus moderne du monde». Donc, au lendemain de l'Indépendance, l'Algérie disposait déjà d'un réseau de transport très étoffé avec, notamment, la fusion des Tramways algériens (TA) et les Chemins de fer sur routes d'Algérie (CFRA), sous les couleurs ciel et blanc de la RSTA, l'actuelle ETUSA.

2. Les organisations de transport :

2.1 La Société d'Exploitation des Tramways :

SETRAM est la société chargée de l'exploitation et de la maintenance des Tramways Algériens. Elle exploite actuellement les Tramways d'Alger, Oran et Constantine pour une période de 10 ans.

Elle a été créée en septembre 2012 d'un accord entre l'établissement de transport urbain et suburbain d'Alger (ETUSA), l'entreprise du métro d'Alger (EMA) (51%), et le groupe (RATPDEV) (49%).

La cérémonie de pose de la première pierre du tramway moderne d'Alger a eu lieu le 5 juillet 2006, en présence du président de république Abdelaziz Bouteflika. Le projet a été lancé et financé par l'état Algérien.

Le Ministère des Transports a délégué la maîtrise d'ouvrage à l'Entreprise du Métro d'Alger (EMA), qui elle était assistée par SYSTRA et RATP Développement. La direction générale de la SETRAM se trouve dans la capitale Alger. La SETRAM est née d'un accord entre l'Entreprise du Métro El Djazair (EMA) et le groupe RATP . [1]

2.2 EMA (Entreprise du Metro d'Alger) :

Le métro d'Alger est un réseau ferroviaire de transport urbain de type métro desservant la ville D'ALGER depuis 2011. Le premier projet de métro d'Alger date de 1928 mais il ne verra pas le jour.[2]

2.3 CITAL (CITADIS Algérie):

CITAL Algérie est une compagnie industrielle des transports algériens a formé des entreprises suivantes : la Société nationale des transports ferroviaires SNTF avec une co-entreprise international ALSTOM. [3]



Organigramme I.2.3 - Organisation du tramway

3. UNITE OPERATIONNEL TRAMWAY (SETRAM ORAN):

Est un réseau de tramway qui dessert l'agglomération d'Oran .Un premier tronçon de 18.7 Km et trente-deux stations .reliant Sidi MAAROUF à Es SENIA, est en service depuis le 2 mai 2013. [4]



Figure I.3 - Unité Opérationnel Tramway (SETRAM ORAN)

3.1 Les caractéristiques de tramway Oran:



Situation :	 Oran
Type :	Tramway
Entrée en service :	2 mai 2013
Longueur du réseau :	18.7 km
Lignes	: 1
Stations	: 32
Rames	: 30 ALSTOM CITADIS
Ecartement des rails :	1 435 mm
Propriétaire	: Entreprise Metro d'Alger (EMA)
Exploitant	: SETRAM (RATP DEV/ETUSA/EMA)

3.2 La ligne du Tramway d'Oran :

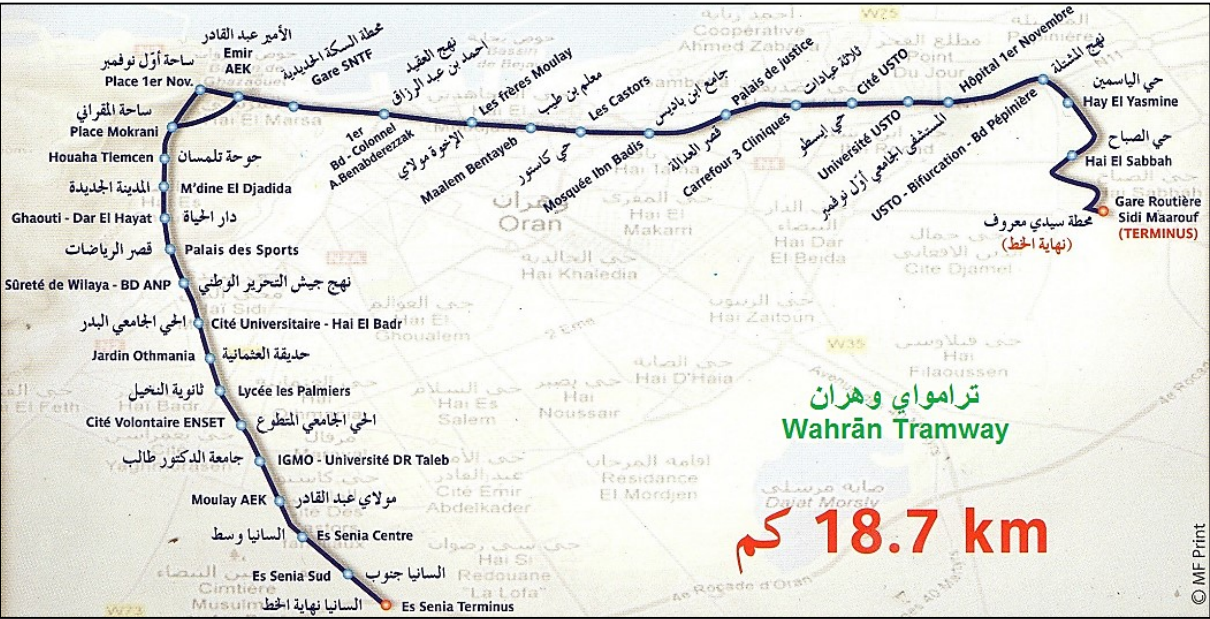


Figure I.3.2 - Plan de la ligne du Tramway d'Oran

3.3 Rame du Tramway d'Oran :



Figure I.3.3 - Rame du Tramway d'Oran

4. Les objectifs de SETRAM:

SETRAM s'est ainsi dotée d'une politique qualité basée sur les objectifs suivants :

- La réussite des mises en service des futurs réseaux et extensions ;
- L'harmonisation des processus et des organisations internes ;
- Valoriser notre image d'entreprise innovante et responsable ;
- Orienter nos ressources humaines vers le développement des compétences ;
- Conforter nos fondamentaux opérationnelles et tendre vers l'excellence. [4]

5. L'équipement de Tramway :

Le tramway est un mode de transport en commun urbain ou interurbain circulant sur des voies ferrées équipées de :

- Rails pour guider le tramway,
- Caténaire pour alimenter le tramway (750 volt),
- signalisation routière pour les automobilistes,
- signalisation spécifique au tramway,
- signalisation pour les piétons,

Le tramway est un matériel roulant qui s'intègre en site urbain et équipés de 3 pôles principaux :

- **Transport** : conducteur et régulateur PCC
 - les trains pour transporter des voyageurs,
 - le PCC pour réguler, gérer les incidents /accident, surveiller les mouvements des rames sur la ligne et le dépôt, ainsi que l'état des équipements.
- **Stations** : agent de station
 - pour accueillir les voyageurs,
 - pour assurer l'échange voyageur,
 - pour valider les titres de transport,
 - pour assurer la vente des titres de transport aux kiosques et agences commerciales,
 - pour orienter les voyageurs. [4]

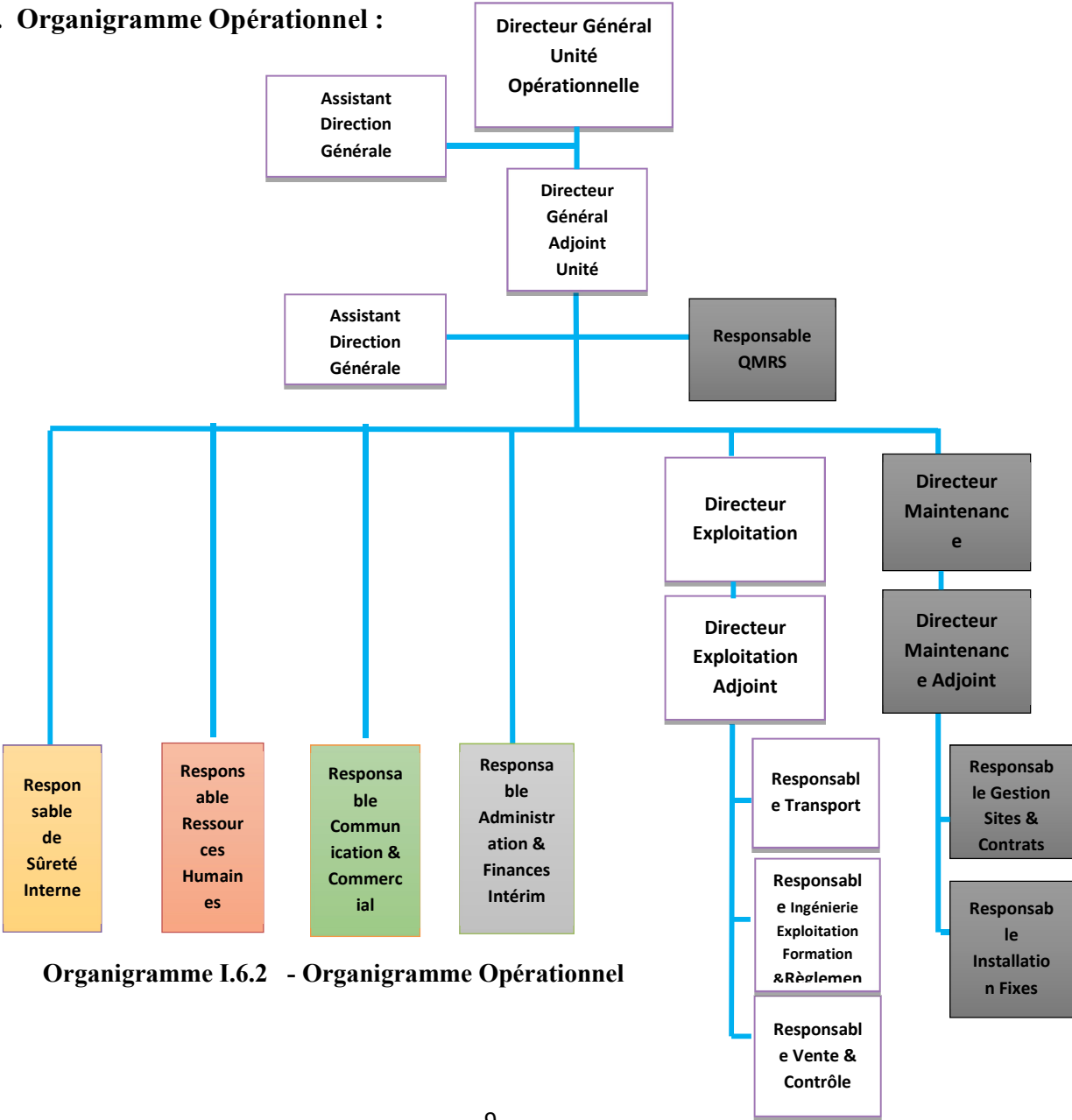
6. Présentation des Organigrammes :

6.1. Unité Opérationnelle :

L'unité opérationnelle du tramway d'Oran est constituée de plusieurs unités :

- Direction général Unité opérationnelle
- Direction de maintenance
- Direction d'exploitation
- Service de finance
- Service de ressource humain
- Service de sécurité intaille.[4]

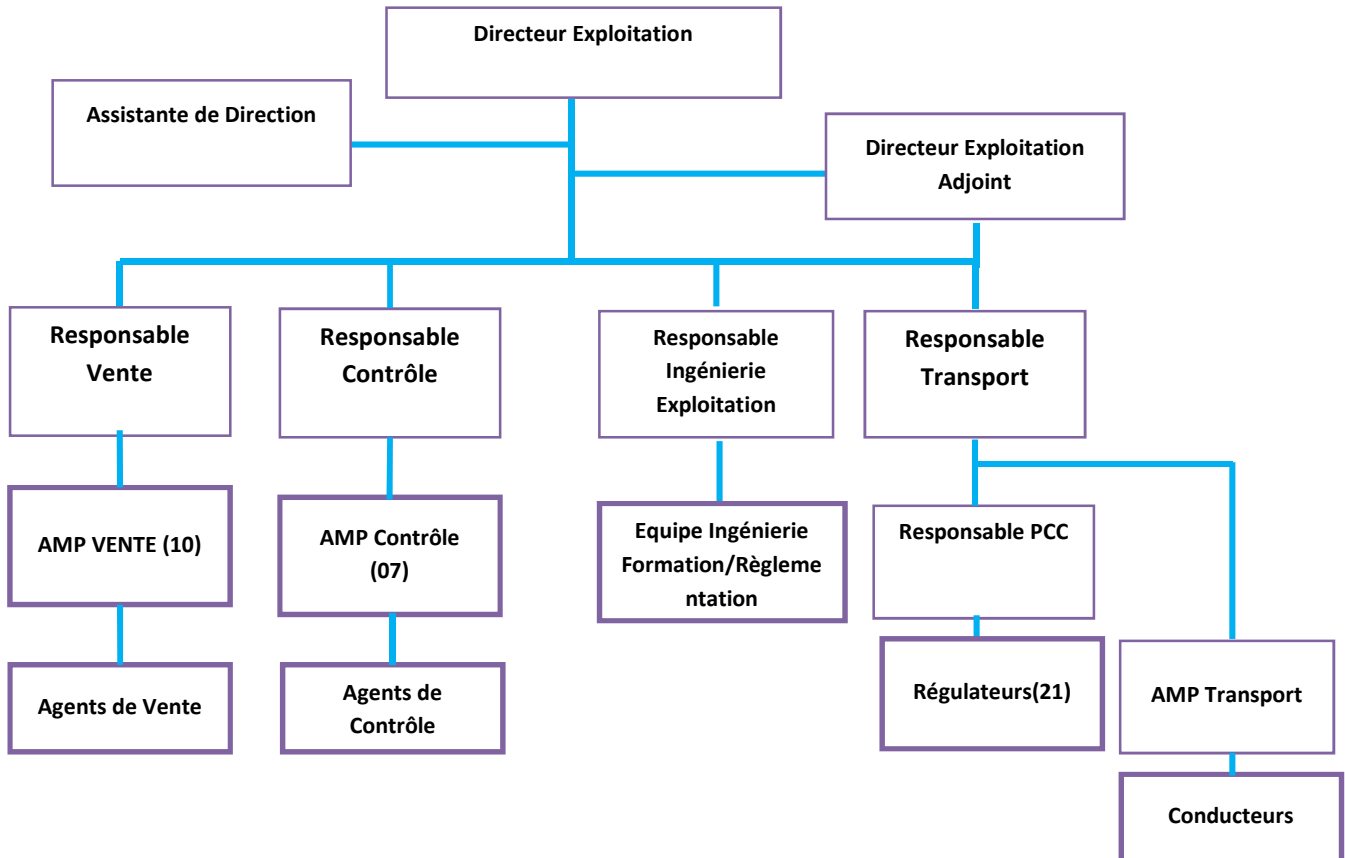
6.2. Organigramme Opérationnel :



Organigramme I.6.2 - Organigramme Opérationnel

6.3. Direction Exploitation :

La direction exploitation son rôle principale est de gérer le bon fonctionnement du tramway est formé par plusieurs branches qui sont détaillées sur l’organigramme de suit :



Organigramme I.6.3 - Direction Exploitation

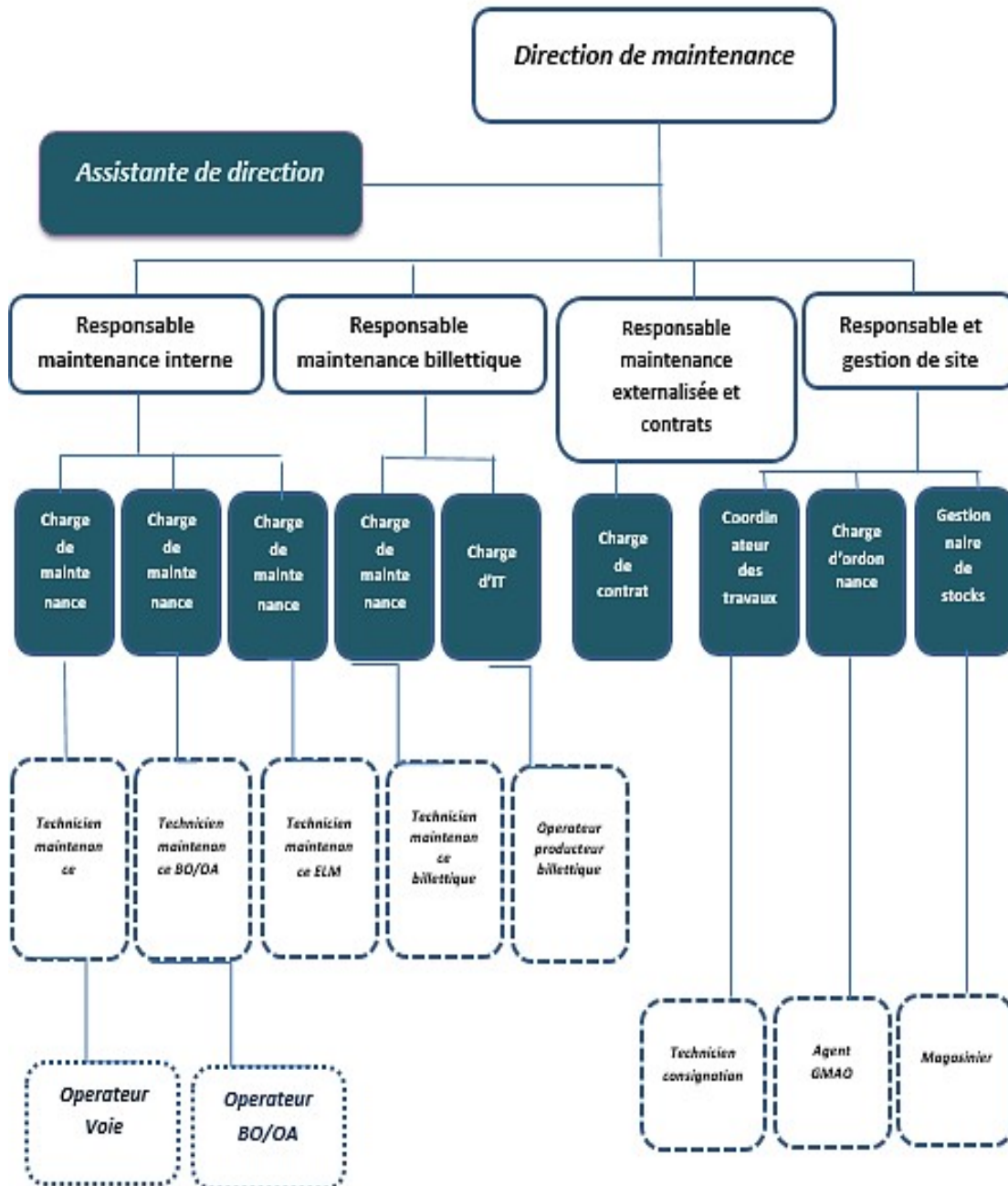
6.4. Direction Maintenance :

L’objectif principal est de maintenir et garantir dans le temps les niveaux de sécurité, de disponibilité et de fiabilité du système de transport afin d’assurer aux voyageurs un service public dans le respect des normes AFNOR, des exigences de sécurité, de régularité et de qualité. Ainsi les missions principales sont :

Réaliser les opérations de maintenance (préventive et corrective) des systèmes (voies, billettique, fil de contact, alimentation en énergie, radio, téléphonie, informations voyageurs...) et des ouvrages d’art dédiés au tramway, ainsi que le bon état de propreté. Piloter les actions et les achats des pièces de recharge grâce à la GMAO (Gestion de la Maintenance par Ordinateur). Elaborer le référentiel technique et les formations afférentes.

La direction de maintenance, s'occupe de la maintenance du Tramway Rame billetterie signalisation.....etc. [4]

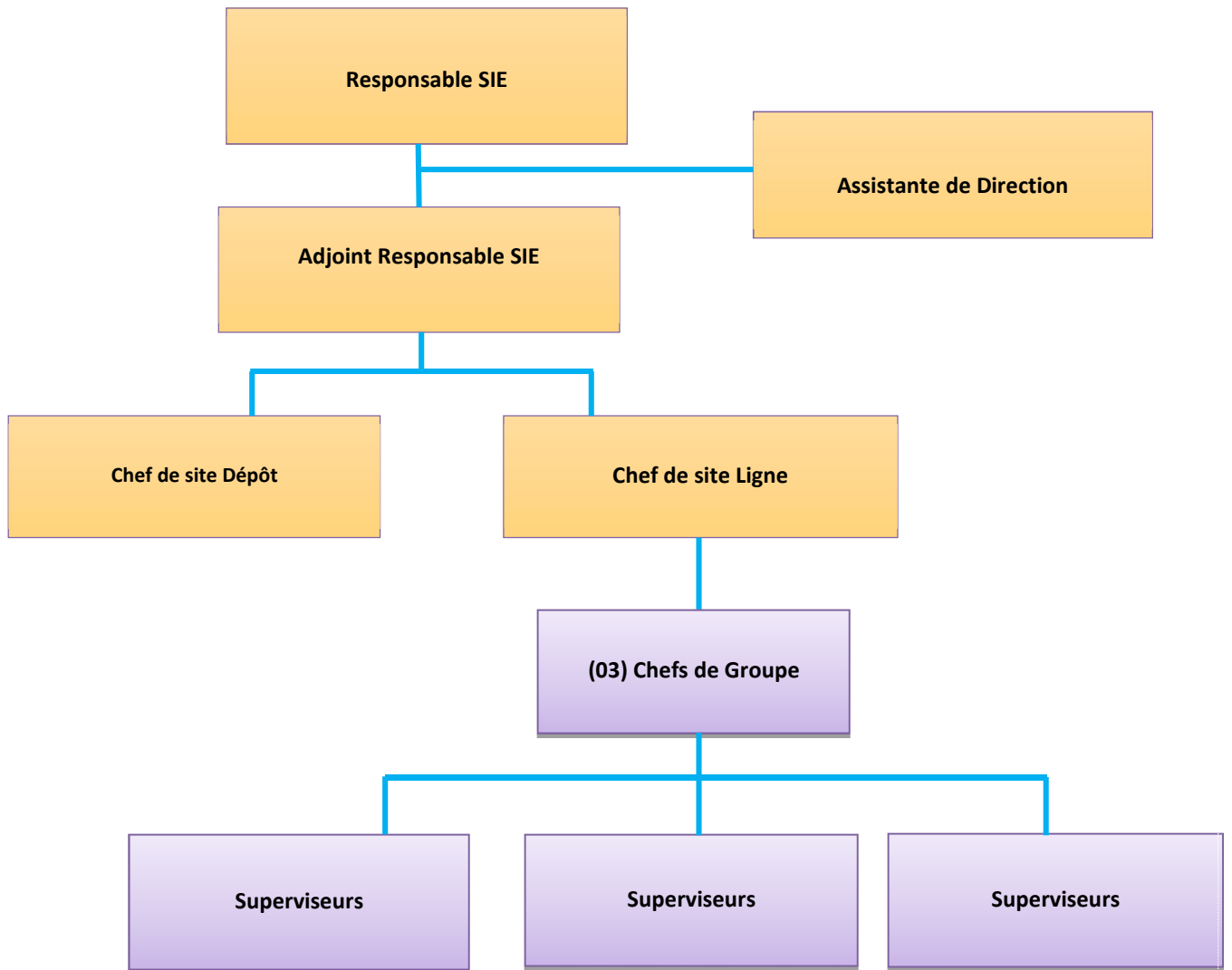
L'organigramme 1.3.4 détaillera ses différentes tâches :



Organigramme I.6.4 - Direction Maintenance

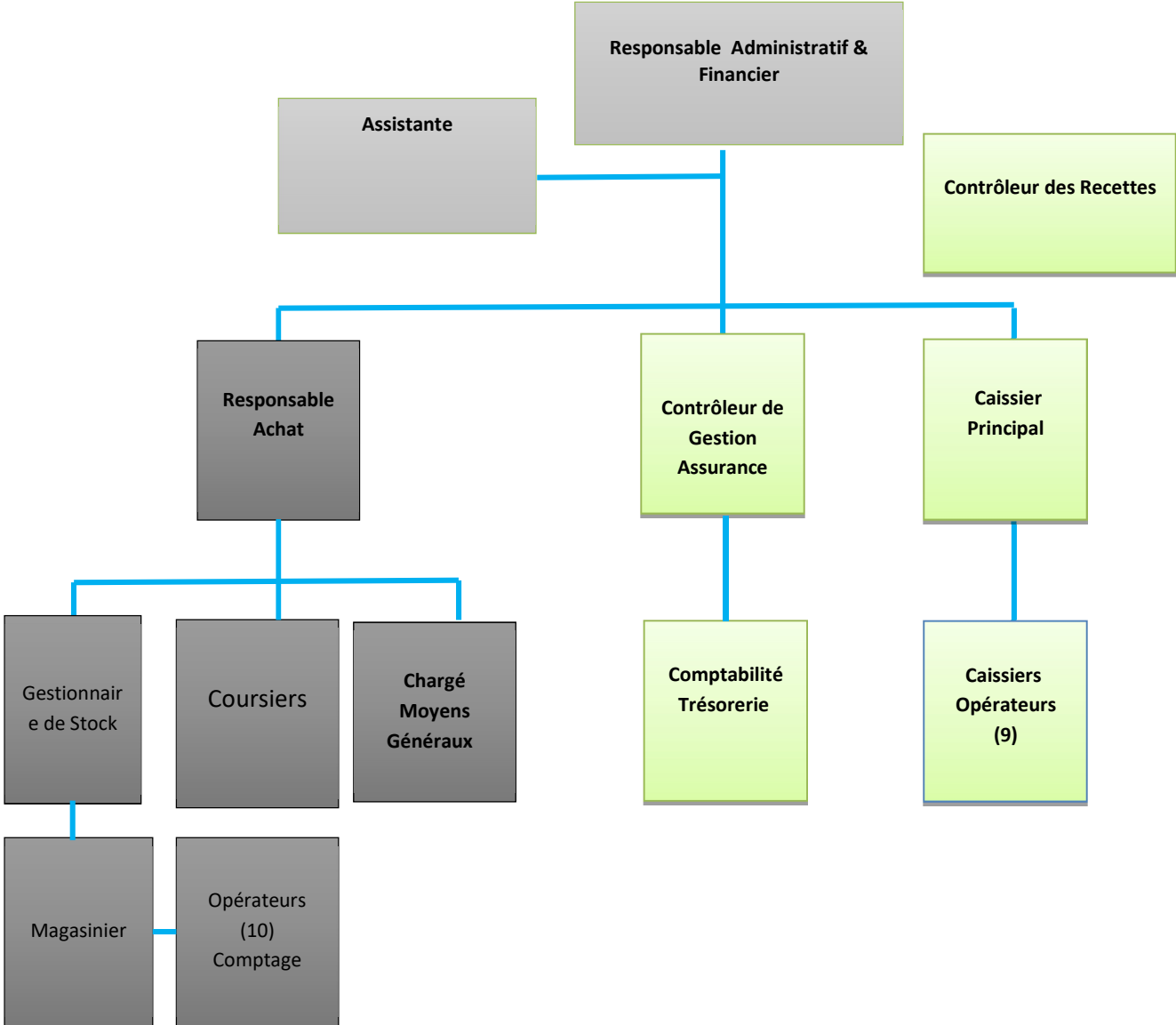
6.5. Département De Sureté :

La sureté est primordiale dans le transport ou l'unité d'Oran a une département qui s'occupe de la sureté et la sécurité des voyageurs. [4]



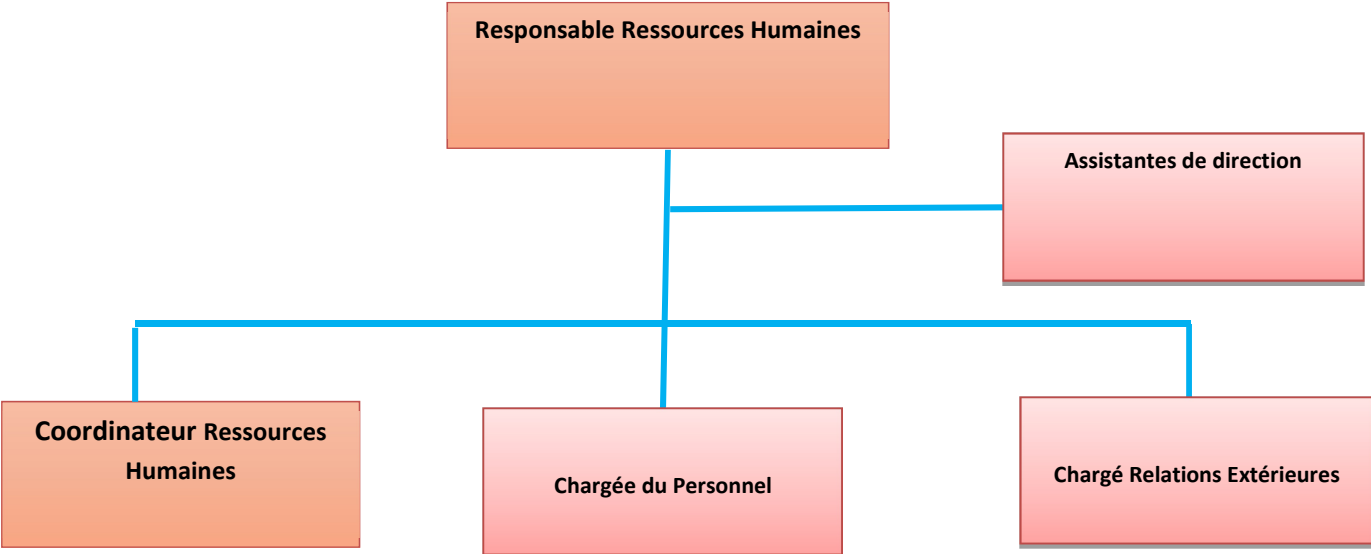
Organigramme I.6.5 - Département sureté

6.6. Département Administrative et Financière :



Organigramme I.6.6 - Département Administrative et Financière

6.7. Direction des ressources humaines :

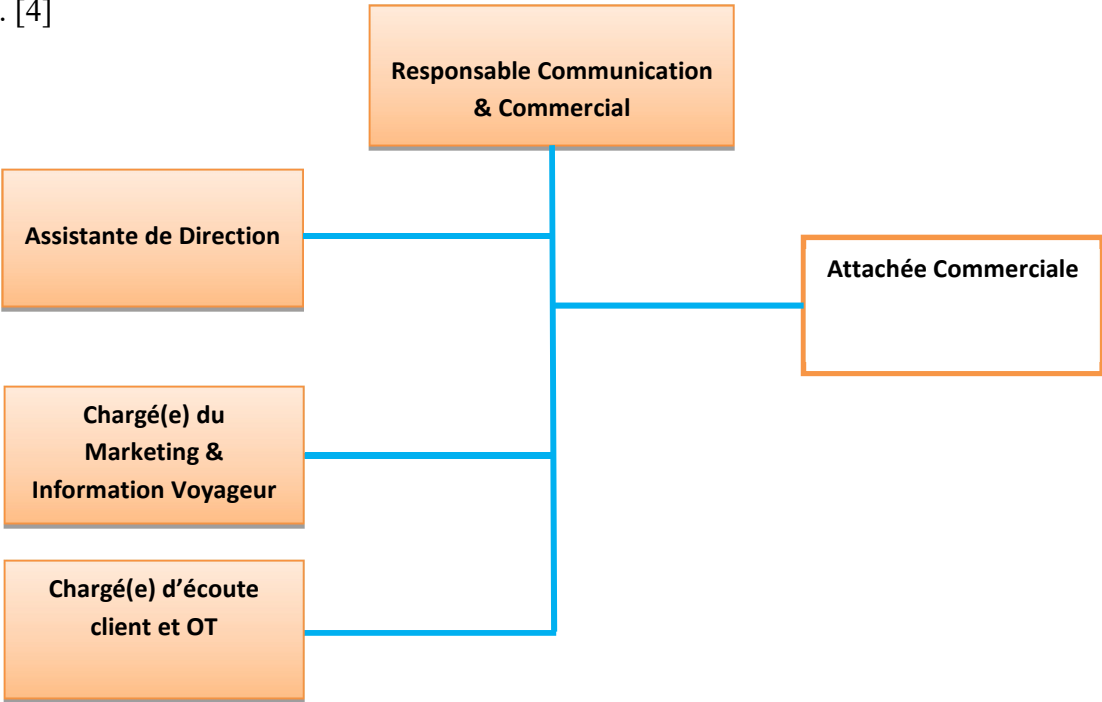


Organigramme I.6.7 - Direction des ressources humaines

6.8. Unité de communication & marketing:

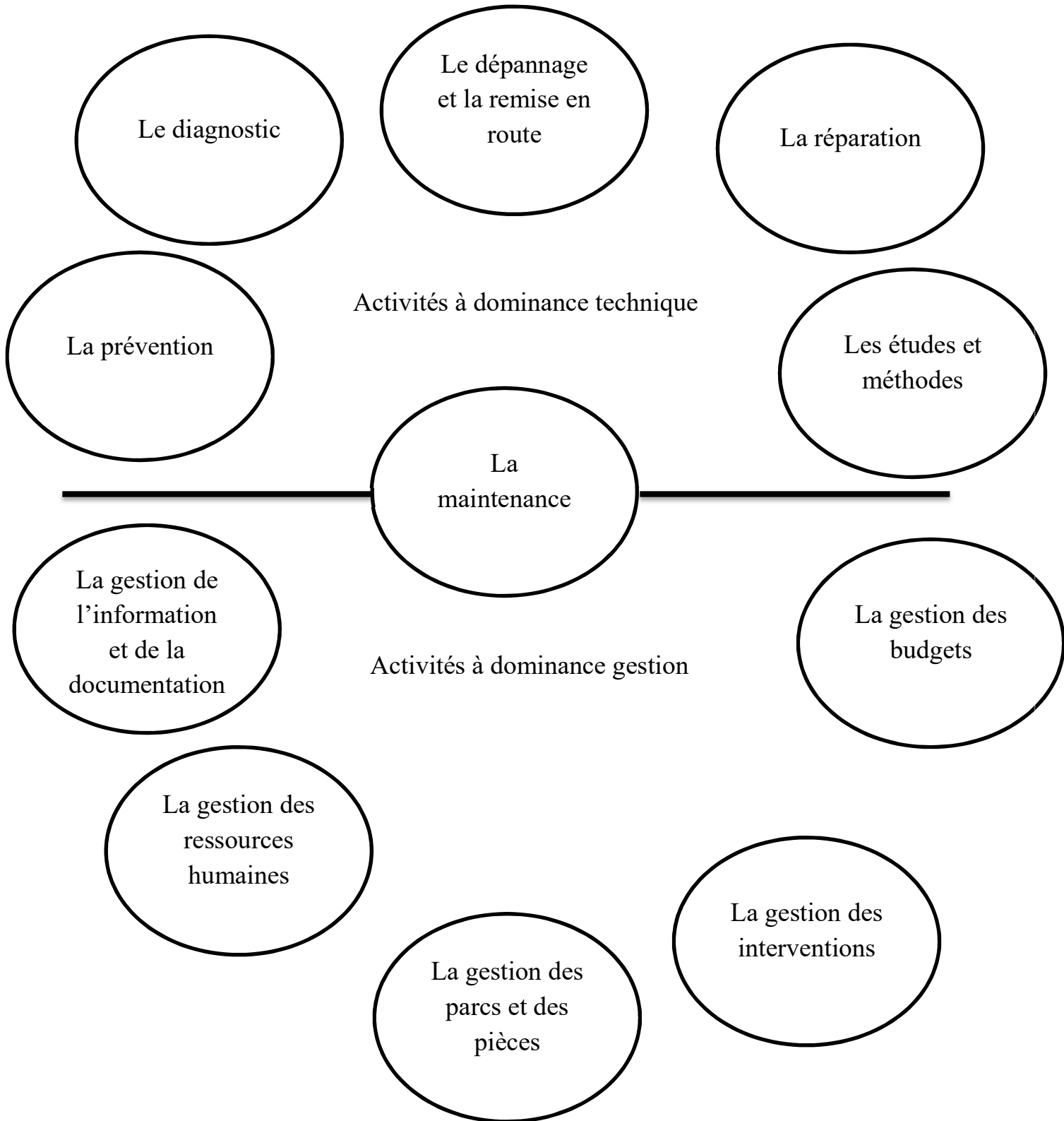
Unité communication et marketing pour toute activités commerciale a besoin du marketing et communication a fin d’informée les voyageurs de la durée d’attente dans la station.....

Et des nouveaux produits mis à leur position de l’organigramme présents des différents services. [4]



Organigramme I.6.8 - Unité Communication & Marketing Organisation provisoire

6.9. Le contenu de la fonction maintenance :



Organigramme I.6.9- Le contenu de la fonction maintenance

7. Alimentation :

7.1. Alimentation par ligne aérienne de contact :

« L.A.C » permettent de transporter le courant 750 vc. Les L.A.C sont ancrées sur des poteaux qui jalonnent la plateforme. [4]



Figure I.7.1 - Ligne aérienne de contact

7.2. Alimentation par le Sol :

Le tramway circule en ville sur des rails encastrés dans le sol. Ces rails ne présentent pas de saillies afin d'assurer la sécurité des piétons et des véhicules susceptibles de croiser ces voies. [4]



Figure I.7.2 - La Rail de Tramway

8. Station de service :

8.1. Poste de distribution de sable :

En cas de freinage d'urgence ou dans des conditions de rails glissants, seul le sable améliore l'adhérence des roues sur le rail et évite des incidents.

L'installation fixe de distribution de sable conçue par NEU Railways est un système propre, efficace et rapide, qui permet le remplissage en sable des sablières des matériels roulants, et ce, en toute sécurité pour l'opérateur.

Une installation fixe de distribution de sable comprend :

- ❖ Un silo de stockage de sable
- ❖ Des points sable installent le long des quais du dépôt
- ❖ Un réseau de tuyauteries, généralement installé sous les quais, reliant chaque point sable au silo de stockage. [4]
 - Type de point de sable :



Figure I.8.1 - Poste de distribution de sable

8.2. Poste de lavage :

Le portique de lavage assurera le lavage mécanisé des carrosseries des tramways. Il sera implanté dans la station –service, après le poste de distribution de sable dans une zone sous auvent. [4]



Figure I.8.2. - Poste de lavage

8.3. L'atelier :

Ce permettra la réalisation des opérations de réparations et de maintenance sur les équipements fixes du tramway.

Elle conservera une certaine autonomie de fonctionnement par un accès séparé, et une zone de stationnement pour les véhicules d'intervention. [4]



Figure I.8.3- L'atelier

8.4. Le remisage :

Il s'agit tout simplement du système qui gère le parcage des rames dans le Tramway .ce système prend en considération beaucoup d'informations et établit la trace du parcours de chaque rame au travers du dépôt. [4]



Figure I.8.4 - Le remisage

8.5. Magasin de stockage :

Le magasin de stockage se compose d'un :

- Magasin de stockage des pièces mécaniques et des matériaux consommables de la ram du tramway appartient à la société (CITAL) ;
- Magasin de stockage des mini pièces soit mécaniques ou bien électriques appartient à la société (SETRAM). [4]



Figure I.8.5 - Magasin de stockage

9. Les composants de fonctionnement de tramway:

9.1. La batterie du matériel roulant :

La batterie du tramway est installée en toiture. En cas d'absence de tension dans la

LAC ou lorsque que la rame est dé-préparée, elle alimente certains auxiliaires.

En cas d’avarie, la batterie prend le relais pendant environ 30 minutes si les équipements électriques ne sont pastropsollicités.

Il faut donc éviter de solliciter les appareillages consommateurs d’énergie (patins magnétiques, portes...) La batterie doit être impérativement coupée encas:

- D’incendie,
- De patins magnétiques bloqués en position basse.

Note: Après 30 minutes d’utilisation de la batterie, ou à l’apparition de l’IOS « défaut batterie» il faut donc impérativement dépréparer totalement la rame et enclencher la commande secours « alimentation secours radiotéléphonie».



Figure I.9.11 - La batterie du matériel roulant

9.2. Refroidissement moteur GRF :

GRF Un groupe de refroidissement assure le refroidissement des moteurs de traction d'un même bogie. [4]

9.3. Rhéostat de freinage :

Coffre batterie ; Le rhéostat de freinage permet de dissiper l'énergie fournie par les moteurs, en effet en phase de freinage les moteurs se comportent comme des générateurs et injectent de l'énergie sur la caténaire mais lorsque celle-ci n'est plus réceptive le flux d'énergie est envoyé dans les rhéostats. [4]

9.4. Coffre batterie :

Ce réseau est utilisée principalement pour alimenter les fonctions qui doivent rester disponibles quand le véhicule dé-préparé (par exemple : feux de garage (fanaux)).C'est la raison pour laquelle il est continuellement alimenté par la batterie tant que cette dernière n'est pas déchargée (ou par le convertisseur statique lorsqu'il fonctionne).et remorque /poussage, ce réseau de l'élément secouru n'est pas alimenté par l'élément secourant. [4]

9.5. Convertisseur Statique :

La fourniture d'énergie auxiliaire est assurée par un convertisseur statique CVS. A partir de la haute tension 750 VCC délivré par un pantographe, le convertisseur statique délivre, à partir de différents modules électriques, l'énergie moyenne et basse tension utilisée sur la rame. Le CVS contient également une électronique de commande qui assure le contrôle et la commande des différents modules. [4]

9.6. Parafoudre :

Le parafoudre assure la protection de la rame contre les surtensions du matériel alimenté sous une tension nominale de 750v en courant continue en cas d'orage. [4]



Figure I.9.6 - Parafoudre

9.7. Coffre HT :

Le coffre disjoncteur, situé en toiture de la nacelle porteuse NP, est l'équipement qui assure la continuité électrique contre :

- D'une part, les équipements permettant la fourniture de la tension HT (pantographe, batterie HT).
- Et d'autre part, les équipements nécessitant la tension HT avec principalement les coffres de traction-freinage et les convertisseurs statique. [4]

9.8. Moteur Pantographe :

Le pantographe est le dispositif articulé qui permet à une locomotive électrique ou à un tramway ou à d'autres systèmes *automoteurs* électriques de capter le courant par frottement sur une caténaire. [4]

9.9. LA climatisation :

Le groupe de climatisation salle voyageurs a pour rôle de maintenir et d'assurer à l'intérieur de salles voyageuses une température constante. [4]

9.10. Les caténaires :

Les caténaires sont un des éléments les plus connus de l'infrastructure ferroviaire, car également l'un des plus visibles. Ce sont des ensembles de câbles placés au-dessus des voies permettant d'acheminer l'électricité jusqu'à nos trains et tramways. Ces ensembles de câbles porteurs sont approvisionnés grâce à des postes de redressement qui transforment le courant industriel qui arrive à ces postes en courant adapté au RER (1 500 volts) ou au tramway (750 volts). La rame de RER ou de tramway est à son tour alimentée grâce à des pantographes, dispositifs articulés qui captent le courant par frottement.

Les premiers essais de supports caténaires ont été validés en 1910 par la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (PLM) et par la Compagnie des Chemins de fer du Midi. [5]

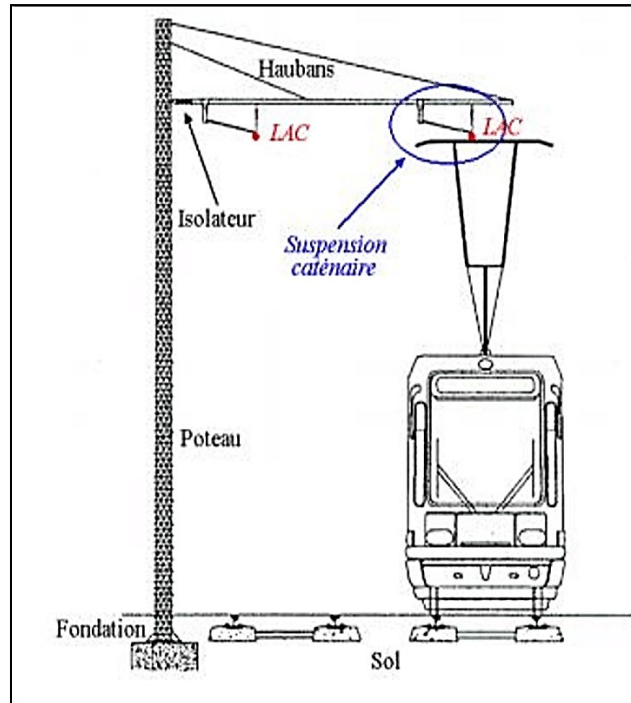


Figure I.9.10 - Les caténaires

9.11. Le pantographe :

Le pantographe est le dispositif articulé qui permet à une locomotive électrique de capter le courant par frottement sur la caténaire.

Les premiers pantographes avaient la forme symétrique d'un losange, tandis que les pantographes modernes ne comportent qu'un seul bras articulé.

Le pantographe est fixé sur le toit de la locomotive au moyen d'isolateurs. Le contact avec la caténaire se fait par une pièce horizontale, l'archet. Le bras articulé est formé de deux éléments, le bras inférieur et le bras supérieur. Le pantographe peut être motorisé pneumatiquement ou électriquement.

Sur l'archet sont fixés des bandes de carbone (en général 2) qui font office de frotteurs sur la ligne aérienne de contact (ou LAC) et permettent de capter l'énergie. Ces bandes peuvent être montées de façon rigide sur l'archet ou être indépendantes et montées sur ressorts.

Afin de maintenir une pression la plus constante possible des bandes de carbone sur la LAC, un système d'amortissement est implanté sur le pantographe. Cet amortissement est généralement constitué de ressort(s) mécanique(s) et/ou de vérin(s) pneumatique(s).

Dans le cadre d'un pantographe pneumatique, le déploiement du bras est assuré par un vérin pneumatique, qui permet de maintenir une certaine pression sur la caténaire. Le pantographe se replie par gravité, lorsque la pression d'air est annulée. Dans le cadre d'un pantographe électrique les mouvements de montée et de descente sont assurés par un moteur électrique annexe.

Lorsqu'il y a un contact dégradé avec la LAC, il se produit des flashes qui sont ces éclairs bleutés dûs à la différence de potentiel entre la LAC et le pantographe. Les causes peuvent être diverses ; on peut citer des impuretés sur la LAC, des défauts mécaniques de la LAC, le passage sur un isolateur, des sauts de pantographe, etc.

Le pantographe n'est pas le seul système de captation de courant pour les trains ou tramway. On trouve aussi des frotteurs sur un troisième rail (en vallée de Maurienne, sur le St Gervais-Vallorcine, ou sur la plupart des métro urbains), où des systèmes plus anciens comme la captation en triphase du Train de la Rhune au pays basque. [6]

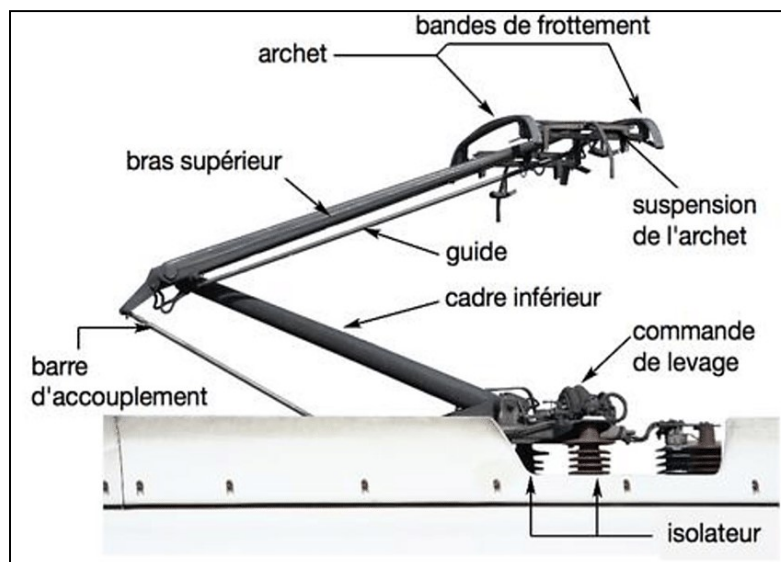


Figure I.9.1 - Le pantographe

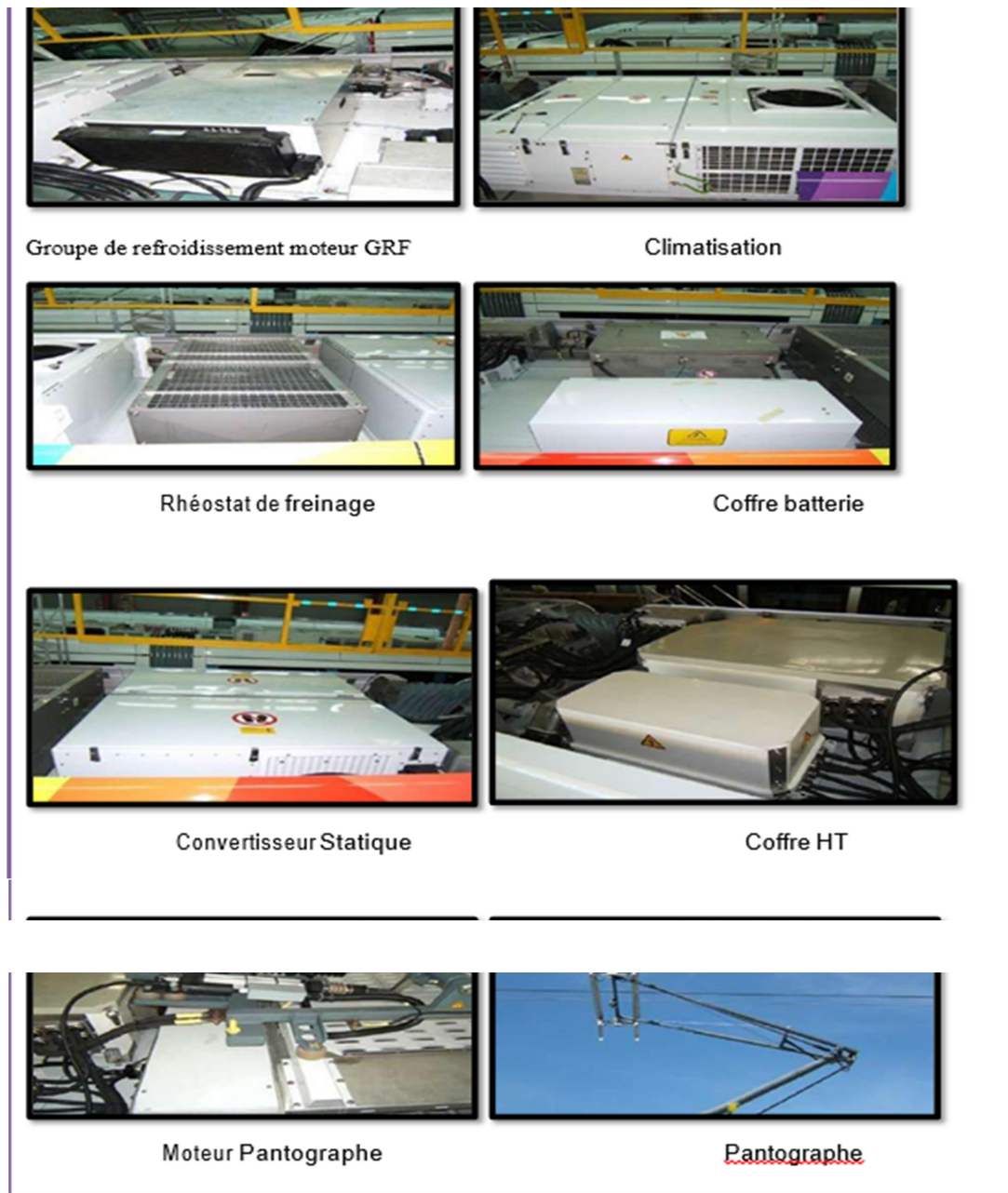


Figure I.9.1 - Les équipements en toiture d'un élément du tramway

9.12. La chaîne de traction :

Une chaîne de traction est un composant du tramway. Il s'agit d'un système installé sur le toit ou en dessous du tramway. La chaîne de traction convertit l'énergie électrique, captée par le pantographe depuis la caténaire, en énergie mécanique, permettant ainsi aux roues de tourner et donc au tramway d'accélérer et de freiner. [4]

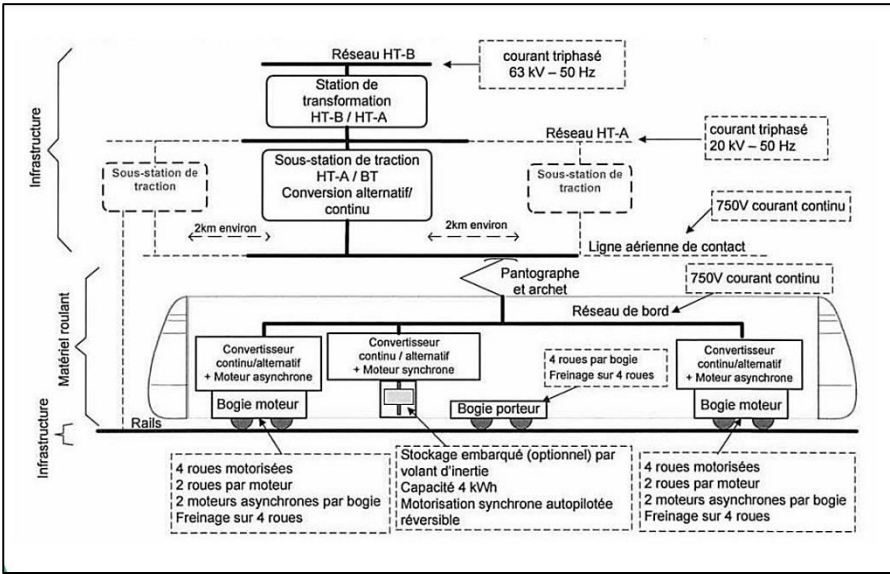
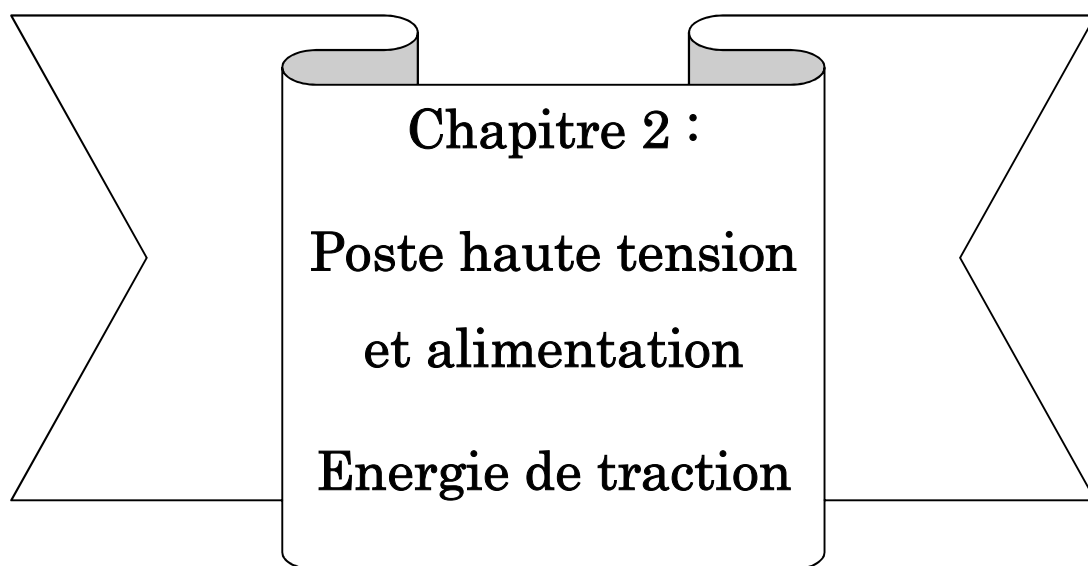


Figure I.9.12 - chaîne de traction



Chapitre 2 : PHT et alimentation – Energie de traction

1. EXPLOITATION SOUS-SYSTÈME PHT :

1.1 Principe général :

La fonction principale du Poste de Haute Tension (PHT) est d'assurer la transformation de la tension de 60 kV à 30 kV pour l'alimentation des sous-stations de traction en 30kV à partir d'un anneau de distribution.

L'alimentation 60 kV est assurée par SONELGAZ. Le PHT est raccordé en coupure d'artère sur la ligne 60 kV HASSI AMEUR –Petit Lac.

Un tableau de distribution 30 kV alimente deux départs pour former un anneau le long de la ligne, qui alimente en coupure d'artère les différentes sous-stations de traction de la ligne du tramway d'Oran. [4]

1.2 Fonctionnement du PHT (Poste haute tension) – 60 KV :

1.2.1 Généralités :

Le PHT est inséré en coupure d'artère sur une ligne 60 kV du réseau SONELGAZ. Cette ligne est d'une importance stratégique pour l'alimentation de la ville d'Oran.

Par conséquent les principes fonctionnels du PHT feront l'objet d'une coordination étroite entre l'exploitant et SONELGAZ.

Le contrôle commande du PHT est réalisé à partir de la source 127VCC permanente du poste.

Les défauts et alarmes seront signalés en face avant de l'armoire Contrôle et Protection 60 kV et également retransmis à distance.

Les bobines d'enclenchement et de déclenchement des disjoncteurs sont à émission de tension et fonctionnent en 127 VCC. Les moteurs de réarmement des ressorts de disjoncteurs sont également commandés en 127 VCC. [4]

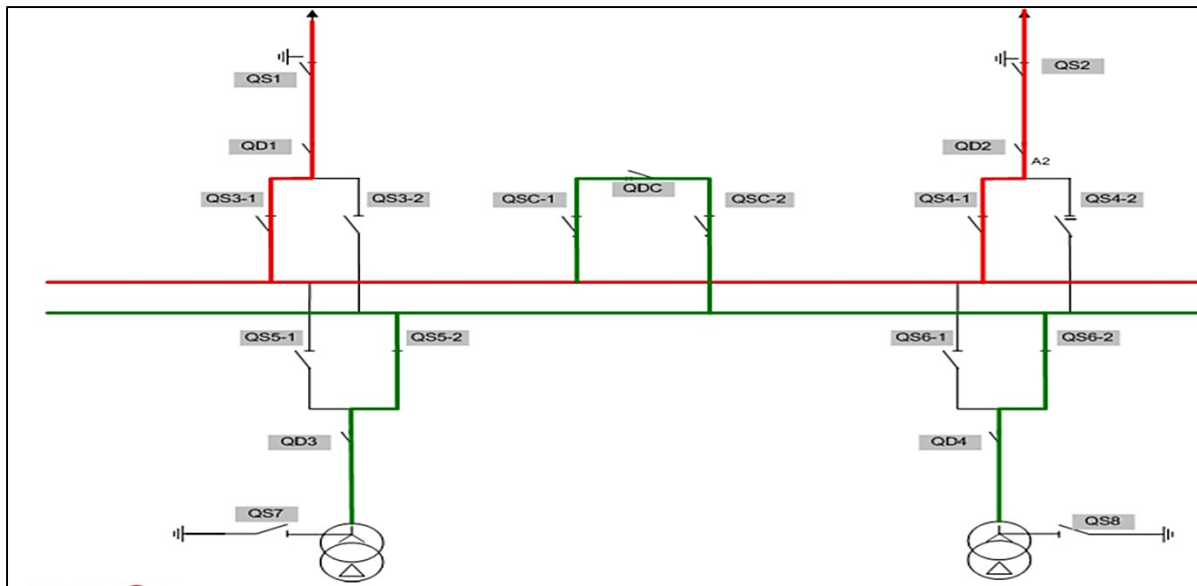


Figure II.1.2. - Schéma unifilaire travée départ

1.2.2. Arrivées Ligne :

Le PHT dispose de deux travées « arrivées ligne 60 kV » :

La première depuis le poste SONELGAZ 60 kV de HASSI AMEUR, la deuxième depuis le poste SONELGAZ 60 KV de PETIT LAC.

Sur chacune des deux arrivées, on trouve :

- Trois parafoudres FP (FP1-1/2/3), (FP2-1/2/3).
- Trois transformateurs de tension TT pour protection, (TT1-1/2/3), (TT2-1/2/3) $60\text{kV}/\sqrt{3}-100/\sqrt{3}$.
- Sectionneur d'arrivée ligne (QS1-1, QS2-1) triphasé avec mise à la terre (60KV1250A) :
 - Commandes manuelles d'ouverture et de fermeture possibles si le disjoncteur (QD1-1, QD2-1) est en position ouverte.
 - Un verrouillage mécanique intrinsèque interdit la manœuvre du sectionneur si le sectionneur de terre est fermé.
 - Un interverrouillage à clé interdit la manœuvre du sectionneur si le disjoncteur est en position ouvert. Ce sectionneur est manuel donc non manœuvrable à distance. En

principe la manœuvre de ce sectionneur est exclusivement à l'initiative de SONELGAZ.

- Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur. Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance.
- La position habituelle de ces équipements est la position « fermé ».
- **Sectionneur de terre (QS1-1, QS2-1) :**
 - Commandes manuelles d'ouverture et de fermeture possibles si le sectionneur de ligne est ouvert.
 - Un verrouillage mécanique intrinsèque interdit la manœuvre du sectionneur de terre si le sectionneur de ligne est fermé. En outre ce sectionneur de terre est condamnable, en position ouverte et fermé.
 - Ce sectionneur de terre n'est pas motorisé et n'est pas manœuvrable à distance. En principe la manœuvre de ce sectionneur est exclusivement à l'initiative de SONELGAZ des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.
 - Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance.
 - La position habituelle de ces équipements est la position « ouvert ».
 - Trois transformateurs de courant TC pour protection et contrôle,
 - Trois transformateurs de tension TT pour protection, (TT1-1/2/3), (TT2-1/2/3)60kv/ $\sqrt{3}$ -100/ $\sqrt{3}$.
- **Trois transformateurs de courant TC pour protection, (TC1-1/2/3), (TC2-1/2/3)1250/1A-1A.**
- **Disjoncteurs (QD1-1 et QD2-1) (60KV 2500A) :**
 - L'ouverture ou fermeture manuelle avec intervention d'un opérateur est réalisée :
 - Par ordres externes venant de l'armoire Contrôle et Protection du PHT en mode « distance »
 - Par boutons poussoirs au pied de l'équipement en mode « local ».
 - L'ouverture automatique (déclenchement) se produit :
 - Sur défaut détecté par les relais de protection
 - Sur arrêt d'urgence « PHT »
 - Sur ordre externe venant de SONELGAZ (défaut ou manœuvre) :
 - Des voyants indiquent en face avant la position du disjoncteur.

- Un bornier d'interface est prévu pour assurer la supervision à distance (réceptions des ordres et retransmission des états).
- Lorsqu'il est en position « ouvert », les conditions d'enclenchement requises pour ce disjoncteur sont :
 - La présence tension 127 VCC de contrôle commande,
 - Les relais de protection qui peuvent provoqué le déclenchement du disjoncteur n'ont pas de défaut non acquitté,
 - Il n'y a pas d'ordre de déclenchement externe,
 - Il n'y a pas d'arrêt d'urgence « PHT »
- Lorsque toutes les conditions sont réunies, un voyant « fermeture autorisée » informe l'Opérateur au niveau de l'armoire de contrôle et protections.
- Ces deux disjoncteurs (QD1-1 et QD2-1) sont manœuvrables :
 - au pied de l'équipement,
 - depuis l'armoire de contrôle et protection du PHT.
 - Ils ne sont pas manœuvrables depuis le PCC de la ligne du Tramway d'Oran.
- Le déclenchement du disjoncteur est assuré par une bobine à émission de tension. La perte d'une des conditions d'enclenchement éteint le voyant « fermeture autorisée ».
- **Deux sectionneurs motorisés, triphasés (QS3-1, QS3-2 coté HASSI AMEUR et QS4-1, QS4-2 coté PETIT LAC).**
 - La commande manuelle d'ouverture et de fermeture de QS3-1 et QS3-2 (respectivement QS4-1 et QS4-2) est possible si le disjoncteur QD1-1 (respectivement QD2-1) est en position ouverte.
 - Un interverrouillage à clé interdit la manœuvre des sectionneurs si le disjoncteur est en position fermé.
 - Ce sectionneur est motorisé, manœuvrable à distance depuis la face avant de l'armoire Contrôle et Protection du PHT, mais pas depuis le PCC.
 - En principe la manœuvre de ce sectionneur est exclusivement à l'initiative de SONEGAS.
 - Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.
 - Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance.

- Un inter verrouillage à clé, également, interdira la fermeture simultanée de QS3-1 et QS3-2 (respectivement QS4-1 et QS4-2).
- Un commutateur local/distance, sur l'armoire de commande locale du sectionneur, permet d'aiguiller les ordres donnés de manière locale ou distante. [4]



Figure II.1.2.2 - Travées 60KV Hassi- Ameur /Petit-Lac

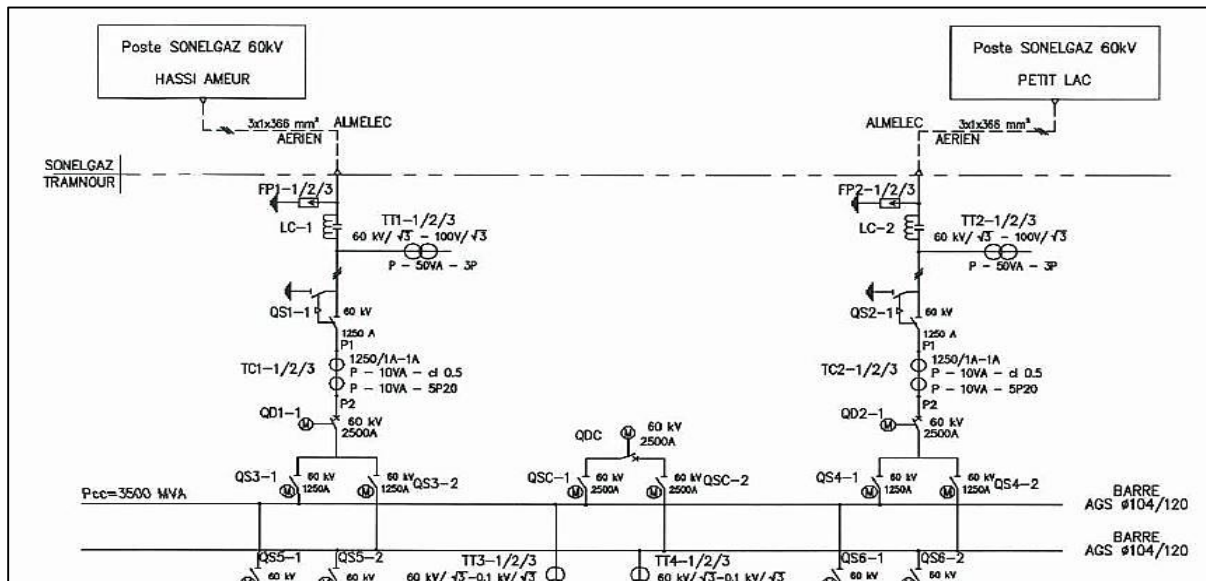


Figure II.1.2.20 - schéma unifilaire des travées 60KV HASSI-AMEUR/PETIT-LAC

1.2.3. Jeux de barres de couplage :

Les arrivées ligne peuvent être aiguillées sur les deux jeux de barres. Les départs transformateurs peuvent être aiguillés sur les deux jeux de barres. En extrémité de chacun des deux jeux de barres on trouve trois transformateurs de tension pour le comptage d'énergie

Le PHT dispose de deux jeux de barres, réunis par une travée « couplage 60 kV », composées de :

- **Un disjoncteur pour le couplage QDC (60KV 2500A) :**
 - L'ouverture ou fermeture manuelle avec intervention d'un opérateur est réalisée :
 - par ordres externes venant de l'armoire Contrôle et Protection du PHT en mode « distance » par boutons poussoirs au pied de l'équipement en mode « local ».
 - L'ouverture automatique (déclenchement) se produit :
 - sur défaut détecté par les relais de protection,
 - sur arrêt d'urgence « PHT »,
 - sur ordre externe venant de SONELGAZ (défaut ou manœuvre),
 - Des voyants indiquent en face avant la position du disjoncteur. Un bornier d'interface est prévu pour assurer la supervision à distance (réceptions des ordres et retransmission des états).
 - Lorsqu'il est en position « ouvert », les conditions d'enclenchement requises pour ce disjoncteur sont :
 - La présence tension 127 VCC de contrôle commande.
 - Les relais de protection qui peuvent provoqué le déclenchement du disjoncteur n'ont pas de défaut non acquitté,
 - Il n'y a pas d'ordre de déclenchement externe,
 - Il n'y a pas d'arrêt d'urgence « PHT »
 - Lorsque toutes les conditions sont réunies, un voyant « fermeture autorisée » informe l'opérateur au niveau de l'armoire de contrôle et protections.
 - Ce disjoncteur est manœuvrable :
 - au pied de l'équipement,
 - depuis l'armoire de contrôle et protection du PHT.
 - Ils ne sont pas manœuvrables depuis le PCC de la ligne du Tramway d'Oran.
 - Le déclenchement du disjoncteur est assuré par une bobine à émission de tension. La perte d'une des conditions d'enclenchement éteint le voyant « fermeture autorisée ».

▪ **Deux sectionneurs (QSC1 et QSC2) (60KV 2500A).**

- La commande manuelle d'ouverture et de fermeture de QSC-1 (respectivement QSC-2) est possible si le disjoncteur QDC est en position ouverte.
- Un inter verrouillage à clé interdit la manœuvre du sectionneur si le disjoncteur est en position fermé.
- Ce sectionneur est motorisé, manœuvrable à distance depuis la face avant de l'Armoire Contrôle et Protection du PHT, mais pas depuis le PCC.
- En principe la manœuvre de ce sectionneur est exclusivement à l'initiative de SONELGAZ.
- Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.
- Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance.
- Un commutateur local/distance, sur l'armoire de commande locale du sectionneur, permet d'aiguiller les ordres donnés de manière locale ou distante. [4]



Figure II.1.2.3 - Jeux de barres

▪ **Trois transformateurs de tension TT pour la protection et le comptage :**

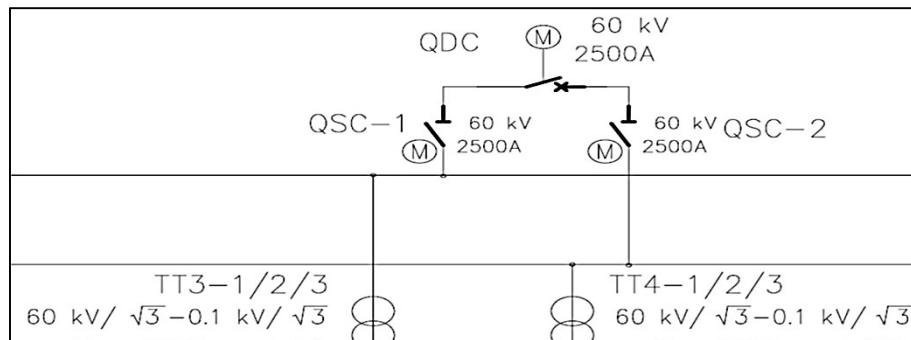


Figure II.1.2.3 - schéma unifilaire jeu de barre

Départs Transformateur :

Pour alimenter le réseau 30 kV du tramway d'Oran, le PHT dispose de deux travées « départs transformateur 60 kV ». Sur chacune des deux travées, on trouve :

- Deux sectionneurs motorisés, triphasés (QS5-1 et QS5-2 pour une travée et QS6-1 et QS6-2 pour l'autre travée), pour l'aiguillage de chaque départ sur chacun des deux jeux de barres 60 kV du PHT.
- La commande manuelle d'ouverture et de fermeture de QS5-1 et QS5-2 (respectivement QS6-1 et QS6-2) est possible si le disjoncteur QD3-1 (respectivement QD4-1) est en position ouverte.
- Un inter-verrouillage à clé interdit la manœuvre des sectionneurs si le disjoncteur est en position fermé.
- Ce sectionneur est motorisé, manœuvrable à distance depuis la face avant de l'armoire contrôle et protection du PHT, ainsi que depuis le PCC.
- Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.
- Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance.
- Un inter-verrouillage à clé, également, interdira la fermeture simultanée de QS5-1 et QS5-2 (respectivement QS6-1 et QS6-2).
- Un commutateur local/distance, sur l'armoire de commande locale du sectionneur, permet d'aiguiller les ordres donnés de manière locale ou distante
- un disjoncteur (QD3-1 et QD4-1).

- Un inter-verrouillage mécanique interdit la fermeture de QD3-1 (QD4-1) lorsque le sectionneur de neutre QS7-1 (QS8-1) est ouvert.
 - L'ouverture ou fermeture manuelle avec intervention d'un opérateur est réalisée :
 - Par ordres externes venant de l'armoire Contrôle et Protection du PHT en mode « distance »
 - Par boutons poussoirs au pied de l'équipement en mode « local ».
 - L'ouverture automatique (déclenchement) se produit :
 - Sur défaut détecté par les relais de protection ou les protections internes du transformateur,
 - Sur arrêt d'urgence «PHT» du PCC.
 - Des voyants indiquent en face avant la position du disjoncteur. Un bornier d'interface est prévu pour assurer la supervision à distance (réceptions des ordres et retransmission des états).
 - Les conditions d'enclenchement requises pour ce disjoncteur sont :
 - La présence tension 127 VCC de contrôle commande,
 - Les relais de protection qui agissent sur le disjoncteur n'a pas de défaut non acquitté,
 - Les protections du transformateur n'ont pas de défaut non acquitté,
 - Il n'y a pas d'arrêt d'urgence «PHT» du PCC.
 - Sectionneurs de neutre QS7-1 et QS13-1 (respectivement QS8-1 et QS14-1) fermés.
 - Lorsque toutes les conditions sont réunies, un voyant « fermeture autorisée » informe l'Opérateur. Cet état est également reporté à distance.
 - Ce disjoncteur est manœuvrable :
 - au pied de l'équipement.
 - depuis l'armoire de contrôle et protection du PHT.
 - Depuis le PCC de la ligne du Tramway d'Oran.
 - Le déclenchement du disjoncteur est assuré par une bobine à manque de tension. La perte d'une des conditions d'enclenchement provoque l'ouverture du disjoncteur si celui-ci était fermé et éteint le voyant « fermeture autorisée ».
 - Trois transformateurs de courant pour protection et comptage,
 - Trois parafoudres,
- **Un transformateur de puissance 60/30 kV (T1, T2) :**

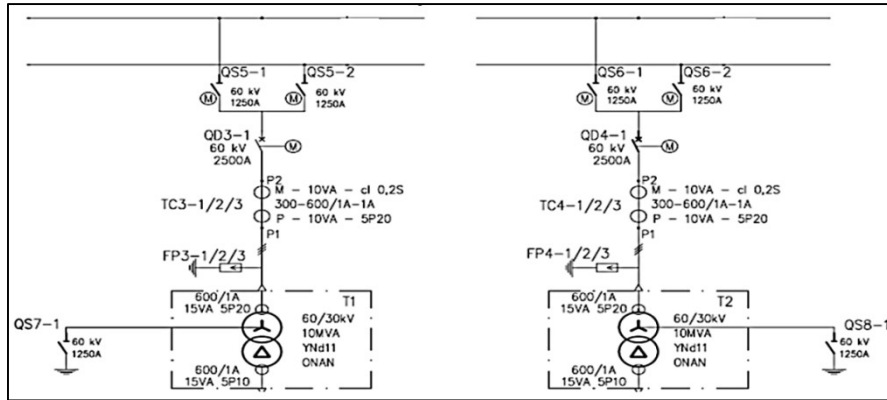


Figure II.1.2.3 - Schéma unifilaire des travées de départ par les transformateurs 60/30 Kv

- Les transformateurs 60/30 kV permettent la conversion de la tension administrée par SONELGAZ60kV en tension de distribution 30kV pour la boucle d'alimentation des sous- stations de traction.
- En cas d'anomalies sur le transformateur, celui-ci envoie un ordre de déclenchement au disjoncteur 60kV QD3-1 (ou QD4-1) et transmettra la définition du ou défauts par le biais de la communication Mod-bus, relié aux relais de protection.
- Suivant le mode d'exploitation du transformateur, l'opérateur peut envoyer une commande d'incrément ou de décrémentation afin de modifier la position en mode manuel. [4]



Figure II.1.2.3 - Transformateur 60 /30kv – Transformateur 30KV/400 V

2. Descriptif des installations 30 kV du PHT :

2.1. Point Neutre Artificiel « PNA » :

Sur chacun des deux transformateurs de puissance, côté 30 kV, il est installé un point neutre artificiel juste en aval du transformateur.

Ce point neutre artificiel est relié à la sortie du transformateur de puissance à travers un sectionneur triphasé, manuel (QS13-1 sur une travée, QS14-1 sur l'autre travée).

- La commande manuelles d'ouverture et de fermeture du sectionneur de point neutre artificiel QS13-1 (respectivement QS14-1) est possible si le disjoncteur côté 60 kV QD3-1 (respectivement QD4-1) est en position ouverte, et si le sectionneur 30 kV QS11-1 (respectivement QS12-1) est en position ouverte.
- Un inter-verrouillage à clé interdit la manœuvre du sectionneur si le disjoncteur 60 kV ou le sectionneur 30 kV est en position fermé. Ce sectionneur est uniquement manuel.
- En principe sa manœuvre est exclusivement à l'initiative de l'exploitant.
- Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.
- Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance. [4]



Figure II.2.1 - Point Neutre Artificiel

2.2. Transformateur de Service Auxiliaire :

En sortie 30 kV des deux transformateurs de puissance, il est installé un transformateur de soutirage, 30 kV / 410 V, 100 KVA, pour l'alimentation des services auxiliaires du PHT, chacun avec son sectionneur manuel, triphasé d'isolement (QS9-1 sur une travée, QS10-1 sur l'autre travée).

- La commande manuelle d'ouverture et de fermeture du sectionneur de transformateur de Services Auxiliaires QS9-1 (respectivement QS10-1) est possible si le disjoncteur côté basse tension E-CA1 (respectivement ECA-2) est ouvert.
 - Un inter verrouillage à clé interdit la manœuvre du sectionneur si le disjoncteur est en position fermé.
 - Ce sectionneur est uniquement manuel. En principe sa manœuvre est exclusivement à l'initiative de l'exploitant.
 - Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.

 - Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance
- **Sectionneurs d'Isolement QS11-1, QS12-1**
- La commande manuelles d'ouverture et de fermeture du sectionneur d'Isolement QS11- 1 (respectivement QS12-1) est possible si les disjoncteurs côté 60 kV QD3-1 (respectivement QD4-1) est en position ouverte, et si le disjoncteur 30 kV de la cellule DHTA-A1 (respectivement DHTA-A2) est en position ouverte.
 - Un inter-verrouillage à clé interdit la manœuvre du sectionneur si le disjoncteur 60 kV ou le disjoncteur 30 kV est en position fermé.
 - Ce sectionneur est uniquement manuel. En principe sa manœuvre est exclusivement à l'initiative de l'exploitant.
 - Des voyants mécaniques indiquent sur l'armoire de contrôle du sectionneur la position de l'actionneur.
 - Des contacts de position sont câblés sur bornes pour retransmettre la position à distance. [4]



Figure II.2.26 - Transformateur de Service Auxiliaires

2.3. Tableau 30 kV :

Le secondaire des transformateurs alimente un tableau 30 kV depuis lequel est alimenté l'anneau 30 kV du tramway d'Oran.

Le tableau 30kV du PHT est composé des éléments suivants :

- 2 cellules type « arrivée » avec disjoncteurs motorisés (DHTA-A1 et DHTA-A2) sur lesquelles sont connectés les câbles de raccordement à chacun des deux transformateurs de puissance.
- 2 cellules de mesure pour le comptage interne et contrôle avec trois TP et TC (CM1, CM2),
- 2 cellules départ anneau 30 kV avec interrupteur motorisé et sectionneur de mise à la terre (ID1 et ID2).



Figure II.2.3 - Tableau 30kv de la sous-station dépôt

- **01 cellule contacteur de couplage barres**
 - Les actionneurs 30 kV installés dans les cellules peuvent être manœuvrés manuellement ou - pour les actionneurs motorisés - électriquement.
 - Les commandes électriques peuvent être réalisées localement (en face avant du tableau) ou à distance.
 - Un commutateur local/distance sur chaque cellule équipée d'un actionneur motorisé permet de sélectionner le lieu de commande.
 - Des verrouillages mécaniques et électriques sont prévus pour empêcher toute fausse manœuvre.
 - La tension de contrôle commande des cellules 30 kV du PHT est réalisée en 127V CC (source générée par un chargeur batteries ayant 8h d'autonomie sans manœuvres).
 - En cas d'ordres opposés simultanés (commande de fermeture manuelle et arrêt d'urgence par exemple), les ordres d'ouverture sont par construction prioritaires sur les ordres de fermeture. [4]

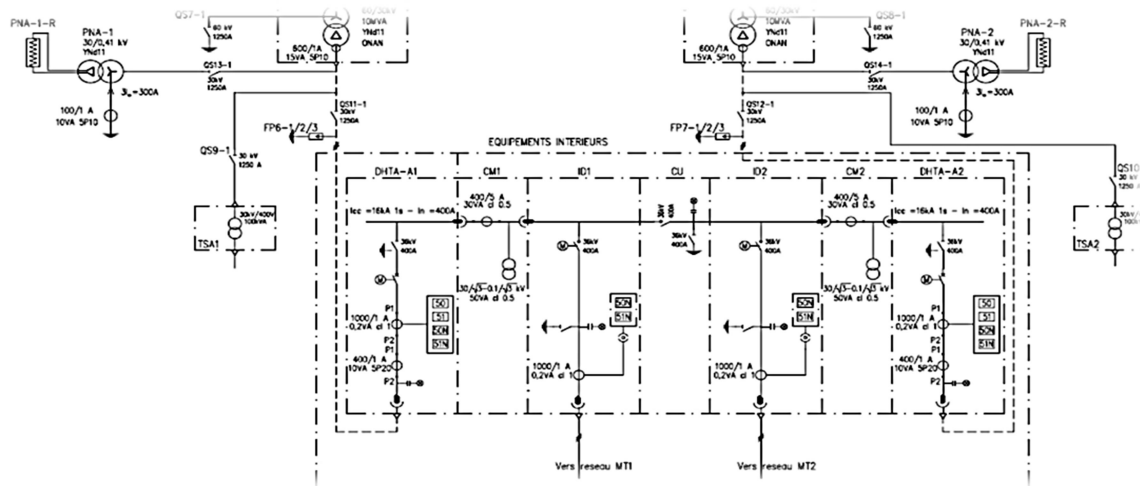


Figure II.2.3 - Schéma unifilaire Tableau 30kv

2.4. Basse Tension :

Les auxiliaires du PHT sont alimentés sous une tension BT via les deux transformateurs auxiliaires TSA-1 et TSA-2.

Il y aura quatre types d'alimentation en BT au PHT :

- Alimentation 400Vca/230Vca non secourue
- Alimentation depuis les BC127 en 127Vcc pour l'alimentation du circuit de contrôle commande et motorisation. Alimentation redondée avec deux chargeurs batteries
- Alimentation depuis les BC48 en 48Vcc pour l'alimentation des équipements de transmission SONELGAZ. Alimentation redondée avec deux chargeurs batteries
- Alimentation depuis l'ASI en 230Vca secourue, notamment avec de l'interface télécom avec le PCC.
- Les transformateurs d'auxiliaires TSA1, TSA2 et le groupe électrogène alimentent le tableau général de BT (TGBT) du PHT.
- Les deux transformateurs travaillent en redondance totale. Un système automatique de back- up entre les deux transformateurs permet de passer d'un transformateur à l'autre en cas de défaut ou maintenance.
- En cas d'avarie des deux transformateurs auxiliaires, il y aura un basculement au groupe électrogène qui permettra de continuer l'alimentation de BT du PHT. [4]

3. INTERFACE SONELGAZ :

Dans le poste tram pht, le poste PETIT LAC et HASSI AMEUR des armoires de contrôle, protections et des équipements de communications sont installés pour l'échange d'informations.

L'interface avec SONELGAZ aura :

- Armoires des protections ligne : deux au PHT, un à Petit Lac et un à HASSI-AMEUR. Ces armoires auront des interfaces avec les installations SONELGAZ.
- Armoires de communications. Ces équipements interviennent dans les communications du PHT avec les installations SONELGAZ. Les types de communications proposés sont :
- Communication via fibre optique, qui est la liaison de communication principale.
- Communication via courant porteur, qui est une liaison de communication de secours. [4]

4. La tension 750 Vdc :

La tension continue 750 V est produite à partir du réseau triphasé 30kV ; 50 Hz. Le tramway reçoit 750Vdc à travers le pantographe, il existe aussi toute un système pour convertir 750V dc en 400V alternatif car les moteurs de ce matériel roulant sont des moteurs asynchrone exigent une énergie alternatif

Le poste haute tension PHT du tramway est alimenté par le réseau de SONELGAZ avec deux arrivées « PETIT LAC et HASSI AMEUR », ces derniers alimente les deux transformateurs abaisseurs 60KV/30KV (étoile-triangle), la sortie du transformateur alimente 11 sous stations, chaque sous-station à un transformateur d'attraction et un transformateur auxiliaire pour les équipements de basse tension, ainsi que le redressement qui se fait au niveau de ces sous station puis alimente les LAC. Le constructeur du tramway a utilisé une technique pour assurer la continuité du service en cas d'une panne au niveau d'une partie de la boucle du réseau. [4]

5. Une station de redressement :

Une station de redressement, techniquement, c'est quoi ? Un poste électrique qui permet de gérer l'énergie électrique nécessaire au matériel roulant (traction électrique) et à l'exploitation (signalisation ferroviaire, station voyageur, caméras,... etc). La SSR

tramway reçoit du tension 30 Kv du réseau ENEDIS qu'elle va transformer en 750 V continu pour l'injecter dans la LAC (Ligne aérienne de contact) qui alimente le tramway. [4]

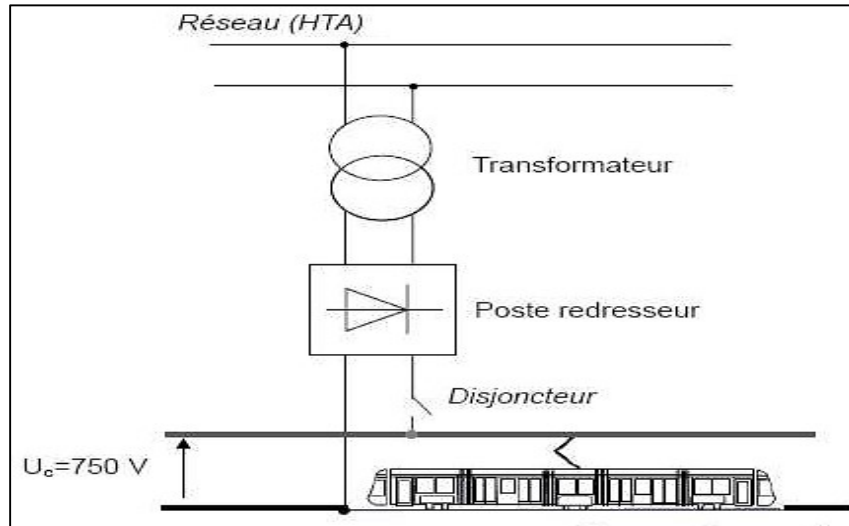
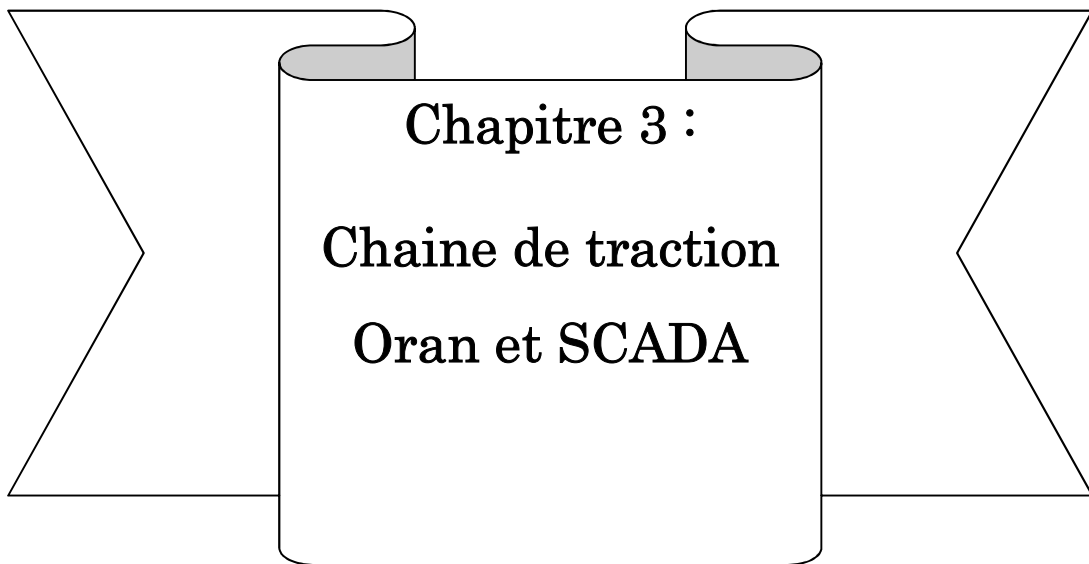


Figure II.5. - schéma simplifier pour l'obtention de la tension 750 V



Chapitre 3 : Chaîne de traction Oran et SCADA

1. La chaîne de traction :

La chaîne de traction est un terme technique utilisé dans le ferroviaire pour les matériels roulants. Elle est le système qui permet d'alimenter l'ensemble des systèmes qui nécessitent de l'énergie électrique (climatisation, freins, ordinateur de bord, ...) à partir d'une source d'énergie externe.

La chaîne de traction a pour rôle de capter, transformer et distribuer l'énergie électrique. [7]

1.2. La Traction :

Les moteurs de traction sont de type asynchrone triphasés et à cage d'écurie, fermé et refroidit par fluide caloporteur à partir de 750V, un onduleur individuel à IGBT alimente chaque moteur. Le tramway est une rame composée de 2 éléments, elle se compose de la manière suivante :

- Deux motrices M1.
- Deux caisses suspendues C1.
- Deux nacelles porteuses NP.
- Deux caisses suspendues C2.
- Deux motrices M2. [4]

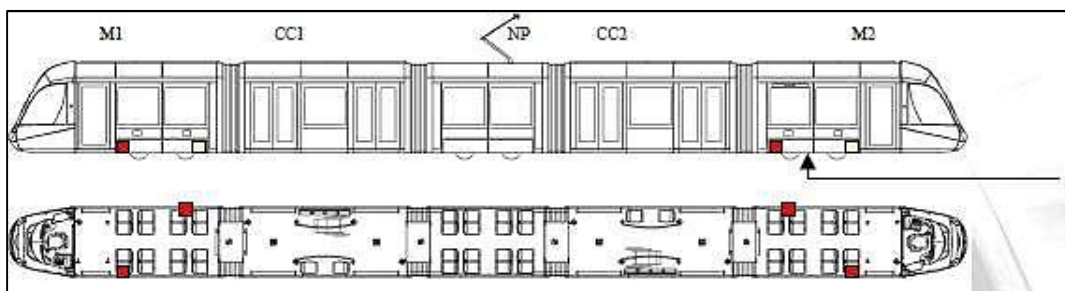


Figure III.1.2 - Schéma d'implantation de Traction.

1.3. Composition d'une chaîne de traction :

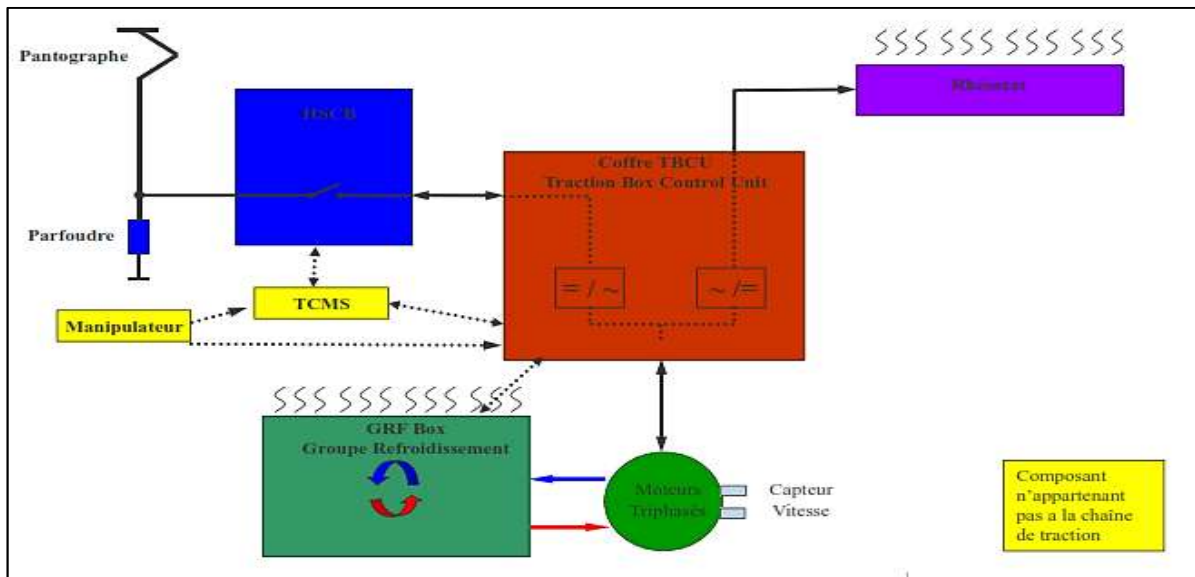


Figure III.1. - Composition d'une chaîne de traction.

1.4. Equipement de la chaîne de traction et implantation :

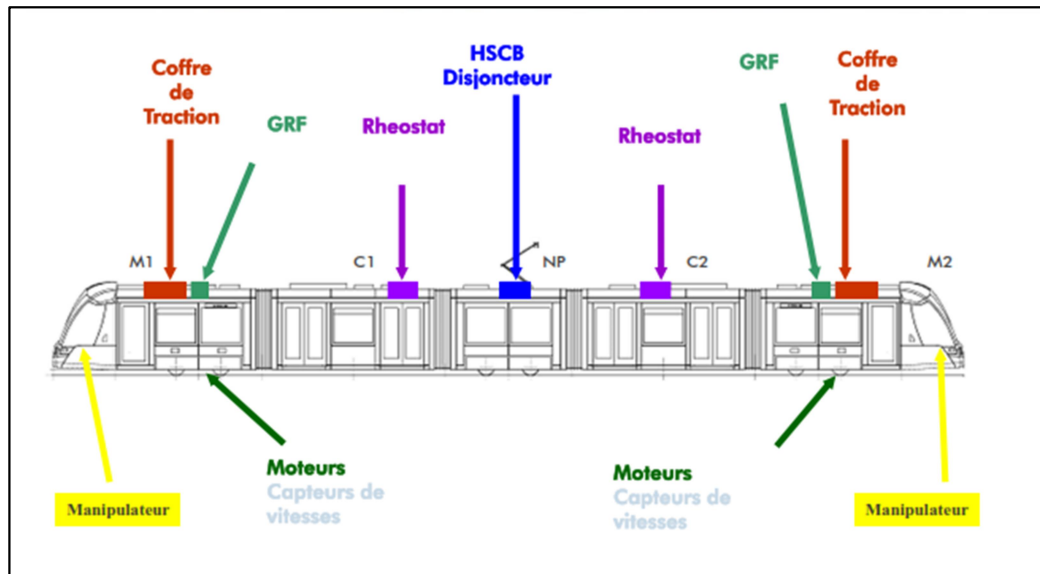


Figure III.1.4 - Equipement de la chaîne de traction et implantation

1.5. Les composants internes du tramway :

Le tramway est porté par des bogies. Un bogie est une sorte de chariot à quatre roues auquel la rame de tramway est liée par une liaison. Les bogies assurent le guidage et l'appui au sol de la rame, ainsi que sa motorisation dans le cas des bogies moteurs.

Le tramway étudié ici comporte 2 bogies moteurs (4 roues motrices) et 1 bogie central porteur. Tous les bogies comportent des freins. Les tramways modernes font appel aux multiples ressources de l'électronique de puissance et l'on obtient de la sorte un fonctionnement satisfaisant des moteurs de tractions, notamment en termes de niveau sonore et de souplesse d'emploi. [4]

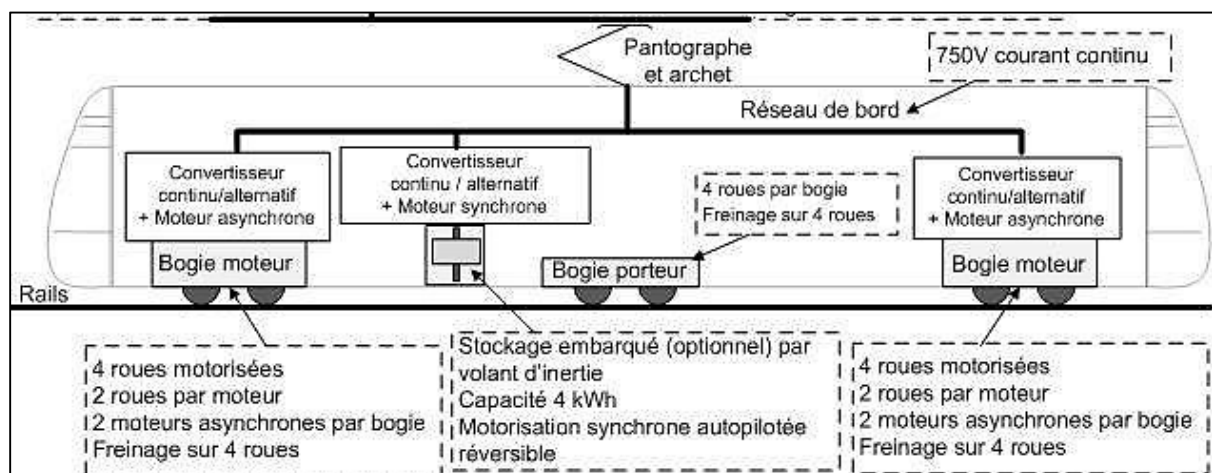


Figure III.1.5 - Les composants du tramway

1.5.1. En motrices M1 et M2 :

- ❖ Quatre bogies moteurs ;
- ❖ Quatre centrales hydrauliques ;
- ❖ Quatre compresseurs de sablage.

1.5.1.1. Bogie moteur :

Le bogie moteur est équipé de deux moteurs asynchrones triphasés à refroidissement par eau, d'une masse de 335 Kg, et d'une puissance de 175KW. Leur vitesse de rotation maximale est de 4550Tr/min. Il est utilisé dans le cas d'une traction directe ou indirecte et aussi pour le freinage. Il existe un bogie moteur pour chaque motrice M1 et M2. [4]

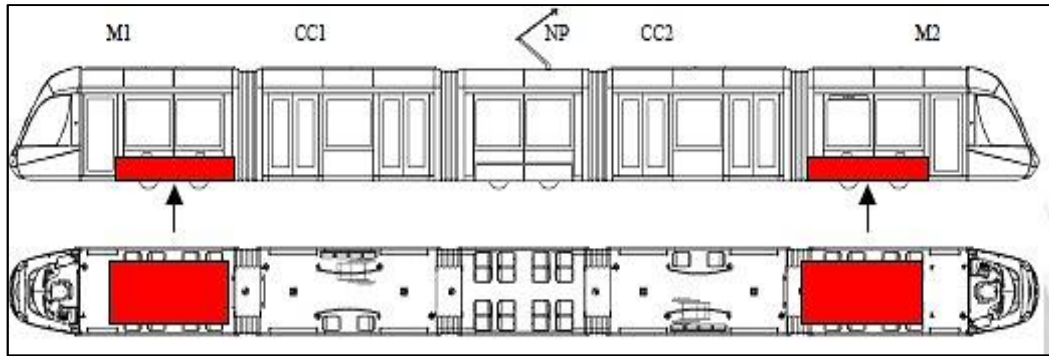


Figure III.1.5.1.1 - Schéma d'implantation de Bogie Moteur

1.5.1.2. Compresseur de sablage :

Le compresseur permet la production d'air comprimé utilisé pour la mise en œuvre du sablage, il est utilisé dans le cas où il y a le patinage ou l'enrayage.

Parmi les composants qui se trouvent en toiture de la rame, il y a le convertisseur statique CVS qui absorbe 750 Vcc de la LAC pour :

- Produire une tension continue de 24VDC pour alimenter les équipements de basse tension parmi lesquels, il y a le compresseur pour le système de sablage,
- Produire une alimentation triphasée de 400V – 50 Hz – 17 KVA Alimentation des 2 GRF et du groupe de climatisation cabine,
- Produire une alimentation triphasée de 400V – à fréquence variable – 57 KVA Alimentation des 2 groupes de climatisation passagers Le compresseur de sablage sert à maintenir en pression le réservoir d'air sollicité lors de chaque sablage. Lorsque le compresseur est alimenté, sa régulation est réalisée à l'aide d'un pressostat interne. La commande de l'alimentation du compresseur est activée à la préparation de la rame à condition que la haute tension soit présente. [4]

1.5.2 Contrôle du compresseur de sablage :

Le contrôle du compresseur de sablage permet de détecter une défaillance du compresseur et/ou une fuite permanente du circuit d'air. Ces défaillances sont détectées par le système compresseur et transmises au système informatique embarqué par un contact basse-tension avant d'être signalées sur l'écran de la console pupitre.

La commande de sablage est activée suivant le sens de marche : Soit manuellement par le conducteur depuis une cabine en service, soit automatiquement sur un bogie moteur en cas d'enrayage détecté par l'équipement de traction-freinage qui lui est lié, soit automatiquement sur tous les bogies équipés de sablières en cas d'un FU (Freinage d'Urgence) ou d'un FS (Freinage de Sécurité) lorsque la vitesse du véhicule est non nulle. Les deux commandes arrivent directement sur une électrovanne de refoulement.

Contrôle du sablage : Le contrôle du sablage permet de vérifier toute commande de sablage, d'indiquer une information de sablage en cours et d'estimer le niveau de sable restant par un comptage du temps de sablage. Un bouton tactile "Réinitialisation des niveaux de sable" sur l'écran de la console pupitre permet d'établir le niveau de sable à "Plein" indépendamment du niveau réel. Lorsqu'il est commandé, l'allumage et l'arrêt du compresseur sont réalisés par un pressostat et à partir du contacteur compresseur de sablage. Ce pressostat arrête le compresseur lorsque la pression est atteinte.

Contrôle du compresseur de sablage effectué par TCMS : Le compresseur est contrôlé par la relecture d'une entrée RIOM (Module Entrées/ Sorties Déportées) à partir du TCMS (réseau informatique) pour détecter une défaillance du compresseur et une fuite permanente du circuit d'air. [4]

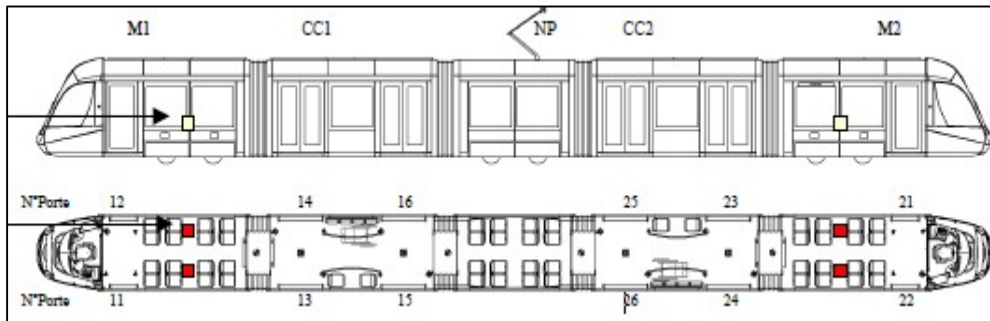


Figure III.1.5.2 - Schéma d'implantation de Compresseur de sablage

1.5.3. En nacelle porteuse NP :

- ❖ Un bogie porteur
- ❖ Une centrale hydraulique.

1.5.3.1. Bogie porteur :

Le bogie porteur est généralement utilisé pour le freinage et assure la répartition des charges et le guidage. Il existe un seul bogie porteur dans la nacelle porteuse NP, son fonctionnement est tout à fait le contraire pour le bogie moteur. [4]

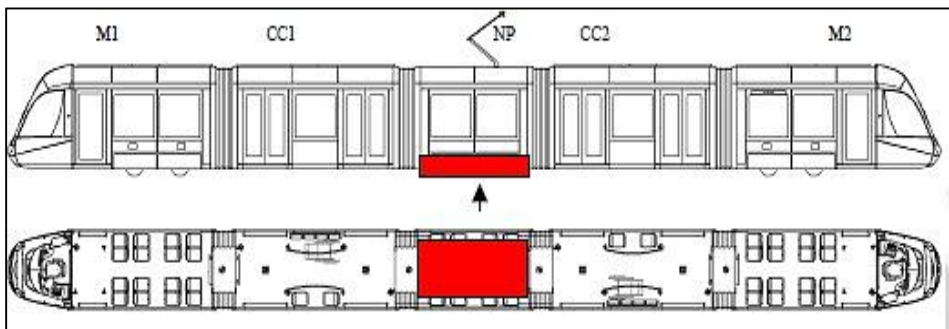


Figure III.1.5.3.1 - Schéma d'implantation de Bogie porteur

1.5.3.2. Centrale hydraulique :

La centrale est un organe hydraulique utilisé dans certaines phases de freinage (de service, d'urgence, de secours, d'immobilisation et de parking). [4]

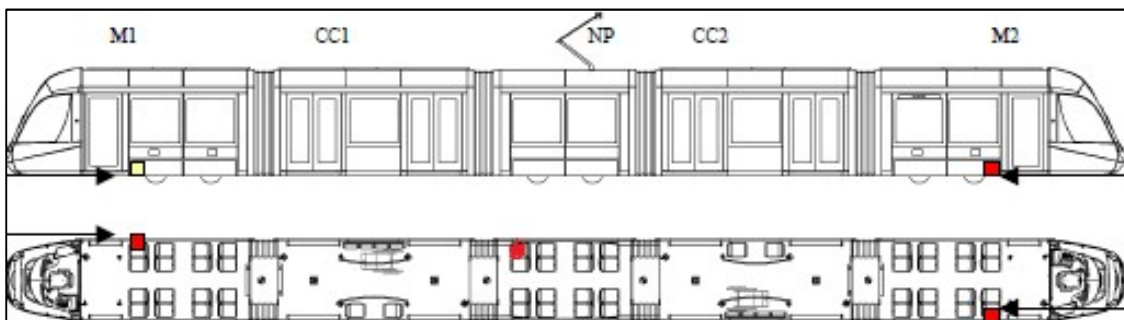


Figure III.1.5.3.2 - Schéma d'implantation de Centrale hydraulique

1.5.4. En motrices M1etM2 :

1.5.4.1. Coffre équipement électrique basse tension BT :

La batterie BT est composée de 19 cellules identiques placés en série afin d’obtenir une tension continue de 24V.

Cet équipement peut être isolé de deux façons :

- Action sur le commutateur motorisé d’isolement batterie (sous voussoir).
- Action sur le commutateur d’isolement batterie depuis la toiture (dans le coffre batterie).

Elle permet la montée et la descente du pantographe et les alimentations électriques des auxiliaires nécessaires à la phase de préparation. [4]

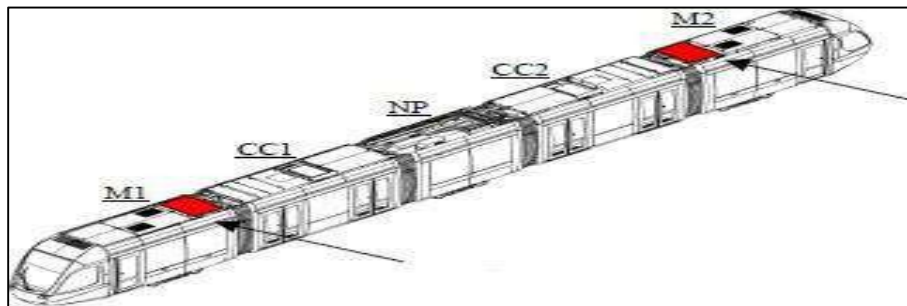


Figure III.1.5.4.1. - Schéma d’implantation de Coffre équipement électrique basse tension BT

1.5.4.2. Groupe de refroidissement moteur GRF :

Un groupe de refroidissement assure le refroidissement des moteurs de traction d’un même bogie. [4]

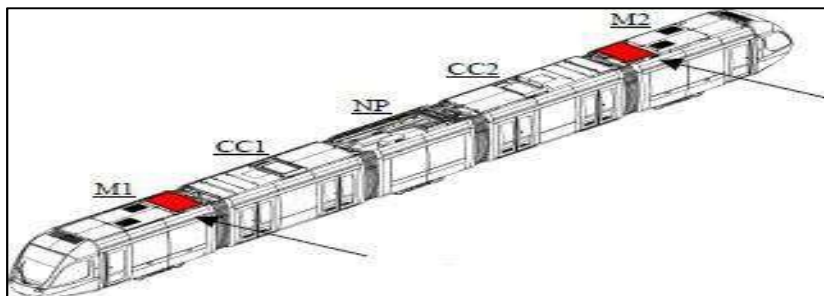


Figure III.1.5.4.2 - Schéma d’implantation de Groupe de refroidissement moteur GRF

1.5.4.3. Groupe climatisation cabine :

Le groupe de climatisation cabine a pour rôle de maintenir et d'assurer, à l'intérieur de chaque cabine de conduite une température constante prédéfinie et modifiable par l'agent de conduite. [4]

1.5.4.4. Pantographe:

Le pantographe est un ensemble mécanique articulé, qui capte le courant sur la caténaire et l'achemine jusqu'à la ligne de conduite. Équipement du tramway déployable, situé au-dessus du véhicule et permettant de capter le courant. Les organes de commandes permettent la montée ou la descente du pantographe. [4]

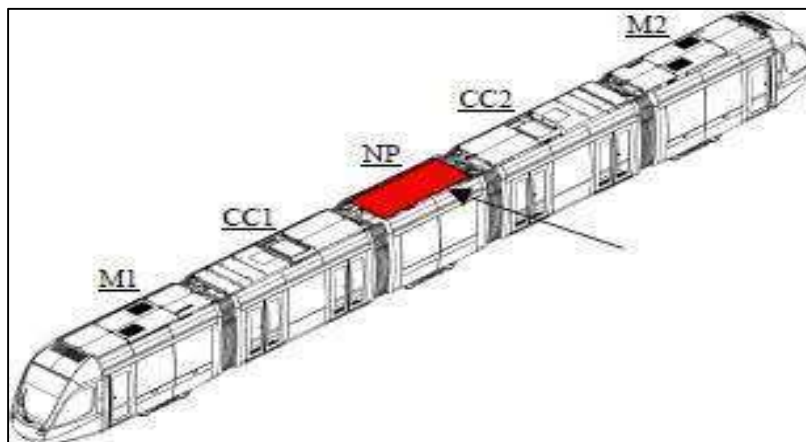


Figure III.1.5.4. - Schéma d'implantation de Pantographe

1.5.5. En caisse suspendue C1 :

1.5.5.1. Groupe de climatisation salle :

Le groupe de climatisation salle voyageurs a pour rôle de maintenir et d'assurer à l'intérieur de salles voyageuses une température constante. [4]

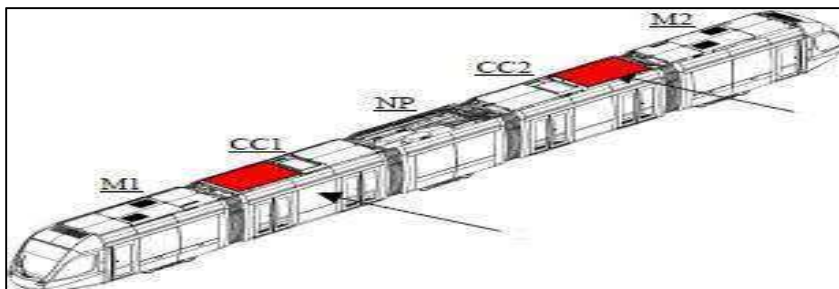


Figure III.1.5.5.1 - Schéma d'implantation de Group de climatisation salle

1.5.5.2. Rhéostat de freinage:

Le rhéostat de freinage permet de dissiper l'énergie fournie par les moteurs, en effet en phase de freinage les moteurs se comportent comme des générateurs et injectent de l'énergie sur la caténaire mais lorsque celle-ci n'est plus réceptive le flux d'énergie est envoyé dans les rhéostats. [4]

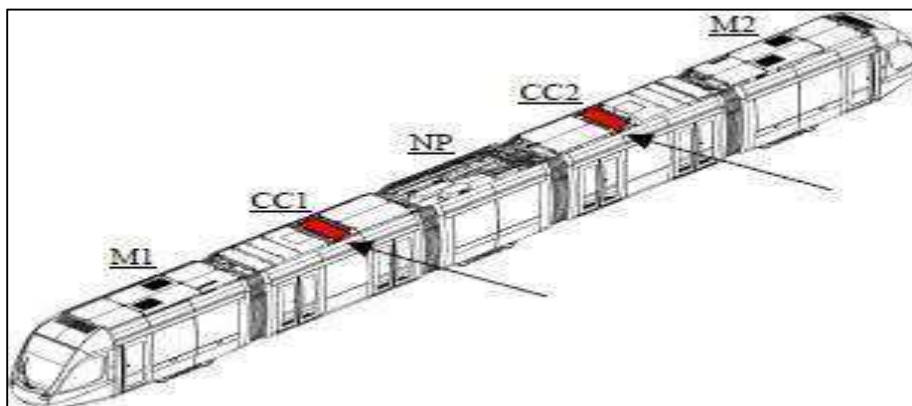


Figure III.1.5.5.2 - Schéma d'implantation de Rhéostat de freinage

1.5.5.3. Coffre batterie:

Ce réseau est utilisé principalement pour alimenter les fonctions qui doivent rester disponibles quand le véhicule est dé-préparé (par exemple : feux de garage (fanal)). C'est la raison pour laquelle il est continuellement alimenté par la batterie tant que cette dernière n'est pas déchargée (ou par le convertisseur statique lorsqu'il fonctionne). Et remarque /poussage, ce réseau de l'élément secouru n'est pas alimenté par l'élément secourant. [4]

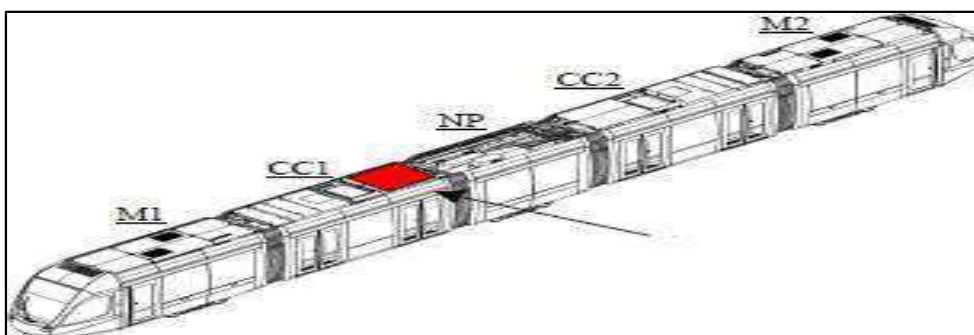


Figure III.1.5.5.3 - Schéma d'implantation de Coffre batterie

1.5.5.4. Convertisseur statique CVS :

La fourniture d'énergie auxiliaire est assurée par un convertisseur statique CVS.

A partir de la haute tension 750 VCC délivré par un pantographe, le convertisseur statique délivre, à partir de différents modules électriques, l'énergie moyenne et basse tension utilisée sur la rame. Le CVS contient également une électronique de commande qui assure le contrôle et la commande des différents modules. [4]

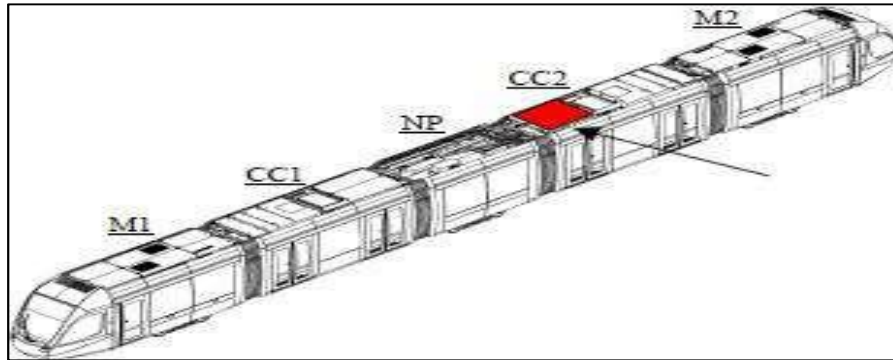


Figure III.1.5.5. - Schéma d'implantation de Convertisseur statique CVS

1.6. La signalisation :

La signalisation regroupe l'ensemble des échanges d'information liés à la circulation du matériel roulant sur son réseau. Certaines données (trafic, maintenance, secours) sont transmises par radio ou par téléphone au PCC, alors que d'autres (détection des trains, de mécanismes d'aiguillage, de passages à niveau, de relais de sécurité) transitent par les rails de roulement. [4]

La sécurité intrinsèque et la disponibilité de circulation des tramways dépendent du bon fonctionnement des appareils de signalisation. Parmi l'ensemble des appareils de signalisation, les circuits de voie ont un rôle important. Ces dispositifs servent à indiquer l'état d'occupation d'un canton. Les Figures illustrent le fonctionnement d'un circuit de voie à joints isolant :

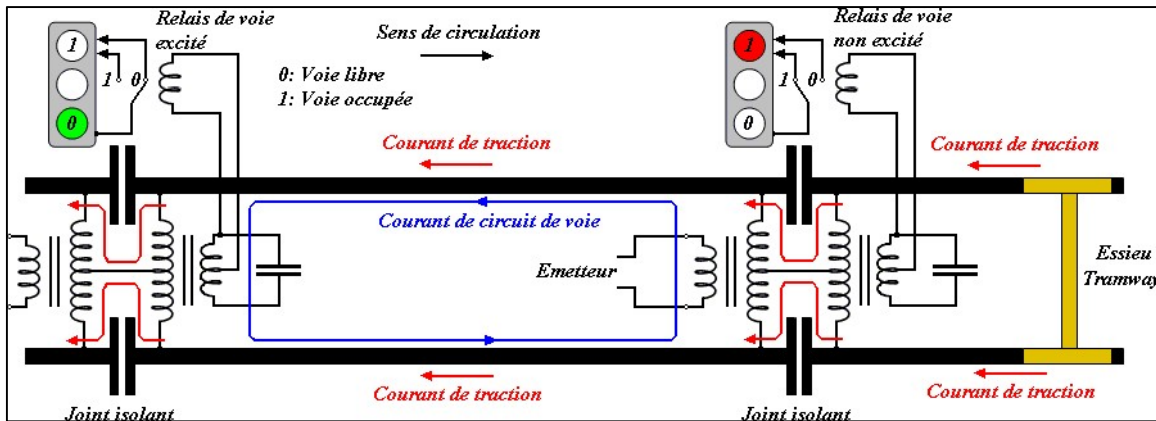


Figure III.1.6 - Circuit de voie à joints isolants, canton libre

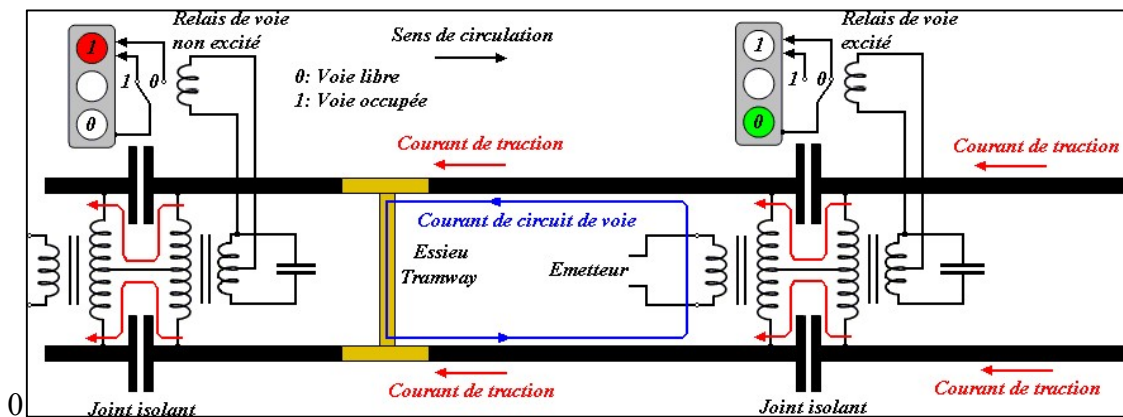


Figure III.1.6 - Circuit de voie à joints isolants, canton occupé

Les rails de roulement sont utilisés à la fois pour transmettre les signaux électriques entre les émetteurs et les récepteurs des circuits de voie, ainsi que pour servir de retour aux courants de traction. Des liaisons inductives (transformateurs à point milieu) sont utilisées au niveau des joints isolants entre les cantons. Le courant de traction étant censé être équilibré entre les deux rails de roulement, le flux total engendré au niveau du transformateur est nul (somme de deux flux opposés). Lorsqu'un tramway se déplace sur une voie, ses essieux court-circuitent le récepteur du circuit de voie et la présence du tramway est décelée (commutations de relais).

En fonctionnement normal, lorsque le courant de traction est équilibré entre les deux rails, sa composition harmonique ne perturbe pas les circuits de voie, puis que le flux engendré dans le transformateur est nécessairement nul. Par contre, si le courant de traction n'est pas parfaitement équilibré, ou si un rail est cassé, le relais de voie peut être excité par des courants harmoniques de même fréquence que celle de l'émetteur. A l'heure actuelle, ce problème tend toute fois à disparaître puis que les signaux des circuits de voie modernes sont codés: ils ne peuvent plus être perturbés par des harmoniques. [4]

1.7. Le freinage :

C'est l'action de créer un couple retardateur ou une force retardatrice afin de provoquer le ralentissement ou l'arrêt d'une machine, d'organes en mouvement. [8]

1.7.1 Les types de freinage :

Le système de freinage du tramway est constitué de trois types :

- Un freinage de type électrodynamique (Moteur électrique ETF)
- Un freinage de type mécanique (freinage à friction) ;
- Un freinage de type électromagnétique (patins magnétiques)

Plus ces trois types cités au-dessus, les systèmes de freinage est équipé de trois au très sous-systèmes :

- Un système d'anti-enrayage : pour améliorer les conditions de circulation en période d'adhérence faible ou dégradée. Ce système calcule le mouvement des roues et intervient en adaptant l'intensité du freinage à l'adhérence maximale exploitable, et évite ainsi les phénomènes d'enrayage et de patinage.
- Un système de correction d'effort de freinage: en fonction de la charge pour limiter les secousses.
- Restauration d'adhérence: un système de sablage (seulement sur les bogies moteurs) afin d'améliorer l'adhérence des roues contre le rail.

Le freinage du tramway est essentiellement assuré par le freinage électrodynamique qui agit sur les essieux moteurs (bogie moteur).

Le freinage électrodynamique est du type à récupération d'énergie avec ajout, selon la capacité récupératrice de la ligne, d'un frein rhéostatique. [9]

1.7.2. Les modes de freinage (Commande de freinage) :

Commande de freinage engageant un ou plusieurs systèmes de freinage:

1.7.2.1. Le Freinage de Service(FNS, FMS) :

Cette sous fonction décrit la chaîne de freinage normal/maximal de service mise en œuvre en conduite habituelle à l'aide du manipulateur de conduite selon une graduation

proportionnelle au déplacement du manipulateur.

Le freinage de service est assuré par le frein électrodynamique de chaque bogie moteur en conjugaison avec freinage à friction des bogies.

Le freinage de service met en œuvre les équipements de pilotage moteur pour le freinage électrodynamique et les dispositifs de freinage mécanique pour le freinage à friction. [9]

1.7.2.2. Le freinage d'Urgence(FU) :

Cette sous fonction décrit la chaîne de freinage d'urgence mise en œuvre par la rétraction maximale vers l'arrière du manipulateur. Le freinage d'urgence assure un freinage plus énergique que le freinage maximal de service (FMS). En complément aux freinages électrodynamiques à friction, le freinage électromagnétique est activé. Les patins magnétiques sont maintenus par défaut en position rétractée par des ressorts. Ils sont appliqués sur le rail par excitation d'électro-aimants alimentés en freinage d'urgence.

Le freinage d'urgence doit être utilisé dans les situations nécessitant une décélération maximale de la rame. Il est maintenu jusqu'à l'arrêt total de la rame et est en général déclenché suite à la détection d'une anomalie nécessitant un FU comme :

- La perte ou le non-respect du cycle de la veille du conducteur.
- Le déclenchement du chasse corps

La perte de l'état fermé des portes lorsque la rame est en mouvement (vitesse > 3 km/h);

- Le déclenchement du dispositif de roll-back;
- La modification de l'état du commutateur de conduite en mouvement;
- A la demande d'un freinage d'urgence par l'agent de conduite. [9]

1.7.2.3. Le Frein de Sécurité ou de Secours(FS) :

Cette sous fonction décrit la chaîne de freinage de sécurité. Ce freinage purement mécanique, met en œuvre au niveau de freinage à friction, et de freinage électromagnétique, des chaînes de puissance spécifiques. Le freinage de secours est initié par enfoncement du bouton-poussoir coup de poing «FS», ou automatiquement en cas de détection d'anomalie d'un équipement entrant dans la boucle de sécurité. La commande du FS est également possible à partir de l'élément secouru lors d'une procédure de R/P. Le freinage de secours provoque:

- L'ouverture du disjoncteur principal et l'inhibition du freinage électrique, y compris rhéostatique;

- Inhibition du dispositif anti-enrayage;
- La suppression de la correction à la charge avec positionnement de l'effort appliqué sur une valeur prédéterminée ;
- La réactivation éventuelle des systèmes de freinage mécanique ayant été préalablement isolés électriquement (le ré-isolément est automatique après l'acquittement du FS). [9]

1.7.2.4. Le Frein d'Immobilisation (FI) :

Immobilisation de la rame à basse vitesse lorsque le conducteur ne commande plus de traction.

Lorsque la vitesse devient inférieure au seuil d'environ 1 km/h, le frein d'immobilisation est appliqué automatiquement, par l'action du frein mécanique seul. L'effort est alors prédéterminé, il n'est pas corrigé à la charge. [9]

1.7.2.5. Frein de stationnement (parking) :

Il est automatiquement appliqué lors de la dépréparation de la rame (absence de la BT) .Il en résulte:

- Une commande d'effort de freinage maximal des freins mécanique des bogies moteurs (y compris sur le bogie dont les freins auraient été isolés précédemment via le commutateur de desserrage de secours (sur l'AEL) de la pompe de desserrage électrique des freins mécanique).
- Les freins mécaniques du bogie porteur sont quant à eux actifs tant que la pression hydraulique dans l'accumulateur demeure suffisante (pendant environ une heure), une dépréparation prolongée de la rame les rendent inactifs. Ils ne sont donc pas considérés dans les performances du frein de parking .A la mise en service de la cabine, si le manipulateur de traction-freinage est sur la position neutre, les ETF commandent une ré-application des freins du bogie porteur. [9]

1.8. Chaîne de traction de démarrage et de freinage du tramway :

On prend comme exemple la gamme CITADIS 402 compose de trois bogies moteur dont la puissance totale est approximativement 1087 KW, consomme un courant nominal de 1450 A sous la tension désirée du caténaire 750 V, et de nombreux convertisseurs électroniques et de filtres se situent dans le tramway, pour le but d'assurer le bon fonctionnement des auxiliaires comme exemple la climatisation et l'éclairage, aussi pour assurer le freinage rhéostatique.

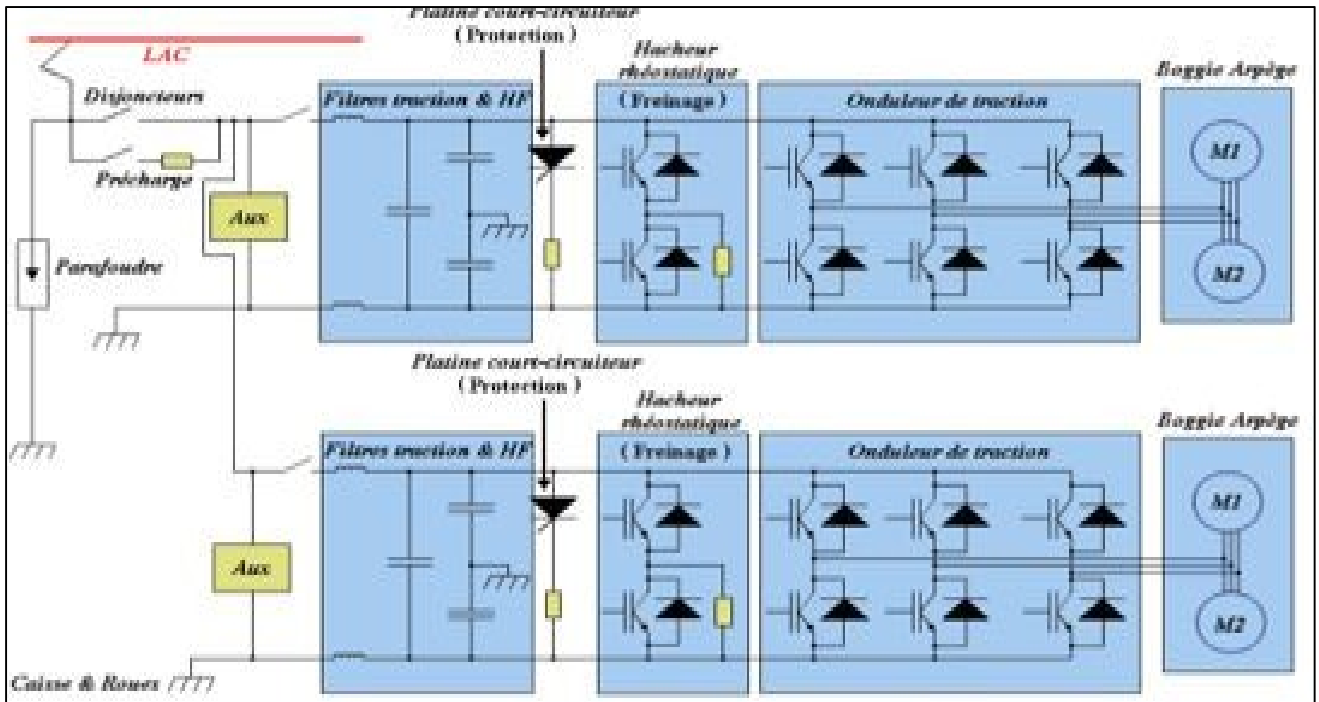


Figure III.1.8 - Schéma électrique simplifié du tramway

Durant la phase de démarrage du tramway, l'effort de traction exercé est maximal et constant jusqu'à 30 km/h environ. Le tramway se dégage ainsi rapidement du trafic. Le courant débité pendant cette durée est proportionnel à la vitesse et augmente graduellement jusqu'à un courant nominal de 1450 A.

À partir de 40 km/h, la puissance du tramway est réduite. La tension au pantographe reste égale, ou ne varie peu avec la position du tramway, le courant appelé par le tramway suit la même tendance que la puissance. [9]

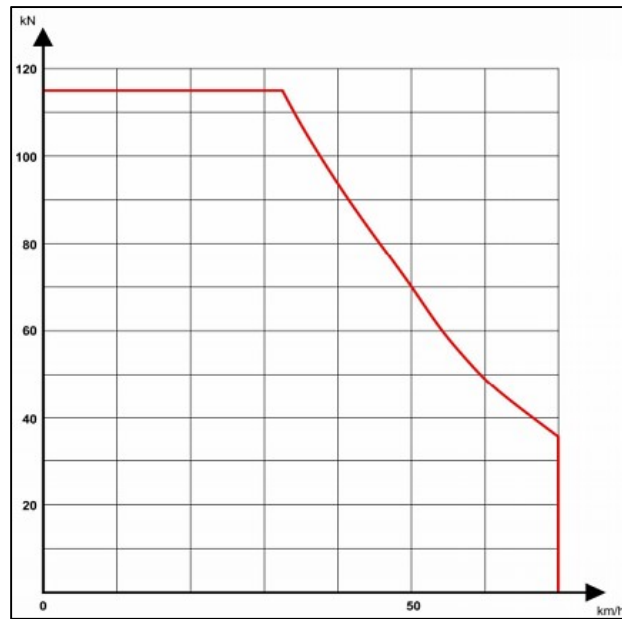


Figure III. 1.8 - Effort de traction d'un CITADIS 402 en fonction de sa vitesse

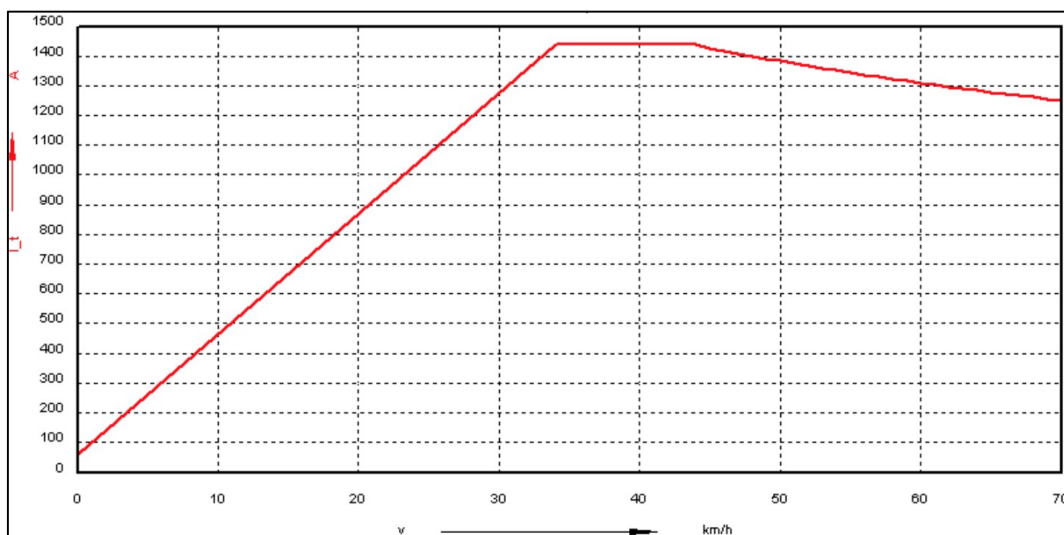


Figure III. 1.8 - Courant de traction d'un CITADIS 402 en fonction de sa vitesse

2. SCADA : Exploitation GTE (Gestion technique d'énergie) :

Le système SCADA (système de contrôle et d'acquisition de données) est un système de télégestion à grande échelle permettant de traiter en temps réel un grand nombre de télémessures et de contrôler à distance les installations de circuit électrique ferroviaire. [4]



Figure III.2 - Système de contrôle et d'acquisition de données

2.1. Exemple d'écran :

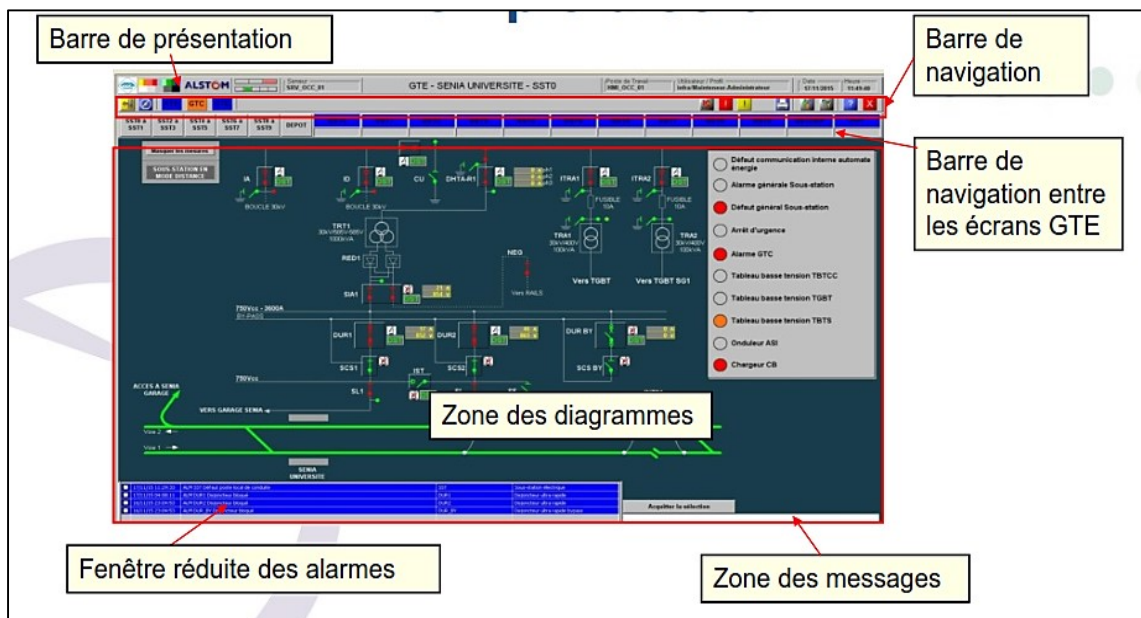


Figure III.2.1 - Exemple d'écran

2.2. Barre des boutons:

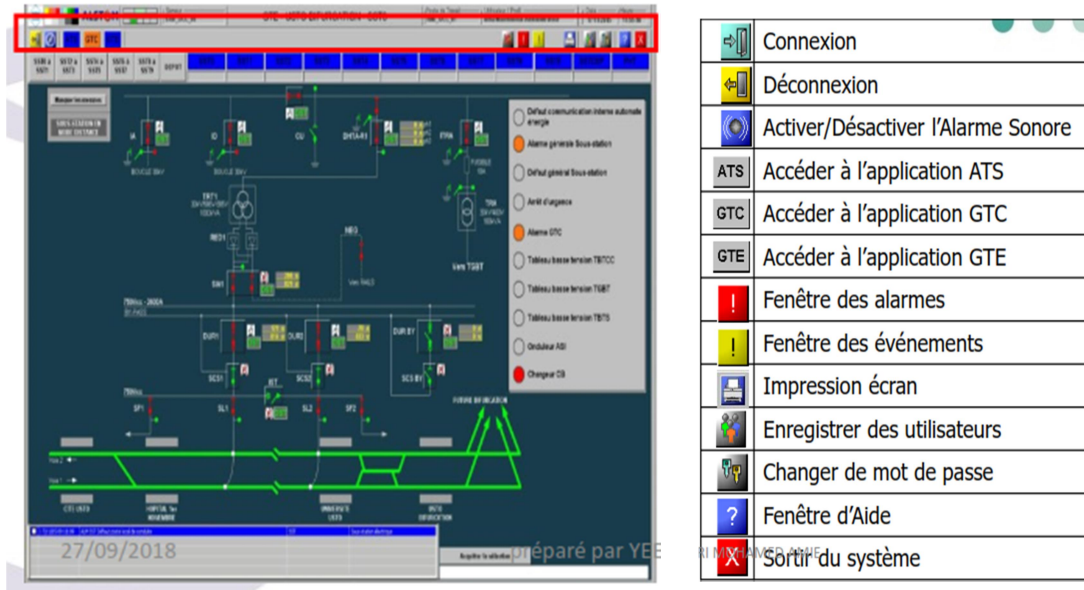


Figure III.2.2 - Barre des boutons

2.3 Barre de navigateur des écrans Gestion Technique d'énergie(GTE):

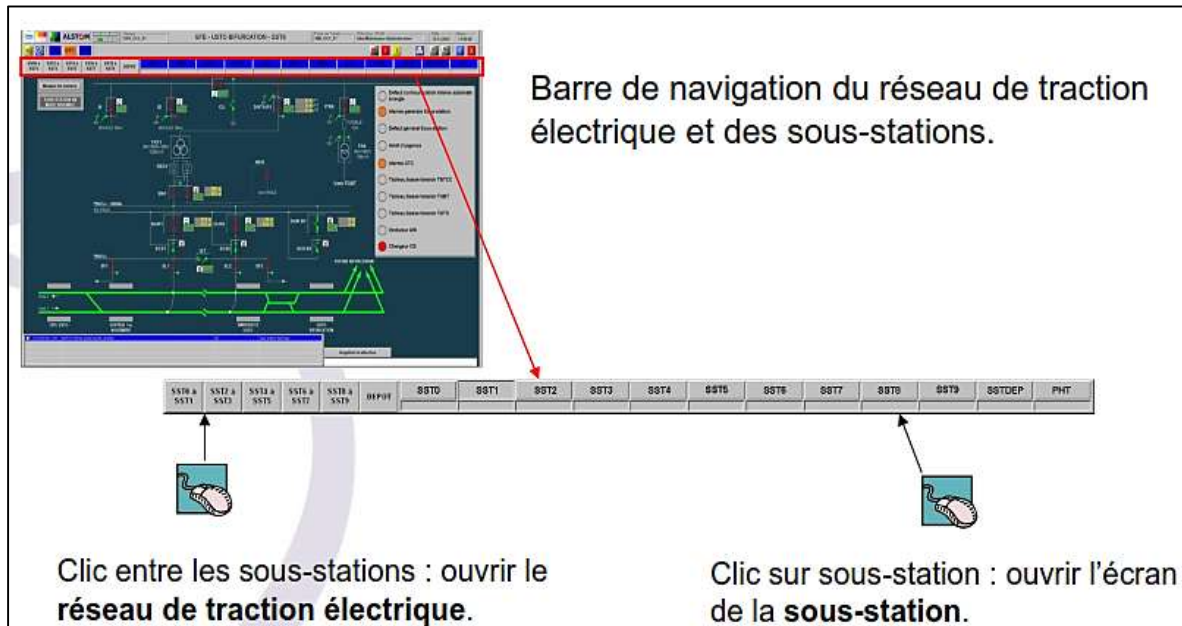


Figure III.2.3 - Barre de navigateur des écrans Gestion Technique d'énergie(GTE)

2.4. Vue générale ligne :

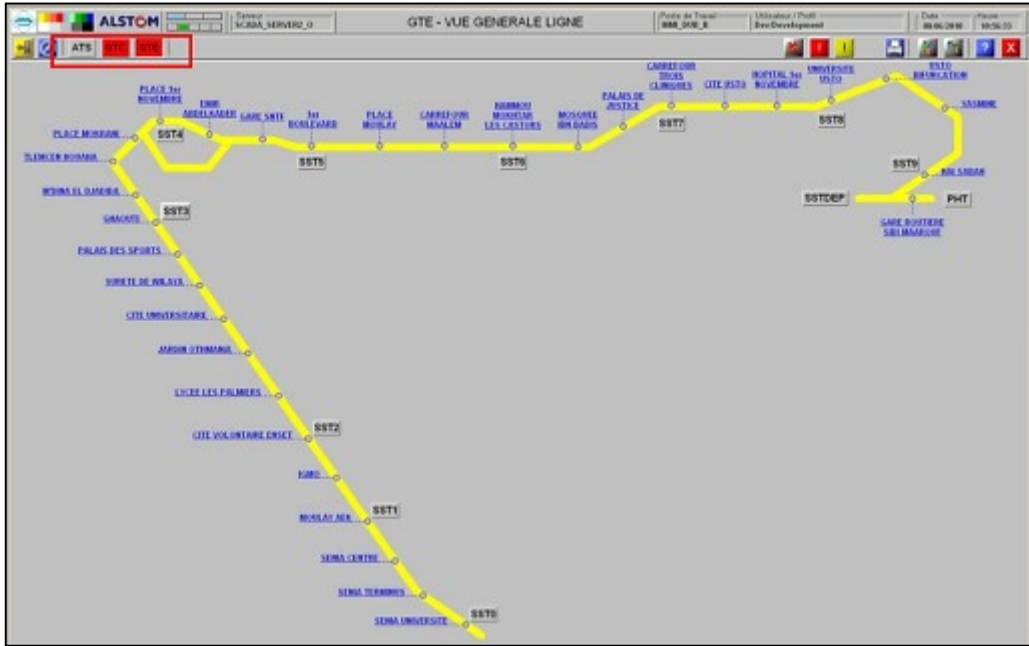


Figure III.2.4 - Vue générale ligne

2.5. Fenêtre de l'historique de la consommation d'énergie :

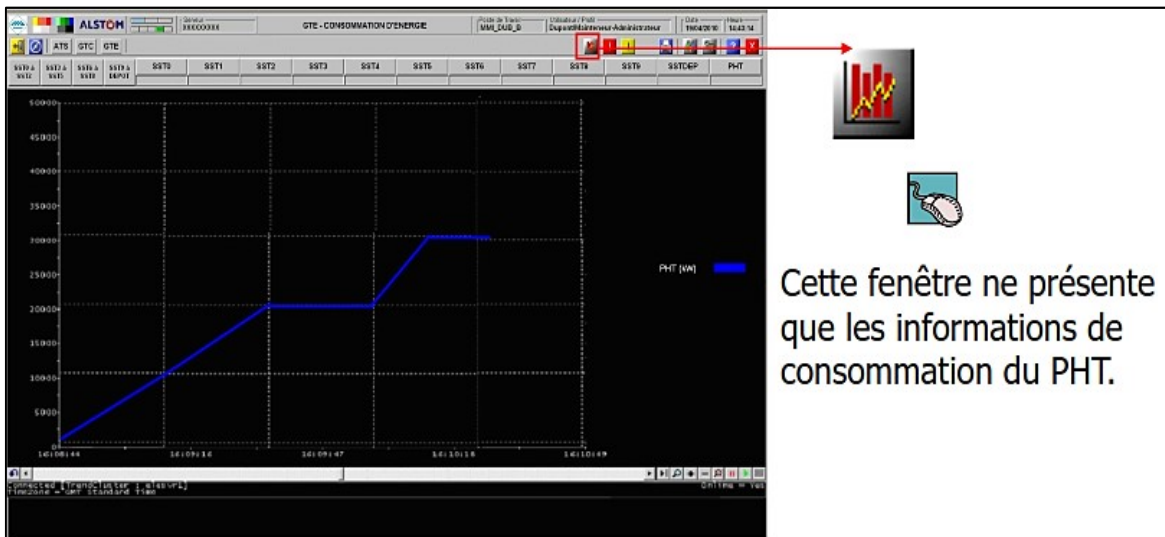


Figure III.2.5 - Fenêtre de l'historique de la consommation d'énergie

2.6. Gestion Technique d'énergie(GTE) réseau de traction électrique Sous -Station TractionSST2 à SST3 :

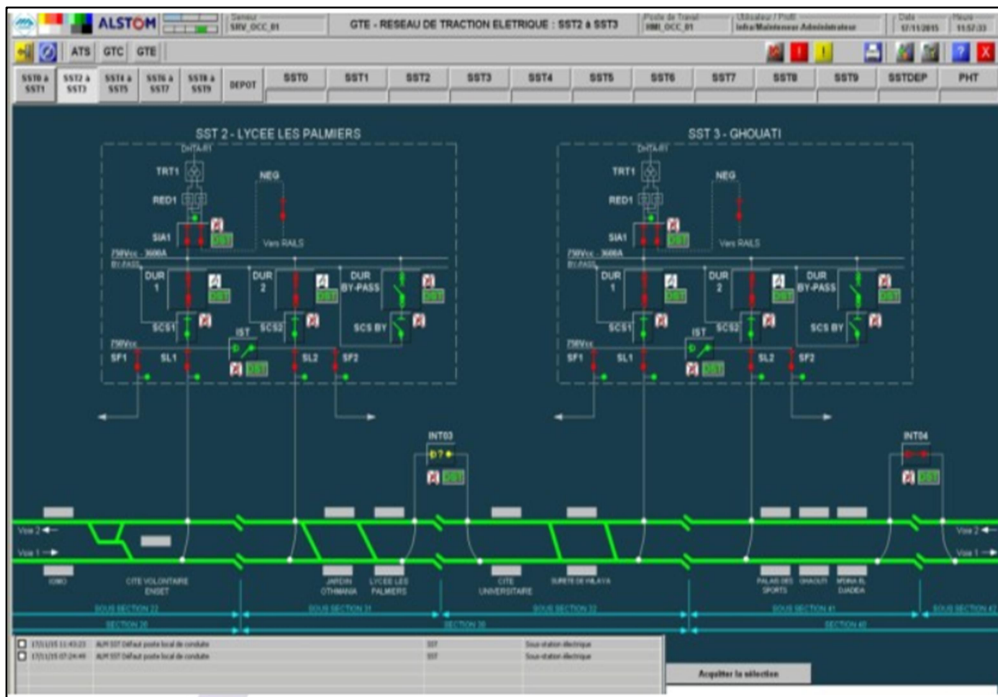


Figure III.2.6 - Gestion Technique d'énergie GTE réseau de traction électrique Sous - Station Traction SST2 à SST3

2.7. Gestion Technique d'énergie GTE réseau de traction électrique Dépôt :

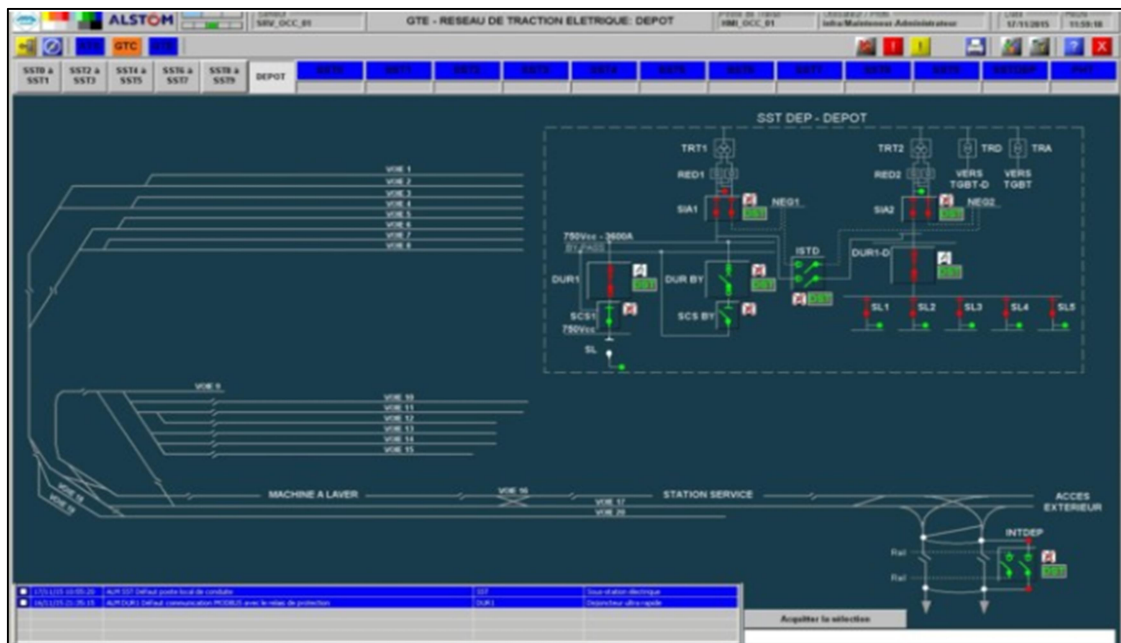


Figure III.2.7 - Gestion Technique d'énergie GTE réseau de traction électrique Dépôt

2.8. Gestion Technique d'énergie(GTE) - SENIA université SST0 :

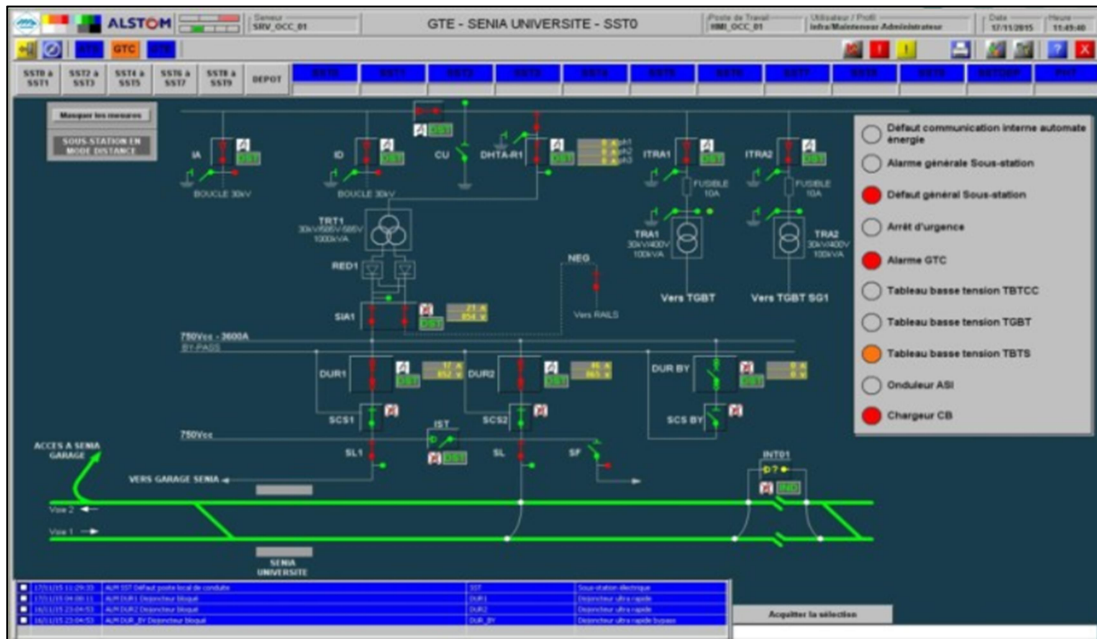


Figure III.2.8 -Gestion Technique d'énergie GTE - SENIA université SST0

2.9. Gestion Technique d'énergie(GTE)- dépôt-SSTDEP :

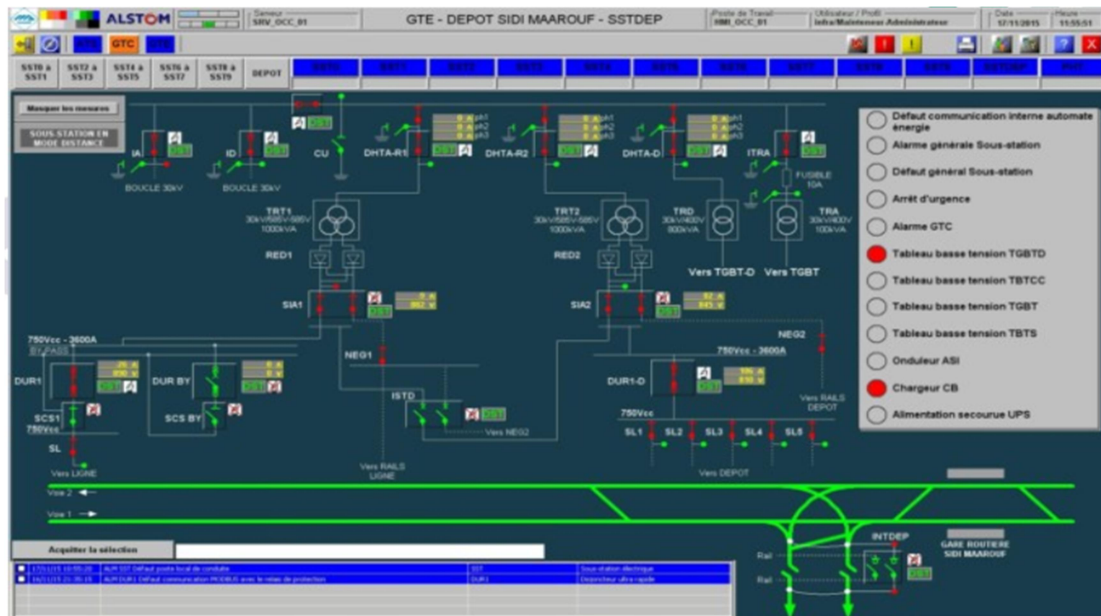


Figure III.2.9 - Gestion Technique d'énergie GTE-dépôt-SSTDEP

2.10. Gestion Technique d'énergie GTE- poste haute tension PHT :

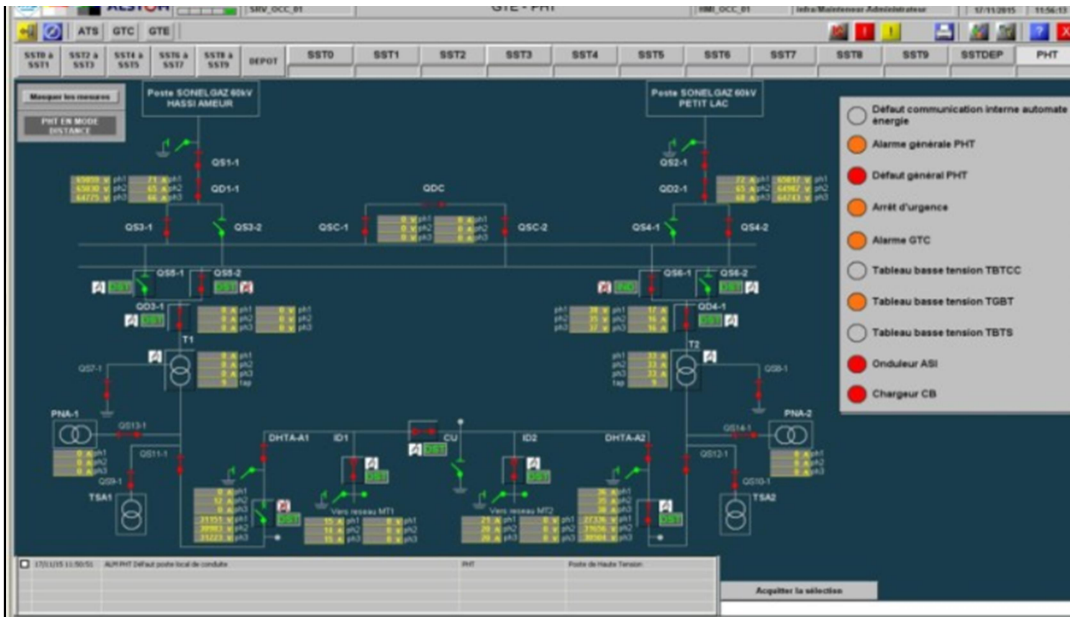


Figure III.2.10 - Gestion Technique d'énergie GTE-poste haute tension PHT

2.11. Vue de sous-station :

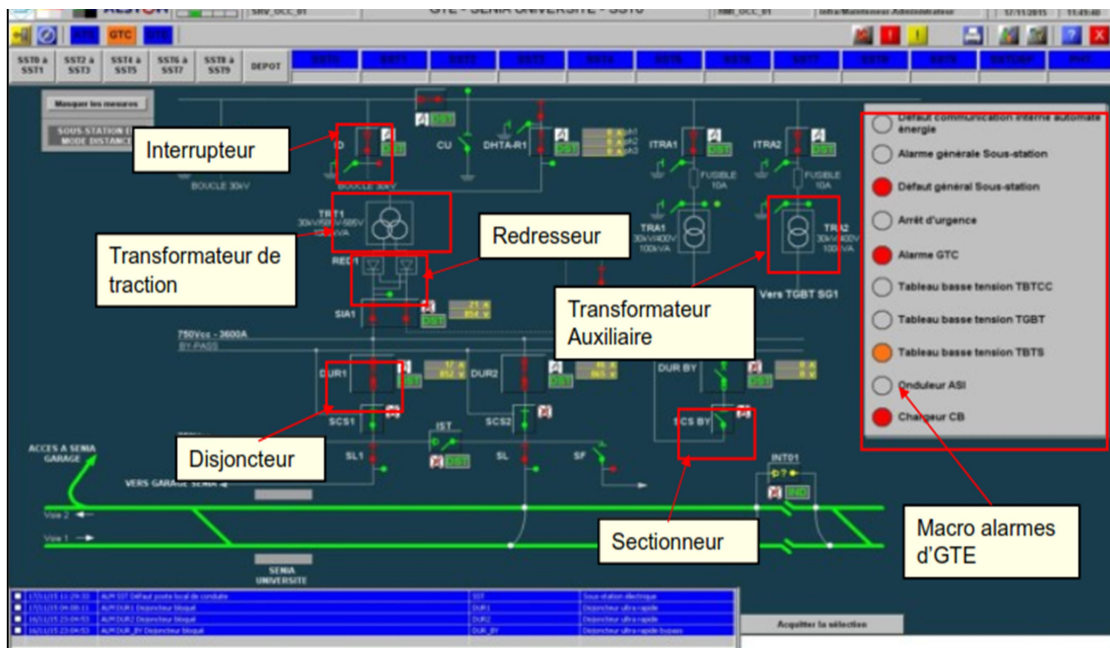


Figure III.2.11 - Vue de sous-station

2.12. Supervision :

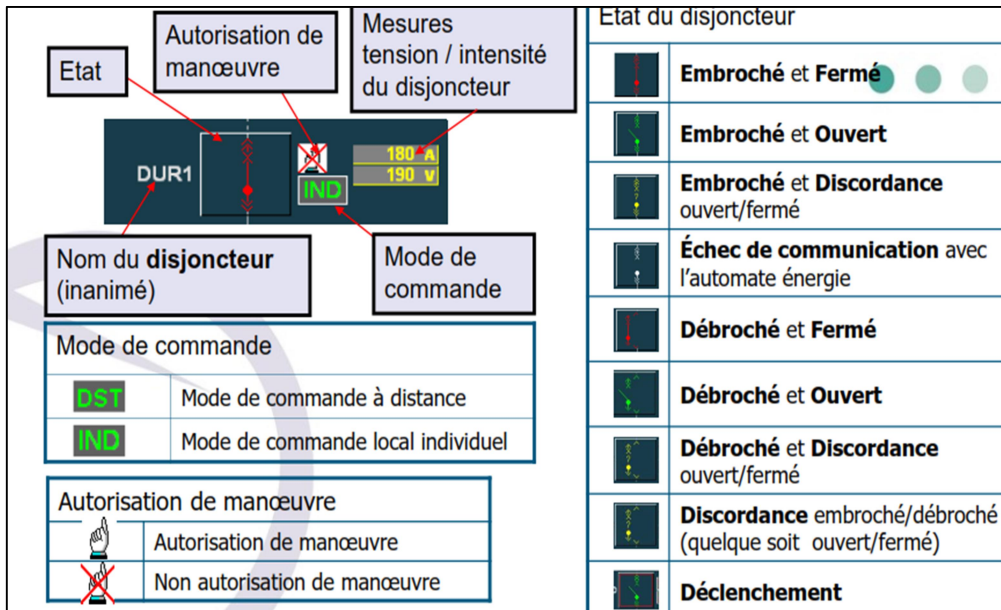


Figure III.2.12 – Supervision

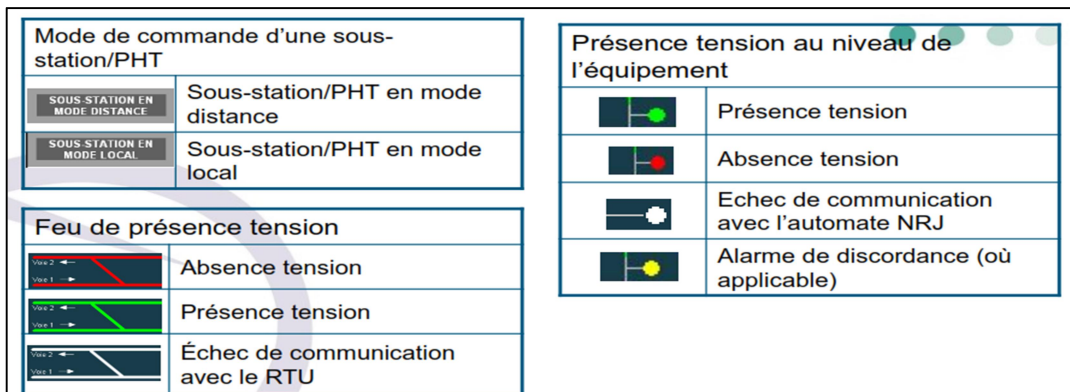
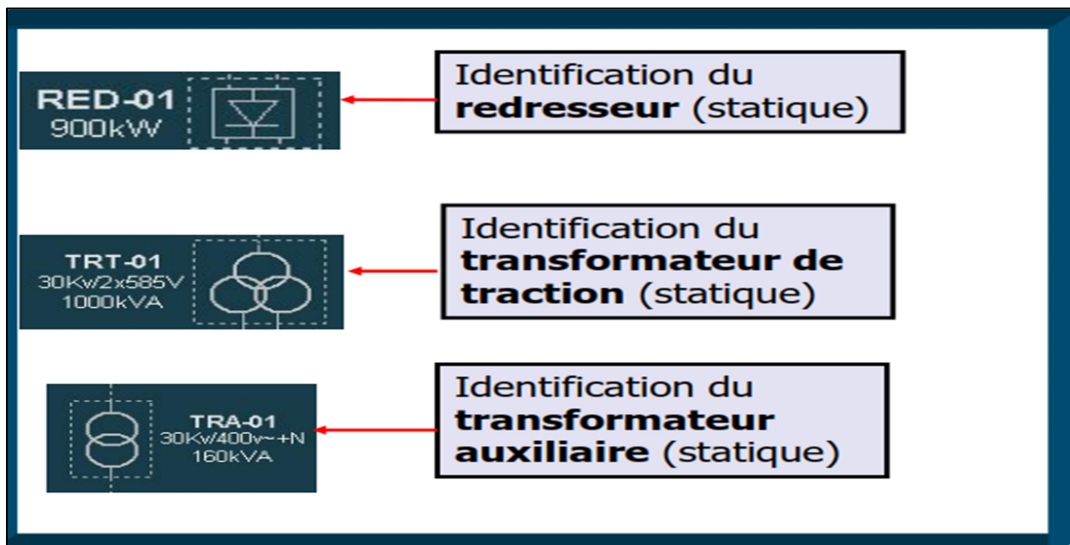


Figure III.2.12 – Supervision

2.13. Alarme Gestion Technique d'énergie(GTE) :

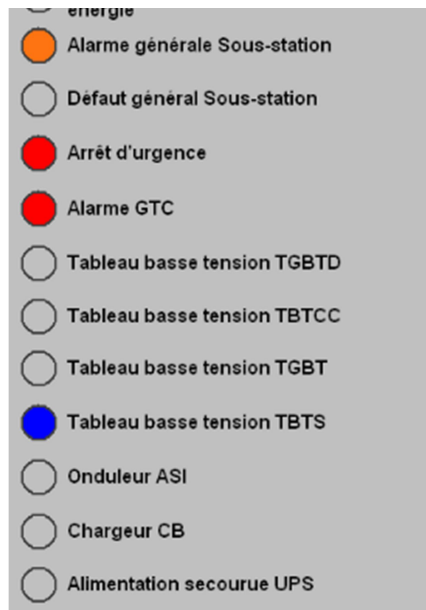


Figure III.2.13 - Alarme Gestion Technique d'énergie(GTE)

2.14. Commande :

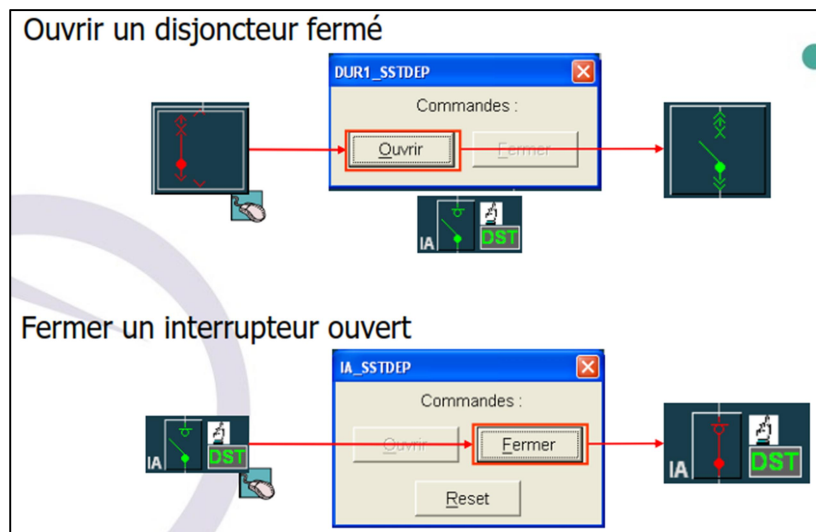


Figure III.2.14- Commande

3. Conclusion:

Dans ce chapitre, nous nous sommes attachés à l'infrastructure d'alimentation et plus particulièrement la sous-station d'alimentation ferroviaire. Cette dernière apparaît comme la source du système ferroviaire dont l'architecture est tributaire du matériel roulant à alimenter. En effet il existe principalement deux types de système d'alimentation, le premier regroupe

les sous-stations d'alimentation fournissant une tension (ou un courant) continue alors que le deuxième englobe les sous-stations d'alimentation produisant une tension alternative pour alimenter la chaîne de traction.

Conclusion Générale :

Le tramway est une technologie qui a été développée pour faciliter le transport urbain. Ce travail est pour étudier les spécifications électriques de tramway Oran ou l'alimentation du tramway en électricité est assurée par les lignes aériennes de contact. Le Poste Haute Tension « PHT » du tramway est alimenté par le réseau de SONELGAZ avec deux arrivées, l'une de sous station est de Petit lac et l'autre de Hassi-Ameur alimentées en 750 V continu, le tram récupère cette tension via le pantographe pour la transformer en tension alternative triphasée qui alimente les moteurs. Le moteur du tramway est un moteur asynchrone triphasé, pour faire fonctionner le moteur qui a besoin de courant alternatif.

La tension continue 750 V est produite à partir du réseau triphasé 30 kV ; 50 Hz. Le tramway reçoit 750Vdc à travers le pantographe, il existe aussi toute un système pour convertir 750V dc en 400V alternatif car les moteurs de ce matériel roulant sont des moteurs asynchrone exigent une énergie alternative.

La chaîne de traction convertit l'énergie électrique, captée par le pantographe depuis la caténaire, en énergie mécanique, permettant ainsi aux roues de tourner et donc au tramway d'accélérer et de freiner

Pour le reste de ce travail on s'est focalisé sur le système SCADA qui permette de traiter en temps réel un grand nombre de télémessures et de contrôler à distance les installations de circuit électrique ferroviaire.

Bibliographie :

Documents et liens de référence :

[1] : <http://www.aotu-alger.dz/setram.html>

[2] : https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tro_d%27Alger consulté le 22-09-2022.

[3] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cital> consulté le 22-09-2022.

[4] : documentation interne de SETRAM Oran

[5] : <https://tutoferro-81.websself.net/chaine-de-fonctionnement-de-la-traction>

[6] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pantographe_\(transport\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pantographe_(transport)) consulté le 22-09-2022.

[7] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Cha%C3%Aene_de_traction consulté le 22-09-2022.

[8] : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/freinage/>

[9] : W. BENHASSANI, La commande de tramway Cas de tramway de Constantine, Mémoire de master, Université de LARBI ben M'HIDI (2016).