

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement supérieur et de La Recherche scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla
Faculté Des Sciences Appliquées
Département De Génie Mécanique



Mémoire de Fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIE

Domaine : Sciences et de Technologie

Filière: Electromécanique

Spécialité: Maintenance industrielle

Présenté Par :

BERROUBA Mohammed EL Amine

BASSOU Abdessalam

Thème

**Maintenance des appareils de
vois cas de tramway de Ouargla**

Soutenu publiquement le 11/06/2022

Devant le jury

GUEBAILIA Moussa	MCA	Université Kasdi Merbah Ouargla	Président
ABDELKRIM Mourad	MCA	Université Kasdi Merbah Ouargla	Encadreur
CHIBA Elhocine	Doctorant	Université Kasdi Merbah Ouargla	Co-encadreur
MEBARKI Abdelyamin	MCB	Université Kasdi Merbah Ouargla	Examineur

Année universitaire: 2021/2022

Dédicace

Je dédie ce projet :

A ma chère mère,

A mon cher père, Qu'Allah repose son âme en paix.

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

Ma chère famille, Jamal, Mohammed, Ali, Hlima, Saaida, Karima, Nadya, Hanan, Sana, chère Salwa

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mon cher grand-père,

Qu'Allah repose son âme en paix.

A ma chère binôme, B. Mohammed El Amine.

Pour sa entente et sa sympathie.

A mes chères amies, Khиро, Hafed, Islam, Djilali, Hacen, , Achraf , Rahim,

Zaki, Ilyas, Oussama, Charaf, Tifo, Oumar, Nadjeb. Et celui qui l'a oublié, pardonne-moi

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A toute ma famille,

Sans ta présence,

Mon âme est triste et mon coeur est lourd.

Dédicace

Je dédie ce projet :

A ma chère mère,

A mon cher père,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mon frère, Khaled.

A mes chères soeurs et leurs enfants

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mon cher grand-père,

Qu'Allah repose son âme en paix.

A ma chère binôme, B. Abdessalam.

Pour sa entente et sa sympathie.

A mes chères amies, AllaEddin, Charaf, Abdellatif, Et celui qui l'a oublié, pardonne-moi

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A toute ma famille,

Sans ta présence,

Mon âme est triste et mon coeur est lourd.

Remerciements

Je remercie Allah tout puissant de m'avoir accordé la volonté et le courage pour réaliser ce mémoire.

*J'exprime mes chaleureux remerciements au directeur de mémoire, **Dr. ABDELKRIM MOURAD**, Co-encadreur **Mr. CHIBA ELHOCINE** qui a suivi mes travaux,*

Pour ses fructueuses remarques, ses encouragements et sa passion pour la recherche.

Qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde gratitude. Pour l'honneur qu'il m'a accordé.

*Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury: (**DR. GUEBAILIA MOUSSA MCA**) université de Ouargla, et (**Mr. MEBARKI ABDELYAMIN MCA**) université de Ouargla. Je les remercie chaleureusement pour leur présence et pour avoir accepté d'examiner le présent mémoire.*

Je tiens à exprimer ma très grande gratitude, et ma profonde affection à mes chers parents pour leurs encouragements, leur patience et leur grand soutien, Durant toutes ces années d'études.

Sans oublier mes frères Et mes soeurs pour leurs encouragements, et leurs aides. Je remercie également tous mes amis et camarades, Pour leurs encouragements Et leur précieux soutien

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I	
Etude bibliographique	
I. Introduction.....	3
I.1. Histoire de la maintenance.....	3
I.2. Définitions de la maintenance.....	3
I.3. Les outils de la maintenance.....	4
I.4. Les différents types de maintenance.....	5
I.5. Maintenance corrective.....	5
I.5.1. Différents types de maintenance corrective.....	5
I.5.1.1. Maintenance palliative.....	5
I.5.1.2. Maintenance curative.....	5
I.5.2. Les opérations de la maintenance corrective.....	6
I.6. Maintenance préventive.....	6
I.6.1. Différents types de maintenance préventive.....	6
I.6.1.1. Maintenance préventive systématique.....	6
I.6.1.2. Maintenance préventive conditionnelle.....	6
I.6.1.3. Maintenance préventive prévisionnelle.....	6
I.6.2. Les opérations de la maintenance préventive.....	6
I.7. Avantages et inconvénient de la Maintenance préventive et corrective.....	7
I.7.1. Avantage.....	7
I.7.2. Inconvénients.....	7
I.8. Buts de la maintenance.....	7
I.9. Les différents niveaux de maintenance.....	8
I.10. Transport urbain routier et ferroviaire.....	8
I.11. Introduction.....	8
I.12. Généralités sur le transport urbain.....	9
I.13. Les différents modes de transport urbain.....	9
I.13.1. Transport routière.....	9
I.13.2. Transport ferroviaire.....	10

I.14. Nécessité de l'intégration de la communication entre le transport ferroviaire et Transport routière un urbain.....	10
I.15. Différents modes de transport ferroviaire.....	11
I.15.1. Trains.....	11
I.15.2. Métro.....	11
I.15.3. Train à grande vitesse (TGV)	12
I.15.4. Monorail.....	12
I.15.5. Tramway.....	13
I.16. Généralités sur Le tramway.....	14
I.16.1. Historique.....	14
I.17. Systèmes de tramway.....	15
I.18. Différents Tramways de la gamme Citadis™.....	16
I.19. Conclusion.....	17

Chapitre II

Appareils de voies

II. Introduction.....	19
II.1. Informations du système tramway.....	19
II.1.1. Description.....	19
II.1.2. Aspect technique.....	19
II.1.3. La Voie du tramway.....	19
II.1.4. Les qualités techniques d'une voie de tramway fer.....	20
II.1.5. Composants de la voie.....	20
II.1.5.1. Le rail.....	20
II.1.5.2. Rail Vignole.....	20
II.1.5.3. Rail gorge.....	21
II.1.5.4. Pose avec rail noyé.....	21
II.1.6. Support de voie.....	22
II.1.6.1. La traverse.....	22
II.1.6.2. Le système de fixation.....	22
II.1.7. Le taquet d'arrêt.....	22
II.1.8. Les éléments constitutifs d'un appareil de voie sont.....	23
II.1.9. Les branchements.....	23

II.1.9.1. Les branchements Article détaillé.....	24
II.1.10.Le cœur.....	24
II.1.11.Machines A points.....	24
II.2. Appareil de voie.....	25
II.3. Typés d'appareil de voie.....	26
II.3.1. Contrôle manuel de la voie ferrée.....	27
II.3.2. Contrôle à distance des voies ferrées.....	27
II.3.2.1. Appareil de voie Mécanisme de manœuvre d'aiguilles en chaussée MCEH61/MTEH61.....	27
II.3.2.1.1. Fonctionnement.....	28
II.3.2.2. Appareil de voie UNISTAR HR.....	28
II.3.2.2.1. Avantages du système.....	29
II.3.2.3. Appareil de voie UNISTAR HR NG.....	30
II.3.2.3.1. Avantages du système (UNISTAR HR NG ET UNISTAR RH EM).....	30
II.3.2.4. Appareil de voie UNISTAR RH EM.....	30
II.3.2.5. Appareil de voie UNISTAR HR COMPACT.....	31
II.3.2.5.1. Avantages du système.....	31
II.3.2.6. Appareil de voie UNISTAR CSV 34.....	32
II.3.2.6.1. Avantages du système.....	32
II.3.2.7. Appareil de voie UNISTAR CSV 24.....	32
II.3.2.7.1. Composants de L'UNISTAR CSV 24.....	33
II.3.2.7.2. UNISTAR CSV 24 compact.....	34
II.3.2.7.3. Possibilités d'installation.....	35
II.3.2.7.4. Caractéristiques UNISTAR CSV 24.....	35
II.3.2.7.5. Possibilités d'installation flexibles grâce à des caractéristiques uniques conception modulaire.....	36
II.3.2.7.6. Fiable et nécessitant peu d'entretien.....	36
II.3.2.7.7. Avantages du système.....	36
II.3.2.7.8. Informations techniques UNISTAR CSV 24.....	37
II.4. Systèmes de contrôle pour le fret, le trafic urbain et mixte.....	37
II.4.1. DÉPÔT UNILOCK.....	37
II.4.2. UNILOCK TCS/EWS – Système de contrôle des aiguillages.....	38
II.4.3. UNILOCK EOW - Aiguillage à commande électrique locale.....	38

II.4.4. UNILOCK ATP/TUZ – Protection automatique des trains.....	38
II.4.5. UNILOCK SCS/FSA – Système de contrôle de signalisation.....	38
II.4.6. UNILOCK BÜ/LC – Passage à niveau.....	39
II.4.7. UNILOCK FWA - Avertissement de piétons.....	39
II.5. Risques majeurs liés au ferroviaire.....	39
II.5.1. Collision nez à nez.....	39
II.5.2. Collision par rattrapage.....	39
II.5.3. La prise en écharpe.....	40
II.5.4. la collision avec un obstacle.....	40
II.5.5. le déraillement.....	41
II.6. Conclusion.....	41

Chapitre III

Etude de maintenance de l'appareil de voie

III. Introduction.....	43
III.1. Historique.....	43
III.2. Définitions SETRAM.....	43
III.3. Objectifs de la SETRAM de droit algérien.....	44
III.4. Description globale de la société.....	44
III.5. Description de tramway d'Ouargla.....	45
III.5.1. Site d'Ouargla.....	45
III.5.2. Tracé schématique de la ligne de tramway et ses principales stations.....	46
III.5.3. Caractéristiques du tramway d'Ouargla.....	46
III.6. Divination le PCC.....	47
III.7. Les étapes de la maintenance (SETRAM Ouargla).....	47
III.8. Types d'entretien utilisés.....	48
III.9. Carte de position de l'appareil de voie.....	48
III.10. Étapes de maintenance des aiguillages de voie manuels.....	49
III.10.1. Entretien et vérification du Mécanisme de manœuvre.....	50
III.10.2. Entretien et vérification de l'aiguillage.....	50
III.11. Importance appareil de voie.....	51
III.12. Causes de panne de l'appareil de voie électrique et manuel.....	51
III.13. Appareil de voie manuel cas de train de Touggourt.....	51

III.14. Conclusion.....	53
-------------------------	----

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV. Introduction.....	55
IV.1. Fichiers de maintenance de l'appareil de voie.....	55
IV.2. Etude analytique de maintenance.....	56
IV.2.1. Application des méthodes PARETO.....	56
IV.2.1.1. Diagrammes de PARETO.....	56
IV.2.1.2. Objectif La méthode de PARETO (ABC).....	56
IV.2.1.3. Méthodes d'analyse prévisionnelle PARETO (ABC).....	56
IV.2.1.4. La courbe d'analyse ABC.....	58
IV.2.2. Le diagramme D' ISHIKAWA des 5 M.....	58
IV.2.2.1. Programmer Minitab.....	59
IV.2.2.2. L'intérêt de diagramme Causes-Effet.....	61
IV.2.2.3. But du diagramme D' ISHIKAWA des 5 M.....	61
IV.3. Conclusion.....	61
Conclusion générale.....	63
Bibliographie.....	65

Liste des figures

Chapitre I

Etude bibliographique

Figure I.1	Les types de maintenance.....	5
Figure I.2	Modes de transport routier.....	10
Figure I.3	Modes de transport ferroviaire.....	10
Figure I.4	Trains (charbon, pétrole et électricité).....	11
Figure I.5	Métro.....	12
Figure I.6	Train à grande vitesse.....	12
Figure I.7	Monorail.....	13
Figure I.8	Tramway.....	13
Figure I.9	Tramway Algérie.....	14
Figure I.10	Digramme de classification des systèmes de tramway en fonction de leurs différentes caractéristiques de construction et d'exploitation	15

Chapitre II

Appareils de voies

Figure II.1	Comparaison des structures en pose voie continue et discontinue d'une voie de tramway.....	20
Figure II.2	Coupe d'un rail type Vignole.....	21
Figure II.3	Coupe d'un rail à gorge.....	21
Figure II.4	Pose avec rail noyé.....	21
Figure II.5	Exemple de traverse béton bi-bloc.....	22
Figure II.6	Attache type vossloh et Attache type Nabla.....	22
Figure II.7	Taquet d'arrêt d'un tramway.....	23
Figure II.8	Les pièces constitutives d'un appareil de voie.....	23
Figure II.9	La partie branchements.....	24
Figure II.10	10 Le cœur est une pièce monobloc moulée (a) et Le cœur est une pièce séparée (b).....	24
Figure II.11	Représentation schématique d'un aiguillage simple (a), d'un22 croisement simple (b), d'un croisement double (c), d'un aiguillage à double glissement (d), d'un aiguillage équilatéral (e) et d'un aiguillage à trois voies (f).....	25

Figure II.12	Schéma d'un chemin rectiligne (A) et d'un chemin bifurqué (B).....	27
Figure II.13	Type d'appareil de voie manuel.....	27
Figure II.14	Machine d'aiguillage MCEH61/ MTEH61.....	28
Figure II.15	Appareil UNISTAR HR.....	29
Figure II.16	Installation du système UNISTAR HR dans différentes régions.....	29
Figure II.17	Appareil UNISTAR HR NG.....	30
Figure II.18	Appareil UNISTAR RH EM.....	31
Figure II.19	Appareil UNISTAR HR COMPACT.....	31
Figure II.20	Appareil UNISTAR CSV 34.....	32
Figure II.21	Appareil UNISTAR CSV 24.....	33
Figure II.22	Vue du principal sous-groupe moteur sans couvercle.....	34
Figure II.23	Méthodes d'installation Clé en T (A), clé à rail rainuré (B), jauge externe (6 pieds) (C).....	35
Figure II.24	Voie encastrée UNISTAR CSV 24 points, écartement de voie de 1000 mm (a) et voie ouverte, écartement de voie de 1435 mm (b).....	35
Figure II.25	Collision nez à nez.....	39
Figure II.26	Collision par rattrapage.....	40
Figure II.27	Collision La prise en écharpe.....	40
Figure II.28	Collision avec un obstacle.....	41
Figure II.29	Collision déraillement.....	41

Chapitre III

Etude de maintenance de l'appareil de voie

Figure III.1	Organisation de la société Metro Algérie.....	44
Figure III.2	Site d'Ouargla.....	45
Figure III.3	Tracé schématique de la ligne de tramway et ses principales stations..	46
Figure III.4	Système de contrôle et d'acquisition de données.....	47
Figure III.5	Les étapes de la maintenance (diagramme de SETRAM Ouargla).....	47
Figure III.6	Carte de positionnement des appareils au sein d'une entreprise.....	48
Figure III.7	Carte de la position de l'appareil dans le chemin externe.....	49
Figure III.8	Type manuelle Appareil branchements (a et b), Appareil Symétrique (c).	52

Chapitre IV

Résultats et discussion

Figure IV.1	La courbe d'analyse par la méthode ABC (PARETO).....	58
Figure IV.2	Causes possibles de panne.....	59
Figure IV.3	Programmer Minitab.....	60
Figure IV.4	Diagramme D'ISHIKAWA dans Minitab.....	60

Liste des tableaux

Chapitre I

Etude bibliographique

Tableau I.1	Les avantages de la maintenance corrective et préventive.....	7
Tableau I.2	Les inconvénients de la maintenance corrective et préventive.....	7
Tableau I.3	Niveaux de maintenance.	8
Tableau I.4	Les différents Tramways de la gamme Citadis™.....	16

Chapitre II

Appareils de voies

Tableau II.1	Principaux sous-groupes moteur.....	34
Tableau II.2	Données techniques de la machine UNISTAR CSV 24.....	37

Chapitre III

Etude de maintenance de l'appareil de voie

Tableau III.1	Caractéristiques du tramway d'Ouargla.....	46
Tableau III.2	Diverses raisons qui entravent l'appareil.....	51

Chapitre IV

Résultats et discussion

Tableau IV.1	Fichiers de maintenance de l'appareil de voie.....	55
Tableau IV.2	Tableau d'analyse une fiche d'inspection (PARETO).....	57

Nomenclature

Symbole	Unité	Désignation
AFNOR		Association Française de NORmalisation
AMDEC		Analyse des Méthodes de Défaillance de leur Effet et de leur Criticité.
GMAO		Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur
TGV		Train à Grande Vitesse
LGV		Lignes à Grande Vitesse
SNCF		Société Nationale des Chemins de fer Français
IP		Protection contre les Infiltrations d'eau
EMA		Entreprise du Métro d'Alger
RATP		Régie autonome des transports parisiens
PCC		Poste de Commande Centralisé
SETRAM		Société Chargée de L'exploitation et de la Maintenance des Tramways Algériens.
CITAL		CIT: Citadine , AL: Algérie
SAE IV		Système d'aide à l'exploitation et à l'information voyageurs
SCADA		Système de Contrôle et d'acquisition de données
CCTV		Closed-Circuit Télévision
SIL		Safety Integrity Level
SSR		Sous-station Redressement
AC	V	Alternatif Courant
DC	V	Direct Courant
V max	km/h	Vitesses de course Maximales
V c	km/h	Vitesses Commerciales

Introduction

générale

Introduction générale

Les premiers véhicules terrestres sont apparus à la fin du 19^e siècle, les chemins de fer permettaient de desservir les villes et les campagnes grâce à des réseaux maillés et à l'utilisation de gabarits différents, comme pour atteindre à moindre coût des lieux éloignés ou faire face au relief dans les zones montagneuses.

Parallèlement à ces évolutions, l'industrie ferroviaire continue d'améliorer les conditions de rapidité et de confort notamment pour le transport de voyageurs. Et le déploiement de la traction électrique commerciale, qui permet d'obtenir des vitesses élevées [1]. En conséquence, le transport ferroviaire est candidat car il a un rôle pivot dans la relance économique en Algérie et donc la maintenance joue un rôle important pour assurer la sécurité et maintenir ce bon gain pour que la société de transport ferroviaire se concentre sur la maintenance préventive en général.

Nous avons visité la société **SETRAM** pendant une période d'environ un mois afin de connaître cet important équipement et appareils spécialisés dans le contrôle et le changement du mouvement du tramway et l'entretien nécessaire pour celui-ci, et les causes des accidents de la circulation et des problèmes sur le chemin de fer voie, et l'un des plus importants de ces dispositifs est le mode d'équipement qui contribue et joue un rôle majeur dans le développement du contrôle et du changement de tramway. Dans ce domaine, nos travaux ont porté sur l'étude des composants de cet appareil et comment le faire fonctionner et le préserver des risques.

Ce mémorandum est divisé en trois chapitres.

Chapitre I : Contient une description générale des types de transport, en particulier le transport ferroviaire, ainsi que l'identification de la maintenance, ses cœurs et ses objectifs.

Chapitre II : Contient l'étude de l'infrastructure ferroviaire et connaissance des dispositifs de contrôle de la voie et de leurs types et systèmes utilisés, où nous avons également abordé les problèmes et les accidents.

Chapitre III : Fournit les informations que nous avons découvertes de SETRAM et la maintenance pour cela.

Chapitre IV : Fournit plan des opérations de surveillance et de maintenance en utilisant les méthodes étudiées, et à la fin de ce travail se termine par une conclusion générale.

Chapitre I

Etude

bibliographique

I. Introduction

La maintenance est l'une des fonctions de l'entreprise, mais elle n'est pas une fin en soi. À ce titre, elle est peu lisible et parfois méconnue des décideurs qui sous-estiment son impact. Concevoir, produire et commercialiser sont des fonctions « naturelles » facilement identifiables et rarement négligées, Par contre, la maintenance n'est qu'un soutien à la production, agissant comme prestataire de service interne, fortement évolutive. Elle est un facteur important de qualité, de sécurité de respect des délais et de productivité, Positionner la maintenance au sein de l'appareil de production est un exercice difficile, comme il est toujours difficile de faire simple dans un environnement complexe [2].

La maintenance est la base la plus importante à l'heure actuelle, et en travaillant avec elle, nous pouvons éviter de nombreuses erreurs et problèmes. Avant de présenter et d'étudier la maintenance de l'aiguillage de voie, nous présenterons dans ce chapitre la définition de la maintenance, ses types, son but, comment y travailler, et les avantages et inconvénients de la maintenance préventive et corrective.

I.1. Histoire de la maintenance

Le terme « maintenance », forgé sur les racines latines *menus* et *tenere*, est apparu dans la langue française au XII^e siècle. L'étymologiste Wace a trouvé la forme *mainteneur* (celui qui soutient), utilisée en 1169 : c'est une forme archaïque de « *mainteneur* ».

Anecdotique ment, c'est avec plaisir que j'ai retrouvé l'usage du mot « maintenance » sous la plume de François Rabelais, qui, vers 1533, parlait de la « maintenance de la loy » dans *Pantagruel*.

Les utilisations anglo-saxonnes du terme sont donc postérieures. À l'époque moderne, le mot est réapparu dans le vocabulaire militaire : « maintien dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant ». Définition intéressante, puisque l'industrie l'a reprise à son compte en l'adaptant aux unités de production affectées à un « combat économique » [2].

I.2. Définitions de la maintenance

Selon la définition de l'AFNOR, la maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. La maintenance regroupe ainsi les actions de dépannage et de réparation, de réglage, de révision, de

contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) [3].

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. D'après la norme AFNOR X60-010 [1].

I.3. Les outils de la maintenance

Tout comme l'intervention technique de maintenance, **l'organisation** et la **gestion** des activités de maintenance nécessitent l'emploi d'outils d'usages et de natures différentes :

➤ **Outils mathématiques**

Pour choisir les politiques de maintenance les mieux adaptées à chaque type d'équipement, déterminer les périodes d'intervention, connaître la fiabilité, maintenabilité, disponibilité..... (Probabilités, lois statistiques, algèbre des événements, analyses markoviennes...).

➤ **Outils organisationnels**

Pour faciliter la prise de décisions (AMDEC, Synoptiques, Logigrammes...), la mise en œuvre de la maintenance préventive (techniques de contrôle), ou l'organisation des interventions (procédures et modes opératoires).

➤ **Outils informatiques**

Pour la gestion des éléments maintenus, des ressources utilisées et des budgets (GMAO), ou pour l'aide à la décision (Systèmes experts) [4].

I.4. Les différents types de maintenance

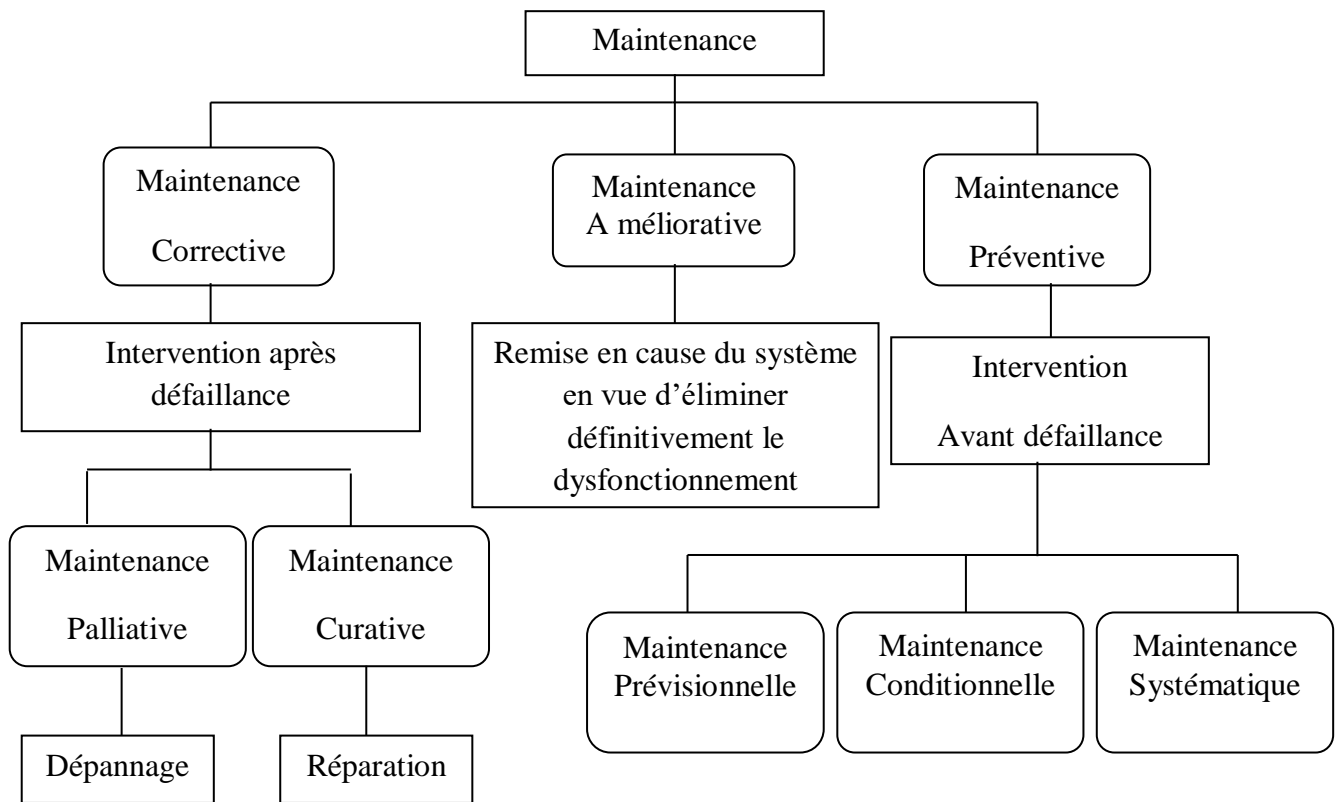


Figure I.1: Les types de maintenance [4]

I.5. Maintenance corrective

C'est la maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise [5].

I.5.1. Différents types de maintenance corrective

I.5.1.1. Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise [5].

I.5.1.2. Maintenance curative

Ce sont des activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir totalement sa fonction requise [3].

I.5.2. Les opérations de la maintenance corrective

Les opérations de la maintenance corrective débouche sur 2 types d'interventions dépannage, réparation Elles destinées à permettre à un bien d'accomplir totalement sa fonction requise [3].

I.6. Maintenance préventive

Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien [2].

I.6.1. Différents types de maintenance préventive**I.6.1.1. Maintenance préventive systématique**

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien [2].

I.6.1.2. Maintenance préventive conditionnelle

La maintenance conditionnelle se traduit par une surveillance des points sensibles de l'équipement, exercée au cours de visites préventives. Ces visites soigneusement préparées, permettent d'enregistrer un degré d'usure, un jeu mécanique, une température, une pollution, ou tout autre paramètre qui puisse mettre en évidence l'imminence d'une défaillance [4].

I.6.1.3. Maintenance préventive prévisionnelle

Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien [2].

I.6.2. Les opérations de la maintenance préventive

Elles peuvent être regroupées en 3 familles : les inspections, les contrôles, les visites. Elles permettent de maîtriser l'évolution de l'état réel du matériel. Elles peuvent être effectuées de manière continue ou à des intervalles, prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage [3].

I.7. Avantages et inconvénient de la Maintenance préventive et corrective

Malgré que la maintenance que la maintenance préventive porte beaucoup d’avantage par rapport à la maintenance corrective. Mais, elle présente certains inconvénients qu’il faut tenter à les réduire.

I.7.1. Avantages

Tableau I.1 : Les avantages de la maintenance corrective et préventive

La Maintenance corrective	La Maintenance préventive
<ul style="list-style-type: none"> - Réduire les besoins de maintenance d'urgence. - Moins de risques d'accidents. - Fournit des informations suffisantes concernant le remplacement, l'entretien et la réparation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de la sécurité. - Amélioration de la productivité. - réduction des coûts. - Réduire la consommation d'énergie.

I.7.2. Inconvénients

Tableau I.2 : Les inconvénients de la maintenance corrective et préventive

La Maintenance corrective	La Maintenance préventive
<ul style="list-style-type: none"> - Retards dans les calendriers de production. - Perte de profit. - Faire des heures supplémentaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes budgétaires. - Consommation de temps. - Difficultés organisationnelles.

I.8. Buts de la maintenance

- Augmenter la durée de vie des matériels.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production.

- Diminuer le budget de maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents graves [3].

I.9. Les différents niveaux de maintenance

La norme X 60-010 distingue 5 degrés de maintenance, classés de manière croissante, selon la complexité des interventions à effectuer.

Tableau I.3 : Niveaux de maintenance [2].

Niveau	Personnel d'intervention	Nature de l'intervention	Moyens requis
1	Exploitant, sur place	Réglage ou échanges d'organes accessibles sans aucun démontage	Outillage léger défini dans les consignes de conduite
2	Technicien habilité (dépanneur) sur place	Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou opérations mineures de maintenance préventive	Outillage standard et rechanges situés à proximité
3	Technicien spécialisé, sur place ou en atelier de maintenance	Identification et diagnostics de pannes, réparations par échange de composants fonctionnels,	Outillage prévu plus appareils de mesure.
4	Équipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive	Outillage général et spécialisé
5	Équipe complète polyvalente, en atelier central	Réparations importantes confiées à un atelier central Souvent externalisés	Moyens proches de ceux de la fabrication par le constructeur

I.10. Transport urbain routier et ferroviaire

I.11. Introduction

Les transports entretiennent une relation forte avec le développement. La période actuelle pour l'Algérie, et ses capacités financières et humaines, lui permettent, grâce à la bonne

concrétisation des bons plans, de réaliser un saut qualitatif dans les prochaines années sur le plan économique, social et niveaux environnementaux, ce qui affecte positivement la qualité de vie des individus et de la société. Les évolutions en cours dans le secteur des transports en Algérie, notamment le transport ferroviaire, et leurs conséquences positives pour l'individu et la société [6].

Le transport est devenu d'une grande importance dans la vie quotidienne pour répondre aux besoins, et pour cela nous étudierons le transport urbain, qui se compose du transport routier et du transport ferroviaire, et nous focaliserons notre étude sur ce dernier en mentionnant ses types et comment se déplacer

I.12. Généralités sur le transport urbain

Un service de transport urbain définit comme « tout service de transport de personnes exécuté de manière non saisonnière dans le ressort territorial d'une autorité organisatrice de la mobilité, soit au moyen de véhicules de transport ». Le développement progressif du trafic urbain incite les grandes villes à donner priorité aux transports publics. Les transports urbains traitent en réalité de transport individuel et de transport en commun, ses caractéristiques propres sont principalement : une densité démographique et géographique importante, ce qui implique de bien gérer les flux de voyageurs dans l'espace urbain [7].

I.13. Les différents modes de transport urbain

Les types de transports utilisés en Algérie peuvent être classés dans deux catégories

I.13.1. Transport routière

Comprend les activités de transport à l'intérieur et entre les villes via les routes (bus, voitures, camions, etc.) ou les chemins de fer (trains, métros, tramways, etc.) selon le but de l'activité de transport (passagers, marchandises) [6].



Figure I.2 : Modes de transport routier

I.13.2. Transport ferroviaire

Ce moyen de transport est primordial vu leur avantage et la qualité de service en le comparant avec le transport routier. Il se caractérise par les avantages suivants : Grande capacité de transports de voyageurs et marchandises, manque d'encombrement de la route et respect des délais, bonne sécurité. Mais, il souffre de certains inconvénients tel que le réseau ferroviaire est limité et des tarifs élevés en comparant avec le transport routier [8].



Figure I.3 : Modes de transport ferroviaire

I.14. Nécessité de l'intégration de la communication entre le transport ferroviaire et Transport routier un urbain

Le transport ferroviaire urbain est la tendance de développement du transport en commun moderne, et il occupe progressivement une position dominante dans les transports publics des grandes villes. Étant donné que la portée du service et l'accessibilité du transport ferroviaire

urbain sont réduites, il est nécessaire de coopérer étroitement avec le mode de transport routier de voyageurs pour mener à bien la tâche du transport urbain de voyageurs. Étant donné que le transport ferroviaire urbain et le système de bus routier représentent la grande majorité du volume de passagers des transports publics urbains [9].

I.15. Différents modes de transport ferroviaire

Le transport ferroviaire en Algérie est divisé en trois modes ils sont comme suit.

I.15.1. Trains

Le train est un moyen de transport qui transporte des passagers et des marchandises d'un endroit à un autre. C'est une série de véhicules connectés qui se déplacent sur un chemin spécifique appelé "lignes de chemin de fer". Ces lignes se composent généralement de deux voies dans deux directions différentes, mais parfois la ligne peut être constituée d'une seule voie, et fonctionne sous plusieurs formes d'énergie (charbon, pétrole et électricité) [10].



Figure I.4 : Trains (charbon, pétrole et électricité)

I.15.2. Métro

C'est un mode de transport urbain, utilisant des trains de chemin de fer (principalement) pour transporter des passagers en grand nombre. Les voies de métro sont des tunnels souterrains, entrecoupés (parfois) de sections à la surface de la terre, dont la plupart sont des ponts [11].

Le métro, ou métropolitain, ou parfois appelé "chemin de fer souterrain", est un système qui utilise exclusivement la traction électrique et utilise généralement la roue en acier traditionnelle sur un système de guidage sur rail (bien que parfois des roues à pneus soient utilisées), sur un couloir exclusif [12].



Figure I.5 : Métro

I.15.3. Train à grande vitesse (TGV)

Le TGV (sigle de train à grande vitesse) est une rame automotrice de conception française alimentée par caténaire et propulsée par des moteurs électriques, atteignant régulièrement la vitesse de 320 km/h sur des lignes à grande vitesse (LGV).

Les trains ont été initialement conçus par la SNCF et Alstom, et largement construits par la société Alstom en France [13].



Figure I.6 : Train à grande vitesse

I.15.4. Monorail

Le monorail est un système de transport léger sur rail électrifié. Ce mode de transport (de manière typique, un train articulé) est formé d'un petit nombre de véhicules (2 à 6), et dans la plupart des cas, il se déplace via des roues à pneus, sur une voie permanente surélevée (voie de guidage).

Le système couvre souvent de courtes distances, Il développe des vitesses de course maximales de $V_{max} = 60-90$ km/h et des vitesses commerciales de $V_c = 20-40$ km/h. Il est

surtout proposé pour le transport dans les lieux de loisirs (parcs thématiques, zoos, etc.) mais ils ont également été introduits récemment, comme un moyen de contourner les problèmes de pénurie foncière dans les villes congestionnées (en Chine, en Corée du Sud) [12].



Figure I.7 : Monorail

I.15.5. Tramway

En termes de technologie et d'exploitation, le tramway moderne est une version plus récente du tramway conventionnel qui a monopolisé les transports publics urbains et tramway moderne est un train électrique à roues en acier, circulant presque exclusivement à niveau le long de routes urbaines ou suburbaines. Soit il partage la même infrastructure que le reste du trafic routier.

Il dessert généralement des distances de l'ordre de 5 à 20 km et peut être intégré dans des rayons d'alignement horizontal aussi étroits que 20 à 25 m. Il se caractérise par des vitesses commerciales de l'ordre de 15 à 25 km/h et peut transporter environ 15 000 passagers/h/ [12].



Figure I.8 : Tramway

I.16. Généralités sur Le tramway

I.16.1. Historique

Les premiers tramways sont apparus aux États-Unis durant la première moitié du 19^e siècle, ils sont alors tractés par des animaux, en général des chevaux. Ils circulent en 1832 sur la ligne de New York à Harlem et en 1834 à La Nouvelle-Orléans.

Le premier tramway de France est construit dans le département de la Loire sur la route entre Montrond-les-Bains et Montbrison. Long de 15 kilomètres, il est mis en service dès 1838. Les tramways pour voyageurs et marchandises, à traction hippomobile ou mécanique, sont institués par la loi de 1880.

Les premiers rails, en U saillant, créent une gêne importante et provoquent quelques accidents. Ils sont supplantés, à partir de 1850, à New York, par des rails à gorge, puis, en 1852, par des rails dénués de saillant (inventés par le français Alphonse Loubet). Plus tard, en 1853, en prévision de l'exposition universelle de 1855, une ligne d'essai est présentée sur le Cours la Reine, dans le 8^e arrondissement de Paris. Lors de l'exposition de 1867, une desserte était effectuée par des tramways à traction hippomobile et était surnommée « chemin - de - fer américain ».

La modernité technique que représente l'électricité et surtout les faibles nuisances engendrées par celle-ci facilitent son adoption rapide, une fois que les difficultés liées à la production et au transport de l'électricité furent résolues. Le premier tramway électrique est mis en exploitation à Sarajevo (Empire austro-hongrois) en 1885, tandis qu'en Suisse, la première ligne (Vevey- Montreux-Chillon), sur la Riviera vaudoise, est ouverte en 1888. En France, il circule pour la première fois à Clermont-Ferrand en 1890 [14].



Figure I.9 : Tramway Algérie

I.17. Systèmes de tramway

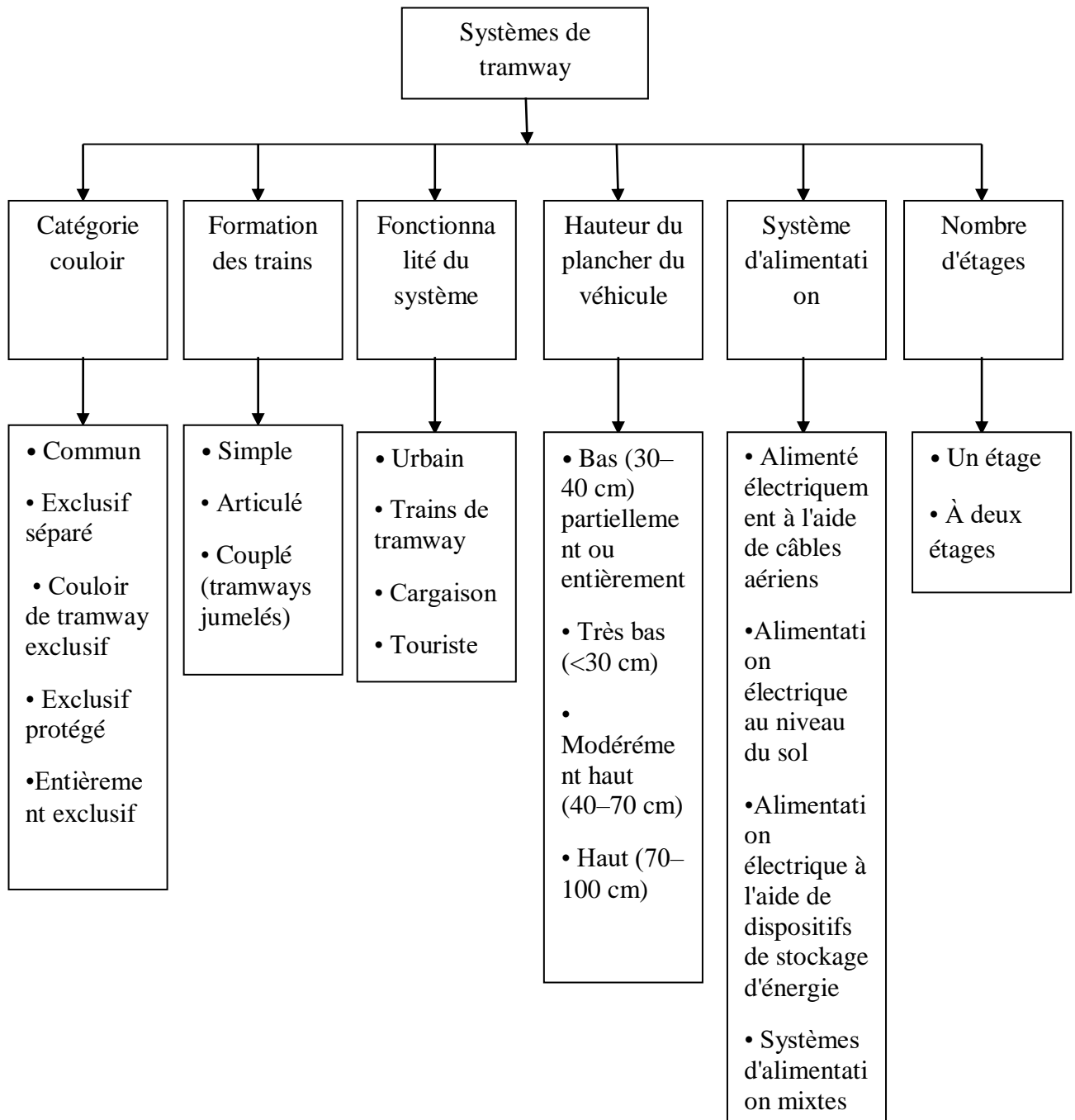



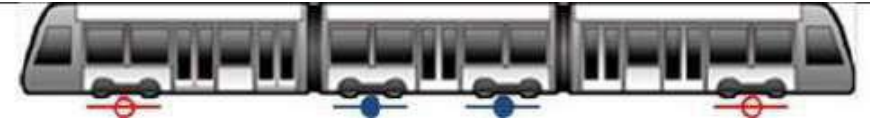









Figure I.10 : Digramme de classification des systèmes de tramway en fonction de leurs différentes caractéristiques de construction et d'exploitation [12].

I.18. Différents Tramways de la gamme Citadis™

Tableau I.4 : Les différents Tramways de la gamme Citadis™ [8].

Modèle et quelques lieux d'installation	Architecture	Longueur
Citadis™ 202 (Melbourne)		20m
Citadis™ 301 (Orléans, Dublin)		27m
Citadis™ 302 (Lyon, Paris T2)		33m
Citadis™ 304		33m
Citadis™ 401 (Montpellier, Dublin)		39m
Citadis™ 402 (Paris T3, Tours)		44m

<p>Citadis™ 404</p>		<p>43m</p>
<p>Légende :</p> <ul style="list-style-type: none">  : bogie motorisé non pivotant.  : bogie motorisé pivotant.  : bogie porteur (non motorisé) non pivotant.  : bogie porteur (non motorisé) pivotant. 		

I.19. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un aperçu de la maintenance, un processus que nous effectuons sur les équipements pour assurer une durée de vie et une efficacité plus longues à moindre coût, et ses types (préventif, correctif et optimisation). Nous avons également étudié l'importance des transports urbains, qui se composent de transport routier et ferroviaire, et nous nous sommes concentrés davantage sur le transport ferroviaire et ses types (train, tramway...etc).

Chapitre II

Appareils de voies

II. Introduction

Avec l'augmentation du trafic ferroviaire, des systèmes sont développés pour exploiter le trafic ferroviaire de manière sûre, efficace et économique. Ces systèmes sont optimisés avec une technologie de pointe afin de prendre le contrôle total des véhicules ferroviaires [15].

Dans ce chapitre, nous allons étudier l'infrastructure ferroviaire, connaître le dispositif de commande du tramway, ses types, les systèmes dans lesquels il fonctionne et la plupart des problèmes qu'il pose lors de son emploi dans des lieux qui ne lui sont pas adaptés.

II.1. Informations du système tramway

II.1.1. Description

Le transport ferroviaire est utilisé pour transporter des passagers et des marchandises par des trains et des wagons spécialement conçus pour rouler sur des rails en fer. Presque tous les types de trains ferroviaires roulent sur des roues en fer avec une jante qui fixe ses voies sur deux barres de fer. Les barres de fer sont posées sur des poutres épaisses en bois, en ciment ou en fer qui sont fixées au sol, de sorte qu'elles maintiennent les deux barres de fer parallèles et stables, et les rails sont conçus pour pouvoir supporter le poids des remorques et des wagons en marche [16].

II.1.2. Aspect technique

Le tramway, et à l'instar d'autres systèmes de transport collectif en site propre exige une infrastructure et un mode d'exploitation spéciale, cette section présente l'aspect technique du système tramway, et les principaux éléments qui interviennent lors de la construction d'un nouveau tramway [17].

II.1.3. La Voie du tramway

La fonction première du tramway est d'assurer la continuité mécanique du tramway qui supporte le matériel roulant et d'assurer son acheminement dans des conditions de sécurité et de confort maximum acceptables. La voie du tramway ferroviaire est constituée de deux sous-ensembles : la plate-forme en béton et les rails reliés à la culée. Sur la plate-forme sont disposés des enduits recouverts d'une couche de gazon, de pavés, de pavés ou de bitume peint. La voie est déterminée par son système de pose, Pour le tramway, il existe trois niveaux d'atténuation [18].

- Niveau 0 : pas d'atténuation.
- Niveau 1 : Atténuation moyenne.
- Niveau 2 : Atténuation élevée.

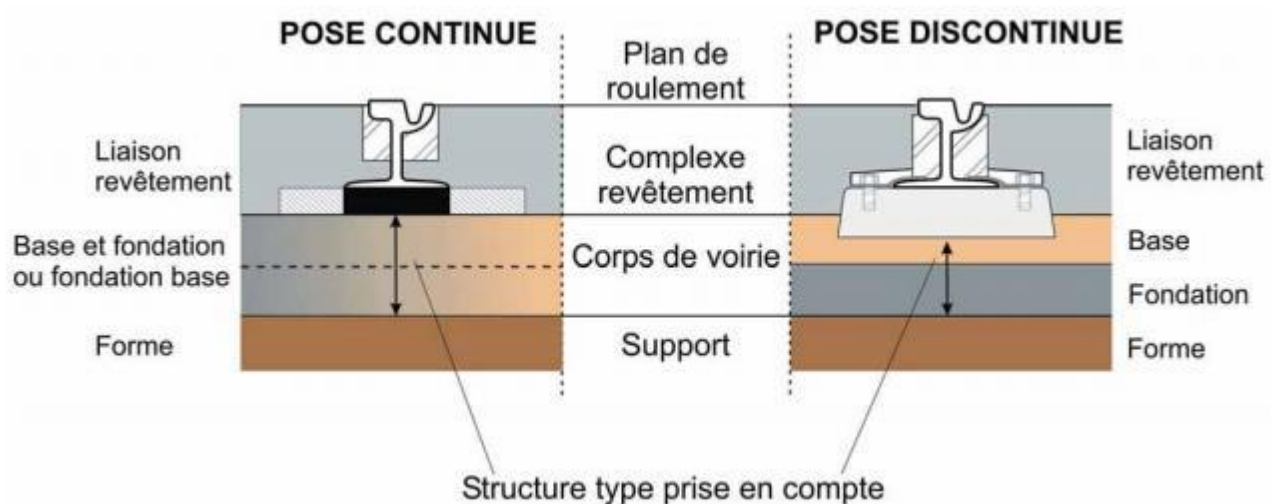


Figure II.1 : Comparaison des structures en pose voie continue et discontinue

d'une voie de tramway [18]

II.1.4. Les qualités techniques d'une voie de tramway fer

Pour avoir une meilleure qualité de service en termes d'exploitation du tramway et afin de maintenir un niveau de performance technique élevé, la voie d'un tramway doit :

- Répondre aux exigences du matériel roulant, en lui assurant les meilleures conditions de roulement de confort et de sécurité.
- S'adapter aux exigences de l'insertion des modes de transports en commun dans leur milieu et leur environnement.
- Permettre la création de paysages urbains de qualité
- Répondre aux contraintes économiques de l'exploitation : maintenance minimum. [17]

II.1.5. Composants de la voie

II.1.5.1. Le rail

Le rail est le premier élément en contact entre le véhicule et la voie. Il se charge de transmettre et de répartir les forces du véhicule sur le système en dessous. Il y a différents types de rails avec différentes caractéristiques [19].

II.1.5.2. Rail Vignole

Traditionnellement utilisé sur les voies de chemin de fer, le rail Vignole peut être utilisé sur les sections de voie tramway ne nécessitant pas d'être traversées par d'autres circulations. En principe, sa géométrie ne lui permet pas d'être « noyé » dans le béton de la plateforme [18].

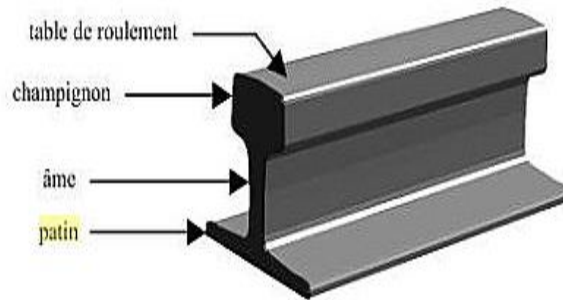


Figure II.2 : Coupe d'un rail type Vignole [17]

II.1.5.3. Rail gorge

Le rail à gorge est le rail privilégié du mode tramway. En effet, sa géométrie permet de le noyer dans la plateforme, ce qui rend la voie traversable par les piétons, les voitures et autres modes routiers. Son coût au mètre linéaire est cependant plus élevé que le rail Vignole [18].



Figure II.3 : Coupe d'un rail à gorge [17]

II.1.5.4. Pose avec rail noyé

Dans le cadre de la pose noyée, aucun système d'attache n'est mis en place, le rail est maintenu dans sa position horizontalement et verticalement par un matériau coulé dans la gorge aménagé dans la dalle de la voie [17]



Figure II.4 : Pose avec rail noyé

II.1.6. Support de voie

Quel que soit le système de pose utilisé, son rôle sera de maintenir la géométrie de la voie ainsi que transmettre au sol les charges exercées sur les rails par le matériel roulant [17].

II.1.6.1. La traverse

Traverse est le support de pose privilégié dans les voie du tramway il est bien souvent de type bi-bloc, l'écartement entre les deux rails des réseaux de tramway modernes est de 1 435 mm [17].

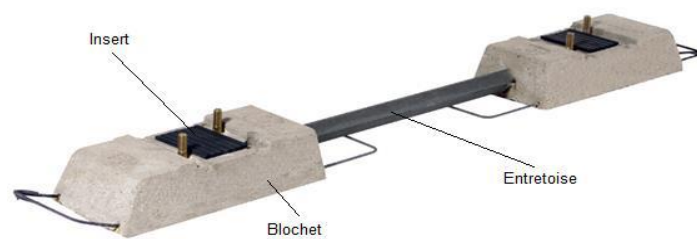


Figure II.5 : Exemple de traverse béton bi-bloc [18]

II.1.6.2. Le système de fixation

Le système d'attache doit permettre de maintenir le rail en position sur le support de pose quel qu'il soit : selle ou traverse [19].

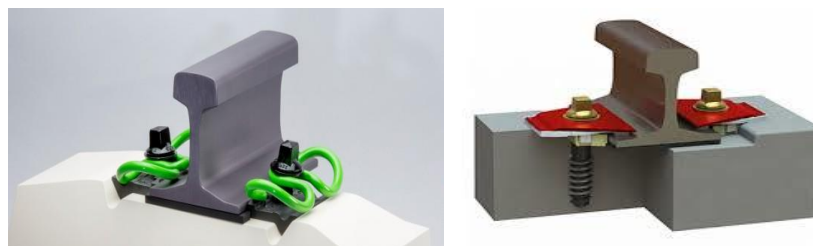


Figure II.6 : Attache type vossloh et Attache type Nabla

II.1.7. Le taquet d'arrêt

La fonction du taquet d'arrêt est de stopper une rame en dérive se déplaçant au pas. Sous l'effet du passage de la première roue, le taquet se lève et bloque alors la roue suivante [18].



Figure II.7 : Taquet d'arrêt d'un tramway

II.1.8. Les éléments constitutifs d'un appareil de voie sont

1. D'une partie mobile, les lames d'aiguilles : c'est la partie flexible qui vient se plaquer contre le rail de la voie directe pour dévier le train sur une autre voie.
2. D'une partie fixe, la contre-aiguille : c'est la partie fixe du rail, sur laquelle l'aiguille vient buter.
3. Le verrou ou griffe d'aiguille ouverte ou fermée.
4. La tringle : est la tige qui actionne l'écartement entre les aiguilles
5. Le moteur d'actionnement fait
6. Le cœur d'aiguille (le cœur de croisement): rails.
7. Le contre-rail sert à guider du croisement. [20]

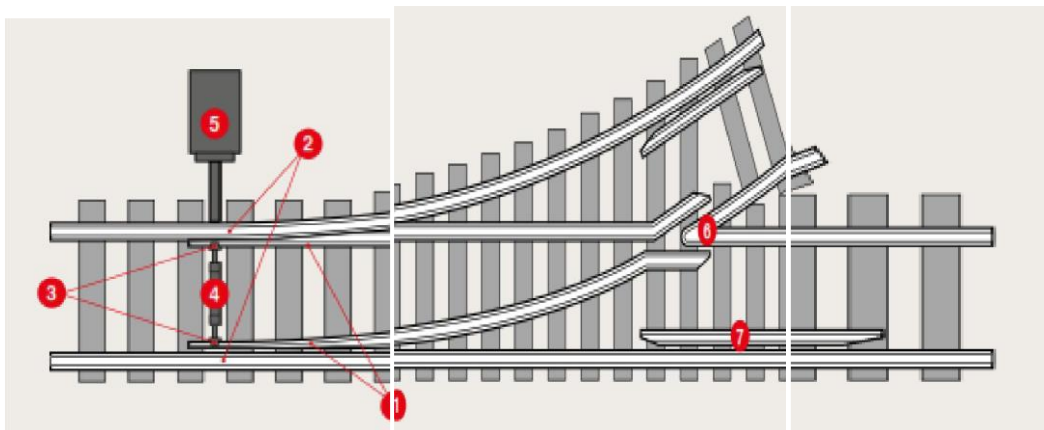


Figure II.8 : Les pièces constitutives d'un appareil de voie [20]

II.1.9. Les branchements

Constitution d'un branchement :

1. Partie aiguillage
2. Partie intermédiaire

3. Partie croisement

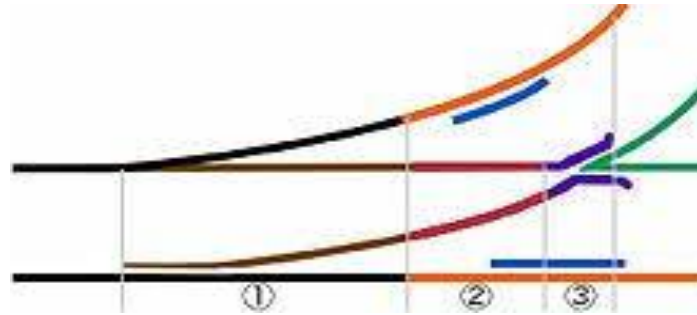


Figure II.9 : La partie branchements [21]

II.1.9.1. Les branchements Article détaillé

Pour un appareil de voie de type branchement simple on distingue trois parties [21] :

- 1) La partie aiguillage: qui comprend les aiguilles mobiles et les contre-aiguilles,
- 2) La partie intermédiaire: qui est assimilable à de la voie courante
- 3) La partie croisement: qui comprend le cœur de croisement et les contre-rails.

II.1.10. Le cœur

Les deux voies vers lesquelles le train peut se diriger sont sécantes entre elles au niveau de ce qu'on appelle le « cœur ». C'est à ce niveau qu'il existe une discontinuité dans la file directrice de la roue afin de permettre le passage du « boudin » qui assure pour une part le guidage de la roue sur le rail. L'acier du cœur est extrêmement robuste car le passage des roues provoque des chocs répétés [21].

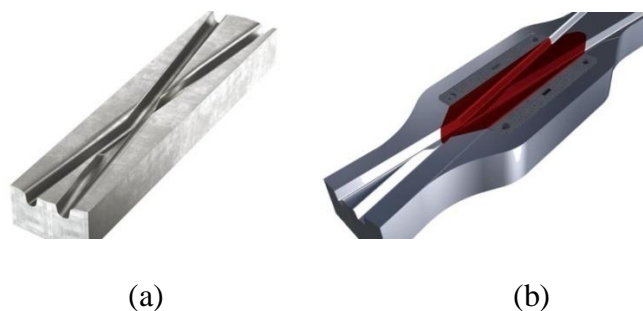


Figure II.10 : Le cœur est une pièce monobloc moulée (a) et Le cœur est une pièce séparée (b)

II.1.11. Machines A points

Ces aiguillages ferroviaires sont placés aux aiguillages de voie qui permettent à une voie de croiser une autre voie et il en existe plusieurs types [15].

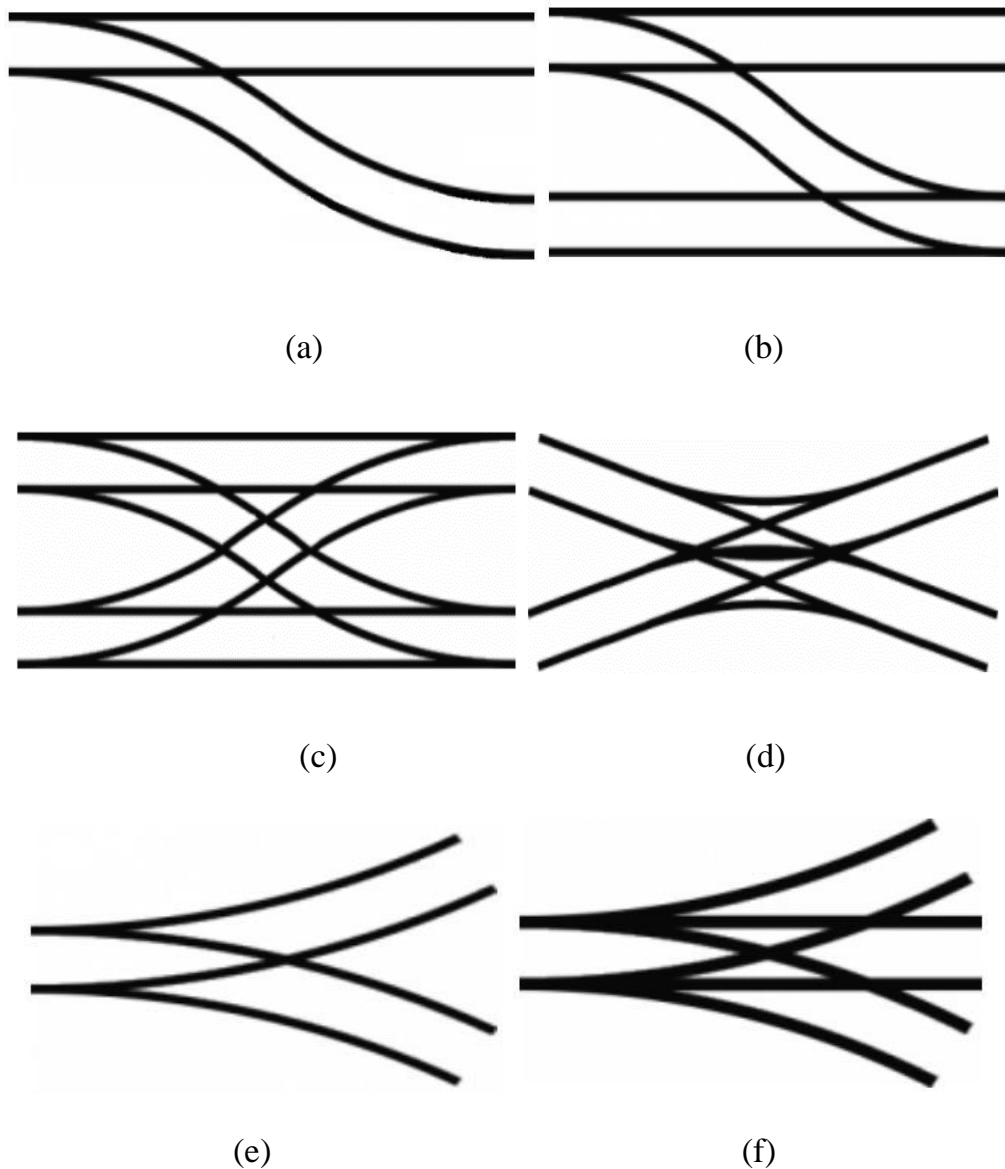


Figure II.11: Représentation schématique d'un aiguillage simple (a), d'un croisement simple (b), d'un croisement double (c), d'un aiguillage à double glissement (d), d'un aiguillage équilatéral (e) et d'un aiguillage à trois voies (f) [15]

II.2. Appareil de voie

Un appareil de voie est un dispositif permettant d'assurer la continuité de la voie pour un itinéraire choisi parmi divers itinéraires divergents ou sécants [22]. Un appareil de voie est un élément de la voie ferrée qui permet d'assurer le support et le guidage du matériel roulant ferroviaire sur un itinéraire donné, lorsque d'autres itinéraires en divergent ou le traversent [21]. Il permet entre autres d'assurer les bifurcations et les croisements d'itinéraires. Il peut être commandé automatiquement ou manuellement depuis un poste d'aiguillage ou bien à pied d'œuvre (sur le terrain) par une personne habilitée [20]. (Cette définition n'est valable ni pour les

taquets dérailleurs ni pour les appareils de dilatation), en effet le conducteur d'un train n'ayant aucune maîtrise de la direction prise par le convoi, ce sont les appareils de voie qui sont chargés de le guider [21].

II.3. Typés d'appareil de voie

Appareil de voie sont les éléments de base des voies ferrées et ils permettent de diriger les wagons d'une voie à l'autre. Il prend simplement la direction droite ou bifurquée. Et à partir de là, nous mentionnerons leurs typés, qui sont:

Quel que soit le type d'aiguillage, c'est-à-dire la machine de commutation, les tiges d'aiguillage sont déplacées d'un sens à l'autre par :

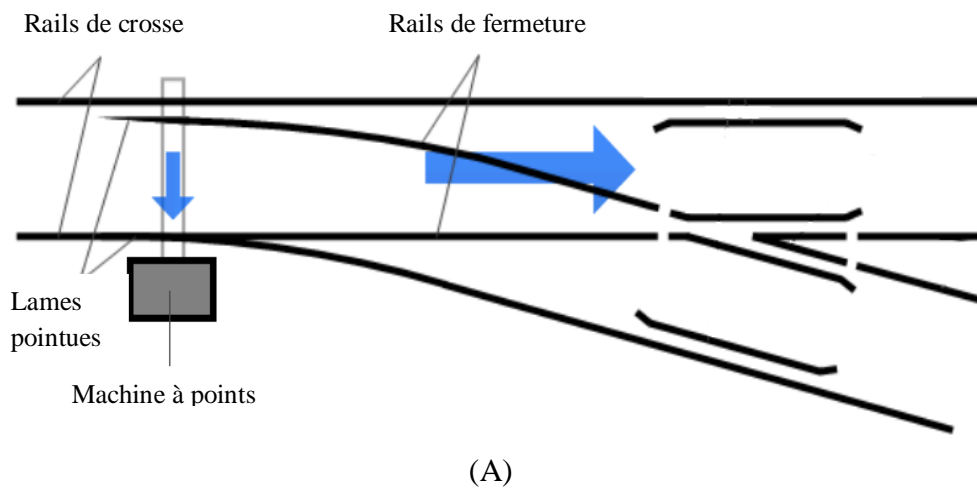
Sur place :

Opération manuelle

A distance :

Electro mécanique

Electro –hydraulique



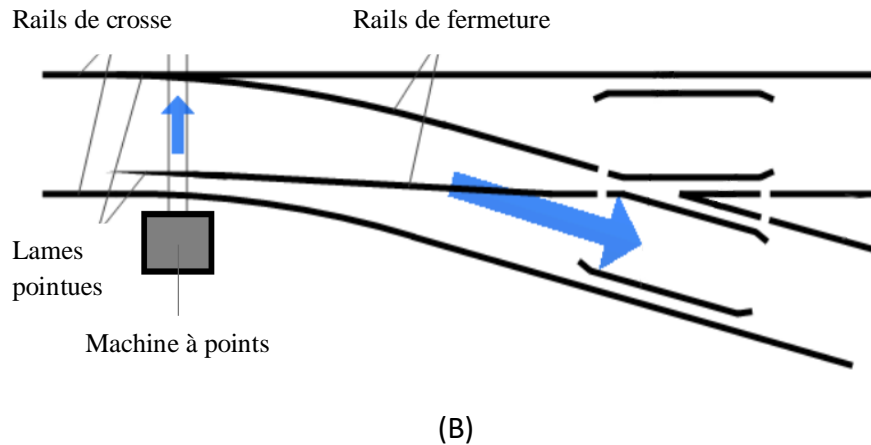


Figure II.12 : Schéma d'un chemin rectiligne (A) et d'un chemin bifurqué (B) [23].

II.3.1. Contrôle manuel de la voie ferrée

Les aiguillages ferroviaires aux aiguillages étaient exploités pour guider les trains au moyen d'un simple levier manuellement et localement. Ils sont connus sous le nom de levier d'aiguillage, de lancer au sol ou de support d'aiguillage dans, Les deux rails d'aiguillage sont reliés entre eux par un lancer rigide. La barre de lancement s'étend jusqu'au levier de point sur le côté de la piste.



Figure II.13 : Type d'appareil de voie manuel [15].

II.3.2. Contrôle à distance des voies ferrées

II.3.2.1. Appareil de voie Mécanisme de manœuvre d'aiguilles en chaussée MCEH61/MTEH61

Robuste, facile à installer, d'entretien réduit, le MCEH61 et le MTEH61 sont les solutions électro-hydrauliques élaborées pour le tramway. La version MTEH61 est la version

talon nable, la version MCEH61 est sa version calée. Le mécanisme électro-hydraulique 61 est d'une grande souplesse d'adaptation. On peut transformer en 30 minutes seulement une version calée en version talon nable et vice et versa. Sa conception modulaire et ergonomique permet une maintenance simple et rapide. La motorisation électro hydraulique 61 a été spécialement conçue pour être implantée en chaussée. Elle résiste aux charges routières et autres agressions urbaines. Le mécanisme quant à lui, est étanche à l'immersion [24].

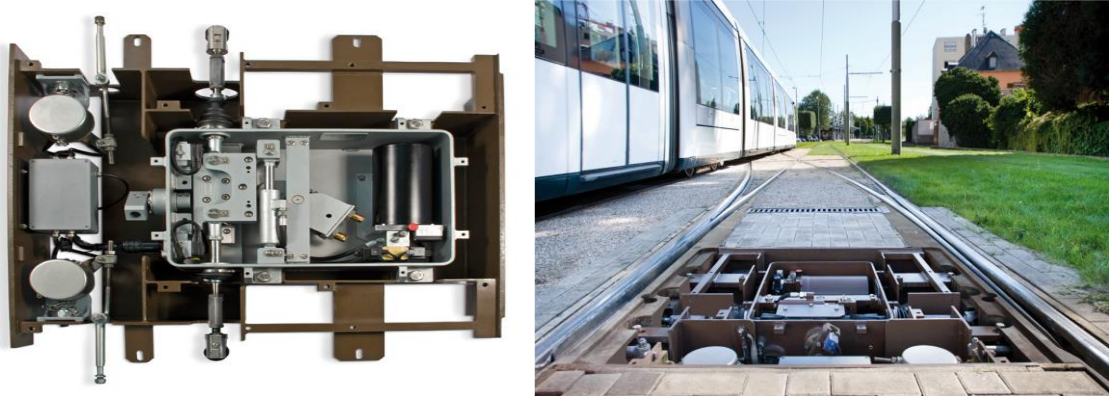


Figure II.14 : Machine d'aiguillage MCEH61/ MTEH61

II.3.2.1.1. Fonctionnement

Le mécanisme électro-hydraulique 61 réalise sa manœuvre sous l'action d'un vérin alimenté par la centrale hydraulique. Pour la version MTEH61, la restitution d'effort d'application est réalisée par un ensemble ressort.

Pour la version MCEH61, l'aiguille appliquée est sécurisée et la stabilisation de l'aiguille ouverte est réalisée par l'ensemble ressort. Le concept hydraulique permet au mécanisme d'être manœuvré manuellement après l'identification du passage en mode manuel [24].

II.3.2.2. Appareil de voie UNISTAR HR

Appareil de voie Dans le monde entier, dans diverses conditions environnementales et opérationnelles, la famille UNISTAR HR fait preuve d'une qualité et d'une fiabilité à la pointe du marché. Tous les membres de la famille proposent des boîtes étanches à l'eau et à la poussière certifiées selon IP67.

La série UNISTAR HR comprend également [25]

- ❖ UNISTAR HR NG
- ❖ UNISTAR RH EM
- ❖ UNISTAR HR COMPACT

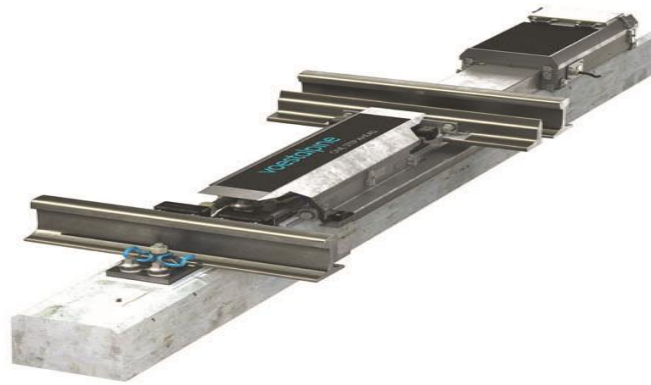


Figure II.15 : Appareil UNISTAR HR

L'UNISTAR HR a déjà été installé plus de 2 500 fois dans 30 pays différents dans différentes zones climatiques. Il répond aux exigences de sécurité les plus strictes et entre autres aux spécifications des chemins de fer allemands, Pro Rail [25].



Figure II.16 : Installation du système UNISTAR HR dans différentes régions [25]

II.3.2.2.1. Avantages du système

- Applications ferroviaires, transport lourd, métro et train léger
- Choix de systèmes d'entraînement électro hydraulique ou électromécanique
- Jusqu'à quatre niveaux de réglage
- Fonctionnement des aiguillages avec et sans barres de tension (bielles)
- Fonctionnement des passages à nez oscillant (grenouilles à pointe mobile)
- Réduction des temps d'arrêt des voies
- Fiabilité et disponibilité à la pointe de l'industrie
- Bielles courtes et robustes avec compensation de dilatation thermique
- Faible poids des composants, aucun engin de levage requis pour l'installation [25]

II.3.2.3. Appareil de voie UNISTAR HR NG

Appareil de voie l'UNISTAR HR NG électromécanique est applicable pour tous les gabarits à partir de 900 mm. Grâce à sa conception très compacte, l'unité de verrouillage peut être installée entre les jauges. Les bielles compensent la dilatation thermique et la contraction des aiguillages sans affecter les réglages de fin de course [26].

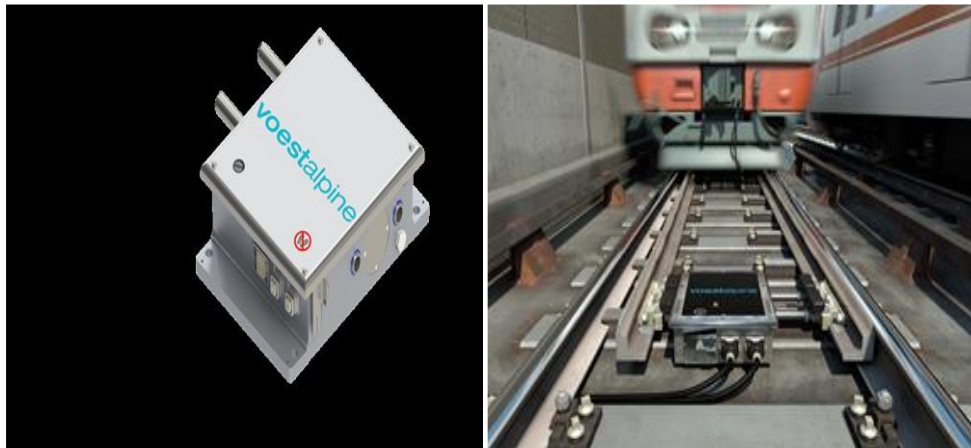


Figure II.17 : Appareil UNISTAR HR NG

II.3.2.3.1. Avantages du système (UNISTAR HR NG ET UNISTAR RH EM)

- Boîtier durable étanche à l'eau et à la poussière, selon IP67
- Aucun espace à l'extérieur de la piste requis
- Sûr et fiable, conçu selon SIL4
- Pièces de verrouillage visibles, en acier spécial
- Facilement installé
- Faible maintenance, faible usure, faible émission de bruit
- Détection électronique, donc aucun couplage nécessaire [26]

II.3.2.4. Appareil de voie UNISTAR RH EM

Appareil de voie UNISTAR RH EM électromécanique est utilisée dans le domaine des aiguillages sur rail à gorge. Grâce à sa conception compacte, l'unité de verrouillage peut être installée entre les jauges pour les jauges à partir de 1435 mm. Pour les gabarits plus petits, l'installation a lieu à côté de la voie. Les bielles compensent la dilatation thermique et la contraction des aiguillages sans affecter les réglages de fin de course [27].

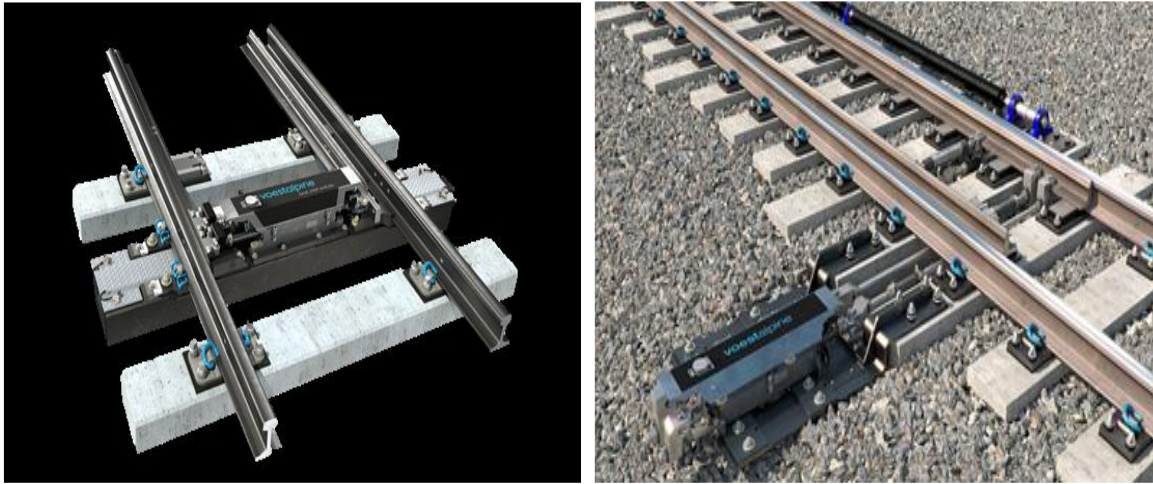


Figure II.18 : Appareil UNISTAR RH EM

II.3.2.5. Appareil de voie UNISTAR HR COMPACT

Appareil de voie l'UNISTAR HR COMPACT électro-hydraulique dispose de mécanismes d'entraînement, de verrouillage et de réglage dans un seul boîtier. À l'aide des pièces de connexion courtes et robustes, la transmission de puissance aux points a lieu. Les têtes de pression intégrées ferment positivement la languette adjacente contre le rail de crose [28].



Figure II.19 : Appareil UNISTAR HR COMPACT

II.3.2.5.1. Avantages du système

- L'entraînement et l'unité de verrouillage sont installés dans un boîtier compact
- Une unité d'entraînement contrôle jusqu'à trois niveaux de réglage
- Pour voie étroite
- Une seule interface pour le système de verrouillage, même avec plusieurs niveaux de réglage
- Dispositif de verrouillage interne visible

- Adaptable à tous les systèmes d'enclenchement
- Très flexible pour l'installation incl. installation sur traverses en béton
- L'UNISTAR HR COMPACT est déjà installée dans plus de 500 aiguillages [28]

II.3.2.6. Appareil de voie UNISTAR CSV 34

Appareil de voie l'UNISTAR CSV 34 est applicable pour tous les écartements de voie. Le dispositif peut être installé soit à l'intérieur du gabarit (à partir de 900 mm), soit en bordure des voies. Le réglage du sens d'aiguillage s'effectue manuellement par l'évidement du levier, agissant directement sur l'organe mécanique, ou par la manœuvre tractée d'un véhicule, passant dans le sens de la fuite [29].



Figure II.20 : Appareil UNISTAR CSV 34

II.3.2.6.1. Avantages du système

- Utilisation flexible pour tous les écartements de voie
- Concept de produit éprouvé avec des efforts de maintenance réduits
- Toutes les pièces fonctionnellement importantes en acier spécial trempé par induction
- Châssis et boîtier en acier inoxydable résistant à la corrosion
- Roulements sans entretien
- Réglage effectué en moins de 5 minutes
- Boîte de terre conçue pour une charge à l'essieu de 12 t [29]

II.3.2.7. Appareil de voie UNISTAR CSV 24

Appareil de voie l'UNISTAR CSV 24 est l'une des machines d'aiguillage électro hydrauliques conçues et produites pour les aiguillages à rails à gorge et à fond plat par voestalpine. L'entreprise met l'accent sur la disponibilité de cette machine ponctuelle en termes

de temps d'inspection et de maintenance extrêmement réduits et également sur les exigences de maintenance les plus faibles [2]. Au cours de la dernière décennie, UNISTAR CSV 24 certifié la certification SIL4 (Safety Integrity Level of 4) a prouvé ses qualités extraordinaires dans plus de 40 pays avec plus de 3 000 applications. Les clients apprécient notamment [30] :

- Son boîtier en acier inoxydable
- L'étanchéité permanente et durable grâce au système d'étanchéité spécial
- Son Système Hydraulique Monobloc avec vérin de manœuvre intégré
- La serrure à prisme clairement visible en acier spécial de haute qualité
- En plus de sa structure entièrement modulable, facilitant considérablement et réduisant au minimum la maintenance

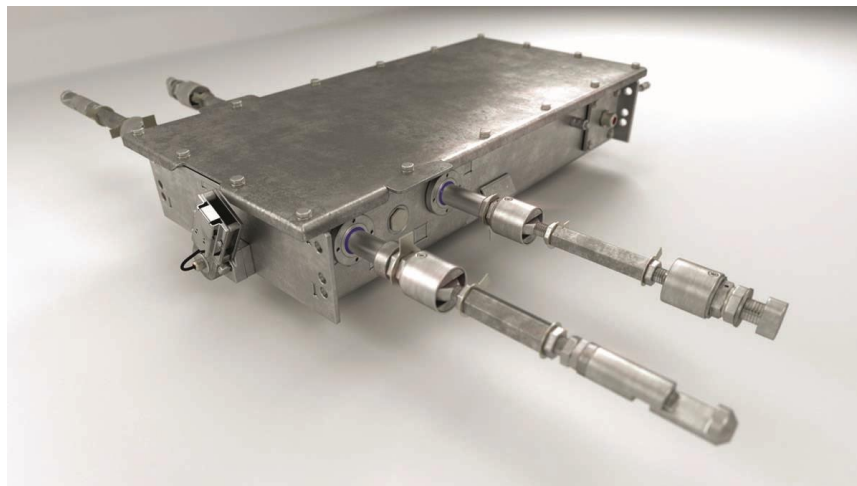


Figure II.21 : Appareil UNISTAR CSV 24

II.3.2.7.1. Composants de L'UNISTAR CSV 24

Le boîtier contient un système hydraulique monobloc intégré avec vérin de commande, moteur, serrure à prisme en acier spécial de haute qualité et barre de détection avec contacts de fin de course [15]. Les détails de cette machine ponctuelle sont présentés à la figure 30.

Le petit boîtier en acier inoxydable UNISTAR CSV 24 à profil bas avec ses dimensions extérieures de seulement 920 x 450 x 180 mm, abrite tous les modules mécaniques et électro-hydrauliques de conception compacte. L'installation dans des boîtiers de mise à la terre existants d'autres fournisseurs est possible à l'aide de cadres adaptateurs, la plupart du temps sans modifier les boîtiers de mise à la terre [31].

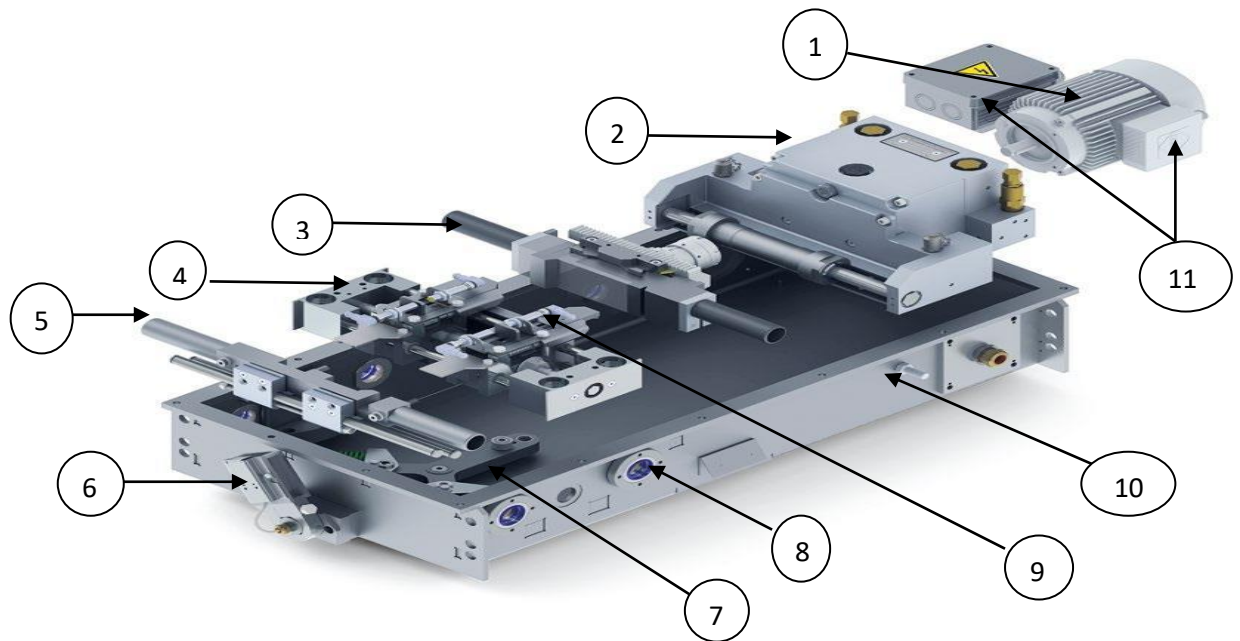


Figure II.22 : Vue du principal sous-groupe moteur sans couvercle [15]

Tableau II.1 : Principaux sous-groupes moteur

1	Moteur électrique	7	Levier à articulation à ressort
2	Groupe hydraulique	8	Guidages de barres (4x)
3	Tige de manœuvre et mécanique pour moteurs avec verrou	9	Composants électriques (capteur)
4	Mécanisme de détection	10	Boîtier
5	Barre de détection	11	Barrière électrique
6	Arbre manuel		

II.3.2.7.2. UNISTAR CSV 24 compact

La version compacte de la machine d'aiguillage a été spécialement développée pour remplacer les machines d'aiguillage existantes dans les boîtes de terre des séries EH-71 et VS-60. Alors que L'UNISTAR CSV 24 a des composants identiques, la construction de L'UNISTAR CSV 24 COMPACT pourrait être raccourcie de 156 mm grâce à une unité hydraulique tournée [30].

II.3.2.7.3. Possibilités d'installation

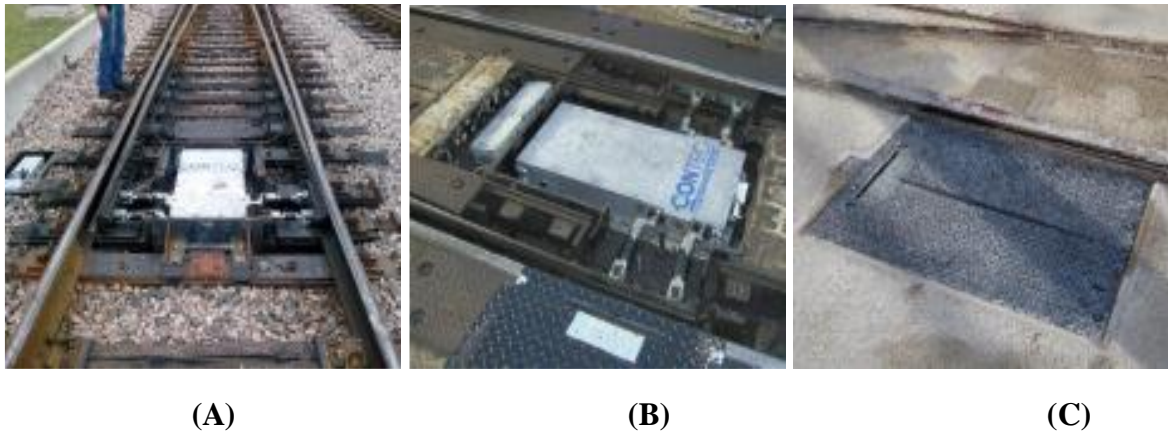


Figure II.23 : Méthodes d'installation Clé en T (A), clé à rail rainuré (B), jauge externe (6 pieds) (C)
[31]

II.3.2.7.4. Caractéristiques UNISTAR CSV 24

Voest alpine déclare que la conception ultraplats de la machine d'aiguillage permet de l'utiliser pour les rails sur lesquels fonctionnent des véhicules légers sur rail à profil bas. Cette architecture de faible hauteur lui permet d'être également utilisé dans des boîtes de terre existantes sans aucun terrassement [15].

Grâce à son ouverture de pointe réglable en continu, UNISTAR CSV 24 est applicable pour les rails à gorge ainsi que pour les aiguillages à fond plat avec une plage de portée de 38 à 120 mm. Diverses méthodes de fixation sont disponibles, comme les angles de fixation des traverses, la fixation des rails de crosse et les boîtes de terre. Tous ces éléments de fixation sont en acier galvanisé à chaud, offrant une protection durable contre la corrosion [30]. Comme dans la figure 32



Figure II.24 : Voie encastrée UNISTAR CSV 24 points, écartement de voie de 1000 mm (a) et voie ouverte, écartement de voie de 1435 mm (b) [30].

II.3.2.7.5. Possibilités d'installation flexibles grâce à des caractéristiques uniques conception modulaire

Avec L'UNISTAR CSV 24, un système est disponible qui peut être adapté de manière flexible avec sa conception modulaire aux exigences respectives à vue. Tous les modules peuvent être rééquipés à tout moment. Version de base :

- Boîte en acier inoxydable
- Mécanisme à ressort, traitable, pour la fixation des languettes de l'interrupteur
- Tiges d'entraînement en acier inoxydable
- Support principal avec barres de détection et équipement de contact
- Empreinte du levier pour un fonctionnement manuel, de manière purement mécanique agissant directement sur le dispositif de verrouillage [31]

II.3.2.7.6. Fiable et nécessitant peu d'entretien

L'UNISTAR CSV 24 est un investissement durable : le dispositif de verrouillage et les tiges de détection peuvent être adaptés à tout moment grâce à la philosophie de conception modulaire. Des adaptations pour répondre aux normes de système de signalisation existantes sont également possibles.

L'unité de puissance hydraulique a de faibles émissions sonores et fournit la force de projection en permanence sur toute la course. Il n'y a pas de limitation de la portée ou des caractéristiques mécaniques par des variations de tensions motrices [31].

II.3.2.7.7. Avantages du système

- Boîtier durable en acier inoxydable étanche à l'eau et à la poussière, certifié IP67
- Profil extrêmement bas hauteur de construction de 180 mm seulement
- Unité d'entraînement monobloc : pas de tuyaux, pas de compétence hydraulique requise, amortissement intégré
- Pièces de verrouillage en acier spécial trempé
- Tiges de réglage et de détection en acier inoxydable
- Facilement monté et démonté
- Certifié selon CENELEC SIL 4
- Pièces de verrouillage visibles
- Accès facile aux contacts de fin de course
- Remarquable sans dommage, pas de perte de force de maintien

- Sûr et fiable
- Faible entretien, faible usure, faible émission sonore
- Préparé pour le système de surveillance des aiguillages ROADMASTER [30]

II.3.2.7.8. Informations techniques UNISTAR CSV 24

Tableau II.2 : Données techniques de la machine UNISTAR CSV 24 [30]

Article	Évaluer
Classe d'intégrité de sécurité	SIL4 selon DIN EN 50126, 50128 et 50129
Installation	entre la jauge (4 pieds) et à l'extérieur de la jauge (6 pieds)
Types d'aiguillages	Aiguillage rainuré et T-rail
Jauge de piste	à partir de 900 mm
Lancer	38-120 mm, réglable sans remplacement de pièces
Temps de prise	0,5-1,5 s
Force de réglage	réglable jusqu'à 6000 N
Force de maintien	réglable jusqu'à 9000 N
Tension du moteur	24-750 V AC et DC, typique 110 V DC, 230 V AC, 400 V AC, 750 V DC
MTTR	< 15 minutes
Système de verrouillage	verrou de prisme interne, traitable ou non traitable
Classe de protection	IP67

II.4. Systèmes de contrôle pour le fret, le trafic urbain et mixte

L'application des systèmes UNILOCK est dans le transport local et le transport longue distance. Le système peut être réalisé avec un niveau d'intégrité de sécurité jusqu'à SIL3 en fonction des exigences [32].

II.4.1. DÉPÔT UNILOCK

Le système UNILOCK DEPOT se concentre sur une solution holistique qui régule indépendamment tout le trafic de véhicules dans les limites du dépôt

- Différents concepts d'aiguillage et de création d'itinéraires de manœuvre peuvent être mis en œuvre ici.
- Les itinéraires de manœuvre peuvent être demandés avec la communication du véhicule, le répartiteur et les éléments de commande manuelle [32].

II.4.2. UNILOCK TCS/EWS – Système de contrôle des aiguillages

Les systèmes de contrôle des aiguillages sont des contrôles d'aiguillage autonomes qui sont indépendants des systèmes supérieurs (visualisations). La communication du véhicule, les circuits de voie.

- Les commandes de commutation peuvent être données localement avec un panneau de commande dans le signal
- Les systèmes peuvent contrôler et surveiller une plage petite à moyenne jusqu'à 4 points
- Il est possible de mettre en réseau des TCS individuels entre eux [32].

II.4.3. UNILOCK EOW - Aiguillage à commande électrique locale

- Dans les zones de manœuvre à faible vitesse, les EOW permettent le contrôle et la surveillance centralisés ou décentralisés d'un ou plusieurs points
- L'opération se fait soit au moyen de boutons poussoirs ou de panneaux d'affichage dans le rail
- Les EOW n'ont généralement pas de contrôles supérieurs [32].

II.4.4. UNILOCK ATP/TUZ – Protection automatique des trains

Les systèmes ATP sont utilisés pour surveiller les mouvements des trains sur les tronçons à voie unique avec opération de contrôle des trains.

- Pour une détection sûre des trains, des compteurs d'essieux sont utilisés et des aimants de voie sont utilisés pour la protection des trains
- Outre le poste central d'exploitation (en fonction de la forme de protection des trains utilisée), les modules/gares sont connectés les uns aux autres
- Les travaux de manœuvre dans une gare sont également pris en compte par le système [32].

II.4.5. UNILOCK SCS/FSA – Système de contrôle de signalisation

- UNILOCK SCS sont utilisés pour le transport local
- Ils contrôlent les commandes de conduite pour les tramways individuels avec des signaux de conduite
- Grâce à la formation et à la surveillance des voies, ils évitent les collisions ou les situations de conduite dangereuses [32].

II.4.6. UNILOCK BÜ/LC – Passage à niveau

- Au passage à niveau UNILOCK (LC) la voie de circulation pour les véhicules à moteur de toutes sortes est bloquée pendant la durée du passage à niveau du train
- Les passages piétons ou cyclistes peuvent être intégrés ici
- Les trajets en train sont par ex. détecté via les compteurs d'essieux et le programme de contrôle des barrières et des signaux est déclenché
- Le contrôle peut être effectué indépendamment via des systèmes de contrôle supérieurs [32].

II.4.7. UNILOCK FWA - Avertissement de piétons

- Grâce à l'utilisation de feux clignotants et de signaux acoustiques, les personnes sont averties visuellement et acoustiquement par un véhicule qui approche
- Les signaux sont respectivement commutés avec des dispositifs de commutation de voie
- Principalement avec des circuits de voie ou un compteur d'essieux [32].

II.5. Risques majeurs liés au ferroviaire

II.5.1. collision nez à nez

Il s'agit d'une collision frontale entre deux trains quand ils se retrouvent face à face sur la même voie. Ce risque est pris en charge par les enclenchements.



Figure II.25 : Collision nez à nez [20].

II.5.2. Collision par rattrapage

C'est le risque de collision par l'arrière lorsqu'un train percute un autre train qui se trouve devant lui. Ce risque est pris en charge par les cantonnements.



Figure II.26 : Collision par rattrapage [20].

II.5.3. La prise en écharpe

Collision latérale entre deux trains qui se produit à une intersection ou à une jonction de voies. Ce risque est pris en charge par les enclenchements internes au poste d'aiguillage (enclenchement d'itinéraires, enclenchement de transit...).



Figure II.27 : Collision La prise en écharpe [20].

II.5.4. la collision avec un obstacle

C'est le risque de rencontre avec un obstacle non ferroviaire (rocher, animal, véhicule...) par exemple le risque de collision sur un passage à niveau entre un train et une voiture. Ce risque est pris en charge par des dispositifs d'annonce des trains



Figure II.28 : Collision avec un obstacle [20].

II.5.5. le déraillement

Incident ou accident dans lequel un véhicule ferroviaire sort des rails, totalement ou partiellement et dont l'origine peut être diverse (l'excès de vitesse, la manœuvre d'un appareil de voie au passage du train, une panne du système d'aiguillage ou au mauvais état de la voie ou du matériel roulant). Ce risque est pris en charge par la limitation de vitesse, par des systèmes de surveillance des chargements et de la température des boîtes d'essieux.



Figure II.29 : Collision déraillement [20].

II.6. Conclusion

Nous concluons de ce qui précède que le appareil de voie peut être contrôlé à distance ou manuellement, et qu'il est considéré comme l'élément principal dans le changement des voies ferrée, et pour cela, il doit être entretenu afin d'éviter les pannes et les accidents.

Chapitre III

Etude de maintenance de l'appareil de voie

III.Introduction

Dans ce chapitre, nous parlerons de fournir des informations sur la société SETRAM et ses objectifs, car nous avons visité l'une de ses succursales dans la région de Ouargla, et nous verrons son plan de maintenance, les emplacements de l'appareil de voie et les méthodes utilisées lors de sa maintenance. Nous avons effectué une visite exploratoire à la gare de Touggourt pour bien comprendre le fonctionnement de l'appareil de voie manuel. À partir de là, nous avons étudié la différence entre les pannes futures qui se produisent pour les deux appareils (électrique et manuel).

III.1. Historique

SETRAM "Acteur de Mobilité" Née en 2012 d'une joint venture entre l'Entreprise du Métro d'Alger (EMA), le groupe TRANSTEV et du Groupe RATP (Régie autonome des transports parisiens), SETRAM est la société chargée de l'exploitation des tramways en Algérie. La Société d'Exploitation des Tramways, SETRAM, place la confiance et la satisfaction des clients, au centre de ses préoccupations. Ce sont les éléments clés pour le développement et la réussite de sa mission. SETRAM vise à porter la qualité au cœur de ses activités et s'engage à répondre aux exigences auxquelles elle a souscrit son Système Management Qualité [33].

III.2. Définitions SETRAM

SETRAM est la société chargée de l'exploitation et de la maintenance des Tramways Algériens. Elle exploite actuellement les Tramways d'Alger, Oran, Constantine, Sidi Bel Abbes, Ouargla et Sétif, La direction générale de la SETRAM se trouve dans la capitale Alger, La SETRAM est née d'un accord entre l'Entreprise du Métro d'Alger (EMA) et le groupe RATP, dont l'expertise a été reconnue en France et à l'international dans de nombreux pays du monde, SETRAM a passé avec succès l'audit de certification qui s'est déroulé du 26 au 29 Novembre 2017 et couvrant le siège de la Direction Générale et l'unité Opérationnelle de Constantine, L'examen d'audit de certification a été mené par l'organisme VINCOTTE En 2018, SETRAM a lancé deux nouvelles unités, menant son réseau à 6 lignes de tramway à travers le territoire national : l'Unité de Ouargla inaugurée le 20 mars 2018, Ces projets ont été menés à bien dans le cadre du développement du secteur des transports chapeauté par Ministère des Travaux Publics et des Transports, sous le haut patronage du Président de la République Algérienne, Monsieur Abdelaziz Bouteflika [34].

III.3. Objectifs de la SETRAM de droit algérien

- De porter l'Algérie vers un nouveau mode de transport urbain accessible à tous,
 - D'offrir un service de transport de haute qualité où sécurité, confort, régularité et propreté sont maîtres à bord,
 - D'accompagner les algériens dans la phase d'adaptation à ce nouveau moyen de transport et l'ancrer dans leurs habitudes de déplacements,
 - D'assurer le transfert de savoir-faire des experts du groupe RATP vers l'ensemble des salariés de la SETRAM par l'apprentissage et la formation,
 - De se positionner comme référence en Afrique et dans le monde.
- **Ainsi, SETRAM a adopté 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 [34].

III.4. Description globale de la société

La Société Metro Algérie est organisée comme suit :

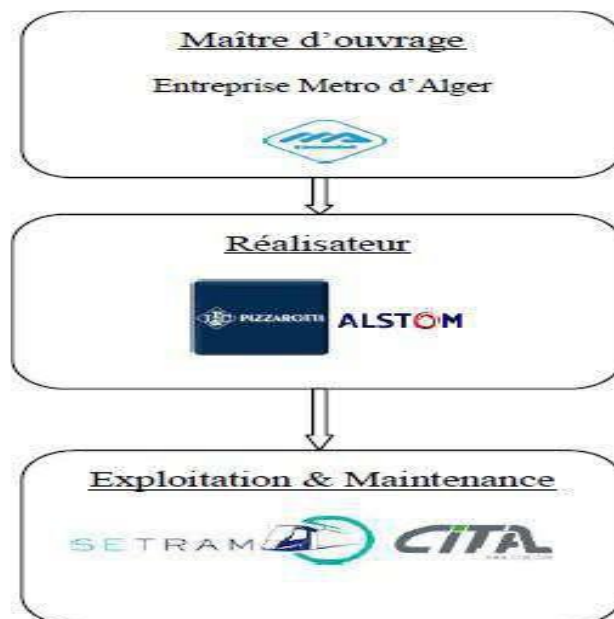


Figure III.1 : Organisation de la société Metro Algérie [3].

III.5. Description de tramway d'Ouargla

Le Tramway de Ouargla est le plus tolérant des défis climatiques difficiles qui caractérisent la région, ce qui le distingue du reste des locomotives Six SETRAM.

Le Tramway de Ouargla est le train urbain et l'un des réseaux de transport modernes qui desservent la ville d'Ouargla, l'une des plus importantes villes du désert d'Algérie, il est exploité par la Fondation Franco-Algérienne et la Société d'Exploitation des Lignes de Tramway (SETRAM) [35].

Ce tramway est équipé de 23 locomotives de type CITADIS 402 conçues par la société Alstom, qui ont été assemblées par CITAL dans la Wilayat d'Annaba.

Ce dernier est entré en service en mars 2018 sur une ligne de 9,6 km, comprenant 16 stations reliant le district d'Al-Nasr et la vieille ville.

III.5.1. Site d'Ouargla

Le site d'Ouargla est un centre pour la maintenance des tramways. Ce centre est situé à côté de station de transport de voyageurs, sur la route de Ghardaïa.

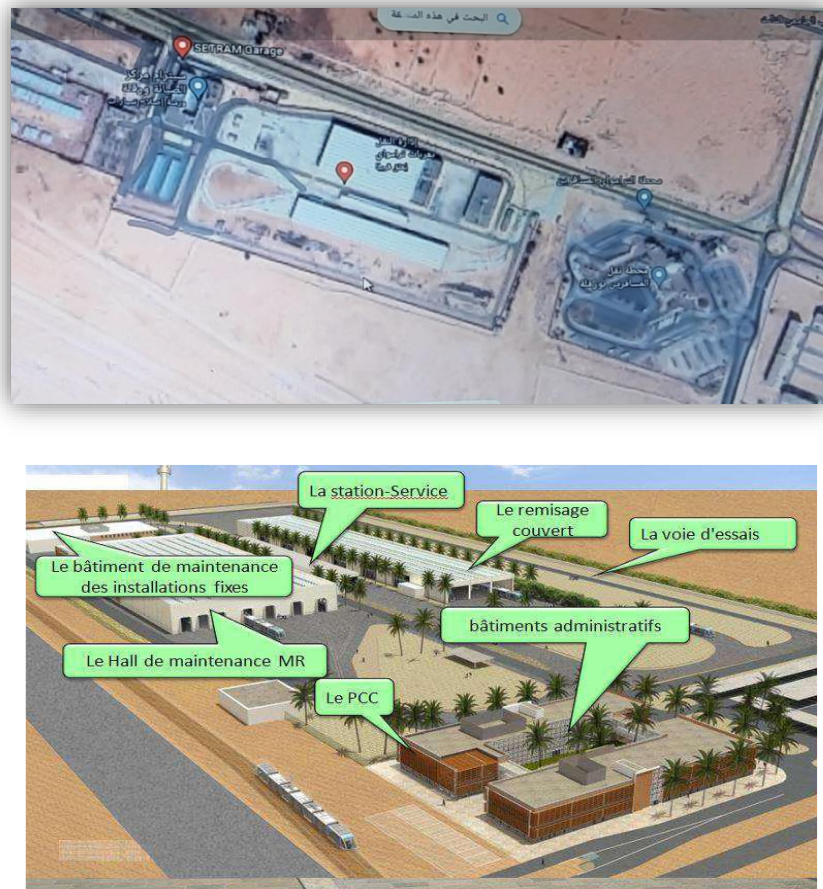


Figure III.2 : Site d'Ouargla [36]

III.5.2. Tracé schématique de la ligne de tramway et ses principales stations

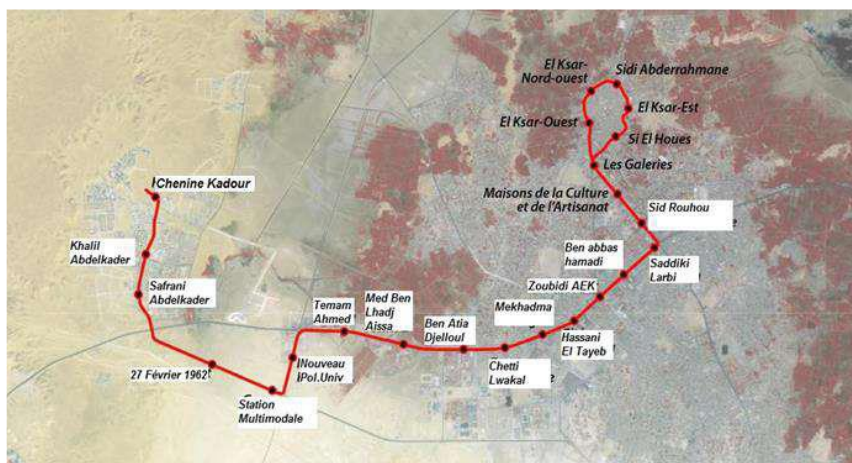


Figure III.3 : Tracé schématique de la ligne de tramway et ses principales stations [36].

III.5.3. Caractéristiques du tramway d’Ouargla

Tableau III.1 : Caractéristiques du tramway d’Ouargla [35].

Des informations générales	
Pays	Algérie
Taper	tramway
Lieu	Province d’Ouargla
point de départ	Chenine Kadour
Point final	Sid Rouhou
nombre de gares	16 stations actuellement (23 stations au total)
Des pistes	Deux allers-retours
Emploi	
Date d'ouverture officielle	20 mars 2018
Ouverture	19 mars 2018
Propriétaire	Société du métro d’Alger
Opérateur	Société de gestion du tramway
Adjectif	transport de masse
Wagons	Citadis 402
Informations techniques	
longueur de la ligne	9.6 km actuellement (13,2 km au total)
Nombre de rails	2
écartement des rails	millimètres 1435
la vitesse de fonctionnement	50 km/h

III.6. Divination le PCC

LE PCC (Poste de Commande Centralisé), est le cœur battant de toute unité ! C'est bien là où l'exploitation de la ligne du tramway est entièrement gérée et supervisée. À l'aide des systèmes de supervision et de contrôle de réseau tel que le SAE IV, SCADA et CCTV. Les régulateurs gèrent le mouvement des tramways conformément aux règles de sécurité ferroviaire. À Ouargla, il existe exactement 167 caméras installées sur toute la ligne dont 30 caméras dôme au niveau des SSR et dépôt qui couvre 360 ° de champs de vision et d'autres caméras simples au niveau des stations, kiosque, car rebours, zone de manœuvre et au dépôt. Ils aident à superviser et avoir une image panoramique sur la plateforme du tramway et sur toute la ligne.



Figure III.4 : Système de contrôle et d'acquisition de données

III.7. Les étapes de la maintenance (SETRAM Ouargla)

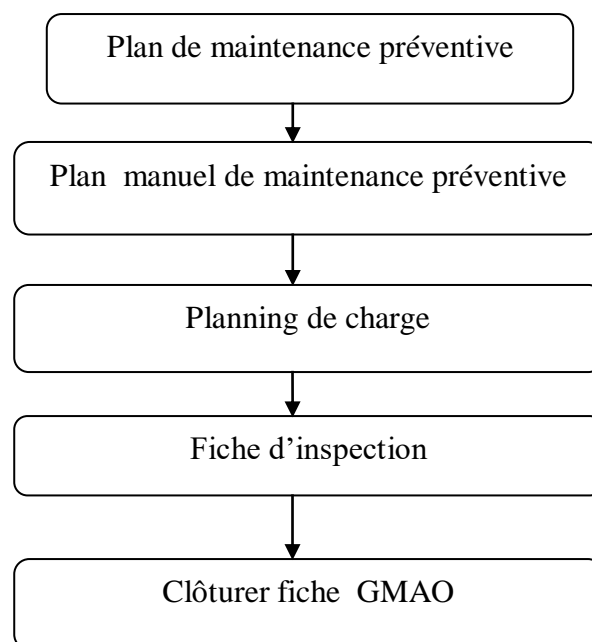


Figure III.5: Les étapes de la maintenance (Digramme de SETRAM Ouargla)

III.8. Types d'entretien utilisés

- Quotidien
- Hebdomadaire
- Bimensuel
- Mensuel
- Bimestriel
- Trimestriel
- Semestriel
- Annuel

III.9. Carte de position de l'appareil de voie

A la station de tram Ouargla, on a remarqué 52 appareils répartis entre l'intérieur et l'extérieur, là où il y en a 22 à l'extérieur et 30 à l'intérieur de l'entreprise

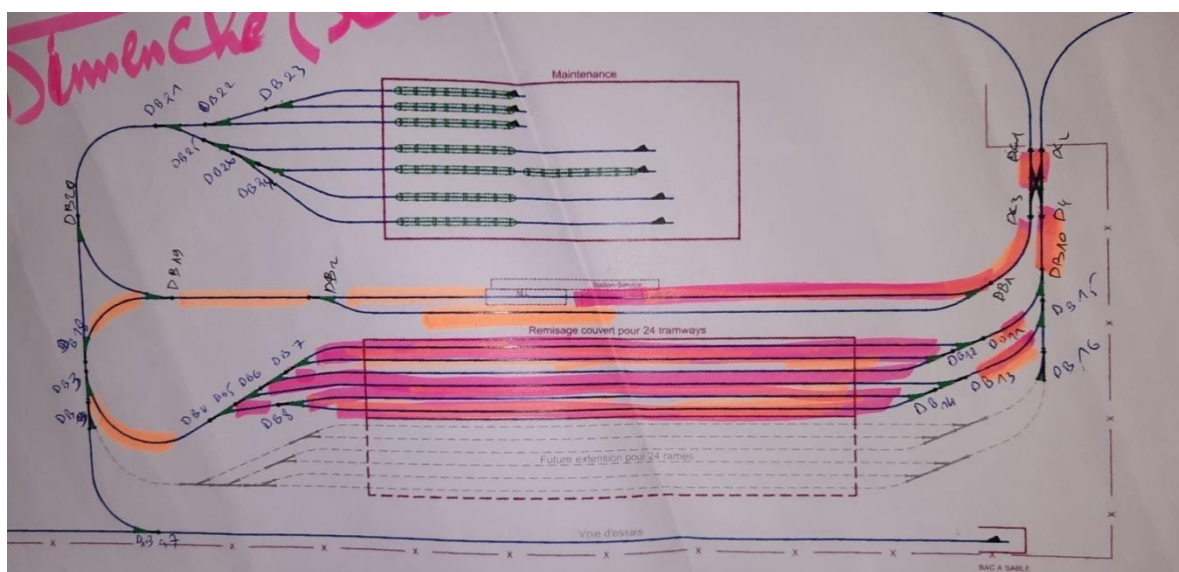


Figure III.6 : Carte de positionnement des appareils au sein d'une entreprise

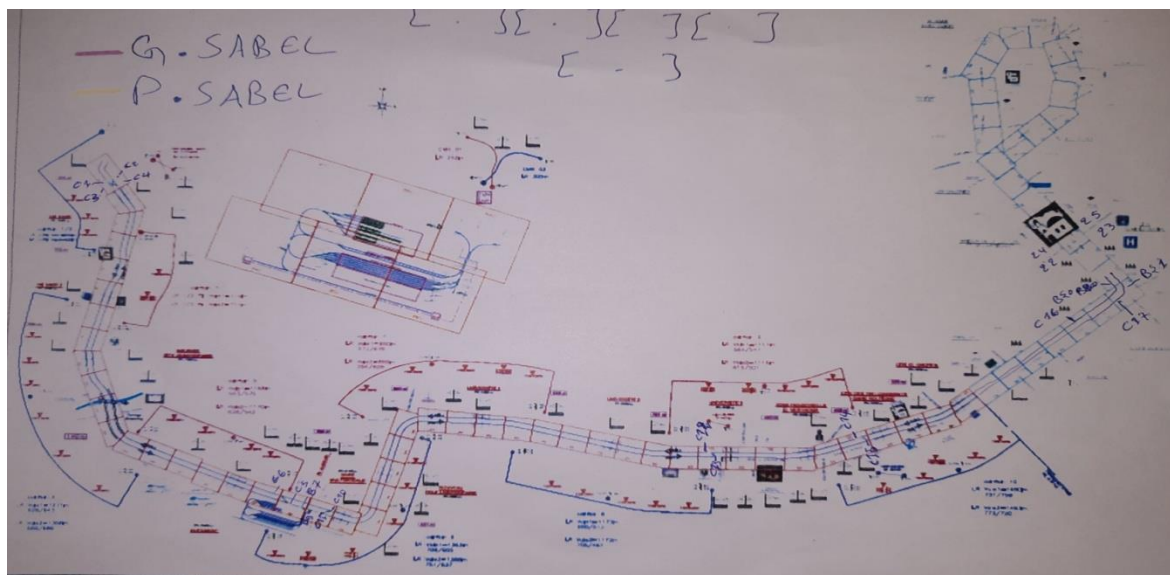


Figure III.7 : Carte de la position de l'appareil dans le chemin externe

III.10. Étapes de maintenance des aiguillages de voie manuels

Appeler PCC pour confirmer le bon de travail

1. Ouvrir la trappe avec la clé étoile
2. Ouvrir le couvercle de l'appareil avec une boulonneuse et une douille 24 "
3. Enlever le couvercle à l'aide de deux crochets métalliques
4. Nettoyer un premier demi - aiguillage
Sabrer puis nettoyer l'autre demi aiguillage
5. Nettoyer l'intérieur du carter avec un nettoyeur haute pression
NB : Pour le site d'Ouargla, enlever le sable avec un souffleur d'air
6. Vérifier visuellement la bonne évacuation des eaux hors du carter
7. Vérifier visuellement la bonne évacuation des eaux dans les deux drains latéraux
8. Sécher l'eau stagnante à l'intérieur du carter avec un aspirateur, terminer au chiffon sec si nécessaire
9. Vérifier les fixations du carter à la main puis serrer ne clé à molette si nécessaire avec une
10. Nettoyer les passages de tringles des dépôts de déchets et de graisses
11. Vérifier visuellement que les passages de tringle de la barre de manoeuvre et de détection sont libres
12. Contrôler le bon serrage de la barre de détection à la main
Si nécessaire serrage des contres écrou de la tringle de détection avec l'aiguille à l'aide de la clé de serrage 36 "
13. Contrôler le bon serrage de la barre de manoeuvre à la main

Si nécessaire serrage des contres écrou de la tringle de manœuvre avec l'aiguille à l'aide de la clé de serrage 36 "

III.10.1. Entretien et vérification du Mécanisme de manœuvre

1. Vérifier visuellement si les composants du mécanisme de manoeuvre ne sont pas corrodés ni fissurés
2. Vérifier visuellement l'état de la boîte à bornes Contrôler le serrage des presse - étoupe à la main
3. Graisser la fixation du ressort et le levier de manoeuvre avec la FUCHS - RENOLIT HLT2
4. Vérifier le fonctionnement de la poche de manoeuvre en sabrant manuellement le mécanisme de l'appareil dans les deux directions

Le bon collage des aiguilles dans les deux directions => la poche de manoeuvre est ok

Pour les ADV contrôle

- Placer la jauge d'épaisseur (2 mm) entre la lame et la contre - aiguille au droit de la barre de détection => Appel PCC pour confirmer la position fin de course détectée, réglage correct des contacts de fin de course

Effectuer toutes les vérifications des réglages également pour le côté opposé

- Placer la jauge d'épaisseur (3 mm) entre la lame et la contre - aiguille au droit de la barre de détection => Appel PCC pour confirmer la position fin de course non détectée, réglage correct des contacts de fin de course

Effectuer toutes les vérifications des réglages également pour le côté opposé

III.10.2. Entretien et vérification de l'aiguillage

1. Faire glisser une jauge d'épaisseur de 0.5mm entre l'appui de l'aiguille et le coussinet de glissement La position appliquée doit être entre 0,5 mm et 1 mm

Si la mesure dépasse 1 mm, revoir le réglage de la tringle de détection

2. Vérifier au toucher de main l'absence de bavure et de laminage sur la contre aiguille. La surface doit être lisse et homogène

Meuler la surface laminée ou avec bavure

3. Vérifier l'absence de bavure et de laminage sur l'aiguille au toucher de main

Meuler la surface laminée ou avec bavure

4. Vérifier le bon collage de l'aiguille l'entrebâillement (Q) de l'aiguille doit être $Q \leq 3,00\text{mm}$
5. Manoeuvrer l'aiguille dans l'autre sens pour vérifier le bon collage de la deuxième aiguille.
6. Contrôler qu'il ne reste pas d'outils, chiffons ou autre à l'intérieur du dispositif de manoeuvre
7. Fermer le couvercle du mécanisme de manoeuvre à l'aide de la boulonneuse

Appel PCC pour contrôler le bon positionnement de l'appareil de voie

III.11. Importance appareil de voie

Le grand nombre d'équipements sur la ligne de tramway contribue à éliminer les accidents entre véhicules, contribue à éviter les embouteillages et joue un rôle clé dans le développement du rail.

III.12. Causes de panne de l'appareil de voie électrique et manuel

Dans ce tableau, nous étudions les différentes raisons attendues qui freinent les deux appareils à l'avenir

Tableau III.2 : Diverses raisons qui entravent l'appareil

Appareil de voie tramway (électrique)	Appareil de voie train (manuel)
<ul style="list-style-type: none"> • Groupe hydraulique • Capteur endommagé • Une coupure de courant sur un appareil • La tige de commande est dans la mauvaise position • Obstacles externes 	<ul style="list-style-type: none"> • La tige de commande est dans la mauvaise position • Obstacles externes • Le travailleur n'est pas qualifié • Pas bonne tige de changement

III.13. Appareil de voie manuel cas de train de Touggourt

Nous sommes allés faire une autre visite à la gare de Touggourt pour comprendre le fonctionnement de l'appareil de voie manuel.

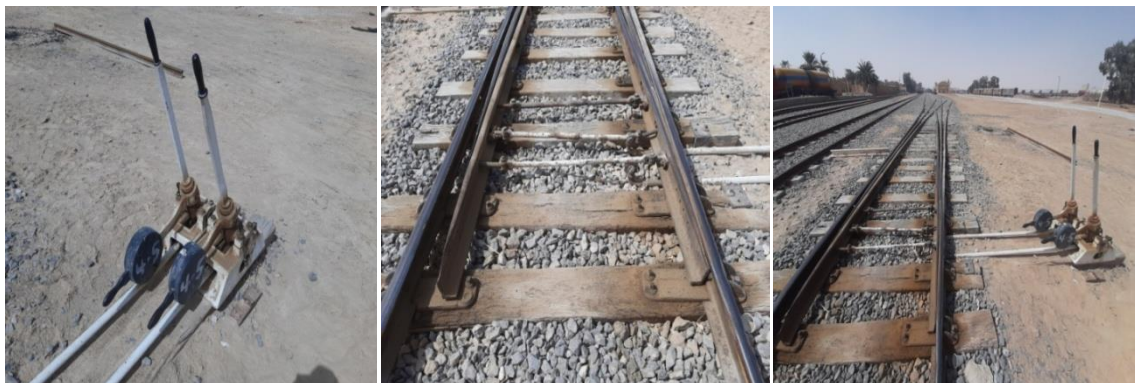
Le fonctionnement manuel fonctionne sur deux types, le premier type a une poignée et ne contrôle que deux pistes (A) et (B), et le second type a deux poignées contrôlé avec trois pistes (C). Extrait photo de la gare de Touggourt.



(a)



(b)



(c)

Figure III.8 : Type manuelle Appareil branchements (a et b), Appareil Symétrique (c)

Les supports d'aiguillage représenté dans les figures (Figure7 a, b et c) convertissent généralement un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal ou vertical en un mouvement linéaire au moyen d'une tige de commande.

Ils ont aussi généralement une sorte de cibles comme un réflecteur ou une lampe sur eux permettant à l'aiguilleur ou au train qui approche de voir la position des rails d'aiguillage.

III.14. Conclusion

Nous concluons de ce que nous avons trouvé dans Setram que la maintenance requise pour l'appareil est une maintenance préventive, qui augmente la durée de vie de l'appareil et assure de bonnes performances au moindre coût rendant l'appareil moins défectueux.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV. Introduction

Dans ce chapitre nous étudierons les processus et les méthodes que contribuent à modifier la stratégie de maintenance, C'est pourquoi nous avons appliqué les méthodes (PARETO (ABC), ISHIKAWA (5M)), et ainsi programme MINITAB a été appliqué pour tracer un diagramme D'ISHIKAWA.

IV.1. Fichiers de maintenance de l'appareil de voie

Nous avons suivi un stage pratique de 20 jours et nous avons recensé plusieurs interventions de maintenance sur le tramway. La fiche de contrôle de la saison 2021/2022 (tableau ci-dessous)

Tableau IV.1 : Fichiers de maintenance de l'appareil de voie

N	Fichiers de maintenance	Jours d'inspection
1	Nettoyer le berceau d'aiguille: -Enlever les corps étrangers situés entre l'aiguille et le contre aiguille comme les salissures, -Resserer les attaches desserrées, -Si nécessaire, nettoyer les drains des demi-aiguillages et du boîtier de manoeuvre, ainsi que les connexions à la canalisation	Quotidien
2	Vérifier la bonne évacuation de l'eau	Quotidien
3	Contrôler les manoeuvrabilités des dispositifs de manoeuvre	Quotidien
4	Vérifier que les contre aiguilles et aiguilles, surtout dans la position appliquée de l'aiguille à la contre aiguille, ne présentent ni bavures ni repli de laminage	Quotidien
5	Vérifier la protection de l'aiguille par la mesure de la cote d'entrebâillement $Q \leq 3,0\text{mm}$	Quotidien
6	Vérification la présence de bavure ou éclat sur les cours de croisement	Quotidien
7	Vérifier l'appui de l'aiguille sur le coussinet de glissement Tolérance de 0,5 mm pour la position ouverte de l'aiguille.	Mensuel
8	Vérifier que les files directrices et bords de guidage ne présentent ni bavures ni traces d'impacts des roues	Mensuel
9	Vérification de la tolérance de l'écartement de la voie 1435 mm	Bimestriel
10	Contrôler les bavures et défauts ondulatoire sur le rail	Bimestriel

IV.2. Etude analytique de maintenance

Les méthodes et instructions d'analyse fournies ont été appliquées à un appareil de voie de tramway.

IV.2.1. Application des méthodes PARETO

IV.2.1.1. Diagrammes de PARETO

Les diagrammes de PARETO permettent de sélectionner des actions prioritaires à mettre en œuvre, à partir de données statistiques objectives. Ils permettent également de communiquer grâce à leur facilité d'interprétation visuelle.

- la méthode ABC de PARETO, d'usage très polyvalent.
- le diagramme de PARETO en bâton, simple à utiliser, dont la lisibilité facile fait un bon outil de communication [2].

IV.2.1.2. Objectif La méthode de PARETO (ABC)

- La méthode ABC est une méthode d'analyse générale.
- Elle abouti à la classification des articles stockés.
- Elle est souvent préliminaire à toute autre et permet de mettre en évidence l'essentiel des stocks qui feront l'objet, par la suite, de tous les efforts.
- La méthode ABC permet de se focaliser sur les produits stratégiques et donc d'éviter un gaspillage de temps et de ressources découlant d'une gestion trop rigoureuse sur des produits d'importance mineure.

IV.2.1.3. Méthodes d'analyse prévisionnelle PARETO (ABC)

Après entretien répété de l'aiguillage, la fiche de contrôle de la saison 2021/2022 (tableau ci-dessous) sera analysée par la méthode ABC. Les jours de maintenance doivent d'abord être triés par ordre décroissant, puis créés pour créer un graphique de PARETO.

❖ Application numérique

Jours cumulés % = Jours d'inspection cumulés / Jours d'inspection cumulés total

Cumul du rang % = Cumul du rang / Cumul du rang total

- Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant

Tableau IV.2: Tableau d'analyse une fiche d'inspection (PARETO)

	Étapes d'inspection annuelle	Jours d'inspection par ordre décroissant	Jours d'inspection cumulés	jours cumulés %	rang	Cumul du rang	Cumul du rang %
1	Nettoyer le berceau d'aiguille: -Enlever les corps étrangers situés entre l'aiguille et le contre aiguille comme les salissuers, -Resserer les attaches desserrées, -Si nécessaire, nettoyer les drains des demi-aiguillages et du boitier de manoeuvre, ainsi que les connexions à la canalisation	360	360	16.43	1	1	1.81
2	Vérifier la bonne évacuation de l'eau	360	720	32.87	2	3	5.45
3	Contrôler les manoeuvrabilités des dispositifs de manoeuvre	360	1080	49.31	3	6	10.90
4	Vérifier que les contre aiguilles et aiguilles, surtout dans la position appliquée de l'aiguille à la contre aiguille, ne présentent ni bavures ni repli de laminage	360	1440	65.75	4	10	18.18
5	Vérifier la protection de l'aiguille par la mesure de la côte d'entrebâillement $Q \leq 3,0\text{mm}$	360	1800	82.19	5	15	27.27
6	Vérification la présence de bavure ou éclat sur les cours de croisement	360	2160	98.63	6	21	38.18
7	Vérifier l'appui de l'aiguille sur le coussinet de glissement Tolérance de 0,5 mm pour la position ouverte de l'aiguille.	12	2172	98.90	7	28	50.90
8	Vérifier que les files directrices et bords de guidage ne présentent ni bavures ni traces d'impacts des roues	12	2184	99.45	8	36	65.45
9	Vérification de la tolérance de l'écartement de la voie 1435 mm	6	2190	99.72	9	45	81.81
10	Contrôler les bavures et défauts ondulatoire sur le rail	6	2196	100	10	55	100

IV.2.1.4. La courbe d'analyse ABC

La figure IV.1, représente (jours cumulés %) en fonction de (Cumul du rang %) et les différentes zones de maintenance (A, B et C).

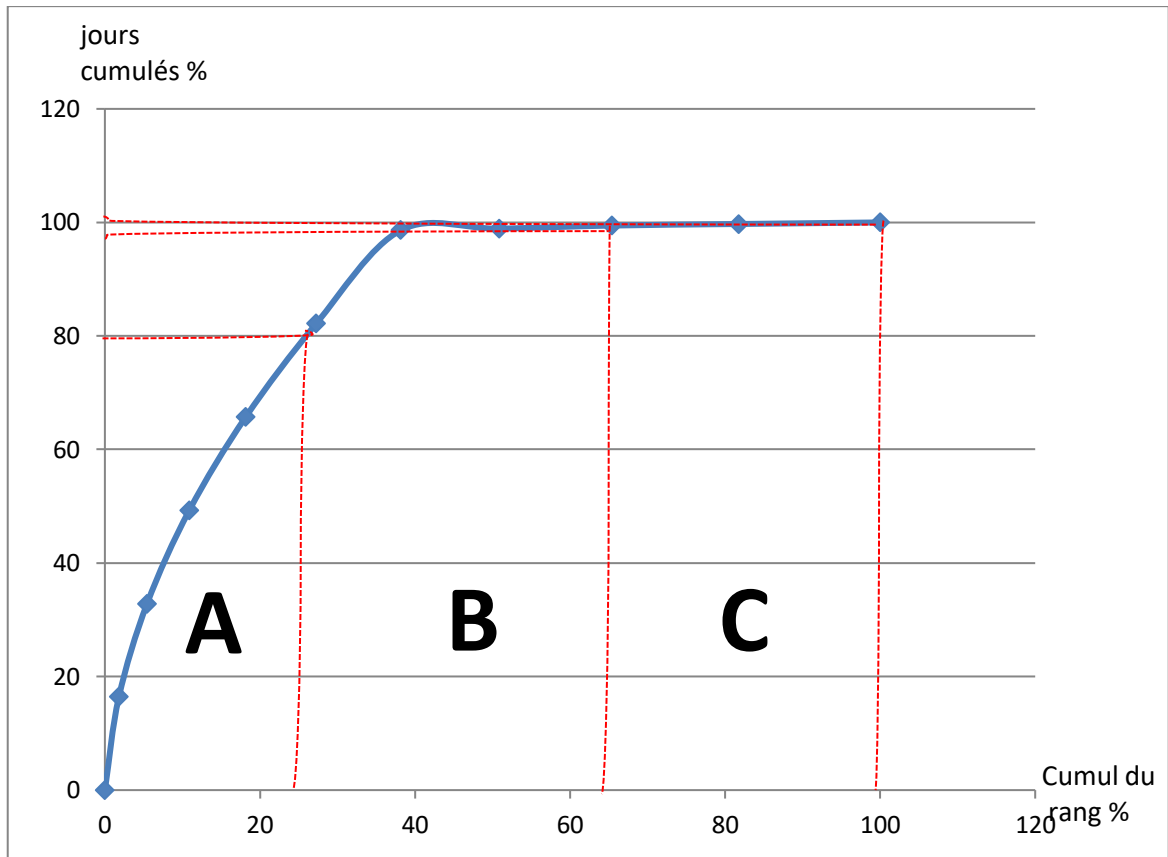


Figure IV.1: La courbe d'analyse par la méthode ABC (PARETO)

- **Zone A :** Dans cette région, on note qu'environ 25% des interventions représentent 80% des jours de maintenance, ce qui constitue la Zone A. Zone prioritaire (Vérifier la protection de l'aiguille par la mesure de la côte d'entrebâillement $Q \leq 3,0\text{mm}$).
- **Zone B :** Dans cette catégorie, 45% des interventions représentent 19,72% supplémentaires. (Contrôle de l'alésage du gabarit de voie 1435mm).
- **Zone C :** Dans cette zone, les 30 % d'interventions restantes ne représentent que 0,28 % des jours de maintenance. (Vérifiez les bosses et les vagues sur le rail.)

IV.2.2. Le diagramme D'ISHIKAWA des 5 M

Le Diagramme ISHIKAWA : C'est un outil permettant de visualiser et d'identifier de façon ordonnée les causes possibles d'un effet constaté que l'on cherche à analyser, et donc de

déterminer les moyens pour y remédier. Le diagramme « causes / effet » est aussi appelé diagramme en arête de poisson, arbre des causes, destinée à mettre en évidence les liens de causalité entre les éléments conduisant à un même effet.

Nous avons appliqué le diagramme D'ISHIKAWA de deux manières différentes (MINITAB, Microsoft Word)

➤ De notre étude précédente, nous avons dessiné le diagramme D'ISHIKAWA tel que représenté sur la (figure 9)

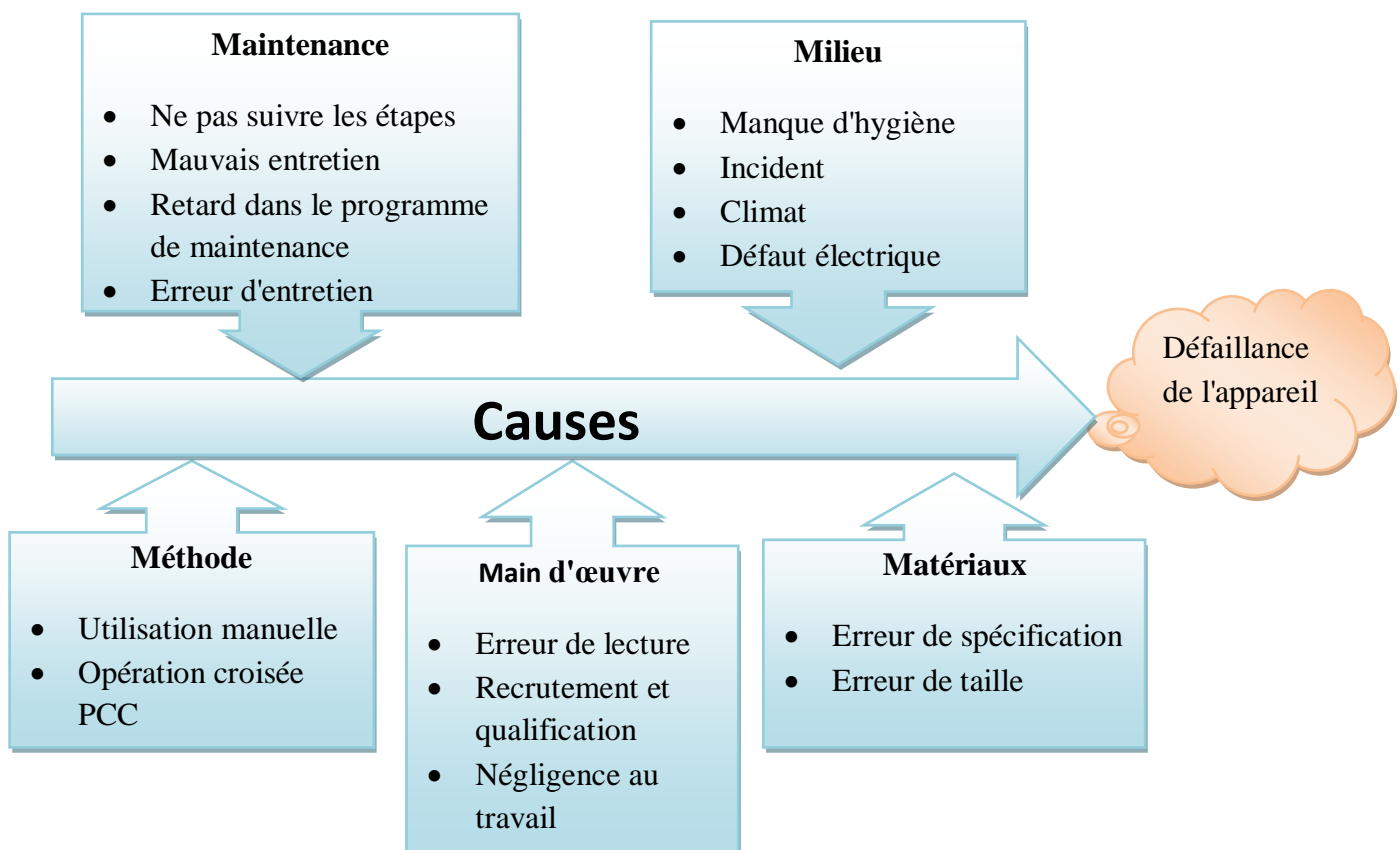


Figure IV.2: Causes possibles de panne

IV.2.2.1. Programmer Minitab

Minitab a été développé à la Penn State University par les chercheurs Barbara F. Ryan et Thomas A. Ryan Jr et Brian L.

Quelles que soient vos connaissances en statistiques, Minitab aide les différents membres d'une entreprise à mieux prévoir les résultats, à concevoir de meilleurs produits et à améliorer les processus pour augmenter le chiffre d'affaires et réduire les coûts [37].

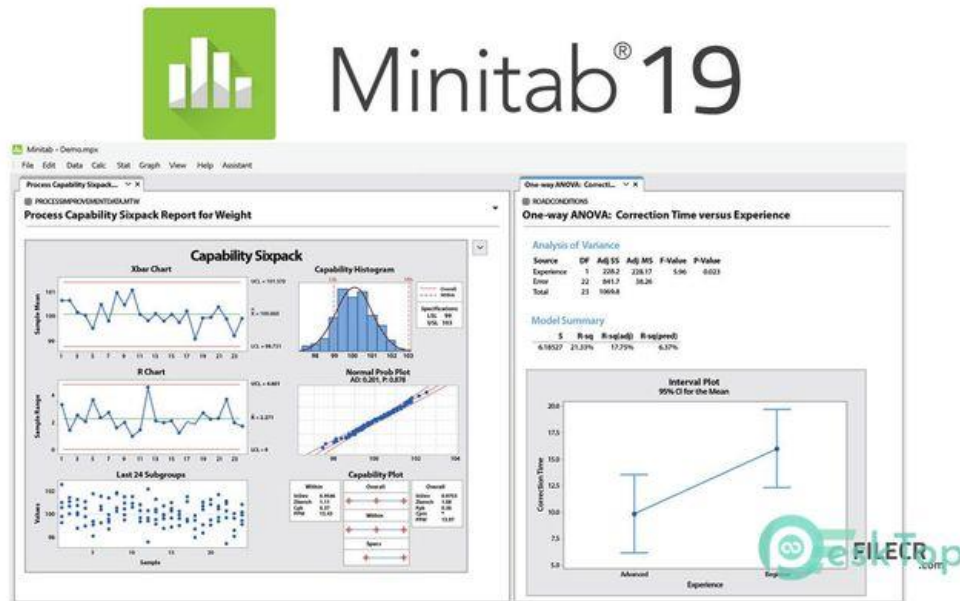


Figure IV.3: Programmer Minitab

- En appliquant le programme Minitab après avoir inséré les raisons, un diagramme D’ISHIKAWA a été obtenu, comme le montre la (figure 11).

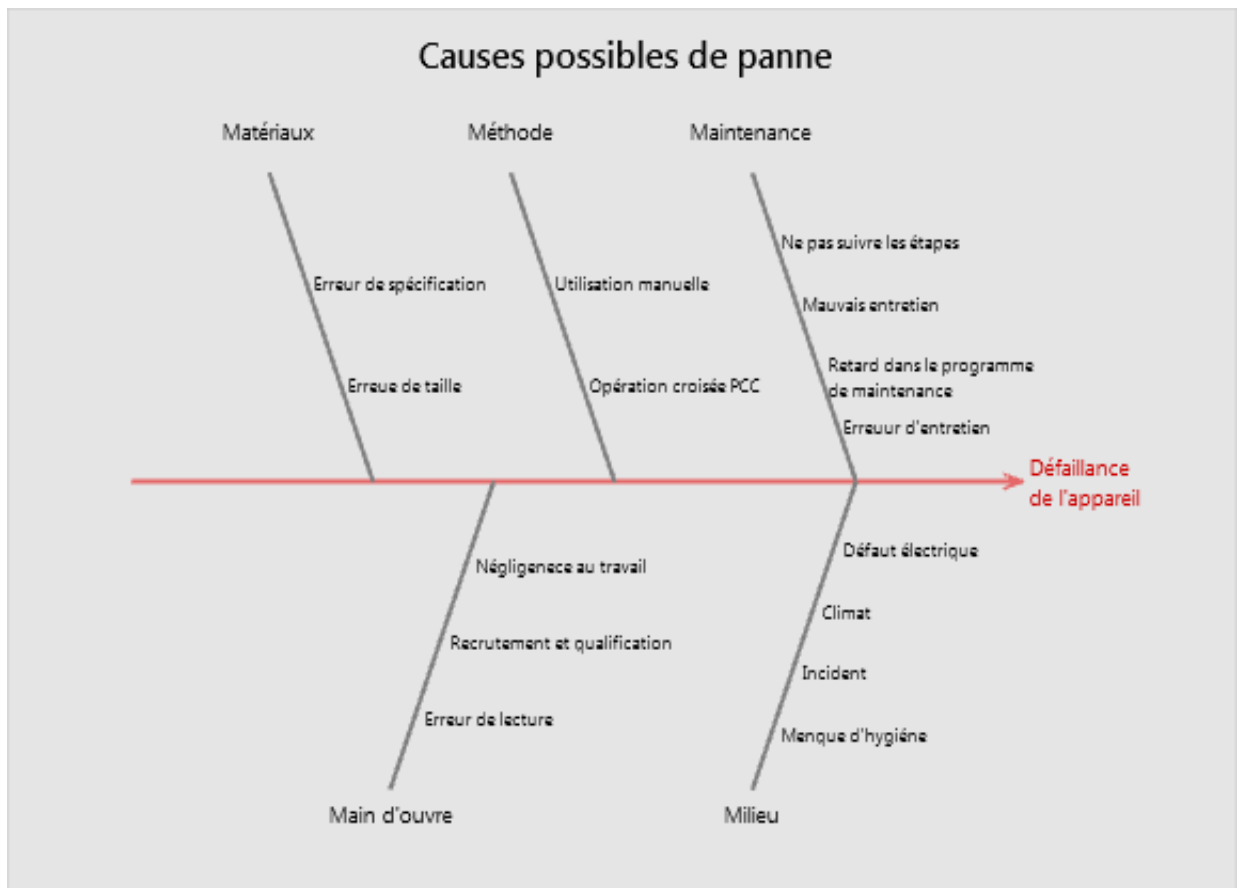


Figure IV.4: Diagramme D’ISHIKAWA dans Minitab

IV.2.2.2. L'intérêt de diagramme Causes-Effet

Diagramme Causes-Effet EST donc l'image des causes identifiées d'un dysfonctionnement potentiel pouvant survenir sur un système. IL se veut le plus exhaustif possible en représentant toutes les causes qui peuvent avoir une influence sur la sûreté de fonctionnement. Les 5 grandes familles ou 5 facteurs primaires.

L'intérêt de ce diagramme est son caractère exhaustif. Il peut aussi bien s'appliquer à des systèmes existants qu'à des systèmes en cours d'élaboration. On peut adapter cet outil à l'aide au diagnostic de la manière suivante:

- ✓ Recensement de toutes les causes possibles.
- ✓ Hiérarchisation des causes dans chaque famille par ordre d'importance [38].

IV.2.2.3. But du diagramme D'ISHIKAWA des 5 M

Analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Le diagramme D'ISHIKAWA est un outil graphique qui sert à comprendre les causes d'un défaut de qualité.

IV.3. Conclusion

Nous avons utilisé des méthodes préventives approuvées dans le domaine de la maintenance (PARETO (ABC), ISHIKAWA (5M)). Ces analyses fournissent des résultats qui permettent de définir le protocole de base de maintenance pour le bon fonctionnement de l'appareil de voie.

Il était censé d'appliquer la méthode de WEIBULL pour le processus de maintenance de l'appareil de voie, mais nous ne pouvons pas car les temps de panne ne sont pas actuellement enregistrés par l'entreprise.

Conclusion général

Conclusion général

Dans ce mémoire, nous intéressons à l'étude de l'appareil de voie dans le tramway, et pour cette étude nous avons passé une période de stage pratique au centre de maintenance du setram-Ouargla afin de nous familiariser avec les différentes structures de ce centre, ainsi que son système de fonctionnement et nous avons également pu voir en détail les composants de l'appareil qui fait l'objet de l'étude.

L'appareil de voie est basé sur le changement d'itinéraire du tramway (direct et déviation). Ce système est soumis à diverses politiques de maintenance (préventive, corrective et d'optimisation) et se concentre souvent sur la maintenance préventive, assurant une durée de vie plus longue du matériel du système au moindre coût possible.

A travers cette visite et l'étude que nous avons faite sur un appareil, nous n'avons pas relevé beaucoup de pannes, et cela est dû à la solidité de son aménagement et à la qualité des matériaux constitués d'acier. Quant à la station d'Ouargla, puisqu'il s'agit d'une station nouvellement créée, ses équipements n'ont pas été exposés à des problèmes critiques.

Nous avons utilisé des méthodes préventives approuvées dans le domaine de la maintenance (PARETO (ABC), ISHIKAWA (5M)). Ces analyses fournissent des résultats qui permettent de définir le protocole de base de maintenance pour le bon fonctionnement de l'appareil de voie.

Pour les travaux au futurs, nous préconisons le développement de la maintenance préventive, qui a un rôle essentiel dans le maintien de la durée de vie de l'appareil de voie et nous recommandons à l'avenir d'appliquer la loi de WEIBULL pour calculer la fiabilité ($R(t)$), (Densité $f(t)$, Panne $F(t)$), MTBF et MTTR) pour le bon fonctionnement de l'appareil de voie.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Cariou Pierre**. Un procédé de levage des grands menhirs : Présentation d'une maquette. In: Bulletin de la Société préhistorique française. 1958, tome 55, N. 7-8. Travaux en retard. pp. 444-445. [Présentation](#) [[archive](#)] consulté le 4 juin 2010.
- [2] **François Monchy Jean-Pierre Vernier** MAINTENANCE Méthodes et organisations pour une meilleure productivité 3^e ÉDITION 57967 – (I) - (0.6) – OSB 80° - IDT – MNL Dépôt légal : aout 2012 Dépôt légal de la 1^{ère} édition : mars 2010 Achevé d'imprimer par Dupli-Priant N° d'impression : 204386 Imprimé en France
- [3] **Ghallow Mohammed Islam Ismilia Adel** Mémoire MASTER Thème : Etude de performance de Circuit de conditionnement d'air de tramway Université Kasdi Merbah Ouargla Année universitaire : 2019/2020
- [4] http://staff.univbatna2.dz/sites/default/files/mokhtari_messouad/files/introduction_a_la_maintenance.pdf
- [5] **REHAIEM FATHEDDINE BOUGHENAMA CHARAFEDDINE** Mémoire MASTER Maintenance de circuit de pompe hydraulique de démarrage de la turbine à gaz UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA Année Universitaire 2019/2020
- [6] أحمد مسعودى مذكرة ماستر سياسة النقل و التنمية في الجزائر -دراسة النقل بالسكك الحديدية الفترة 2011 - 2018
جامعة محمد خيضر بسكرة 2019 / 07 / 02
- [7] <https://www.clicours.com/generalites-sur-le-transport-urbain/>
- [8] **KEDIDI Abessamed & BABKAR Omar** Mémoire Master Thème: Etude du confort thermique du tramway dans la ville de Ouargla UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA Soutenu publiquement Le : 22/ 06 / 2019 Année universitaire : 2018/2019
- [9] https://link-springer-com.snd11.arn.dz/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-04582-1_34.pdf
- [10] ["Train \(noun\)"](#) , (definition – Compact OED) , Oxford University Press ,
- [11] Smith, Stephen J. (06 /2014), "New Starts: Shanghai Metro World's Longest, Panama Canal Drama, Japan's Maglev", Next City ,
- [12] Railway Transportation Systems, Design, Construction and Operation, CHRISTOS N. PYRGIDIS Aristotle University of Thessaloniki, Greece, A SPON PRESS BOOK
- [13] « L'histoire de TGV » (version du 6 octobre 2007 sur l'Internet Archive)
- [14] Matériels métro léger en Allemagne, BN LRV en Belgique, Canadian Light Rail Vehicle et ALRV sur le réseau de Toronto au Canada

- [15] **Prof. Dr. Ergin Tönük Co-Supervisor: Prof. Dr. Eres Söylemez** ABSTRACT COMPARISON OF CONSTRUCTIONAL ASPECTS OF DIFFERENT RAILWAY POINT MACHINES Master of Science, Department of Mechanical Engineering Supervisor: Assoc. January 2019,
- [16] Hungarian Patent Office· "Kálmán Kandó (1869–1931)" ·www.mszh.hu
- [17] **Abdalaziz Kahlouche** Doctorat Troisieme Cycle – LMD Thèse : Pour une insertio performante et durable dans le système global de mobilité, étude de cas Tramway de constantine, Universié Frères Mentouri Constantine 1 Soutenu le : 20/01/2019
- [18] **Xavier MORIZE** CONTRIBUTIONS A UNE APPROCHE PATRIMONIALE POUR LA VOIE FERREE DE TRAMWAY Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est ECOLE DOCTORALE VILLE, TRANSPORTS ET TERRITOIRES Thèse dirigée par Fabien LEURENT Submitted on19Jul2021
- [19] **BENHASSANI Wahiba** DIPLOME DE MASTER Thèse : La commande de tramway Cas de tramway de constantine Université Larbi Ben M'Hidi-Oum El Bouaghi Juin 2016
- [20] <https://fac.umc.edu.dz/fstech/cours/G%20Transport/Signalisation%20ferroviaireGT.pdf>
- [21] **H. Domengie**, Les petits trains de jadis, Sud-Ouest, Ed. du Cabri 1985.
- [22] file:///D:/DELL%20Documents/Downloads/toaz.info-appareil-de-voie-pr_cddb09a54a26830a82a202fb68c04a3a.pdf
- [23] <https://www.railsystem.net/turnouts/>
- [24] https://www.vossloh.com/01_product_finder/VCO/Signaling_products/M_EH61/03fiche_m_eh61_fr_BD_rev4.pdf
- [25] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/659700/original/railwaysystems_factsheet_Point_Machine_with_Internal_Locking_UNISTAR_HR_EN.pdf
- [26] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/795432/original/railwaysystems_factsheet_UNISTAR_HR_NG_en.pdf
- [27] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/795431/original/railwaysystems_factsheet_UNISTAR_HR_EM_en.pdf
- [28] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/795438/original/railwaysystems_factsheet_UNISTAR_HR_COMPACT_en.pdf
- [29] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/659663/original/railwaysystems_factsheet_Manual_Point_Machine_UNISTAR_CSV_34_EN.pdf
- [30] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/659665/original/railwaysystems_factsheet_Point_Machine_with_Internal_Locking_UNISTAR_CSV_24_EN.pdf

-
- [31] https://pasch.es/pdfs/Ferroviario/Infraestructura/VAE-Signaling Sainerholz/ voestalpine signaling_unistar_csv24.pdf
- [32] https://cdnstorevoestalpine.blob.core.windows.net/documents/659704/original/railwaysystems_factsheet_Turnout_Control_System_UNILOCK_EN.pdf
- [33] <https://www.linkedin.com/company/setram>
- [34] <http://www.setram.dz/site/fr/setram>
- [35] <https://www.setram.dz/site/fr>
- [36] **BLAMA Abdelbasset & DJOUDI Khalil** Voies et Ouvrages d'Art MÉMOIRE DE MASTER ACADEMIQUE UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA THEME : Tramway Ouargla Etude de faisabilité Soutenu publiquement Le 02 / 06 /2018 PROMOTION: 2017 – 2018
- [37] <https://www.minitab.com/fr-fr/products/minitab/>
- [38] **ISSET Nabeul** cours " Introduction à la maintenance (analyse des défaillances et aide au diagnostic "

ملخص

تتميز وسائل النقل الحديثة بكفاءتها في ضمان راحة الركاب خاصة في الظروف الصعبة. نتيجة لذلك ، ذكرنا في هذه المذكرة دراسة جهاز مسار الترام في SETRAM (شركة صيانة الترام ، ورقلة) ، وهدفنا هو تحديد بروتوكول الصيانة الأساسي للتشغيل السليم لجهاز المسار باستخدام الطرق الوقائية المعتمدة في مجال الصيانة (Pareto (ABC) ، Ishikawa (5M)). توفر عمليات الفحص هذه نتائج تحدد الأسباب التي تساهم في فشل الجهاز، وبالتالي تلعب الصيانة الوقائية دورًا رئيسيًا في الحفاظ على عمر الجهاز للتشغيل العادي.

الكلمات المفتاحية: ترامواي ، جهاز تغير المسار ، الصيانة ، طريقة باريطو، إيشيكافا

Résume

Les moyens de transport modernes se caractérisent par leur efficacité à assurer le confort des passagers, en particulier dans des conditions difficiles. De ce fait, nous avons évoqué dans ce mémoire l'étude de l'appareil de voie de tramway à la SETRAM (société d'entretien du tramway, Ouargla), notre but est de définir le protocole de base de maintenance pour le bon fonctionnement de l'appareil de voie en utilisant des méthodes préventives approuvées dans le domaine de la maintenance (PARETO (ABC), ISHIKAWA (5M)). Ces analyses fournissent des résultats qui permettent à identifier les causes qui contribuent à la défaillance de l'appareil et, par conséquent, la maintenance préventive joue un rôle clé dans le maintien de la durée de vie de l'appareil pour son fonctionnement normal.

Mots-clé: Tramway, Appareils de voies, Maintenance, PARETO (ABC), ISHIKAWA.

Abstract

Modern means of transport are characterized by their efficiency in ensuring passenger comfort, especially in difficult conditions. As a result, we have mentioned in this thesis the study of the tramway track apparatus at SETRAM (tramway maintenance company, Ouargla), our goal is to define the basic maintenance protocol for the proper functioning. Of the track device using preventive methods approved in the field of maintenance (PARETO (ABC), ISHIKAWA (5M)). These analyzes provide results that help identify the causes that contribute to device failure and therefore preventive maintenance plays a key role in maintaining the life of the device for normal operation.

Keywords: Tramway, Rail device, Maintenance, PARETO (ABC), ISHIKAWA.