



*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'étude

En vue de l'obtention du diplôme de

Master Académique

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

Présenter par :

ABSI AHMED

Thème

Analyse des défaillances des installations fixes de la
SETRAM à Ouargla et choix d'une solution : étude de cas

Soutenu publiquement le : 26 /05/2025

Devant le jury de :

<i>Mr : Bouakba Mostapha</i>	<i>PROF</i>	<i>U. Kasdi Merbah Ouargla</i>	<i>Président</i>
<i>Mr : Touggui Youssef</i>	<i>MCB</i>	<i>U. Kasdi Merbah Ouargla</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mr : Karek Rabie</i>	<i>MCB</i>	<i>U. Kasdi Merbah Ouargla</i>	<i>Encadreur</i>

Année universitaire : 2024/2025

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le Dieu, notre créateur de ma avoir donné les forces pour accomplir ce travail. Premièrement et avant tout, je tiens à remercier sincèrement mon encadreur : **Karek Rabie** pour son accompagnement, ses conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail et qui s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi je remerciements vont à notre **Amine ADJROUD** directeur de maintenance et **Sedrati Zaki** responsable de maintenance internalisée, **Oubira Safa** chargé ingénierie de maintenance pour votre précieuse aide. Je remercie également l'ensemble des membres du jury **Bouakba Mostafa et Tougoui Youssef**, pour avoir consacré leur Temps pour examiner ce travail malgré leurs nombreuses responsabilités. Je vous remercie encore **Maamri Abdelaziz** pour avoir facilité la sortie scientifique à la station de traitement d'eau. Je vous reconnaissant pour leurs attentions qu'ils ont portées à notre travail. Enfin, je tiens aussi à remercier mes familles et mes amis pour leur soutien Continue

DEDICACES

Je dédie ce travail

À ma chère mère Zohra, source d'amour et de prières, Tu es la lumière de mon chemin et la force de mon cœur. Ce succès est le fruit de ton dévouement infini. Merci, maman.

À mon épouse Amani, complice fidèle et patiente, merci pour ton amour et ta présence rassurante dans chaque étape de ce parcours.

À mes enfants, Joud et Youssef, ma fierté et ma source d'inspiration, vous êtes la plus belle récompense de ma vie.

À ma belle-mère Nassima, pour ta bienveillance et ton soutien, je te suis profondément reconnaissant.

À mes chers frères et sœurs, Merci pour votre soutien inébranlable, votre amour constant et votre force inspirante.

Et à toute ma famille, pour votre amour, vos encouragements

Ce travail est le fruit de vos encouragements, de votre patience et de votre foi en moi. Merci du fond du cœur

ABSI AHMED

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

AVANT PROPOS

Introduction General

Chapitre I

Recherche Bibliographique

I.A.	Presentation SETRAM O.R.G.....	4
I.A.1.	Description de tramway d'Ouargla.....	4
I.A.2.	Infrastructure centre de maintenance tramway	5
I.A.3.	Organigramme.....	6
I.A.4.	Présentation les services de maintenance.....	6
I.B.	Outils et techniques de gestion de la maintenance.....	7
I.B.1.	Généralité de Gestion de maintenance assisté par ordinateur GMAO.....	7
I.B.1.1.	Définition.....	7
I.B.1.2.	Caractéristiques d'une G.M.A.O.....	8
I.B.1.3.	Objectifs	8
I.B.1.4.	Gestion des travaux en interne et en externe.....	9
I.B.2.	Méthode ABC (loi de Pareto)	9
I.B.2.1.	Origine de la méthode.....	9
I.B.2.2.	Description de la méthode ABC.....	8
I.B.2.3.	Limites de la classification ABC.....	10
I.B.2.3.1.	Ratio de discrimination.....	10
I.B.2.3.2.	Calcul de l'indice de GINI (γ).....	10
I.B.3.	Méthode Ishikawa ou Diagramme des causes et effets	11
I.B.3.1.	Définition.....	11
I.B.3.2.	Méthodes pour étudier un problème.....	11
I.B.4.	Stratégie de brainstorming.....	11
I.B.5.	Analyse des modes de défaillances de leurs effets et criticité (AMDEC).....	12
I.B.5.1.	Définition.....	12
I.B.5.2.	Objectifs de l'AMDEC.....	13

I.B.5.3.	Principe de la méthode.....	13
I.B.5.4.	Le tableau AMDEC.....	13
I.B.5.5.	Etude et évaluation.....	14
I.B.5.5.1.	Evaluation de la criticité.....	14
I.B.5.5.2.	Etude quantitative	15
I.B.5.5.3.	Evaluation de la criticité.....	15
I.B.5.6.	Mise en place des plans d’actions.....	16
I.C.	Analyse fonctionnelle.....	16
I.C.1.	Généralité	17
I.C.2.	Les normes associées à l’Analyse Fonctionnelle.....	17
I.C.3.	Outils d’analyse fonctionnelle	17
I.C.3.1.	Bête à corne.....	18
I.C.3.2.	Diagramme de pieuvre.....	18
I.C.3.3.	Modélisation d’un système.....	18
I.C.4.	Hierarchisation des fonctions de service.....	18
I.C.5.	F.A.S. T :.....	20
I.C.5.1.	Représentation méthode de lecture du FAST.....	20
I.C.5.2.	Organisation du FAST descriptif.....	21
II.	Conclusion	22

Chapitre II

Méthodologie, Résultats et Discussions

II.1.	Introduction.....	24
II.2.	Application de la GMAO dans la gestion demande d’intervention.....	24
II.2.1.	Base de donne GMAO DIMO Maint.....	24
II.2.2.	Collecte des données.....	25
II.3.	Application de la méthode ABC (Pareto).....	25
II.3.1.	Méthode ABC appliqué aux services de maintenance.....	25
II.3.2.	Nombre de panne chaque service de maintenance.....	26
II.3.3.	Classification les services de maintenance en fonction nombre d’intervention.....	26
II.3.3.1.	Interprétation de la courbe.....	28
II.3.3.2.	Récapitulatif.....	28
II.3.4.	Méthode ABC appliqué aux équipements service de maintenance ELM/BO :.....	28
II.3.4.1.	Nombre des heures de chaque équipement service de maintenance.....	28

II.3.4.2.	Classification les équipements de service maintenance ELM/BO en fonction.	
	Temps d'arrêt	29
II.3.4.3.	Interprétation de la courbe.....	30
II.3.4.4.	Récapitulatif.....	31
II.4.	Analyse de système défaillants de zone A.....	31
II.4.1.	Les conduites et les raccordements d'alimentation d'eau bâtiment.....	31
II.4.2.	Equipment local ECS.....	32
II.4.3.	Equipment de climatisation centralise.....	35
II.4.3.1.	Centrale frigorifique.....	35
II.4.3.2.	Tour à évaporation adiabatique.....	37
II.4.3.3.	Cassettes.....	37
II.5.	Application Méthode Ishikawa ou Diagramme des causes et effets.....	39
II.6.	Application pratique d'une Stratégie de brainstorming.....	40
II.6.1.	Organisation de la séance de brainstorming.....	40
II.6.2.	Analyse et exploitation des idées génères	40
II.6.3.	Interprétation	41
II.7.	Application d'analyse des modes de défaillances de leurs effets et criticité (AMDEC.....	42
II.7.1.	Gille d'évaluation AMDEC.....	42
II.7.2.	Tableau AMDEC.....	42
II.7.3.	Classification criticité par priorité.....	44
II.7.4.	Les solutions proposées	45
II.7.5.	Conformité et choix de la solution pour une priorité urgente.....	47
II.7.6.	Interprétation.....	48
II.7.7.	Critère influençant le choix première solution.....	48
II.7.7.1.	Interprétation caractéristiques générale.....	49
II.7.7.2.	Interprétation Minéralisation Globale.....	49
II.7.7.3.	Interprétions Paramètres de Pollution.....	49
II.7.7.4.	Interopération Paramètres Indésirable.....	49
II.8.	Récupératif	49
II.9.	Conclusion.....	50

Chapitre III

Eude fonctionnelle de la solution proposée

III.1.	Introduction.....	52
---------------	-------------------	----

III.1.1.	Analyse de besoin.....	52
III.1.1.	Saisie du besoin.....	52
III.1.2.	Enoncé du besoin.....	53
III.1.3.	Contrôle de validité du besoin.....	53
III.1.4.	Contrôle de validité du besoin	53
III.2.	Recherche Des Fonctions Des Services.....	54
III.2.1.	Diagramme pieuvre.....	54
III.2.2.	Formulation des fonctions de services.....	54
III.2.3.	Validations des fonctions des services.....	55
III.2.4.	Hierarchisation des fonctions de service.....	56
III.3.	Recherche des solutions technologiques.....	58
III.3.1.	Identification des fonctions techniques.....	58
III.3.2.	Validation des fonctions techniques.....	62
III.4.	Conclusion	64
	Conclusion générale	65
	Reference bibliographique.....	67
	Annexes	69
	Résume	79

Liste des Figures

Chapitre I

Recherche Bibliographique

Figure I-1 : Stations de Tramway de Ouargla.....	4
Figure I.2 : Tramway d’Ouargla.....	5
Figure I.3 : Infrastructures – Le centre de maintenance.....	5
Figure I.4 : Organigramme direction de maintenance SETRAM	6
Figure I.5 : Courbe de l’analyse ABC.....	9
Figure I.6 : Courbe représente la longueur du segment.....	10
Figure I.7 : Diagramme d’ISHIKAWA.....	12
Figure I.8 : Diagramme qui résume l’évaluation de la criticité d'un mode de défaillance.....	16
Figure I.9 : Diagramme bête à corne.....	18
Figure I.10 : Diagramme de pieuvre.....	18
Figure I.11 : Modélisation de fonction globale	19
Figure I.12 : Méthode de lecture du FAST.....	20
Figure I.13 : FAST de la fonction de service FSi.....	21

Chapitre II

Méthodologie, Résultats et Discussions

Figure II.1 : Structure d’une G.M.A.O.....	25
Figure II. 2 : Courbe la méthode ABC représente le nombre demandes d’intervention En fonction range.....	26
Figure II.3 : Représentation la classement courbe ABC appliquée aux services de maintenance.....	27
Figure II. 4 : Courbe la méthode ABC représente le nombre des heures d’intervention En fonction range.....	29
Figure II.5 : Représentation la classement courbe ABC appliquée aux équipements Service de maintenance ELM/BO.....	30
Figure I.6 : Diagramme d’ISHIKAWA.....	31
Figure II.7 : Présence sable à tuyauterie PEHD d’alimentation d’eau.....	32
Figure II.8 : Vanne papillon DN 80 grippé à cause sable.....	32

Figure II.9 : Circuit eau sanitaire chaude ECS.....	33
Figure II.10 : Corrosion d'un réservoir de stockage eau chaude.....	34
Figure II.11 : Détérioration circulateur d'eau à cause calcaire	34
Figure II.12 : Corrosion bride d'échangeur.....	34
Figure II.13 : Présence calcaire sur panneau de soleil	35
Figure II.14 : Local PAC de maintenance installation fixe.....	36
Figure II.15 : Tour à évaporation adiabatique.....	36
Figure II.16 : Circuit de climatisation centrale de cassette.....	37
Figure II.17 : Dépôts minéraux sur tuyau de distribution d'eau et panneau évaporative.....	38
Figure II.18 : Intervention préventive Tour à évaporation adiabatique.....	38
Figure II.19 : Identification des causes possibles de la détérioration des équipements plomberie.....	39
Figure II.20 : Identification des causes possibles de la détérioration des équipements De climatisation centrale.....	39
Figure II.21 : analyse enchanctions eau non traitée.....	40
Figure II.22 : échantillon eau non traité.....	48

Chapitre III

Eude fonctionnelle de la solution proposé

Figure III .1. : Modélisation de système de traitement d'eau.....	52
Figure III .2. : Importance relative des fonctions en (%)	53
Figure III .3. : Diagramme de pieuvre	54
Figure III .4 : Importance relative des fonctions en (%)	57
Figure III .5 : Diagramme FAST de la fonction principale 1.....	59
Figure III .6 : Diagramme FAST de la fonction principale 2.....	60
Figure III .7 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 1.....	60
Figure III .8 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 2.....	61
Figure III .9 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 3.....	61
Figure III .10 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 4.....	62

Liste des Tableaux

Chapitre I

Recherche Bibliographique

Tableau I.1 : Quatre questions de base de l'AMDEC.....	13
Tableau I.2 : Tableau AMDEC (Variation : AMDEC-produit/processus)	14
Tableau I.3 : Exemple de modes de défaillances et de causes possibles (Exemple du calculateur arithmétique)	14
Tableau I.4 : Exemple d'une grille d'évaluation de l'IPR	15
Tableau I.5 : Exemple d'une matrice de criticité (Notée de 1 à 4)	16
Tableau I.6 : Valorisation des fonctions de service.....	20

Chapitre II

Méthodologie, Résultats et Discussions

Tableau II.1 : Services de maintenance en fonction du nombre de pannes.....	26
Tableau II. 2 : Cumulation nombre demande d'intervention en fonction range.....	26
Tableau II. 3 : Répartition des classes en fonction ratio de discrimination.....	27
Tableau II.4 : Equipements en fonction temps d'arrêt.....	28
Tableau II.5 : Cumulation de temps d'arrêt des équipements en fonction de range.....	29
Tableau II.6 : Classification les causes selon leur score total concerne équipement ECS.....	41
Tableau II. 7 : Classification les causes selon leur score total concerne équipement Climatisation centrale.....	41
Tableau II. 8 : Tableau grille d'évaluation.....	42
Tableau II.9 : Tableau AMDEC d'équipement ECS.....	43
Tableau II. 10 : Tableau AMDEC d'équipement tour à évaporation adiabatique.....	44
Tableau II. 11 : Calcification criticité selon priorité.....	45
Tableau II. 12 : Solutions proposées selon niveau de criticité.....	46

Chapitre III

Eude fonctionnelle de la solution proposée

Tableau III.1 : Valorisation des fonctions de service.....	56
---	----

Tableau III.2. L'importance de la fonction de service.....	62
Tableau III.3 : intérêt de la solution.....	63
Tableau III.4 : Valorisation des critères	63
Tableau III.5 : Valorisation globale.....	63

Liste des abréviations

SETRAM : Société d'Exploitation de **T**ramway

PCC : Poste de **C**ommande **C**entralisée

MR : Machine **R**oulante

ELM : **E**lectromécanique

BO : **B**âtiment **O**uvrage d'art

BILL : **B**illettique

CFO : Courant **F**ort

CFA : Courant **F**aible

LAC : Ligne **A**érienne de **C**ontact

OPPI : **O**rdonnancement **P**lanification **P**roduction **I**ngénierie

GMAO : **G**estion de **M**aintenance **A**ssisté par **O**rdinateur

RD : **R**atio de **D**iscrimination

AMDEC : **A**nalyse des **M**odes **D**éfaillances, de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité

DI : **D**emande **I**ntervention

CTA : Centrale de **T**raitement **d'**Air

CDM : Centre **D**e **M**aintenance

STV : Station de **V**oyageur

DN : **D**iamètre **N**ominal

PEHD : **P**olyéthylène **H**aute **D**ensité

ECS : Eau **C**haude **S**anitaire

AFB : **A**nalyse **F**onctionnelle de **B**esoin

CDCF : **C**ahier **D**e **C**harge **F**onctionnelle

FP : **F**onction **P**incipale

FC : **F**onction de **C**ontrainte

FT : **F**onction **T**echnique

ST : **S**olution **T**echnique

FAST : **A**nalyse **F**onction **T**echnique **S**ystème (function analyses système technique)

Avant-propos

Durant sept ans de travail au sein de l'entreprise SETRAM OUARGLA, j'ai occupé le poste de technicien maintenance électromécanique des équipements d'installation fixe, cette expérience m'a permis d'acquérir des compétences dans divers domaines, notamment la climatisation, le chauffage, la plomberie, l'électricité, l'éclairage et les pompes.

J'ai l'honneur d'accomplir master maintenance industriel dans le but de réaliser un mémoire de fin d'études visant à équilibrer les aspects théoriques et pratiques.

Introduction Générale

Introduction générale

La province Ouargla, d'Algérie, est réputée pour l'abondance de ses ressources en eaux souterraines, abritant l'un des plus vastes bassins aquifères d'Afrique du Nord. La majorité des eaux extraites du bassin présentent des concentrations variables en sels et en minéraux, notamment des taux élevés de chlorures et de sulfates.

Depuis la mise en service du tramway de Ouargla, le 20 mars 2018, ces eaux ont été exploitées sans traitement préalable cette dernière stockées dans une bache à eau de capacité 230 m³, puis distribuées à travers trois conduites vers cinq bâtiments CMR01 CMR02 CMR03 CMR04 CMR06 leur utilisation a entraîné la détérioration des équipements. C'est dans ce cadre que mon mémoire de fin d'étude « Analyse des défaillances des installations fixes de la SETRAM, Ouargla et choix d'une solution adaptée : Etude de cas, » s'introduit. Afin de prévoir mener à bien ce travail, ce sujet a été divisé en trois chapitres et une annexe.

Tout d'abord, l'étude a commencé par recherche bibliographique Ensuite, deuxième chapitre a été menée l'étude et analyse les causes de dégradation des équipements à l'aide des méthodes PARETO ABC, Ishikawa, AMDEC ont été basées sur les données collectées auprès de GMAO. Puis dans le troisième chapitre, ont été enchaînés mon travail étude et analyse fonctionnelle de la solution proposée. Ce travail complété par une annexe comportant les tableaux contient des historiques des interventions

Chapitre I

Recherche bibliographique

I.A. Présentation SETRAM O.R.G

I.A.1. Description de tramway d'Ouargla

Le tramway de Ouargla est équipé de 23 rames du type Citadis 402 construites par Alstom et assemblées par Cital à Annaba, en Algérie. La capacité d'une rame est de 414 passagers. Afin de résister aux conditions climatiques particulièrement difficiles, liées à la proximité du désert du Sahara, les rames sont équipées d'une climatisation renforcée et de films de protection solaire sur les vitres et disposent de protections particulières pour empêcher l'atteinte des parties techniques par du sable ou de la poussière [1]. Le 20 Mars 2018 a été marqué d'une pierre blanche dans l'histoire de la ville d'Ouargla et celle du sud de l'Algérie. Un itinéraire de 9.6KM qui relie les deux terminus Sid Houhou et Chenine Kadour, en passant par la nouvelle ville ainsi que la nouvelle gare routière.

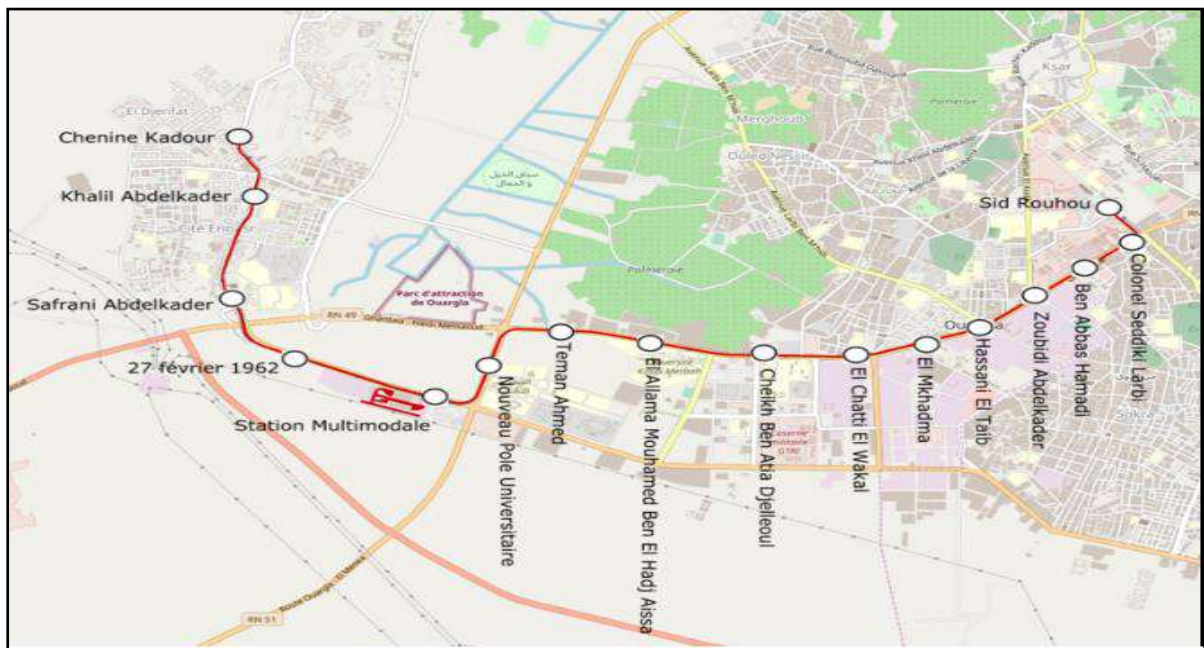


Figure I-1 : Stations de Tramway d'Ouargla [1].

Premier tramway du désert, dont il porte les couleurs et les caractéristiques techniques, le tramway d'Ouargla est adapté aux écarts de température diurnes et nocturnes de cette région saharienne connue pour ses conditions climatiques extrêmes. L'unité opérationnelle de Ouargla a été certifiée en Décembre 2019 « ISO 9001 V 2015 », cette certification entre dans le cadre de la politique de l'entreprise à déployer un système de management et de qualité qui permet de fournir constamment une offre de service conforme aux attentes de ses clients et usagers [2]



Figure I.2 : Tramway d’Ouargla [2]

I.A.2. Infrastructure centre de maintenance tramway

Le projet de réalisation de la 1ère ligne du tramway d’Ouargla intègre la construction d’un centre de maintenance qui est situé à l’ouest du corridor, à proximité de la gare multimodale, sur un terrain d’une superficie d’environ 10 hectares contiennent cinq bâtiments

- ✚ Bâtiment CMR01 administrative et PCC
- ✚ Bâtiment CMR02 hall de maintenance MR
- ✚ Bâtiment CMR03 machine à laver
- ✚ Bâtiment CMR04 remisage
- ✚ Bâtiment CMR06 maintenance installation fixe



Figure I.3 : Infrastructures – Le centre de maintenance [3]

1.A.3. Organigramme direction de maintenance SETRAM

Un organigramme de maintenance est une représentation hiérarchique qui décrit la structure organisationnelle du service de maintenance de SETRAM à Ouargla. Le **Figure I.4** permet visualiser les différentes fonctions, les responsabilités de chaque poste et les relations entre les membres de l'équipe. Généralement, on y retrouve des niveaux allant du responsable maintenance jusqu'aux techniciens spécialisés, en passant par les charges et les planificateurs. Cet outil facilite la coordination, l'attribution des tâches, et assure une meilleure communication au sein du service, contribuant ainsi à une gestion plus efficace des interventions de maintenance.

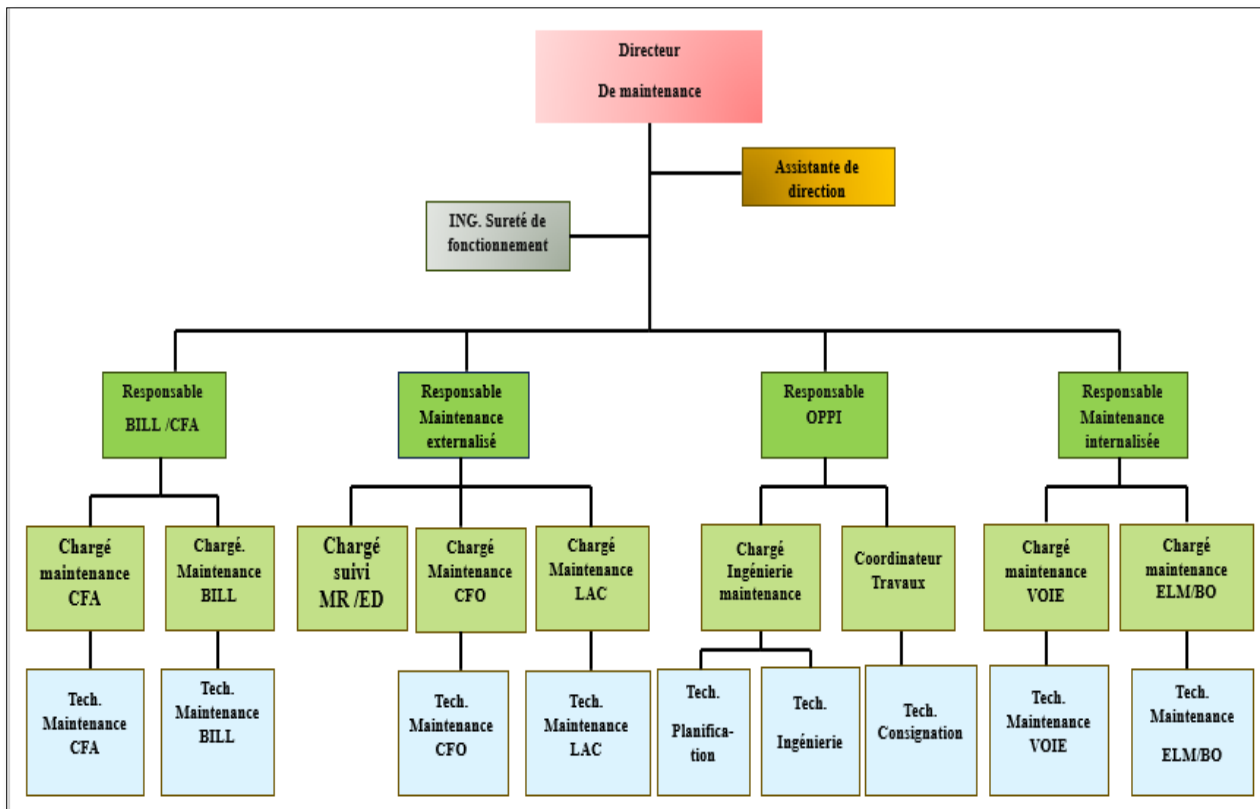


Figure I.4 : Organigramme direction de maintenance SETRAM

1.A.4. Présentation les services de maintenance

Le service de maintenance joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des équipements et des infrastructures il assure la fiabilité, la performance et la sécurité des installations tout en optimisant les coûts et la disponibilité des équipements son organisation repose sur plusieurs missions spécifiques adaptées aux besoins opérationnel et stratégique de l'entreprise

✚ Mission ingénierie sureté de fonctionnement :

Contribuer à la mise en place des méthodes d'analyse et d'amélioration des activités de la maintenance, et faire des contrôles au niveau de l'unité opérationnelle

+ Mission Service maintenance ELM/BO :

D'assurer l'installation, l'entretien, le diagnostic et la réparation des équipements climatisation, l'électricité de bâtiments, éclairage, système détection incendie, les pompes, ventilation les plomberies, les structure bâtiment, les menuiseries les serrureries

+ Mission Service maintenance voie :

D'assurer l'entretien, la réparation des appareils de voies et inspection infrastructure routières et ferroviaires pour garantir leur sécurité et leur durabilité

+ Mission Service chargé consignation :

D'assurer consignation et déconsignation des équipements pour éviter tout risque électrique et vérifier de l'absence de tension avant le début des travaux

+ Mission Service ingénierie et planification :

Pour mission de concevoir, organiser et optimiser les opérations de maintenance en mettant en place la documentation nécessaire, en déployant l'outil GMAO, et réaliser l'analyse des activités de maintenance.

+ Mission Service maintenance de la ligne Aérienne de contact LAC :

D'assurer l'entretien, la surveillance et la réparation des infrastructures électriques alimentant le réseau de tramway. Inspection et maintenance préventive des câbles, poteaux et équipements associés et mise en conformité et amélioration des installations selon les normes en vigueur

+ Mission Service maintenance courant fort CFO :

D'assurer l'entretien, la réparation et l'optimisation des équipements SSR, PEF, LT, PHT électriques à haute puissance utilisés pour l'alimentation du tramway.

+ Mission Service de maintenance courant faible :

D'assurer le bon fonctionnement des systèmes électriques à basse tension utilisées pour la signalisation, la communication et de vidéo surveillance et le contrôle des équipements du tramway

+ Mission Service de maintenance billettique :

D'assurer le bon fonctionnement et la fiabilité des équipements et assurer entretien et réparation des distributeurs automatique de billets et des valideurs ainsi que le TPVS et TPVC, PDC.

I.B. Outils et techniques de gestion de la maintenance

I.B.1. Généralité de Gestion de maintenance assistée par ordinateur GMAO

I.B.1.1. Définition

Nous reprendrons une définition donnée en 1985 par Gabriel et Pimor « c'est un système informatique de management de la maintenance ,organisé autour d'une base de données , permettant de programmer et de suivre, sous les aspects techniques, budgétaires et

organisationnel ,toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de ces activités (services, lignes d'atelier ,machine, équipement, sous-ensemble, pièce, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques , les ateliers les magasins et bureaux d'approvisionnement » [4]

I.B.1.2. Caractéristiques d'une G.M.A.O

Un progiciel de G.M.A.O doit présenter un certain nombre de caractéristique fonctionnelle, il doit en particulier être :

De conception modulaire, de manière que chaque utilisateur puisse y trouver son compte et n'acheter que selon ses besoins en fonction de la politique de maintenance définie a priori (gestion des stocks, suivi des équipements gestion des travaux, etc. ...)

D'exploitation conviviale en offrant des possibilités d'apprentissage simple et rapides (on a trop fait « d'usines à gaz » par le passé au risque de démotiver les utilisateurs),

D'intégration aisée au sein de l'entreprise en prenant facilement en compte sa terminologie et ses règles de gestion

I.B.1.3. Objectifs

L'objectif principal d'un système de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur) est d'optimiser la gestion de la maintenance des équipements, installations et infrastructures d'une entreprise. Voici les objectifs détaillés :

- ✚ Planifier et suivre les opérations de maintenance (préventive, corrective, prédictive).
- ✚ Réduire les temps d'arrêt des équipements et augmenter leur disponibilité ;
- ✚ Gérer les ressources (main-d'œuvre, pièces détachées, outils) ;
- ✚ Améliorer la traçabilité des interventions et l'historique des équipements ;
- ✚ Optimiser les coûts de maintenance et maîtriser le budget ;
- ✚ Aider à la prise de décision grâce à des tableaux de bord, indicateurs et rapports ;
- ✚ Respecter les normes et réglementations en matière de sécurité et de qualité.

I.B.1.4. Gestion des travaux en interne et en externe

Ce module concerne les interventions correctives suite à une demande d'intervention

- Création d'un numéro de DI qui servira de référence pour toutes les opérations liées ; procédures de sécurité spécifique, préparation et demande d'approvisionnement ;
- Horodatage de la demande avec identification du demandeur et l'urgence ;
- Le suivi possible de la demande par demandeur.

I.B.2. Méthode ABC (loi de Pareto)

I.B.2.1. Origine de la méthode

Qui tire son nom de l'économiste italien Wilfred Pareto. Elle stipule que dans de nombreux phénomènes, une minorité (15 %, 20 %) de facteurs est responsable d'une grande majorité (85 %, 80 %) des résultats. Cette loi a été observée pour la première fois par Pareto dans la répartition de l'impôt foncier aux États-Unis [5]

I.B.2.2. Description de la méthode ABC

Pour faciliter l'étude d'un groupe d'éléments tels que des produits, des véhicules, des clients, des fournisseurs ... sur un critère bien déterminé comme les sorties, les coûts, les chiffres d'affaires ou les litiges ..., l'analyse ABC peut être un outil très utile et simple à appliquer. Le principe de l'analyse ABC consiste à reclasser dans un tableau les éléments étudiés en 3 groupes distincts :

- **Le groupe A** : les éléments les plus importants (souvent environ 20 % du nombre total d'éléments),
- **Le groupe B** : les éléments de la classe « intermédiaire » (souvent entre 20 et 40 % du nombre total d'éléments),
- **Le groupe C** : reste des éléments étudiés.

Les informations données par le tableau permettent de reporter dans un repère orthonormé

- En abscisses, les éléments étudiés en % cumulés,
- En ordonnées, les valeurs du critère en % cumulés.

En reliant les points ainsi obtenus, une courbe ascendante doit apparaître sur laquelle il ne reste plus qu'à indiquer les limites des trois groupes [6]

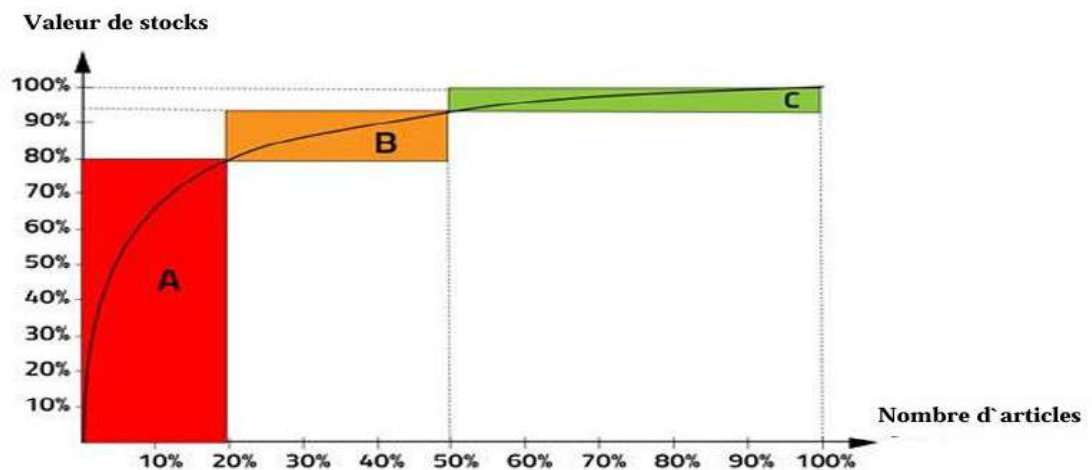


Figure I.5: Courbe de l'analyse ABC [6]

I.B.2.3. Limites de la classification ABC

I.B.2.3.1. Ratio de discrimination

Le coefficient ou l'indice de Gini porte le nom du statisticien et démographe italien Corrado Gini (1884–1965). Cet indice ou ration de discrimination est un indicateur synthétique permettant de rendre compte du niveau d'inégalité pour une variable et sur une population donnée. Il sert à définir les classes à partir de la courbe obtenue avec la classification ABC. L'indice de Gini permet de déterminer, si le critère retenu pour faire une classification ABC est pertinent, et donc de savoir s'il faut poursuivre l'étude, ou s'il faut choisir un autre critère d'analyse.

I.B.2.3.2. Calcul de l'indice de GINI (γ)

L'indice de Gini est symbolisé par le signe γ (gamma), et Il varie entre 0 (égalité parfaite) et 1 (inégalité extrême). Entre 0 et 1, l'inégalité est d'autant plus forte que l'indice de Gini est élevé. Il doit être supérieur à 0.6 pour montrer que l'étude est intéressante. Il ne peut jamais être supérieur à 1. Il se calcule avec la formule suivante :

$$\gamma = \frac{((\text{somme des valeurs du critère cumulées en \%} \times \% \text{ d'une seule référence}) - 5000)}{5000}$$

I.1

Ou grâce à la longueur des segments représentés sur la courbe Figure I.5

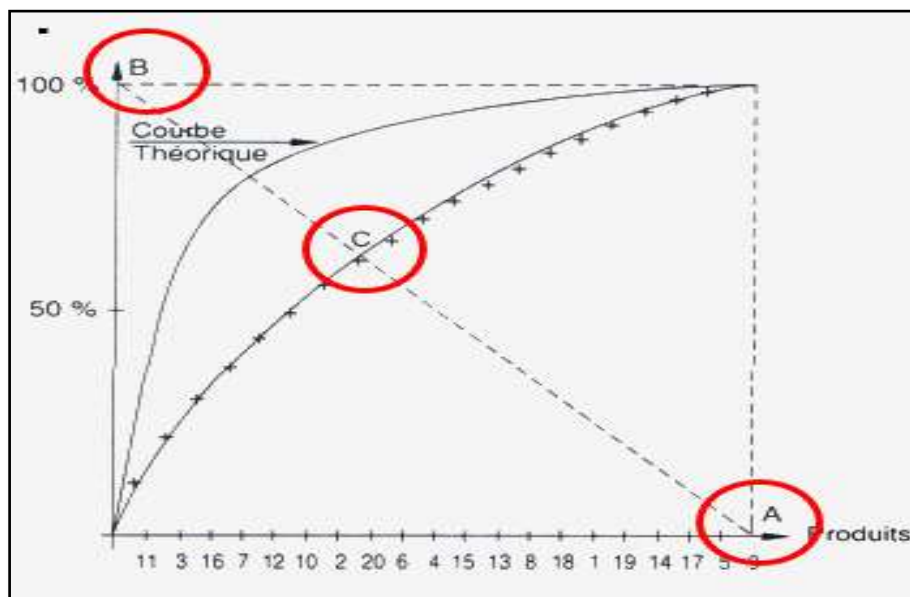


Figure I.6 : Courbe représente la longueur du segment [6]

Afin de pouvoir déterminer les classes de répartition des produits nous déterminons le ratio de discrimination $RD = (\text{longueur du segment AC}) / (\text{longueur du segment AB})$ [6]

- Plus l'ascendance de la courbe sera forte et plus l'indice de Gini sera élevé. A l'inverse, plus l'ascendance sera faible et plus l'indice sera faible.
- Dans le cas où l'on doit effectuer un choix entre plusieurs critères, il faut retenir celui dont l'indice de Gini est le plus élevé.
- Dans certaines études très particulières, les professionnels poursuivent l'analyse même dans le cas où l'indice de Gini est inférieur à 0.6.

I.B.3. Méthode Ishikawa ou Diagramme des causes et effets

I.B.3.1. Définition

Le diagramme de causes et effets, également connu sous le nom de diagramme en arête de poisson ou diagramme d'Ishikawa, qui est un outil d'analyse des causes racines utilisé pour identifier les facteurs qui contribuent à un effet ou un problème particulier. La méthode d'analyse utilise les "5M" (Main d'œuvre, Matériel, Matière, Méthodes, Milieu ou Maintenance ou Management ou Mercatique) pour mettre en évidence les liens de causalité entre les différents éléments. Le diagramme en arête de poisson est nommé d'après son inventeur, Kaoru Ishikawa.

I.B.3.2. Méthodes pour étudier un problème

1. Définir l'effet : L'effet doit être formulé en termes simples, admis par l'ensemble des participants que veut-on améliorer, changer, modifier. La transformation doit être mesurable pour apprécier une modification de façon objective. L'effet doit constamment rester visible pour permettre de recentrer la démarche à tout moment.

2. Identifier les causes : c'est la période de recherche d'idées (brainstorming). L'important est de noter, sans classer, les idées venant de toute part. Tout doit être noté de façon visible pendant toute la séance.

3. Les mots-clés : l'émetteur de chaque phrase formulée, doit souligner le ou les mots clés. Cet état fait souvent resurgir des idées nouvelles qui seront notées à la suite, elles seront traitées à la fin.

4. Les principales familles : pour favoriser la recherche, la méthode des 5M est couramment utilisée. Elle permet d'orienter la réflexion vers les 5 domaines, desquels sont généralement issues les causes. Toute autre organisation mieux adaptée au problème peut, bien entendu, être utilisée.

Signification des 5M :

Machines : c'est tout ce qui nécessite un investissement, du matériel, des locaux, du gros outillage.

Main d'œuvre : c'est l'ensemble du personnel.

Méthodes : ce sont les gammes, les modes d'emploi, les notices, les instructions écrites ou non.

Matières : c'est tout ce qui est consommable (les matières premières, les fluides, les énergies).

Milieu : c'est l'environnement physique et humain. Les conditions de travail, l'ergonomie, les relations, les clients, problèmes de fournisseurs [7]

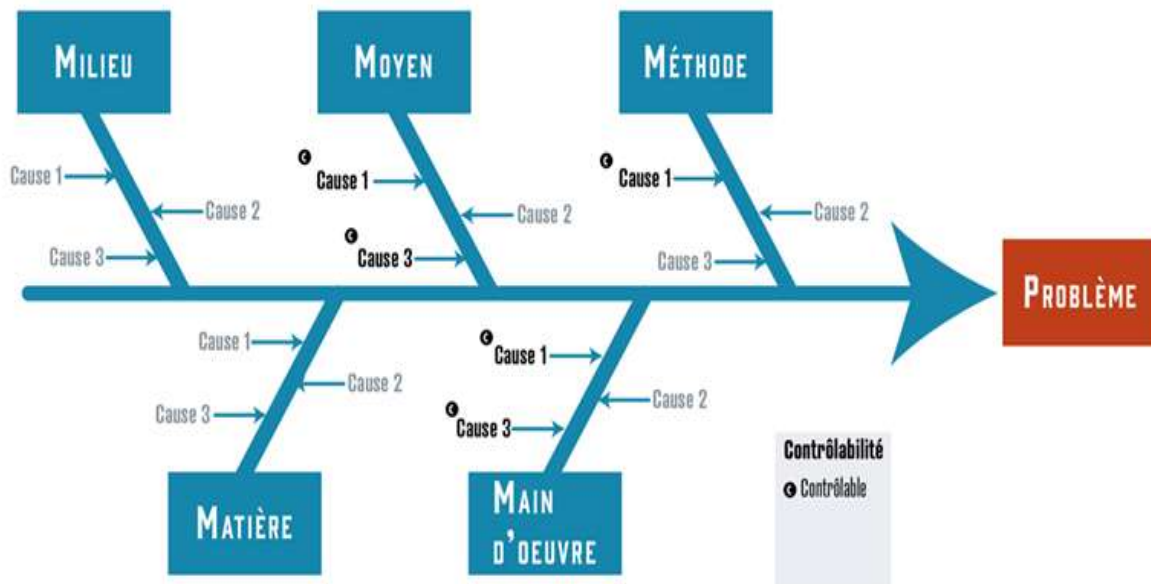


Figure I.7 : Diagramme d'ISHIKAWA [7]

I.B.4. Stratégie de brainstorming

Le terme "brainstorming" vient de l'anglais, et se compose de deux syllabes : "Brain" qui signifie (cerveau), et "Storm" qui désigne (attaquer en équipe, prendre d'assaut, tempête). Et le brainstorming a aussi d'autres synonymes comme : remue-méninges, tempête d'idées, tempête de cerveaux, tempête sous une crâne, séance de réflexion, créativité, réunion-ruche, assaut d'idées. On peut dire que le brainstorming est une sorte d'exercices organisés qui se basent sur la pensée individuellement ou collectivement pour encourager à produire un grand nombre de solutions d'un problème, avec ajournement le jugement ; et cela mène à de nombreuses solutions qui nous permettent de choisir entre eux et atteindre des nouvelles solutions utiles. [8]

I.B.5. Analyse des modes de défaillances de leurs effets et criticité (AMDEC)

I.B.5.1. Définition

L'AMDEC est une méthode qualitative et inductive visant à identifier les risques de pannes potentielles contenues dans un avant-projet de produit ou de système, quelles que soient les technologies, de façon à les supprimer ou à les maîtriser ab initio. Elle est normalisée par l'AFNOR : norme X 60-510 de décembre 1986 [9]

I.B.5.2. Objectifs de l'AMDEC

Etant une démarche inductive, l'AMDEC sert à identifier en premier temps les défaillances qui produisent des effets pouvant affecter un système et son fonctionnement. En plus, grâce à la notion de criticité, cette méthode permet de lister les modes de défaillances par priorité afin de les maîtriser. Donc l'objectif principal de cette analyse c'est de garantir la sûreté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité) d'un produit, d'un système ou d'un moyen de production [10]

I.B.5.3. Principe de la méthode

Puisque l'objectif de cette démarche est de décrire un plan d'actions préventives, il est nécessaire que ceux travaillant sur l'AMDEC aient un niveau de connaissances élevé sur le système étudié ; ceci va permettre de répondre aux quatre questions de base de l'AMDEC (voir Tableau I.1)

Tableau I.1 : Quatre questions de base de l'AMDEC [11]

Modes de défaillance	Effets possibles	Causes possibles	Plans de surveillance
Qu'est-ce qui pourrait aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelles pourraient être les causes ?	Comment faire pour voir ça ?

En répondant à ces questions, l'équipe AMDEC essaye d'identifier les modes de défaillance qui peut se produire sur des équipements et de les hiérarchiser par leurs niveaux de criticité, puis de lister les conséquences et les causes sur les fonctions de base de ces équipements.

L'AMDEC n'est pas une fin en soi, mais un moyen permettant de déduire et de calculer les criticités (le trinôme : Fréquence, Gravité et Non-Détection) des différentes défaillances. Si la criticité calculée ou déduite n'est pas acceptable, l'équipe commence à définir des plans de maintenance correctifs et/ou préventifs qui améliorent le système en diminuant la valeur de cette criticité, qui peut se faire en corrigeant la gravité nouvelle du mode de défaillance si possible, en modifiant son occurrence (fréquence) et en améliorant la probabilité de sa détection [11]

I.B.5.4. Le tableau AMDEC

Après avoir constitué l'équipe idéal, le responsable est censé préparer le tableau AMDEC (Voir Tableau I.2) qui contient plusieurs colonnes : le numéro ou l'identifiant de la pièce, la fonction de la pièce, ses modes de défaillance potentielle, les causes possibles, les conséquences possibles, l'évaluation contenant l'IPR (Indice de Priorité des Risques), les actions préventives et/ou correctives proposées ainsi que les résultats (lors d'une réévaluation)

Tableau I.2 : Tableau AMDEC (Variation : AMDEC-produit/processus) [11]

Pièces, phases...	Modes de défaillance	Causes possibles	Effets potentiels	Evaluation				Actions préventives	Résultats				
				G	F	D	C		G'	F'	D'	C'	

I.B.5.5. Etude et évaluation

I.B.5.5.1. Etude qualitative

Dans cette étape, l'équipe AMDEC commence par identifier les défaillances de chaque élément du système pour déterminer les différents modes de défaillance. Après, elle détermine les effets possibles relatifs à chaque mode ainsi que les causes les plus probables de ces défaillances. La décomposition fonctionnelle aide cette étape à définir les causes en amont et les effets en aval. Continuant avec l'exemple du calculateur arithmétique, on peut facilement trouver les modes de défaillance suivants grâce à l'analyse fonctionnelle :

Tableau I.3 : Exemple de modes de défaillances et de causes possibles (Exemple du calculateur arithmétique) [11]

Modes de défaillance	Causes possibles
La non réception des données	Défaillance des boutons Problème interne difficile à détecter
L'incapacité à faire des calculs	Unité de calcul affecté par la poussière
Calculs erronés	Problème au niveau de l'unité (indétectable)
Pas d'affichage	Afficheur cassé Afficheur défaillant Manque d'alimentation (énergie)

Bien que l'analyse qualitative apporte des biens dans cette démarche en décrivant les différentes défaillances, il est nécessaire d'avoir une valeur quantifiable pour faire une évaluation plus fiable et plus robuste ; ceci fait appel à l'étude quantitative.

I.B.5.5.2. Etude quantitative

La notion de criticité (appelée aussi IPR) fait apparition dans cette étape sous forme d'une estimation calculée selon certains critères. Une défaillance ayant une criticité importante a :

- Des conséquences graves ;
- Une probabilité d'occurrence (fréquence d'apparition) élevée ;
- Une faible détectabilité.

La notation utilisée est :

- G la gravité des conséquences ou des effets sur le client ou l'utilisateur ;
- F (ou O) la fréquence d'apparition de la défaillance ;
- D la probabilité de la non-détection, qui est le risque qu'on ne peut pas détecter la défaillance ;
- C (ou IPR) qui est le produit de ces trois paramètres :

$$C = G * F * D$$

I.2

I.B.5.5.3. Evaluation de la criticité

Il existe différentes grilles d'évaluations pour les différents domaines où on peut appliquer l'AMDEC, mais en général les paramètres sont notés de 1 à 10. Plus la note est élevée, plus sa sévérité est grande. Notez que les critères utilisés ne sont pas limités à la fréquence, la gravité et la non détection. Le groupe de travail peut en définir d'autres plus judicieux par rapport au problème traité. Le tableau suivant est un exemple d'une grille d'évaluation :

Tableau I.4 : Exemple d'une grille d'évaluation de l'IPR [11]

Paramètre	Note sur 10		
	1	5	10
Fréquence F	Invraisemblable, rare...	Fréquent, probable...	Permanent
Gravité G	Pas grave (Mineure)	Majeure	Catastrophique
Non-détection	Facile à détecter	Relativement difficile à détecter (Exige un système de détection)	Indétectable

La matrice de criticité ci-dessous ne prend pas en compte toutes les possibilités. En réalité, puisqu'il existe 4 niveaux d'évaluation pour chaque paramètre, on aura $4^3=64$ cas possibles, mais pour expliquer le niveau de tolérance de criticité, on a décidé d'illustrer que les 16 cas suivants :

Tableau I.5 : Exemple d'une matrice de criticité (Notée de 1 à 4) [11]

		D			
		1	2	3	4
F	4	4	16	36	64
	3	3	12	27	48
	2	2	8	18	32
	1	1	2	9	16
		1	2	3	4
		G			

Dans cet exemple,

- Les criticités qui se trouvent entre 1 et 9 (en vert dans le tableau 5) sont considérées négligeables, et on les laisse de côté (Acceptables)
- Les criticités entre 12 et 18 (en orange dans le tableau 5) sont moyennes ; dans ce cas on les considère acceptables mais on fait une investigation approfondie ;
- Les criticités supérieures à 18 (en rouge dans le tableau 5) ne sont pas tolérées. Il faut trouver des actions correctives et/ou préventives à mettre en œuvre et mettre obligatoirement en stock les composants ou organes.

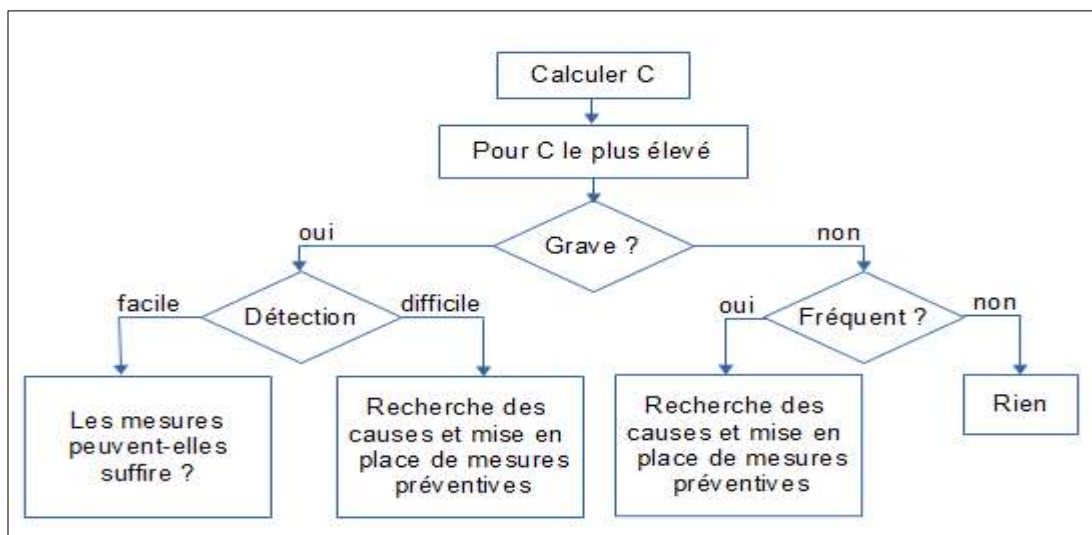


Figure I.8: Diagramme qui résume l'évaluation de la criticité d'un mode de défaillance [11]

I.B.5.6. Mise en place des plans d'actions

Le but principal de l'analyse AMDEC, après avoir mis en évidence les défaillances les plus critiques à travers la hiérarchisation, est d'établir un plan afin de traiter les problèmes identifiés. Les actions mises en place sont classées en trois types :

- **Actions préventives** : ces actions permettent de prévenir la défaillance avant qu'elle ne se produise afin de l'empêcher de se produire. Ce type d'actions exige la planification⁷. La période d'application d'une action résulte de l'évaluation de la fréquence.
- **Actions correctives** : lorsque le problème n'est pas considéré comme critique, on agit au moment où il se présente. L'action doit alors être la plus courte possible pour une remise aux normes rapide.
- **Actions amélioratrices** : il s'agit en général de modifications de procédé ou de modifications technologiques du moyen de production destinées à faire disparaître totalement le problème. Le coût de ce type d'action n'est pas négligeable et on le traite comme un investissement.

Les actions, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un suivi : plan d'action, désignation d'un responsable de l'action, détermination d'un délai, détermination d'un budget, révision de l'évaluation après mise en place de l'action et retours des résultats. Cette réévaluation consiste à calculer un nouvel indice de criticité de la même façon que la première évaluation, en prenant en compte les actions correctives, amélioratrices ou préventives prises. Cette nouvelle valeur de criticité est parfois appelée risque résiduel. L'objectif de cette réévaluation est de déterminer l'impact et l'efficacité des actions prises. Le nouvel indice de criticité doit donc être inférieur à sa valeur précédente.

I.C. Analyse fonctionnelle

I.C.1. Généralité

La conception de tout système doit répondre à un besoin exprimé pour que le produit permet de satisfaire les exigences de l'utilisateur, le besoin doit être défini au préalable. L'analyse fonctionnelle de besoin (A. F. B) a pour objectif d'établir le cahier de charge fonctionnelle (C. D.C. F) exprimant le service que devra rendre un produit. Ceci nécessite d'énoncer les fonctions de service et de les caractériser. Pour cela, il est nécessaire d'effectuer une observation extérieure du produit afin de recenser les relations qu'il établit avec son environnement lors de l'utilisation. Ces relations constituent les finalités de produit, à savoir les services qu'il doit les rendre. [12]

I.C.2. Les normes associées à l'Analyse Fonctionnelle

En France, plusieurs normes sont en vigueur concernant l'analyse fonctionnelle, on peut citer :

- NF X 50-100 : Analyse Fonctionnelle - Caractéristiques fondamentales - 1996.
- NF X 50-151 : Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle - Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel - 1991.

• FD X 50-101 : Analyse Fonctionnelle - L'Analyse Fonctionnelle outil interdisciplinaire de compétitivité - 1995.

• NF EN 1325-1 : Vocabulaire du Management par la Valeur, de l'Analyse de la Valeur et de l'Analyse Fonctionnelle - 1 : analyse de la valeur et Analyse Fonctionnelle - 1996.

I.C.3. Outils d'analyse fonctionnelle

I.C.3.1. Bête à corne

Recherche de la fonction globale cet outil définit le besoin auquel répond le système souvent les actions d'un projet, Il s'agit de répondre aux trois questions suivantes :

- A qui le produit rend-t-il service ? (A celui qui l'utilise, le client utilisateur) ;
- Pour quoi faire ? (Satisfaire le besoin exprimé) ;
- Sur quoi le produit agit-il ? (Sur l'état d'une manière d'œuvre).

Ainsi le produit rend service au client en agissant sur la matière d'œuvre pour satisfaire le besoin.

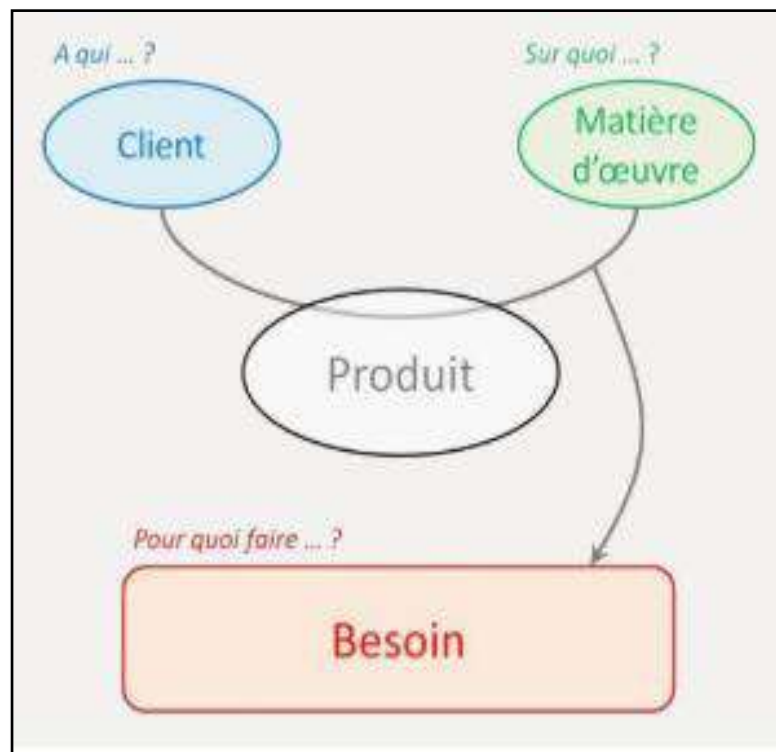


Figure I.9 : Diagramme bête à corne [13]

I.C.3.2. Diagramme de pieuvre

Cette méthode utilisée pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit. Pour identifier les fonctions du produit, il faut être capable de décrire son environnement (appelé « Milieu Extérieur »). Toutes les entités qui sont identifiées comme extérieures au produit sont appelées Eléments du Milieu Extérieur : E.M.E. Le principe de recherche des fonctions de service consiste à considérer, en utilisateur, le produit à l'étude

pour découvrir et dresser la liste de tous les éléments du milieu extérieur en contact réel avec le produit. [14]

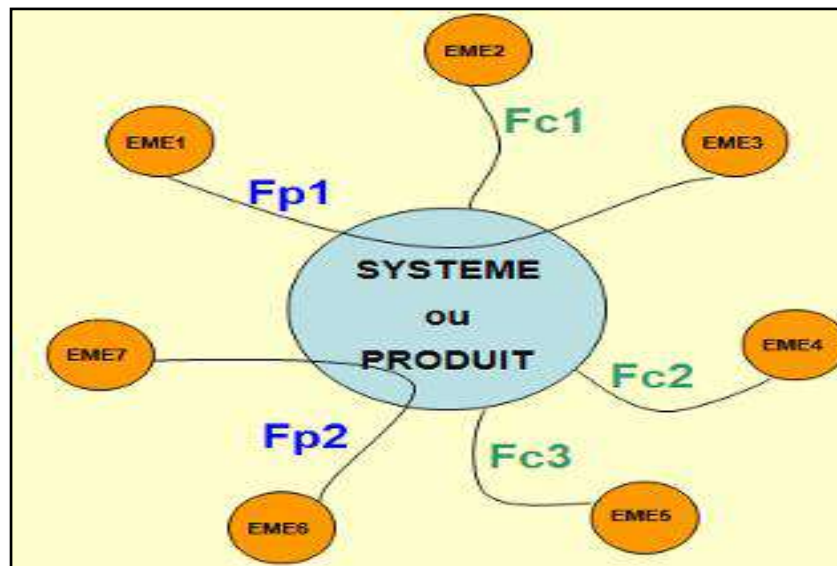


Figure I.10 : Diagramme de pieuvre [14]

I.C.3.3. Modélisation d'un système

La modélisation d'un système consiste à représenter ce système en faisant apparaître l'ensemble des données définies lors de son analyse.

Le système est représenté par une boîte dans laquelle on inscrit la fonction globale (verbe à l'infinitif). [15]

Toutes les données qui décrivent le système sont réparties comme sur la figure suivante :

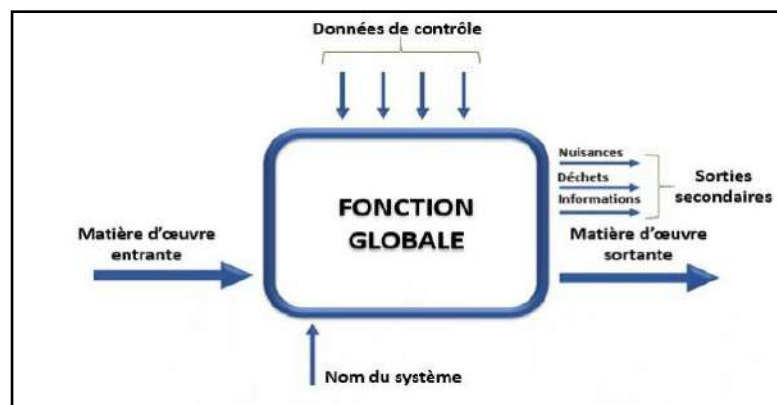


Figure I.11 : Modélisation de fonction globale [15]

I.C.4. Hiérarchisation des fonctions de service

Un Système avec 2 fonctions principales et 4 fonctions contraintes. L'objectif est de comparer chaque fonction entre elles, afin de déterminer leurs importances. Cela nous

permettra de connaître la répartition du budget attribuée pour chacune d'entre elles. Informations données pour FP1 :

FP2 est légèrement supérieur à FP1 donc à l'intersection de la ligne et de la colonne, nous inscrivons à FP2 (fonction la plus importante) et 1 (légèrement supérieur).

- FP1 est légèrement supérieur à FC1, donc on inscrit FP1 1 ;
- FP1 est légèrement supérieur à FC2, donc on inscrit FP1 1 ;
- FP1 est moyennement supérieur à FC3, donc on inscrit FP1 2 ;
- FP1 est moyennement supérieur à FC4, donc on inscrit FP1 2 [16].

Tableau I.6 : Valorisation des fonctions de service [16].

FP2			FC1		FC2		FC3		FC4		Point	%
FP1	FP2	1	FP1	1	FP1	1	FP1	2	FP1	2	6	31,6
	FP2		FP2	1	FP2	1	FP2	2	FP2	2	7	36,9
			FC1		FC1	1	FC1	1	FC1	1	3	15,9
					FC2		FC2	1	FC4	1	1	5,2
							FC3		FC3	1	1	5,2
									FC4		1	5,2
											19	100

On comptabilise le nombre de point gagné par FC1 dans le tableau, ici 3pts avec 1pt contre FC2, 1pt contre FC3, 1pt contre FC4

On compare la fonction indiquée à gauche de la ligne avec la fonction en haut de la colonne afin de toutes les comparer. On indique celle qui l'emporte avec son importance 1,2,3 ou rien.

FP2 est légèrement supérieur à FP1

I.C.5. F.A.S. T

I.C.5.1. Représentation méthode de lecture du FAST

Les fonctions, représentées par des blocs rectangulaires, sont liées entre elles par des traits droit (sans flèches), (sans flèches), qui les ordonnent. Les fonctions techniques sont nommées FTijk où i est le numéro de la FS développée (FSi). J et k indiquent la position de la fonction technique dans l'arborescence de FSi

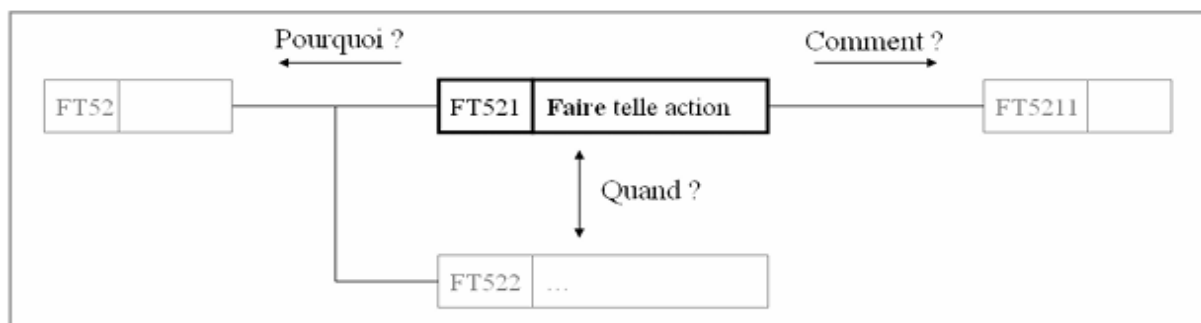


Figure I.12 : Méthode de lecture du FAST [17]

- Pourquoi FT521 existe-t-elle ? ➔ Pour réaliser FT52 (et seulement FT52) ;
- Comment FT521 est-elle réalisée ? ➔ Grâce à FT5211 (il peut y en avoir d'autres) ;
- « Quand » FT521 intervient-elle ? ➔ « En même temps que » FT522.

I.C.5.2. Organisation du FAST descriptif

Sur le FAST descriptif, on doit retrouver l'arborescence qui mène du tronc « Fonctions de Service » aux feuilles « Solutions Technologiques », en passant par les branches « Fonctions Techniques ». Le FAST d'un produit donné doit représenter les arbres de chaque fonction de service pertinente (celles qui sont susceptibles d'être développées, pour toutes les phases de vie du produit) [17].

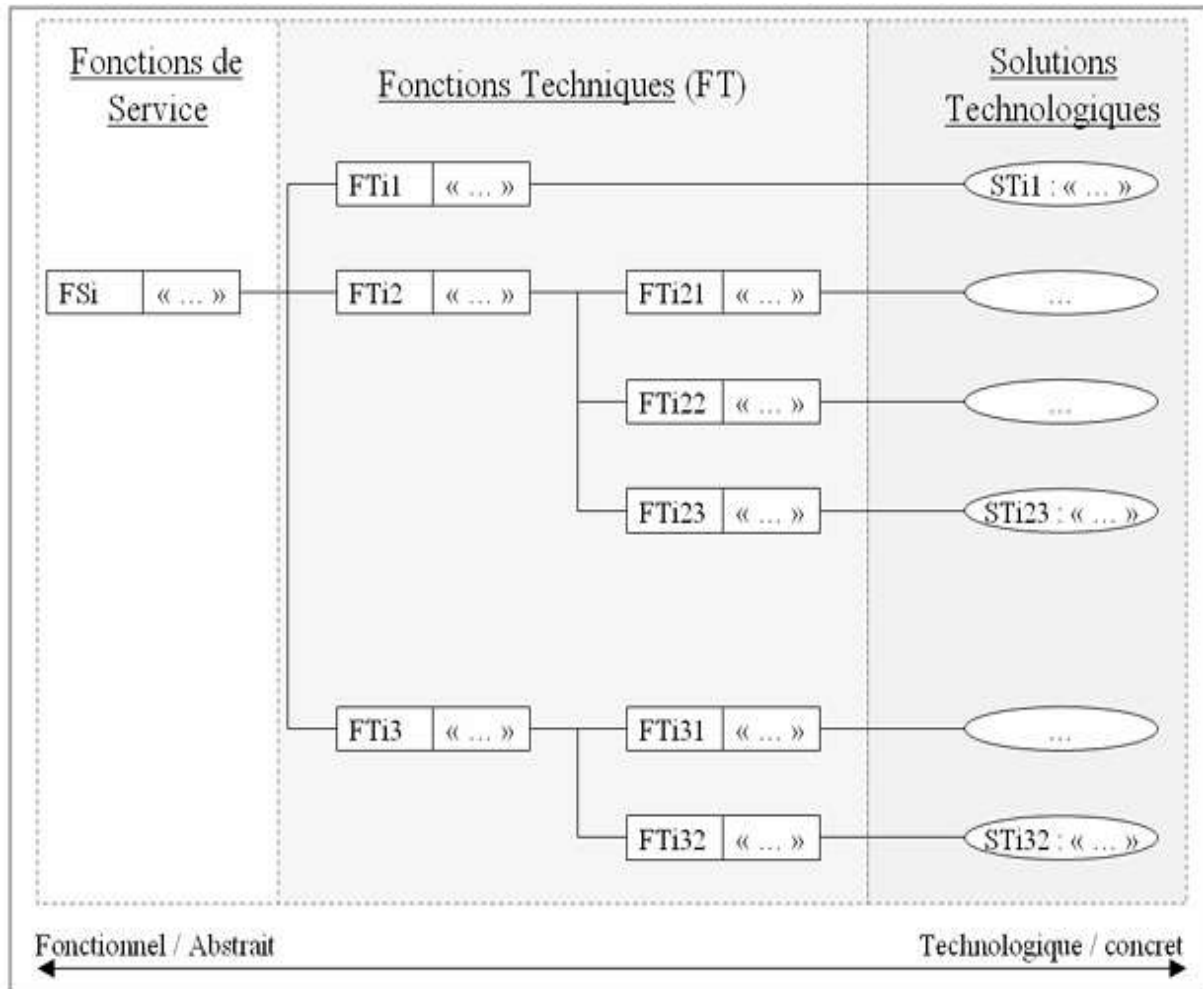


Figure I.13 : FAST de la fonction de service FSi [17]

II. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté un aperçu général de SETRAM Ouargla depuis sa création, sa situation géographique, et son histoire jusqu'à ses départements de plus service de maintenance joue le rôle crucial assure la fiabilité, et la performance, et la sécurité, grâce aux missions de chaque service de maintenance et dans deuxième lieu nous avons fait recherche sur méthodologie pour l'analyser et optimisation des de maintenance ,telles que la méthode ABC pour classification des équipements ,l'AMDEC pour l'évaluation criticité ,le diagramme d'Ishikawa pour l'analyse cause, le brainstorming pour la génération d'idée ainsi en tant qu'outil technologique de gestion ,ces méthodes s'effectué afin de répondre efficacement au problématiques et en terminée la recherche sur analyse fonctionnel de besoin d'un but d'étudier le solution la plus important

Chapitre II

Méthodologie, Résultats et Discussions

II.1. Introduction

Depuis la mise en service du tramway, le service maintenance ELM\BO, a rencontré plusieurs problématiques bien qu'il dispose des équipements les plus récents, cette de plusieurs facteurs contribuent à la dégradation des équipements. Dont le plus important concerne les équipements de climatisation centrale et les équipements sanitaires, chauffage ce qui nécessite l'intervention des techniciens de maintenance.

Un système de collecte des données récentes Dim Maint a été mis en place dans l'entreprise afin de recueillir collecter des milliards de données sur les défaillances enregistrées sur tous les sites de travail, et ce, pour tous les équipements. Ce système est d'une grande importance vu qu'il présente une base de données essentielle à toutes les études et analyses de l'entreprise. Une section sera dédiée à la présentation de ce système, où on donnera sa définition, et son principe de fonctionnement

Dans ce chapitre ont été présentés notre travail principalement sur la base de l'expérience acquise au sein du service ELM \ BO, où on a pu collecter à travers le système de gestion assisté par ordinateur toutes les données de l'historique des pannes de tous les équipements services de maintenances sur une période d'un mois dans le premier lieu., cette travail consiste d'abord à comparer inter divers des services de maintenance au terme du nombre d'intervention Pareto et dans un deuxième lieu On a fait ensuite une longue démarche de choix et d'analyse en effectuant plusieurs calculs et tracé de graphes, ce qui nous a permis de faire un choix de l'équipement à étudier, et d'appliquer par la suite en utilisant différentes méthodes et outils d'évaluation la méthode de Pareto , et le diagramme d'Ishikawa .AMDEC Nos résultats seront présentés dans les sections qui suivent avec les interprétations correspondantes.

II.2. Application de la GMAO dans la gestion de la demande d'intervention

II.2.1. Base de données GMAO DIMO Maint

Depuis mars 2020, SETRAM a mis en exploitation DIMO Maint est un logiciel de GMAO (gestion de maintenance assisté par ordinateur). La mise en œuvre d'une GMAO nécessite la création d'une base de données qui regroupe toutes les informations nécessaires à la gestion de la maintenance : fichier nomenclature de matériel, fichier articles de rechange, fichier fournisseurs etc. Figure II.1 donne la structure d'une G.M.A.O

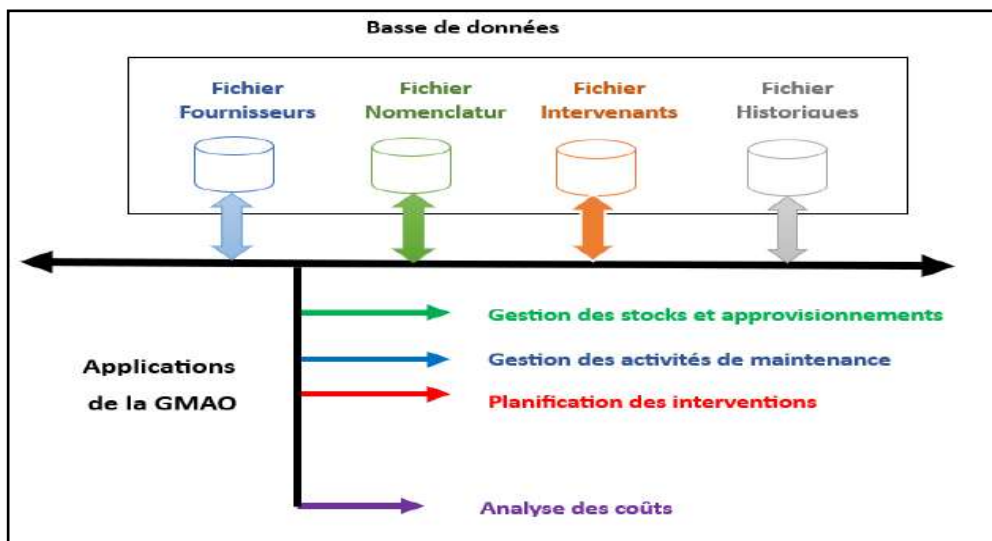


Figure II.1 : Structure d'une G.M.A.O

Plusieurs de ces solutions ou modules de Maint, ont été installés à SETRAM et notamment celui du module Gestion des travaux en interne et en externe Ce module concerne les interventions correctives suite à une demande d'intervention, Elles doivent permettre de moduler la gestion des interventions en fonction de leur degré d'urgence (procédure simplifiée pour les interventions très urgentes, procédure normale pour les interventions urgentes, procédure déclenchée par l'occurrence d'une date pour les moins urgentes)

II.2.2. Collecte des données

Afin de réaliser étude pratique au sein service maintenance la première étape consiste à collecter données sur les pannes des équipements dans les différents services de maintenance à l'aide Dim. Maint et la seconde étape implique la collecte donnée nécessaire concerne les pannes des équipements de service maintenance ELM\BO sur une période six mois de mois avril jusqu'en mois octobre 2024 à l'aide DIMO Maint d'un but étude et analyse les cause dégradation des équipements

II.3. Application de la méthode ABC (Pareto)

II.3.1. Méthode ABC appliqué aux services de maintenance

Dans cette section, ont été appliqué la méthode ABC, aux différents services maintenance afin d'effectuer une l'analyse pertinente en se basé sur les données d'historique nombre d'intervention de système GMAO. L'objectif est de comparaison ces services en fonction du nombre d'interventions effectuées. Les données comportent les différents services et nombre intervention dédiée aux travaux de maintenance corrective, pendant de mois septembre 2024. Le traitement des données a permis de classer les éléments d'après la segmentation ABC, et de dresser un tableau qui est présenté en Annexes A. Les informations du tableau de l'annexe A, ont permis de tracer la courbe de la Figure II. 2 comme suit :

En abscisses, nombre intervention en % cumulés,

En ordonnées, range correspondant en % cumulés.

II.3.2. Nombre de panne chaque service de maintenance

Dans la première partie, a été rassemblé dans le tableau II.1 le nombre de pannes de chaque service de maintenance depuis l'annexe A

Tableau II.1 : Services de maintenance en fonction du nombre de pannes

Service de maintenance	Nombre de panne
Electromécanique et bâtiment ouvrage d'art	142
Courant faible	18
Billettique	40
Courant fort	18
Ligne Aérienne de contact	3
Voie ferroviaire	19

II.3.3. Classification les services de maintenance en fonction nombre d'intervention

A la suite d'assemblage le nombre des interventions de chaque service de maintenance, nous avons classé selon le nombre des interventions le tableau II. 2 se présente la cumulation nombre demande d'intervention en fonction range

Tableau II. 2 : Cumulation nombre demande d'intervention en fonction range

Service de maintenance	Nombre demande intervention	Cumul D. I	% Cumul D. I	Range	Cumul Range	% Cumul Range
ELM/BO	142	142	59	1	1	17
BILL	40	182	76	1	2	33
VOIE	19	201	84	1	3	50
CFO	18	219	91	1	4	67
CFA	18	237	99	1	5	83
LAC	3	240	100	1	6	100

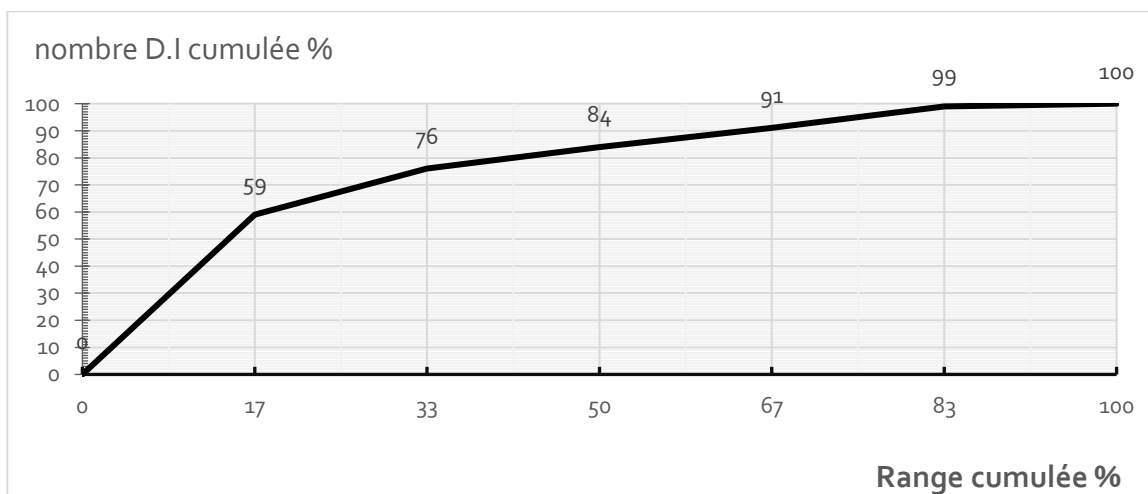


Figure II. 2 : Courbe la méthode ABC représente le nombre demandes d'intervention en fonction range

Avant de faire une interprétation de la courbe, il est judicieux de calculer l'indice de discrimination ou bien l'indice de Gini, qui permet de déterminer, avec l'aide du graphique, si le critère retenu est pertinent, et donc de savoir s'il faut poursuivre l'étude. L'indice est symbolisé par le signe γ (gamma). Il doit être supérieur à 0.6 pour montrer que l'étude est intéressante.

A partir de Tableau II.2, à été calculé l'indice γ par la formule

$\gamma = ((\text{somme des valeurs du critère cumulés en } \%). (\% \text{ d'une seule référence}) - 5000) / 5000$
 L'application donne numérique $\gamma = (8653-5000) / 5000 = 0,73$

De la même manière on détermine γ graphiquement comme suit :

$\gamma = AC/AB = 0.72$

Les valeurs de γ se rapprochent par les deux méthodes, et puisque γ est nettement supérieur à 0.6, le critère retenu des nombres interventions est pertinent, et notre étude est intéressante.

A partir tableau on choisir zone 4 A=20% B=30% C= 50%

Tableau II. 3 : Répartition des classes en fonction ratio de discrimination

Valeur du ratio	Zone	A	B	C
$1 > RD \geq 0.90$	1	10	10	80
$0.90 > RD \geq 0.85$	2	10	20	70
$0.85 > RD \geq 0.75$	3	20	20	60
$0.75 > RD \geq 0.65$	4	20	30	50
$0.65 > RD$	5	Non interprétable		

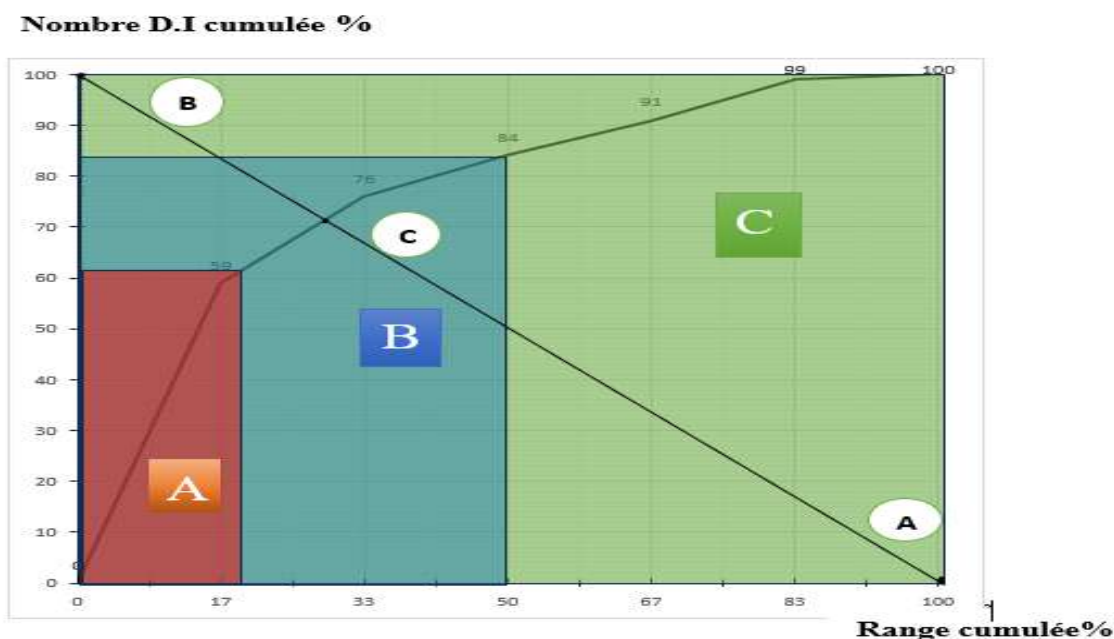


Figure II.3 : Représentation le classement courbe ABC appliquée aux services de maintenance

II.3.3.1. Interprétation de la courbe

Les services de maintenance sont catégorisés en fonction du nombre d'intervention selon principe ABC comme indique **Figure II.3** les différents services de maintenance ont été identifiées comme suit :

Zone A : cette catégorie présente service de maintenance ELM\BO portée 20% est responsable de 60 % des interventions. Cela indique que ce service fortement sollicité, assure une part majeure du travail de maintenance

Zone B : d'une part intermédiaire deux services de maintenance VOIE et BILL classés en zone B représentent 30% et sont responsable de 22% de nombre des interventions

Zone C : cette catégorie regroupe les services de maintenance CFO, CFA, LAC représentés 50% des services de maintenance qui sont responsables 16% d'une proportion relativement faible des interventions

II.3.3.2. Récapitulatif

D'après classification ABC montre que service maintenance ELM / BO concentre sur la zone A qui ont le plus grand impact, tout en surveillant ceux des zones B et C c'est ce qui a motivé prioriser service maintenance ELM/BO

II.3.4. Méthode ABC appliqué aux équipements service de maintenance ELM/BO

De la même manière on suit les étapes précédentes pour tracer la courbe ABC l'information a été collecté à partir l'Annexe B, concerne des équipements service de maintenance ELM\BO

II.3.4.1. Nombre des heures de chaque équipement service de maintenance

Dans le deuxième lieu, on a rassemblé dans le tableau II.4 le nombre des heures de chaque équipement service de maintenance ELM/BO depuis l'annexe B

Tableau II.4 : Equipements en fonction temps d'arrêt

Equipement	Temps d'arrêt (H)
Climatisation centrale	87.76
Plomberie (sanitaire, chauffage)	265,55
Centrale traitement d'air CTA	1.61
Électricité CDM	11.36
Climatiseur distributeur ticket	45,68
Électricité kiosque	10.28
Éclairage CDM	5.38
Eclairage STV	11.2
Porte pliante rapide	3
Système incendie	1

II.3.4.2. Classification les équipements de service maintenance ELM/BO en fonction nombre des temps d'arrêt

De la même manière on a collecté temps d'arrêt de chaque service de maintenance, on a classé selon temps d'arrêt le tableau II.5 se présente la cumulation Temps d'arrêt en fonction range

Tableau II.5 : Cumulation de temps d'arrêt des équipements en fonction de range

Equipement	Temps d'arrêt (H)	Cumul Temps d'arrêt	% Cumul D. I	Range	Cumul Range	% Cumul Range
Plomberie	265.55	265.55	60.05	1	1	10
Climatisation centrale	87.76	353.31	79.9	1	2	20
Climatisation DTT	45.68	398.99	90.23	1	3	30
Electricité CDM	11.36	410.35	92.28	1	4	40
Eclairage STV	11.2	421.55	95.33	1	5	50
Electricité kiosque	10.28	431.83	97.65	1	6	60
Eclairage CDM	5.38	437.21	98.87	1	7	70
Porte pliante rapide	3	440.21	99.55	1	8	80
CTA	1	441.21	99.77	1	9	90
SSI	1	442.21	100	1	10	100

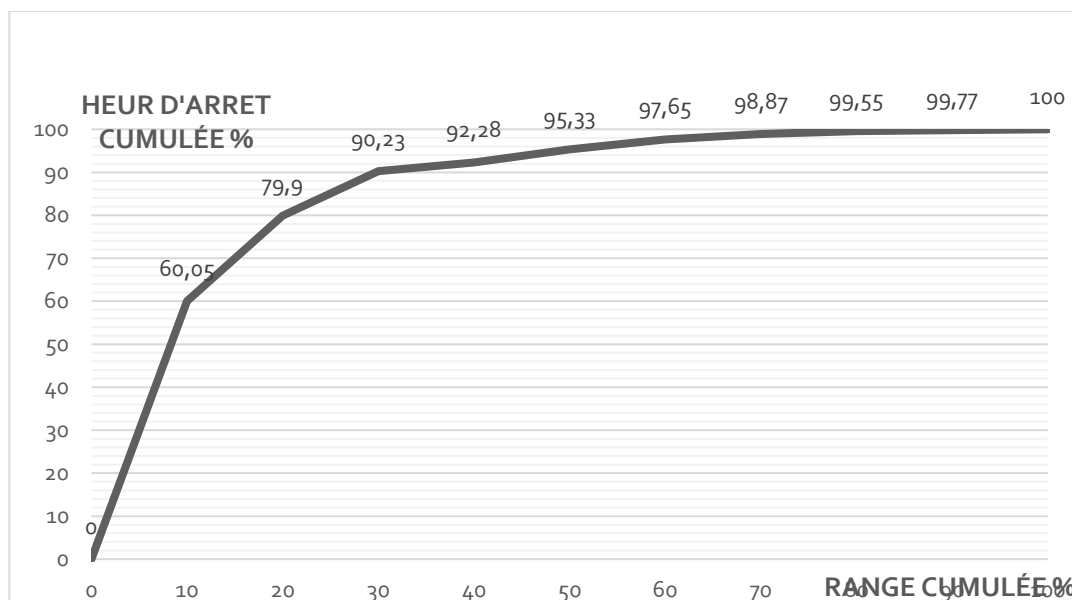


Figure II. 4 : courbe la méthode ABC représente le nombre des heures d'intervention en fonction range

L'indice de Gini, a été calculé pour cette marque de la même manière que pour les équipements de service maintenance

$\gamma = ((\text{somme des valeurs du critère cumulés en } \%). (\% \text{ d'une seule référence}) - 5000) / 5000$ L'application donne numérique $\gamma = (91363.3 - 5000) / 5000 = 0,82$

De la même manière on détermine γ graphiquement comme suit :

$$\gamma = AC/AB = 0.79$$

Les valeurs de γ se rapprochent par les deux méthodes, et puisque γ est nettement supérieur à 0.6, le critère retenu des nombres interventions est pertinent, et notre étude est intéressante. A partir tableau on choisir zone 3 A=20% B=20% C= 60%

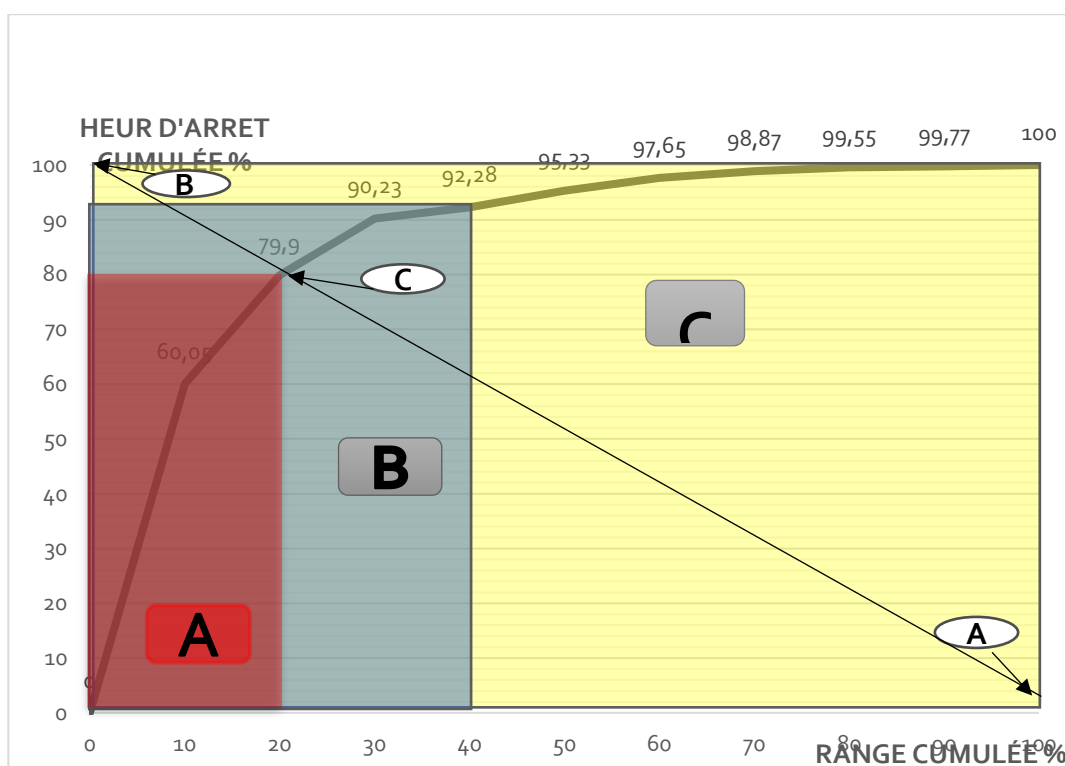


Figure II.5 : Représentation la classement courbe ABC appliquée aux équipements service de maintenance ELM/BO

II.3.4.3. Interprétation de la courbe

Les équipements de maintenance ELM\BO sont classés selon leur des temps d'arrêt comme indique **Figure II.5**, ils ont été identifiés comme suit :

Zone A : les équipements plomberie et climatisation centrale classé dans la zone A constituent 20% de l'ensemble des équipements, cependant, raison de leur impact critique, ils sont responsables 80% des temps d'arrêt total. Leur bon fonctionnement est essentiel, car ils influencent directement la performance des employés et, par conséquent, le rendement global de l'entreprise

Zone B : une part intermédiaire les équipements climatisation DTT et électricité CDM représentent environ 20% responsable 12% des Temps d'arrêt des équipements

Zone C : IL se compose des éléments d'importance faible, représentant 60 % du total des équipements contribuant à environ 8 % temps d'arrêt

II.3.4.4. Récapitulatif

La classification des équipements en zone A, B, C permet d'optimiser les stratégies de maintenance. Les équipements critiques de la zone A nécessitent une surveillance rigoureuse et une maintenance préventive renforcée pour éviter des arrêts prolongés .la zone B demande un entretien régulière, mais avec une priorité moindre. Les équipements de la zone C, ayant un impact limité sur la disponibilité globale, peuvent être entretenus de manière corrective ou selon les besoins. Cette approche aide à allouer efficacement les ressources et à minimiser les pertes opérationnelles.

Les équipements de plomberie et climatisation centralise classer sur la zone A ont été prioritaires de l'analyser des équipements les plus critiques pour cela, il est nécessaire d'identifier les causes profondes des problèmes à l'aide d'autre méthode. Dans ce contexte, j'expliquerai le fonctionnement de ces équipements et les symptômes de ses dommages.

II.4. Analyse de systèmes défaillants de zone A

II.4.1. Les conduites et les raccords d'alimentation d'eau bâtiment

L'alimentation en eau d'un bâtiment repose sur un réseau de conduites et de raccords permettant d'acheminer l'eau depuis la source (réseau public) jusqu'au différents point d'utilisation (robinets, sanitaires, équipement)

Filtre à tamis :

Le filtre à tamis est un équipement destiné à séparer les particules solides de l'eau en retenant les éléments de taille supérieure .la Figure II.6 suivants vous montre les particules de sable dans l'eau permettent colmatage et obstruction tuyauterie d'alimentation d'eau



Figure II.6 : Aperçu sable sur filtre à tamis

✚ Coude électro soudable PEHD

C'est un coude polyéthylène haute densité utiliser dans le réseau d'eau pour faire changement de direction, il installer par soudure électrique la Figure II.7 suivants qui montre colmatage coude PEHD sa résulte faible débit d'eau sanitaires bâtiments

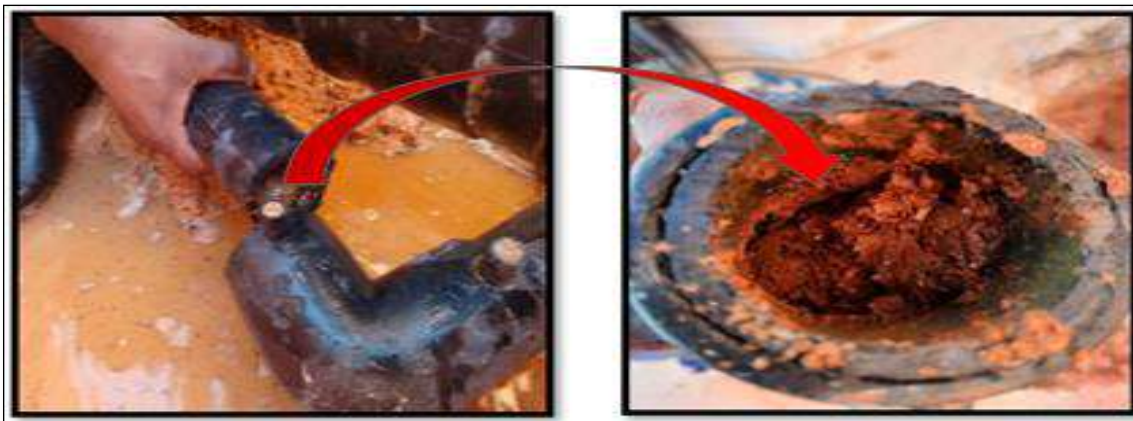


Figure II.7 : Présence sable à tuyauterie PEHD d'alimentation d'eau

❖ Vanne papillon :

La vanne papillon est un organe de robinetterie permettant de réguler, d'isoler le débit d'eau la Figure II.8 suivants montrent grippage vanne ayant subi les sables



Figure II.8 : Vanne papillon DN 80 grippé à cause sable

II.4.2.. Equipement local ECS

• Principe de fonctionnement ECS

L'installation est composée de deux circuits de production : le circuit solaire ou principal et le circuit électrique qui sera utilisé de soutien quand le circuit solaire ne soit capable de maintenir l'eau chaude sanitaire dans les conditions préétablies. De plus, l'existence d'un circuit de récupération sur le retour de l'eau chaude sanitaire permet maintenir l'approvisionnement en eau sans arrêt et maintenir sa température aux conditions de l'APD (55°C).

En cas d'ensoleillement trop important, le régulateur permet :

- ✚ Dans un premier temps, de relever la température maximale dans le réservoir solaire jusqu'à 85°C avant de couper la pompe du groupe du circuit solaire ;
- ✚ Une fois que le réservoir a atteint 85°C et que la pompe est à l'arrêt, le régulateur laisse monter la température jusqu'à 130°C dans les capteurs, puis relance la pompe en maintenant 130°C dans les capteurs jusqu'à atteindre une limite de 95°C dans le réservoir solaire ;
- ✚ Dans le cas où le réservoir solaire atteint 95°C, le régulateur stoppe la pompe solaire et les capteurs se mettent en stagnation (phase vapeur) ;
- ✚ Tant que la température dans les capteurs ne redescend pas en-dessous de 130°C, la pompe ne s'active pas.

La nuit, si la température dans le réservoir solaire est supérieure à 85°C, la pompe se déclenche jusqu'à ce que la température dans le réservoir retombe à 85°C

Un réseau de recyclage de l'eau chaude sanitaire permet de maintenir une température de 55°C en tout point du réseau, et d'apporter à tous les points de puisage une température d'eau chaude sanitaire de 55°C sans temps d'attente

Depuis l'écran tactile sur l'emplacement de la production d'ECS, on pourra voir l schéma hydraulique de fonctionnement avec les données les plus importants : température, état de fonctionnement des pompes, alarmes... De plus, on aura la possibilité de modifier manuellement les paramètres de la programmation : horaire de fonctionnement, températures établies d'impulsion et accumulation, arrêter ou démarrer les pompes... Enfin, on a installé plusieurs sondes de température sur le circuit afin de connaître les températures de l'installation à tout moment [18]

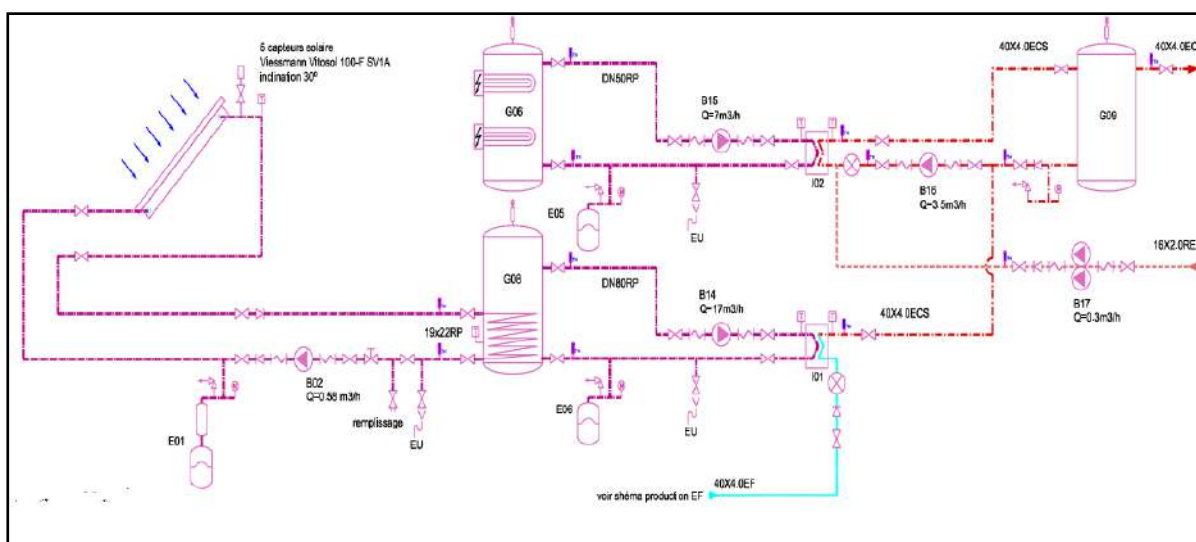


Figure II.9 : Circuit eau sanitaire chaude ECS [18]

❖ **Ballon de stockage de chaude :**

Equipement qui sert à stocker de l'eau chauffée la Figure II.10 suivants montre la corrosion ayant subi eau plus agressive

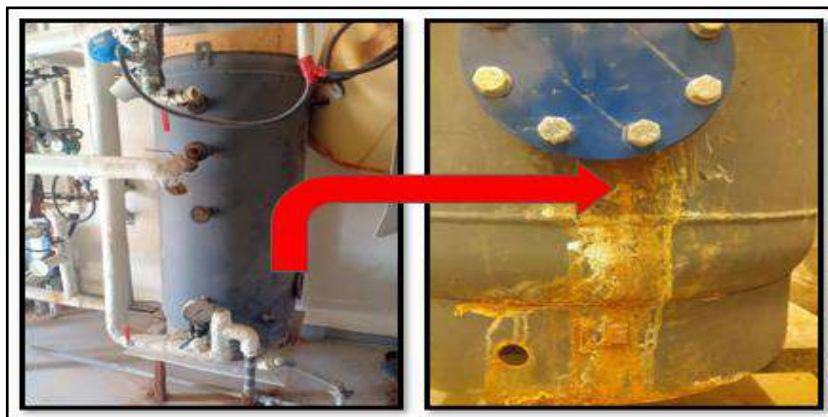


Figure II.10 : Corrosion d'un réservoir de stockage eau chaude

❖ **Circulateur eau chaude :**

C'est une petite pompe qui fait circuler l'eau dans un circuit fermé, la Figure II.11 suivants vous montrent la détérioration circulateur ayant subi d'eau agressive

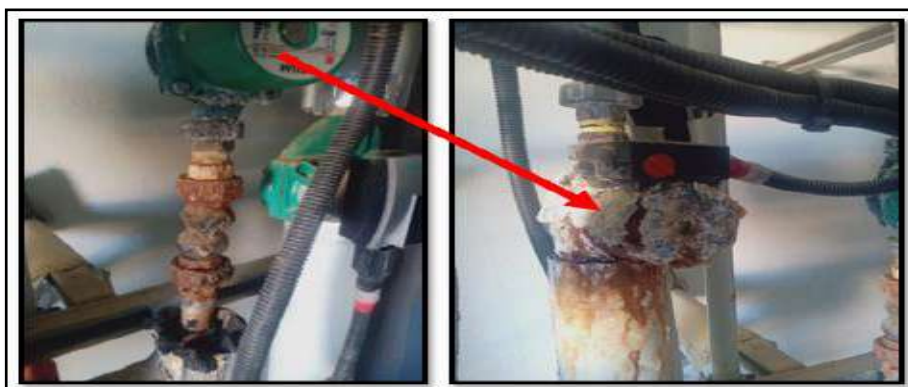


Figure II.11 : détérioration circulateur d'eau à cause calcaire

❖ **L'échangeur ECS :**

C'est un équipement qui permet de transférer la chaleur par conduction thermique à travers la paroi qui sépare les deux fluides, la Figure II.12 qui montre la corrosion d'une bride d'échangeur.



Figure II.12: Corrosion bride échangeur

❖ **Panneau solaire thermique :**

Sert à chauffer un fluide grâce à l'Énergie du soleil, la Figure II.13 montre la détérioration de la plaque d'un panneau solaire due à des dépôts de calcaire



Figure II.13 : Présence calcaire sur panneau de soleil

II.4.3. Equipement de climatisation centralise

II.4.3.1. Centrale frigorifique

Composé de deux unités frigorifiques de condensation (groupes de froid) à eau avec des compresseurs à vis semi-hermétiques, condensateur et évaporateur multitubulaire et détendeur thermostatique. La machine s'adapte automatiquement aux différentes conditions de charge grâce à une thermorégulation continue. Equipé d'un système complet de gestion et control, avec clavier et visualisation des états qui permettent de consulter les données et d'intervenir sur l'unité au moyen d'un menu à plusieurs niveaux. La mise en marche des unités se fait par une programmation horaire de cycle climatique annuel. La seconde unité démarre en cascade et en alternance de priorité à la mise en marche en égalant les heures de service de chacune. Les circuits primaires des unités frigorifiques s'unissent en parallèle dans un dépôt d'inertie qui, de plus, agit comme découpler hydraulique du circuit de distribution (secondaire). Les pompes du circuit primaire et du circuit de condensation sont de débit fixe. Celles du circuit secondaire de débit variable, au moyen de variateur de fréquence et de pressostat ajustent le débit fourni au total requis pour les unités de traitement d'air [19]

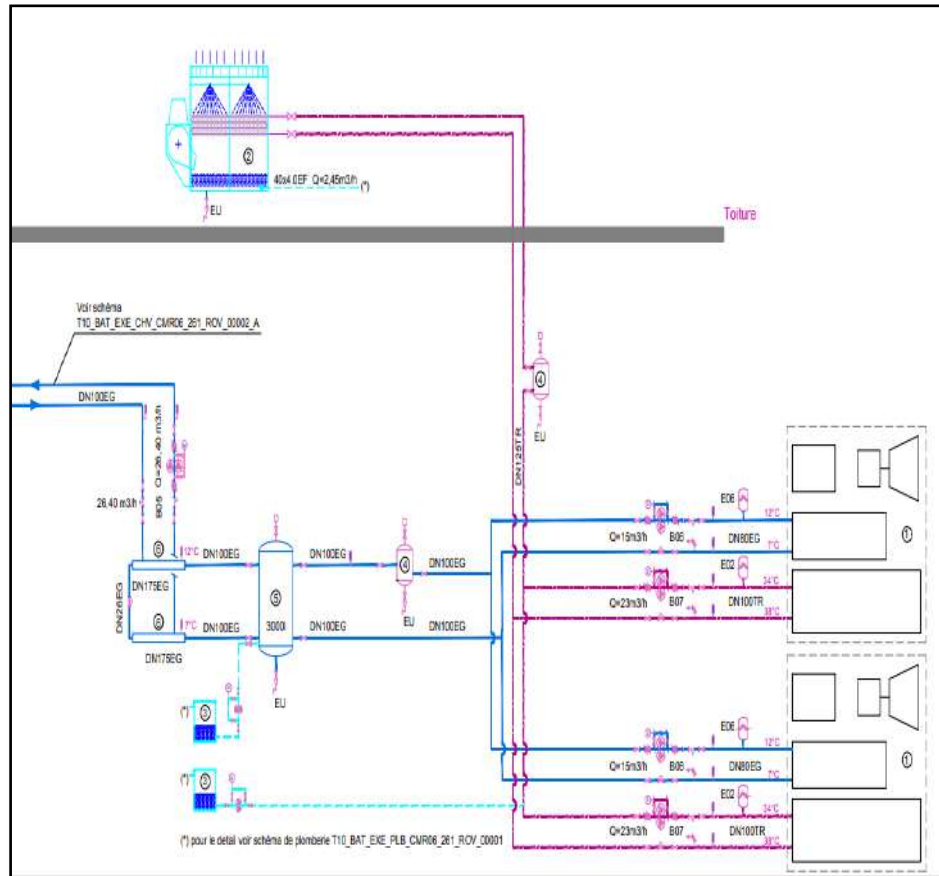


Figure II.14 : Circuit de système de climatisation centrale [19]



Figure II.15 ; Local PAC de maintenance installation fixe [19]

II.4.3.2. Tour à évaporation adiabatique

La tour de refroidissement est constituée par des ventilateurs forçant la circulation de l'air, les panneaux d'évaporation et la batterie tubulaire d'échange de chaleur air-eau. En agissant en deux étapes d'échange de chaleur on peut arriver à obtenir une température de l'eau par dessous de celle de l'atmosphère. Dans la première étape, faite au panneau refroidisseur à évaporation, l'air et l'eau sont mis en contact intensif, ce qui produit une évaporation d'eau et absorption de chaleur de l'air en le refroidisseur à une température proche au bulbe humide. L'air ainsi réfrigéré circule à travers la batterie d'échange air-eau du circuit de condensation, sans contact entre les deux fluides et par conséquent sans échange de contamination. Le panneau d'évaporation est constitué de feuilles de cellulose ondulée collés ensemble, arrosées par eau courante, qui le maintiennent humidifié. Le débit d'eau d'arrosage est contrôlé de façon qu'on apporte exactement l'eau qui va s'évaporer, sans excès et sans recirculation. Avec un entretien adéquat, on peut garantir la non production des aérosols ni pertes par entraînement de gouttelettes [19]

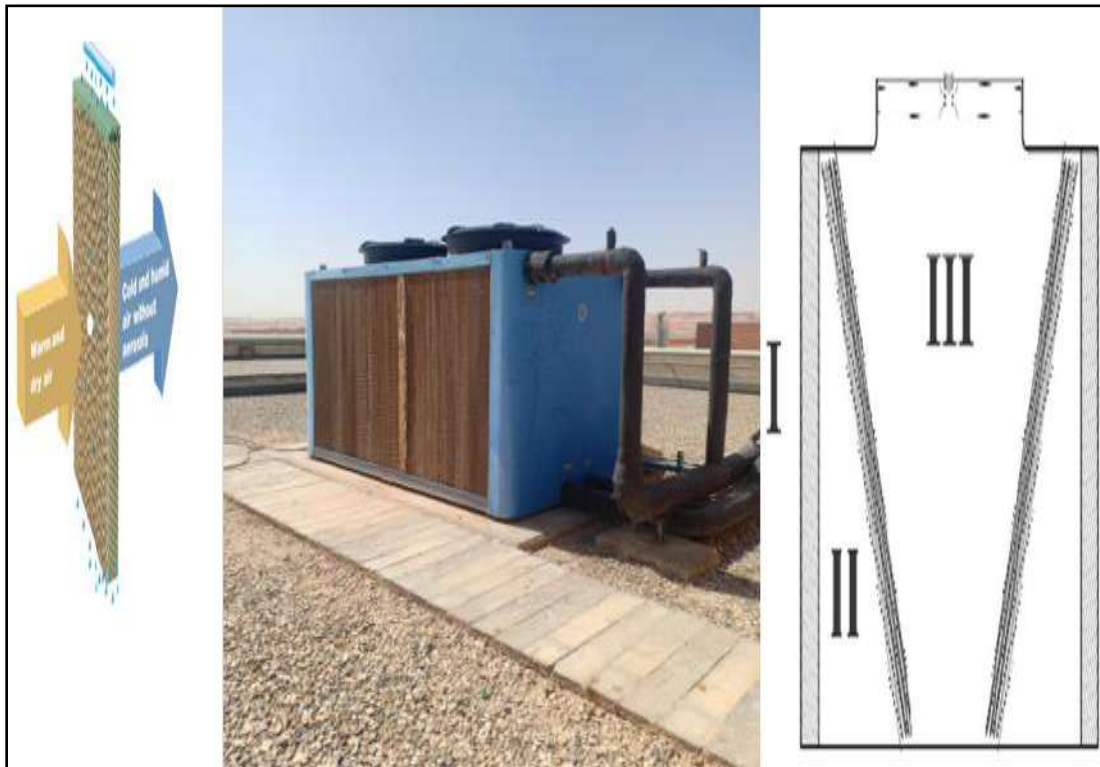


Figure II.16 : Tour à évaporation adiabatique

II.4.3.3. Cassettes

Avec cassettes de plafond et avec chauffage électrique. Mise en marche du ventilateur manuel avec un commutateur de trois vitesses. Contrôle de la puissance frigorifique par variation du débit au moyen de valve de deux voies. Régulation PID de la valve, en séquence avec étapes de chauffage, commandée par sondage de la température ambiante

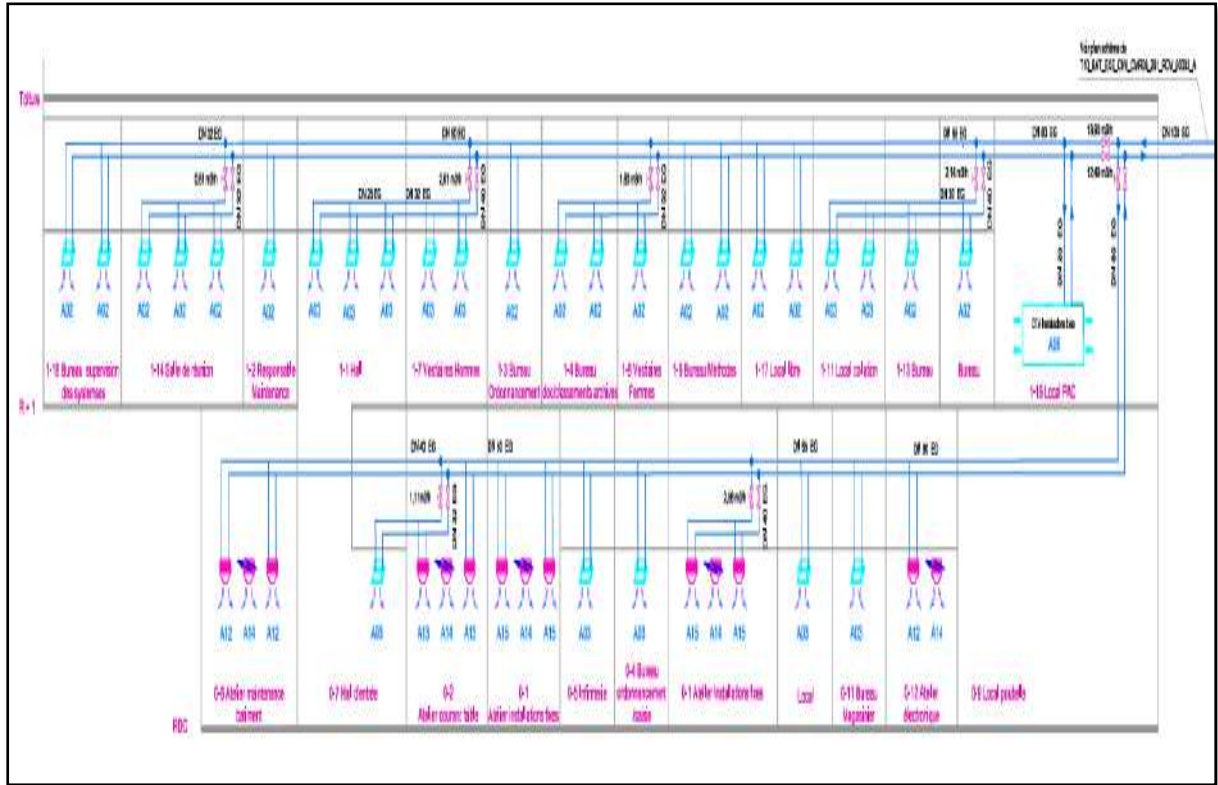


Figure II.17 : circuit de climatisation centrale de cassette [19]

❖ **Panneau évaporatif :**

Est un élément utilisé pour refroidir de l'air en utilisant l'évaporation de l'eau, l'air chaud passe à travers un panneau humide puis l'eau dans le panneau s'évapore naturellement en absorbant la chaleur de l'air sa résulte l'air ressort plus frais et plus humide la Figure II.17 montre la détérioration eau agressive excessive accélère les dépôts de calcaire



Figure II.18 : Dépôts minéraux sur tuyau de distribution d'eau et panneau évaporatif

❖ **Tuyau de distribution d'eau :**

Cela assure un bon mouillage panneau évaporatif la Figure II.18 et la Figure II.19 suivants montrent qu'un dépôt calcaire important peut obstruer les orifices des jets d'eau, ce qui sa entraîne plusieurs alarmes successives de haute température. Cela nécessite l'arrêt de l'équipement afin de résoudre le problème

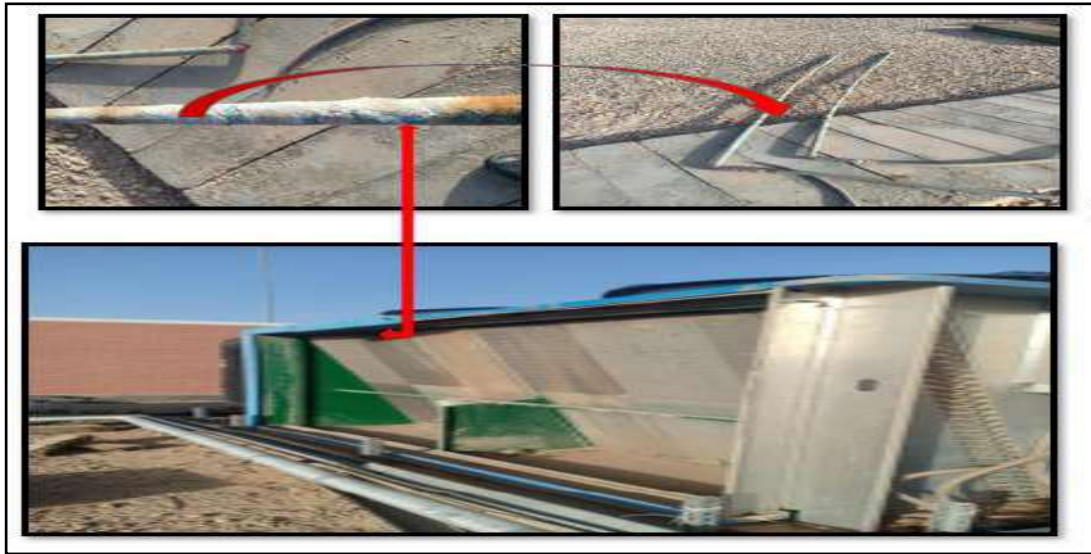


Figure II.19 : intervention préventive Tour à évaporation adiabatique

II.5. Application Méthode Ishikawa ou Diagramme des causes et effets

Au cours de mes sept années d'expérience dans mon domaine, j'ai constaté les dégradations fréquentes des équipements de climatisation centrale, ainsi que des équipements eau chaude stocké. Dans ce contexte, le diagramme connu sous le nom d'Ishikawa ou diagramme en forme de poisson identifie toutes les causes possibles liées dégradation des équipements, dans le but de trouver des solutions pour améliorer la fiabilité des équipements

Figure II.20 et Figure II.21 expliquant successivement : L'identification des causes possibles de la détérioration des équipements plomberie et climatisation

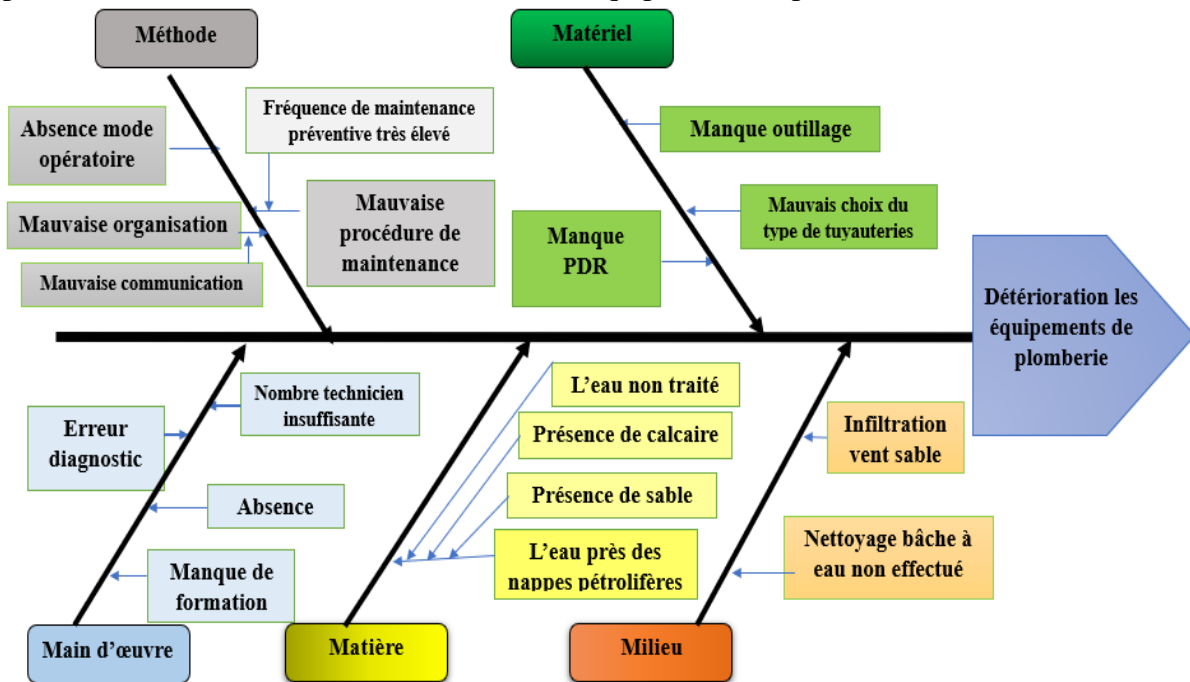


Figure II.20 : Identification des causes possibles de la détérioration des équipements plomberie

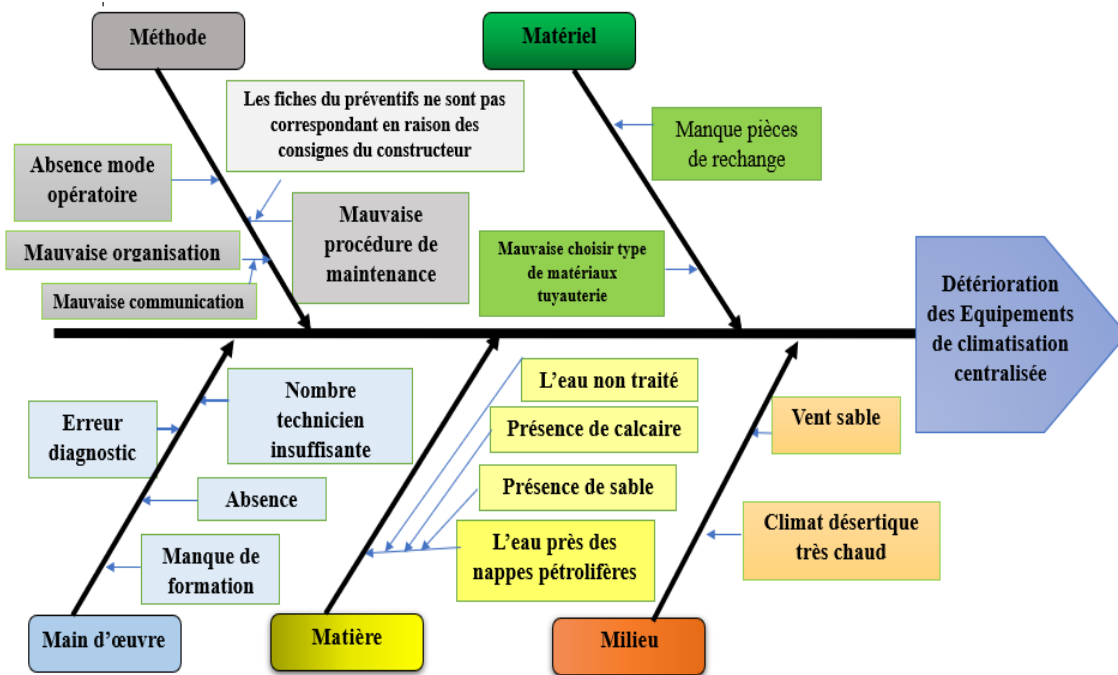


Figure II.21 : Identification des causes possibles de la détérioration des équipements de climatisation centrale

II.6. Application pratique d'une Stratégie de brainstorming

II.6.1. Organisation de la séance de brainstorming

Dans un premier temps, chacun technicien a exprimé ses causes plus impact librement, sans jugement ni critique, favorisant ainsi la créativité. Ces causes ont été notées sur un tableau blanc afin de conserver une trace visuelle du processus.

II.6.2. Analyse et exploitation des idées générées

Dans deuxième lieu La phase de regroupement et de catégorisation a permis d'organiser les idées selon leur nature (technique, organisationnelle, budgétaire, etc.). Enfin, une sélection collective des propositions les plus pertinentes a été effectuée à l'aide d'un vote ou d'une méthode de pondération multicritères. Cette stratégie nous a permis de dégager rapidement des pistes concrètes et innovantes pour résoudre notre problématique détérioration des équipements concernés zone A, tout en favorisant l'implication de tous les participants.

Cette étape se réalise par discussion avec l'équipe de maintenance à l'aide d'un vote pondéré de chaque membre donne :

- 5 points pour cause plus critique ;
- 3 points pour cause la moyenne critique ;
- 2 points pour cause faible critique.

Tableau II.6 présenté classification Le vote pondéré de chaque cause concerne détérioration des équipements plomberie (sanitaire, chauffage)

Tableau II.6: Classification les causes selon leur score total concerne équipement ECS

	Absi Ahmed	Ben Abbes Ismail	Sedrati Zaki	Belfar valid	Total
Matériel	2	2	2	–	6
Méthode	5	–	3	3	11
Milieu	5	3	3	3	14
Matière	5	5	5	5	20
Main d'œuvre	3	2	3	-	8

Tableau II.7 présenté classification Le vote pondéré de chaque cause concerne détérioration des équipements de climatisation centralise

Tableau II. 7 : Classification les causes selon leur score total concerne équipement climatisation centrale

	Absi Ahmed	Ben Abbes Ismail	Nouar Hatem	Boumada Okba	Total
Matériel	3	3	2	–	8
Méthode	5	2	2	2	11
Milieu	5	5	3	3	16
Matière	5	5	5	5	20
Main d'œuvre	3	–	3	3	9

II.6.3. Interprétation

D'après les tableaux de vote pondéré s'effectué à l'aide l'équipe service de maintenance ELM/BO nous avons constaté que **la matière** ayant les scores les plus élevées, car elles ont le plus grand impact sur la détérioration des équipements de plomberie et de climatisation centralisé

II.7. Application d'analyse des modes de défaillances de leurs effets et leur criticité (AMDEC)

II.7.1. Grille d'évaluation AMDEC

L'analyse AMDEC on a pour chaque composant deux équipements étudié précédemment. Les différentes informations (modes de défaillance, causes et effets possibles...) introduites dans les tableaux AMDEC suivant on a collecté les informations à l'aide GMAO pendant 6 mois, Les valeurs des critères le **tableau II. 8** grilles d'évaluation, varient entre 1 et 4 qui veulent dire que les criticités varient entre 1 et 64. La collecte des informations se fait depuis expérience d'acquis au cours plusieurs interventions effectuées sur les deux équipements

Tableau II. 8 : Tableau grille d'évaluation

Valeur de critère	Fréquence (F)	Gravité (G)	Détection (D)
1	Rare d'apparaissant (≤ 1 fois)	Durée d'intervention négligeable D < 30 min	Facile (inspection visuel)
2	Occasionnel (2 fois)	Durée d'intervention (légère perturbation) 30 min < D > 2 h,	Moyenne (besoin d'un test)
3	Fréquent (3 à 5 fois)	Durée d'intervention (arrêt partiel) 2 h- < D > 6 h	Difficile à détecter même présence humaine
4	Permanent	Durée d'intervention (arrêt total) D > 6 h	Indétectable

II.7.2. Tableau AMDEC

En utilisant cette grille d'évaluation, on a pu créer les tableaux AMDEC suivants :

Note : les différentes informations (modes de défaillance, causes et effets possibles...) introduites dans les tableaux AMDEC suivants ont été collectées à travers des séances de Brainstorming concerne les défaillances permanent d'équipement ECS observé dans trois bâtiments administrative et poste de contrôle, Cital, maintenance installation fixes

Tableau II.9 AMDEC suivant concerne les équipements de plomberie « ECS »

Tableau II.9 : Tableau AMDEC d'équipement ECS

Date de l'analyse : 23/03/2025	Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité				Phase de fonctionnement : Hors service				Type AMDEC : Machine
	Equipement : Plomberie		Sous Ensemble : ECS						
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Criticité				CODE Solution proposées
					F	G	D	C	
Circulateur d'eau	Assure distribution rapide de l'eau	Baisse débit d'eau	Eau non traité (calcaire, sable)	Calcaire peut se déposer au tour rotor empêchent sa rotation normal (risque de surchauffe de chaudière)	4	4	2	32	A1
		Défaut démarrage	Non-respect des délais de nettoyage de la bache à eau	Augmentation de la charge de travail du rotor (risque de (surchauffe de chaudière)	4	4	3	48	A2
		Défaillance élément d'étanchéité	Mauvaise procédure de maintenance	Corrosion des parties métallique (détérioration carcasse circulateur)	2	4	1	8	A3
Ballon stockage eau chaude	D'accumuler et conserver l'eau chaude	Défaillance par corrosion	Eau non traité (calcaire, sable)	Formation des trous localise entrainant des fuites	4	4	2	32	B1
Tuyauterie et accessoire de raccordement	Distribuer et alimenter	Obstruction et Colmatage	Eau non traité (calcaire, sable)	Réduction du diamètre interne et augmentation de charge	4	4	2	32	C1
		Obstruction et Colmatage	Non-respect des délais de nettoyage de la bache à eau	Réduction du diamètre interne et augmentation de charge	4	4	2	32	C2
		Mauvais étanchéité	Absence mode opérateur	Fuite d'eau	4	3	1	12	C3
Echangeur de plaque	Transférer la chaleur entre fluide chaud et froid	Corrosion accélère (bride de raccordement)	Eau non traité (calcaire, sable)	Perte de débit et augmentation de la pression	4	4	2	32	D1
		Encrassement et Obstruction	Non-respect des délais de nettoyage de la bache à eau	Diminution des performances thermiques	4	4	2	32	D2
Purgeur automatique	Évacuer l'air	Obstruction	Eau non traité (calcaire, sable)	Oxydation des composants interne	4	4	3	48	E1
		Obstruction	Eau non traité (calcaire, sable)	Dysfonctionnement de la circulateur d'eau (cavitation)	4	4	3	48	E2
		Blocage en position fermée	Absence mode opérateur	Diminution des performances du système	2	2	3	12	E3
Panneau solaire	Convertir l'Energie solaire en chaleur	Forme des couches calcaire et sable	Eau non traité (calcaire, sable)	Circulation d'eau faible	2	4	2	16	F1

Tableau II.10 AMDEC suivant concerne équipement climatisation centrale « Tour à évaporation adiabatique »

Tableau II. 10 : tableau AMDEC d'équipement tour à évaporation adiabatique

Date de l'analyse : 28/03/2025	Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité				Phase de fonctionnement : normale				Type AMDEC : Machine
	Equipement : Climatisation centrale		Sous Ensemble : Tour à évaporation adiabatique		Criticité				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	F	G	D	C	CODE Solution proposées
Tuyaux distribution d'eau	Assurer distribution d'eau régulier	Obstruction les trous jet d'eau	Eau non traité (calcaire, sable)	Augmentation de la température de l'eau en sortie	4	4	3	48	G1
		Obstruction les trous jet d'eau	Non-respect des délais de nettoyage de la bache à eau	Augmentation de la température de l'eau en sortie	4	4	2	32	G2
		Obstruction les trous jet d'eau	Manque de surveillance et d'entretien préventive	Diminue la durée de vie compresseur réfrigérant	4	3	2	24	G3
Panneau évaporative	Humidifier l'air	L'accumulation dépôt de calcaire	Eau non traité (calcaire, sable)	Diminue la durée de vie compresseur réfrigérant	4	3	2	24	H1
		Colmatage et obstruction	Non-respect des délais de nettoyage de la bache à eau	Diminution la durée de vie compresseur réfrigérant	3	4	2	24	H2
		Détérioration panneau évaporative	Mauvaise procédure de maintenance	Diminue la durée de vie compresseur réfrigérant	1	3	2	6	H3
Circulateur d'eau	Assurer distribution rapide de l'eau	Joint détruit	Eau non traité (calcaire, sable)	Fuite d'eau	1	4	3	12	I1
		Accumulation de dépôt minéraux (entartage)	Non-respect des délais de nettoyage de la bache à eau	Réduction de l'efficacité du circulateur	4	4	2	32	I2
		Baisse débit	Manque de surveillance et d'entretien préventive	Diminution performance	2	3	2	12	I3
Tuyauterie acier noir	Assurer de circulation d'eau froid	Dépôts minéraux et corrosion	Eau non traité (calcaire, sable)	Dégradation progressive d'un matériau	2	4	3	24	J1
		Dépôts minéraux et corrosion	Manque de surveillance et d'entretien préventive	Dégradation progressive d'un matériau	2	4	2	16	J2

II.7.3. Classification criticité par priorité

La priorisation a été fait de modes de défaillances selon leurs criticités. Ceci permet de voir quels modes doit-on traiter en premier. Les solutions proposées ont été classé selon leur niveau criticité dans le tableau suivant :

Tableau II. 11 : calcification criticité selon priorité

Classe de criticité	De 1 à 9	De 10 à 20	Plus, que 20
Priorité	Criticités négligeables (Basse priorité) : on peut négliger les défaillances ayant des valeurs de criticité de cette classe, mais ce n'est pas recommandé	Criticités tolérables (Priorité moyenne) : dans ce cas on peut faire une investigation approfondie avant de décider quelles actions à prendre	Criticités intolérables (Haute priorité) : dans ce cas la prise de décision doit être rapide, et les actions de maintenance doivent être appliquées en urgence
Code de solution proposée	A3, H3	C3, D2, E3, F1, I1, I3	A1, A2, B1, C1, D1, C2, E1, E2, G1, G2, G3, H1, H2, I2

La priorisation a été fait de modes de défaillances selon leurs criticités. Ceci permet de voir quels modes doit-on traiter en premier. Le classement de criticité en trois classes selon la priorisation de la maintenance permet d’optimiser l’affectation des ressources et d’assurer la continuité des opérations. La première classe **de 1 à 9** , dit non prioritaire, inclut les défaillances mineures dont l’impact est limité et qui peuvent être traitées lors des opérations de maintenance préventive ce classement permet ainsi d’adopter une approche efficace en alignant les interventions sur les besoins réels et les besoins réels et les contraintes opérationnelles la deuxième classe **de 10 à 20**, qualifiées de priorité moyenne , regroupe les anomalies qui , bien que n’étant pas critiques à court terme, peuvent entraîner une dégradation progressive des performances du système et nécessitent une intervention planifiées dans un délai restreinte, enfin troisième classe **plus que L20**, dite prioritaire, concerne les défaillances majeures nécessitant une intervention immédiate pour éviter un arrêt de fonctionnement des équipements

II.7.4. Les solutions proposées

Après avoir établi les tableaux AMDEC pour les différents éléments des équipements, nous avons proposé quelques actions de maintenance dans la section qui suit. Afin de préparer des plans de maintenance efficaces et robustes, nous avons présenté les différentes actions de maintenance correctives et/ou préventives pour chaque entrée dans les

Tableaux AMDEC introduit dans la section précédente. Pour cela, nous avons utilisé le champ « Code » afin d’éviter la répétition des données introduites dans ces tableaux.

Tableau II. 12 : Solutions proposées selon niveau de criticité

Code	Solution proposée
A1	1- Equipement de traitement d'eau : Explique comment cet équipement améliore la qualité de l'eau, réduit les couts à long terme, et respecte les normes environnementales.
B1	
C1	
D1	
E1	
F1	2- Remplissage bâche à eau par camion-citerne 25 m ³ /jour : Décris l'avantage de cette méthode en termes de flexibilité et rapidité d'implantation
G1	
H1	
I1	3- Remplacement tuyauterie acier noir par tuyauterie polypropylène porté sa
J1	
A2	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'un nettoyage préventif trimestriel de la bâche a eau
C2	
D2	
E2	
G2	
H2	
I2	
C3	<ul style="list-style-type: none"> Mode opératoire fixé sur chaque équipement
E3	
F1	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance préventive trimestrielle rinçage et circuit d'eau
I1	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance corrective changement joint presse - étoupe
I3	<ul style="list-style-type: none"> Examiner les fichiers préventifs et améliorer les opérations selon constructeur
J2	<ul style="list-style-type: none"> Mettre produit de protection contre corrosion dans circuit
A3	<ul style="list-style-type: none"> Faire des audits réguliers pour détecter d'éventuelles nouvelles erreurs
H3	<ul style="list-style-type: none"> Désigner chaque responsable par spécialité pour vérifier l'application correcte de la procédure

II.7.5. Conformité et choix de la solution pour une priorité urgente

- ✚ **1 Equipement de traitement d'eau** : Explique comment cet équipement améliore la qualité de l'eau, réduit les couts à long terme, et respecte les normes environnementales.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Protection des équipements : réduction du calcaire et des impuretés qui peuvent causer l'usure et des pannes. - Economies à long terme : réduction des couts de maintenance et d'achat de pièces de rechanges - Durabilité accrue : optimisation de la longévité des machines en évitant la corrosion et l'encrassement - Limiter les interventions des maintenances : diminution la fréquence des interventions puisque eau traitée signifie que réduction corrosion ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Cout initial élevé : installation et mise en place nécessitant un investissement - Entretien régulier : nécessité de surveiller les filtres et les systèmes pour garantir leur efficacité

- ✚ **2- Remplissage bâche à eau par camion-citerne 25 m3 /jour** : Décris l'avantage de cette méthode en termes de flexibilité et rapidité d'implantation

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Installation rapide : Pas besoin d'infrastructure complexe, ce qui permet une mise en place rapide. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion logistique : Organiser les livraisons régulières peut être complexe et nécessite une planification minutieuse - Dépendance externe : La fourniture d'eau dépend de la disponibilité des camions et des fournisseurs, ce qui peut poser problème en cas de retard ou de pénurie - Coût élevé : Les coûts de transport d'eau traitée peuvent être élevés à long terme.

- ✚ **3- Remplacement tuyauterie acier noir par tuyauterie polypropylène porté sa résistance à la corrosion, sa durabilité, et son cout par rapport acier noir**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Résistance à la corrosion : Contrairement à l'acier noir, le polypropylène ne rouille pas et ne s'altère pas avec le temps - Facilité d'installation : L'assemblage par soudure thermique ou raccords est plus simple et rapide - Durée de vie accrue : Moins sujet aux dépôts et aux encrassements, il offre une meilleure longévité. - Moins d'entretien : Nécessite moins d'entretien que l'acier, ce qui réduit les coûts à long terme 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût initial des accessoires : Bien que le polypropylène soit moins cher à installer, certains raccords et équipements spécifiques peuvent coûter plus cher - Travaux et perturbations : Le remplacement de la tuyauterie peut nécessiter des travaux importants, entraînant des nuisances (bruit, coupures d'eau, nécessité de rénover certaines zones).

II.7.6. Interprétation

Parmi les solutions proposées, la décision de choisir équipement traité d'eau basé sur multi critère en raison de ses avantages potentiels en termes d'efficacité et de réduction des coûts à long terme. Contrairement au remplissage bache à eau par camions citerne de 25 m³/ jour plus de ça cette solution cela a déjà été essayé depuis année 2018 pendant 10 mois, qui nécessite des opérations régulières et peut entraîner des coûts supplémentaires liés au transport, l'équipement de traitement des eaux offre une solution plus durable et potentiellement plus économique. De plus, le remplacement des tuyaux peut être une solution coûteuse et intrusive, affectant la continuité des opérations c'est considéré comme solution partiel en termes de protéger contre corrosion uniquement. Ainsi, l'équipement de traitement des eaux apparaît comme la solution la plus adaptée pour améliorer l'efficacité fonctionnement des équipements.

II.7.7. Critère influençant le choix premier solution

❖ Analyse échantillon eau non traité

L'analyse d'un échantillon d'eau non traité permet d'évaluer sa qualité avant tout usage comme **Figure II.22** suivant

Date d'analyses :		29/03/2023			
	RES	N.A	MINERALISATION GLOBALE	RES	N.A
PH	7,82	6.5-8.5	Calcium Ca ⁺² mg/l	232,46	200
Conductivité à 25 °C µs/cm	3460	2800	Magnésium Mg ⁺² mg/l	145,83	150
Température °C	/	10-15,5	Sodium Na ⁺² mg/l	/	200
Turbidité NTU	0	5	Potassium K ⁺ mg/l	/	20
T.D.S mg/l	1730	1000(OMS)	Chlorures Cl ⁻ mg/l	1711,15	500
Salinité ‰	1,7		Sulfate SO ₄ ⁻² mg/l	765,6	400
Oxygène dissous mg/l	/	8	Bicarbonate HCO ₃ ⁻ mg/l	0	250
CO ₂ libre mg/l	/		Carbonate CO ₃ mg/l	0	
Résidu sec à 105°C mg/l	/	2000	Dureté Permanente mg/CaCO ₃	/	100-500
MES à 105 °C mg	3		Dureté Totale (TH) F°	-	
			Titre alcalin complet mg/CaCO ₃	-	
			Titre alcalin complet F°	-	
			Titre alcalin mg/CaCO ₃	-	
PARAMETRES DE POLLUTION	RES	N.A	PARAMETRES INDESIRABLES	RES	N.A
Ammonium NH ₄ ⁺ g/l	/	0.5	Fer total mg/l	0,68	0,3
Nitrite NO ₂ ⁻	/	0.1	Fer Fe ⁺²		0,3
Nitrate NO ₃ ⁻	/	50	Fer Fe ³⁺		0,3
Orthophosphate PO ₄ ⁻³	/	0.5	Manganèse Mn ⁺²		0,3

RES : Résultat
N.A : Norme Algérienne

Ouargla le :30/03/2023
Le Laboratoire :

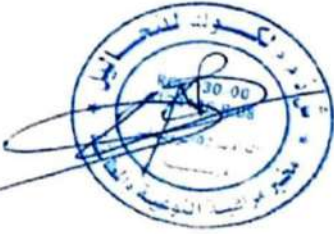


Figure II.22 : échantillon eau non traité

II.7.7.1. Interprétation caractéristiques générale

L'eau est très minéralisée, avec une salinité élevée et une conductivité au-dessus des normes, ce qui peut poser des problèmes pour certaines applications industrielles sensibles aux dépôts minéraux et à la corrosion

II.7.7.2. Interprétation Minéralisation Globale

L'eau est très dure et riche en sels dissous (chlorures et sulfates très élevés). Cela peut poser des problèmes de corrosion, d'entartrage et d'encrassement dans certaines installations industrielles

II.7.7.3. Interprétions Paramètres de Pollution

Eau exempte de polluants chimiques (ammonium, nitrates, nitrites, phosphates)

II.7.7.4. Interopération Paramètres Indésirable

Présence excessive de fer et manganèse, pouvant causer des dépôts, taches et encrassement des équipements

II.8. Récupératif

L'eau n'est pas directement adaptée à une utilisation industrielle sans traitement préalable. Si elle doit être utilisée, un traitement spécifique est requis :

- ✚ Adoucissement pour réduire le calcium et le magnésium ;
- ✚ Osmose inverse ou déminéralisation pour réduire la conductivité et les sels dissous ;
- ✚ Filtration spécifique pour éliminer le fer et le manganèse.

II.9. Conclusion

Pour conclure de notre chapitre de méthodologie concernant les causes liées aux détériorations équipements, on a suivi plusieurs étapes de manière progressive et harmonique afin d'aboutir à une solution plus appropriée, étudiée et précise, dans le but d'améliorer l'efficacité et de réduire les pannes. Dans la première phase, nous avons collecté les informations nécessaires à l'aide de la GMAO, puis on a appliqué la méthode ABC à divers services de maintenance pour démontrer que le service de maintenance ELM/BO est le plus des interventions dans les travaux de maintenance. Ensuite, nous avons été spécifiquement axés notre analyse ce dernière sur ces aspects. Par la suite, dans le deuxième lieu on a classé les pannes des équipements de maintenance ELM/BO en utilisant la méthode ABC et j'ai constaté que deux équipements (plomberie et climatisation centralisée) subissent des pannes fréquentes et nécessitent de nombreuses interventions. Dans ce contexte, nous avons utilisé le diagramme d'Ishikawa pour analyser de manière exhaustive toutes les causes conduisant aux interventions sur ces équipements. Afin de synthétiser et d'identifier précisément ces causes, on a donné la priorité aux plus importantes basé sur un vote entre collègues. Ainsi conclu que le matière, milieu et la méthode ont un impact significatif sur les pannes. Par conséquent, utilisation la méthode AMDEC avec pour principal objectif d'analyser les pannes, de proposer des solutions et de les classer par ordre selon priorité. Dans l'avant-dernière étape, nous avons conclu que la principale cause des défaillances des équipements était l'eau non traitée. Cette conclusion a été confirmée par une analyse d'échantillons d'eau non traitée, qui a mis en évidence la nécessité d'un traitement spécifique. Dans le prochain chapitre, nous avons effectué une analyse fonctionnelle d'un équipement de traitement de l'eau

Chapitre III

Étude fonctionnelle de la solution proposée

III.1. Introduction

La conception de système traitement d'eau doit répondre à un besoin exprimé pour que le produit permet de satisfaire les exigences de SETRAM Ouargla, le besoin doit être défini au préalable. L'analyse fonctionnelle de besoin (A. F. B) a pour objectif d'établir le cahier de charge fonctionnelle (C. D.C. F) exprimant le service que devra rendre un produit. Ceci nécessite d'énoncer les fonctions de service et de les caractériser. Pour cela, il est nécessaire d'effectuer une observation extérieure du produit afin de récénces les relations qu'il établit avec son environnement lors de l'utilisation. Ces relations constituent les finalités de produit, à savoir les services qu'il doit les rendraient.

III.1.1. Analyse de besoin

La modalisation claire et complète de la démarche de projet nécessite une approche descendante permettant progressivement du général au particulier.

Dans ce cas de notre mémoire la fonction globale représente le niveau A-0 définie par la figure suivante :

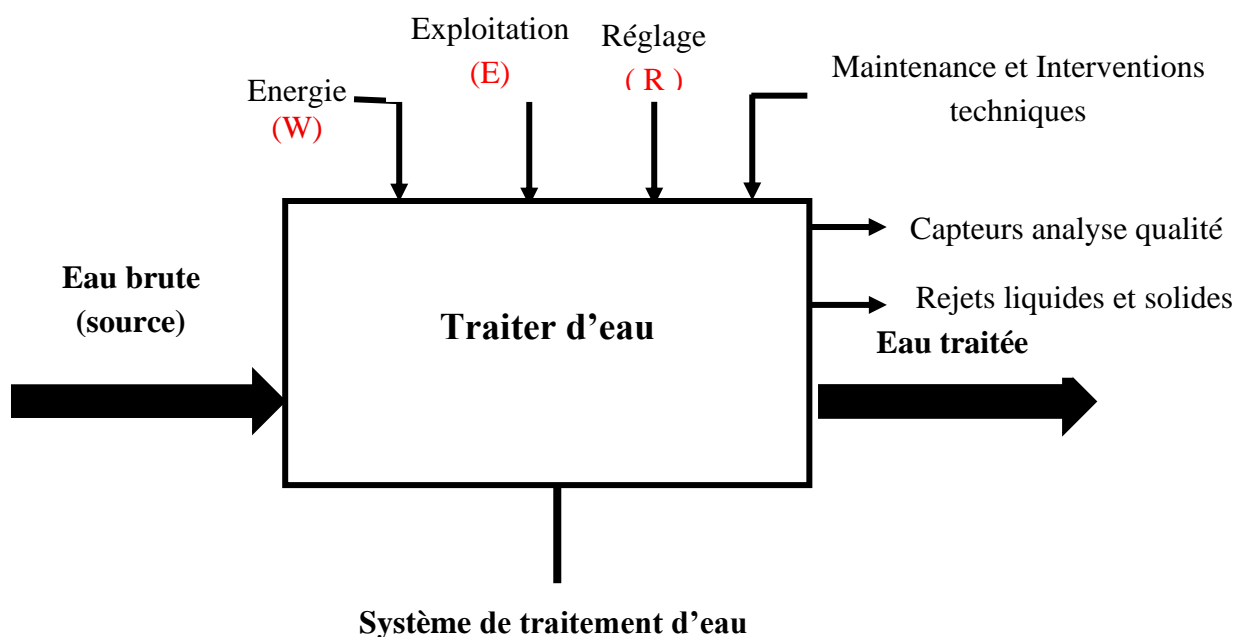


Figure III .1. : Modélisation de système de traitement d'eau

III.1.2. Saisie du besoin

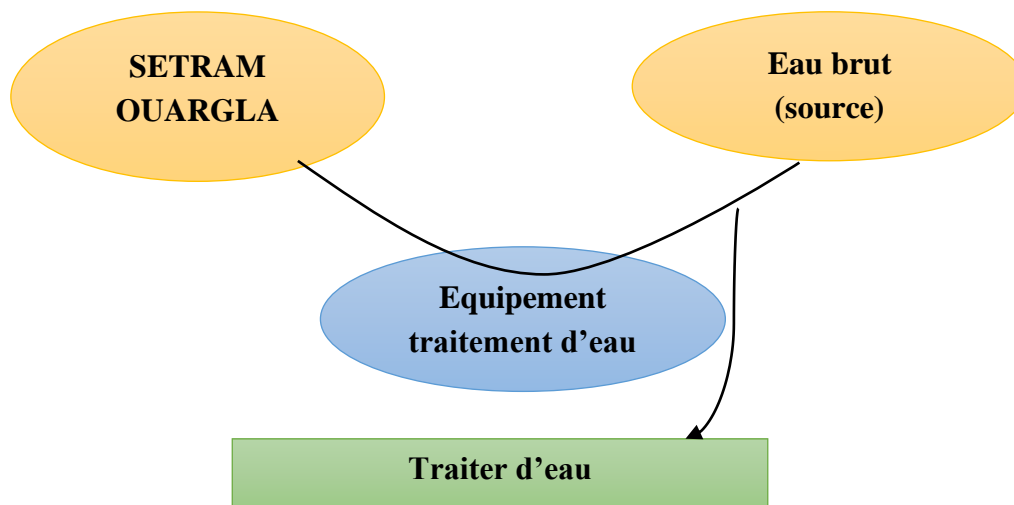
Le besoin consiste traiter d'eau pour réduire les pannes. Ceci permettra augmenter durée de vie des équipements.

III.1.3. Enoncé du besoin

'Outil "bête à cornes" pose les questions suivantes pour le produit à étudier :

A qui rend-il service ?

Sur quoi agit-il ?



Dans quel but le produit existe-il ?

Figure III .2 : Bête à corne

III.1.4. Contrôle de validité du besoin

- Pourquoi le produit existe il ?
- Pourquoi ce besoin existe il ?
- Qu'est ce qui pourrait le faire disparaître ce besoin ?

✚ Pourquoi ce produit existe il chez SETRAM ?

Pour assurer un traitement de l'eau adaptable aux équipements

✚ Pourquoi ce besoin existe il ?

Pour réduire les nombres des interventions et augmenter la durée de vie des équipements plomberie (ECS, les pompes, sanitaires,) et climatisation centralisée

✚ Qu'est ce qui pourrait disparaître ce besoin

Ce besoin pourrait disparaître si les sources d'eau étaient entièrement purifiées naturellement

Technologie émergente de purification

III.2. Recherche Des Fonctions Des Services

III.2.1. Diagramme pieuvre

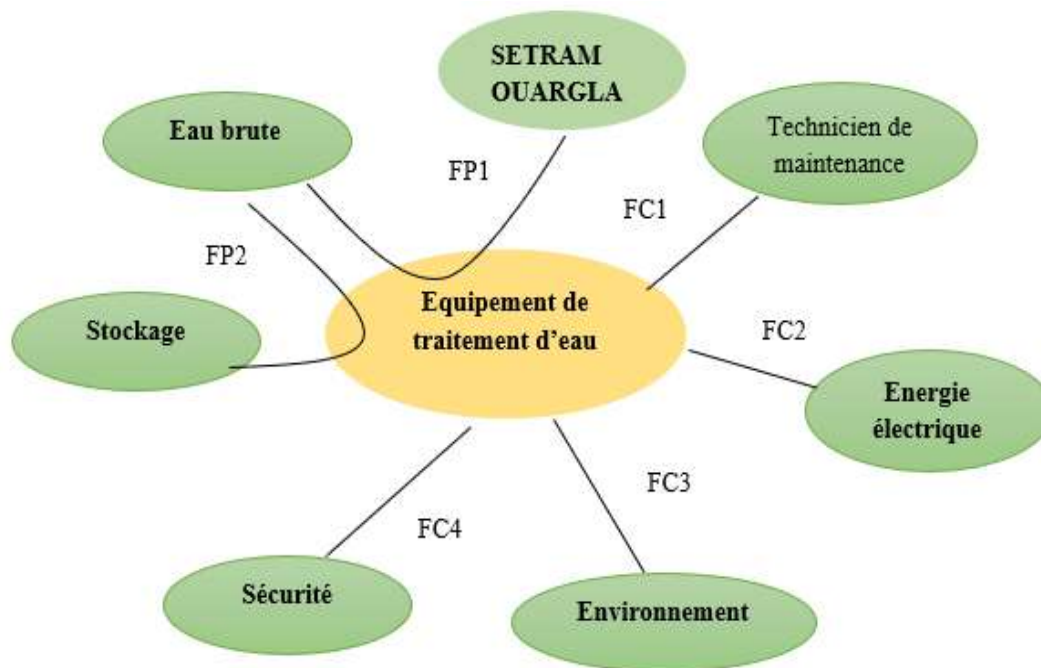


Figure III .3. : Diagramme de pieuvre

III.2.2. Formulation des fonctions de services

FP1 : Permettre à SETRAM de réaliser traitée d'eau pour les besoins de ses équipements

FP2 : permettre le stockage sécurisé de l'eau traitée en réserve

FC1 : inspecter régulièrement les équipements traitement d'eau

FC2 : assurer la compatibilité d'équipement avec réseau électrique

FC3 : résister à la condition de l'environnement

FC4 : travailler en toute sécurité

III.2.3. Validations des fonctions des services

FP1

- **But** : Assurer une alimentation en eau traitée conforme aux exigences techniques afin de garantir le bon fonctionnement, la durabilité et la performance des équipements de SETRAM
- **Raison** : réduire les temps d'arrêt et en prévenant les risques de défaillance des équipements dus à l'utilisation d'eau non adaptée

FP1 validée

FP2

- **But** : assurer une disponibilité constante et sécurisée de l'eau traitée
- **Raison** : prévenir les interruptions alimentation d'eau au bâtiment

FP2 validée

FC1

- **But** : détecter rapidement les anomalies
- **Raison** : prévenir les pannes, garantir un bon fonctionnement et prolonger la durée de vie du système

FC1 validée

FC2

- **But** : assurer l'alimentation électrique de l'équipement de traitement d'eau
- **Raison** : garantir la continuité opérationnelle

FC2 validée

FC3

- **But** : garantir que l'équipement résiste aux conditions environnementales spécifiques (température, vol de sable)
- **Raison** : assurer la durabilité et le bon fonctionnement de l'équipement dans des conditions environnementales

FC3 validée

FC4

- **But** : garantir la sécurité des opérateurs et d'équipement traitement d'eau
- **Raison** : prévenir les accidents et garantir la sécurité des opérateurs en réduisant les risques d'incidents, tout en protégeant l'intégrité des équipements

FC4 validée

III.2.4.. Hiérarchisation des fonctions de service

❖ Comparaison et pondération des fonctions de service

L’outil appelé tri-croise permet de comparer les fonctions de service et d’attribuer à chaque fois une note de supériorité allant de 0 à 3 tel que.

0 : pas de supériorité. 2 : moyennement supérieur

1 : légèrement supérieur. 3 : nettement supérieur.

Tableau III.1 : Valorisation des fonctions de service

	FP2	FC1	FC2	FC3	FC4	Points	%
FP1	FP1 [2]	FP1 [2]	FP1 [2]	FP1 [1]	FP1 [2]	9	36
	FP2	FP2 [3]	FP2 [2]	FP2 [1]	FP2 [2]	8	32
		FC1	FC1 [1]	FC1 [1]	FC4 [3]	2	8
			FC2	FC3 [1]	FC2 [1]	1	4
				FC3	FC4 [1]	1	4
					FC4	4	16
					Total	25	100

FP1 a gagné 5 fois, avec un total de 9 points (2 contre FP2, 2 contre FC1, 2 contre FC2, 1 contre FC3, 2 contre FC4). Elle possède 9 pts sur un total de 25 donc $FP1 = (9/25) \times 100 = 36\%$.

FP2 à gagner 4 fois, avec un total de 8 points (3 contre FC1, 2 contre FC2, 1 contre FC3, 2 contre FC4). Elle possède 8 pts sur un total de 25 donc $FP1 = (8/25) \times 100 = 32\%$.

FC1 a gagné 2 fois avec un total de 2 points (1 contre FC2, 1 contre FC3). Elle possède 2 pts sur un total de 25 donc $FP1 = (2/25) \times 100 = 8\%$.

FC2 a gagné 1 fois avec un total de 1 point (1 contre FC4). Elle possède 1 point sur un total de 25 donc $FP1 = (1/25) \times 100 = 4\%$.

FC3 a gagné 1 fois avec un total de 1 point (1 contre FC2). Elle possède 1 point sur un total de 25 donc $FP1 = (1/25) \times 100 = 4\%$.

FC4 a gagné 2 fois avec un total de 4 points (3 contre FC1 ,1 contre FC3). Elle possède 4 pts sur un total de 25 donc $FP1 = (4/25) \times 100 = 16 \%$.

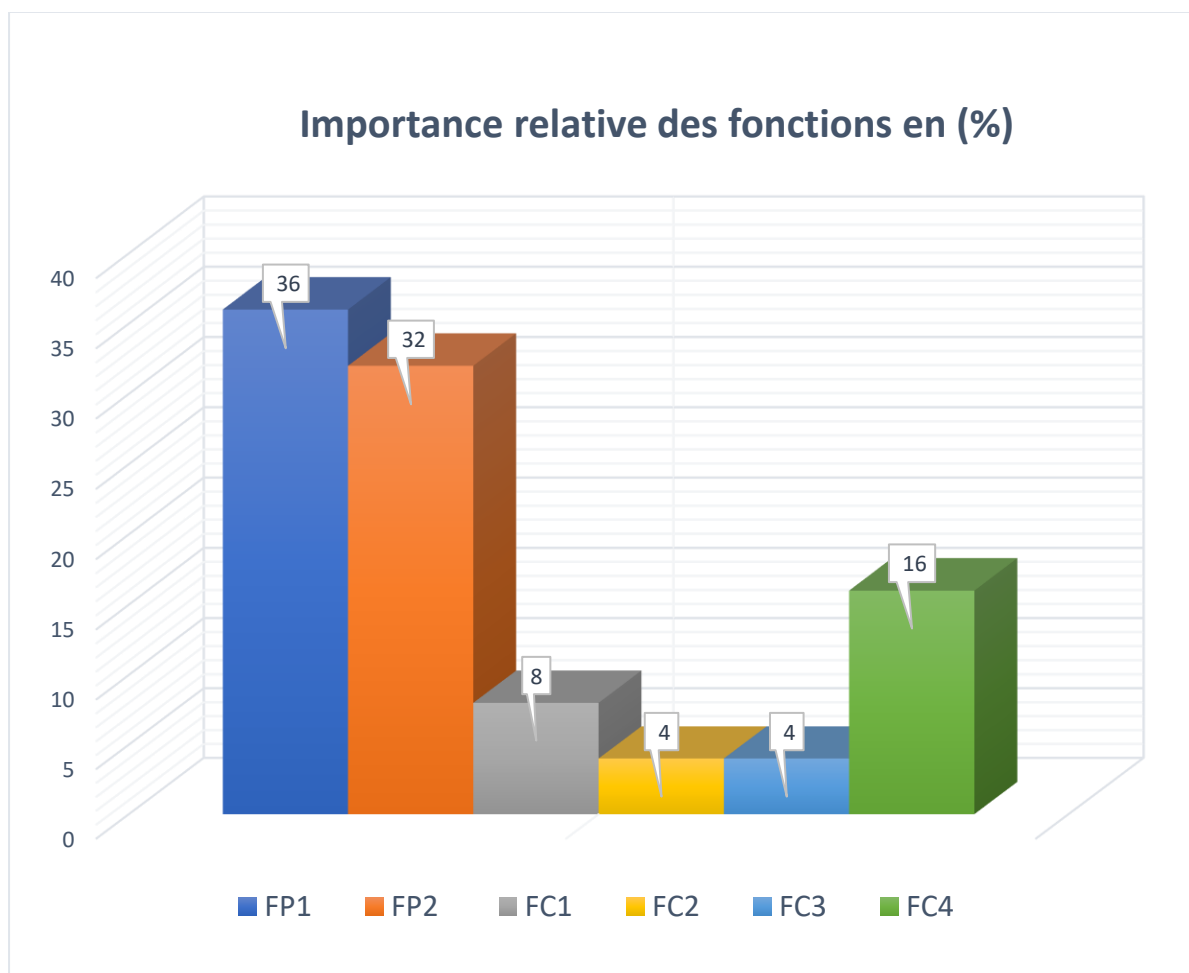


Figure III .4 : importance relative des fonctions en (%)

L'analyse de l'importance relative des fonctions, exprimée en pourcentage, met en évidence la prépondérance des fonctions de prestation (FP) par rapport aux fonctions de contrainte (FC). Les fonctions FP1 et FP2 se distinguent par une importance élevée de 36 % et 32 %, traduisant leur rôle essentiel dans la réalisation de la fonction principale du système. Ces résultats indiquent que l'efficacité opérationnelle et la performance du système reposent essentiellement sur ces deux fonctions. Du côté des fonctions de contrainte, FC4 présente la valeur la plus élevée (16 %), ce qui reflète une contrainte significative à prendre en compte.

Les autres contraintes (FC1, FC2, FC3) ont une importance plus modérée, variant entre 4 % et 8 %.

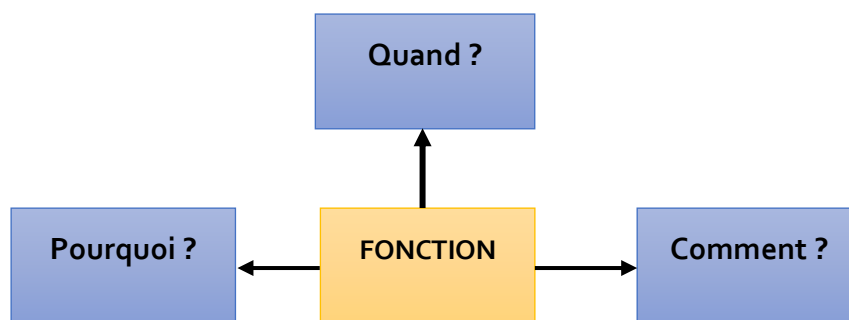
III.3. Recherche des solutions technologiques

III.3.1. Identification des fonctions techniques

La méthode FAST permet lorsque les fonctions de service sont **identifiées** de les ordonner et obtenir une décomposition en fonction technique (FT) pour aboutir aux solutions technologiques.

Elle s'appuie sur la technique interrogative suivante :

Quand cette fonction doit-elle être assurée ?



Pourquoi doit-elle être assurée ?

Comment doit-elle être assurée ?

Remarque : Cet outil d'analyse fonctionnelle s'adapte particulièrement l'analyse d'un produit existant.

On construit le F. A.S.T (function Analysais System Technic) relatif à l'équipement de traitement d'eau

FP1 : Permettre à SETRAM de réaliser traitée d'eau pour les besoins de ses équipements

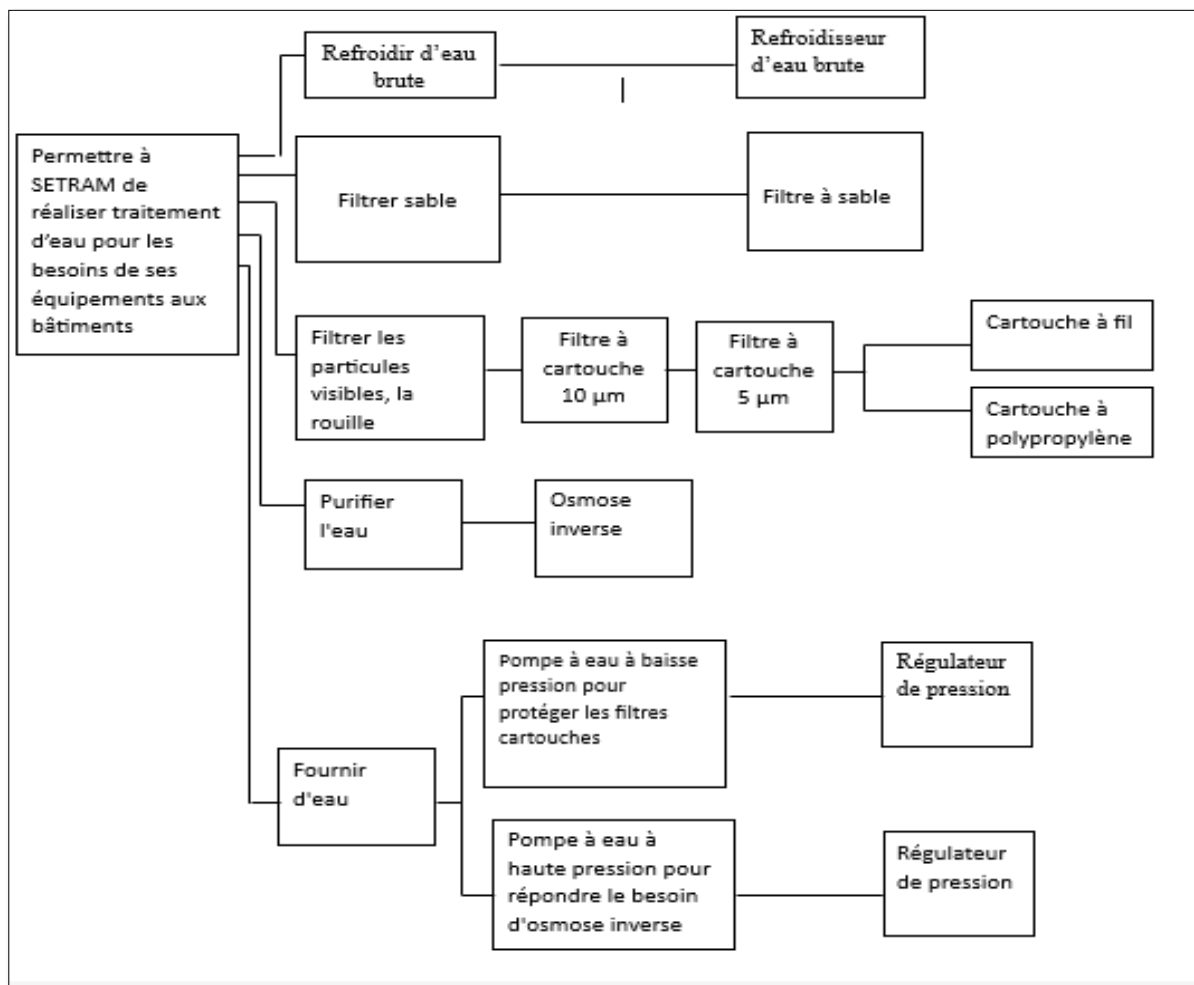


Figure III .5 : Diagramme FAST de la fonction principale 1

Avantage et inconvénients :

ST221 : cartouche à fil

Avantage	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Filtration fine Coût abordable Large disponibilité Débit d'eau plus élevé 	<ul style="list-style-type: none"> Durée de vie limitée Entretien régulier Réduction de la pression de l'eau

ST21 : cartouche polypropylène

Avantage	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Efficace contre les particules solides • Résistante au produit chimique • Prix abordable 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne filtre pas les contaminants chimiques • Réduction de la pression d'eau • Débit d'eau plus faible

FP2 : permettre le stockage sécurisé de l'eau traitée en réserve

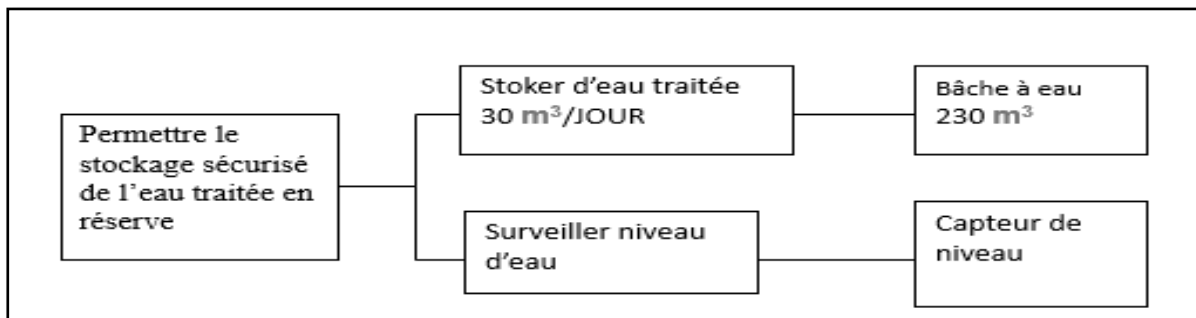


Figure III .6 : Diagramme FAST de la fonction principale 2

FC1 : inspecter régulièrement équipements traitement d'eau

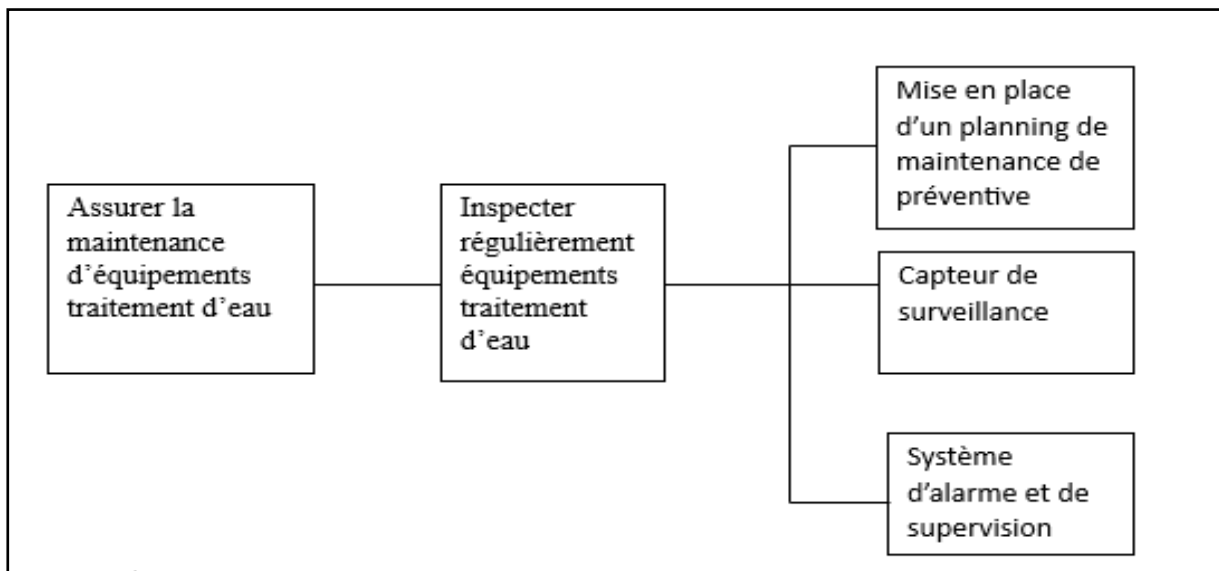


Figure III .7 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 1

FC2 : Assurer la compatibilité d'équipement avec réseau électrique

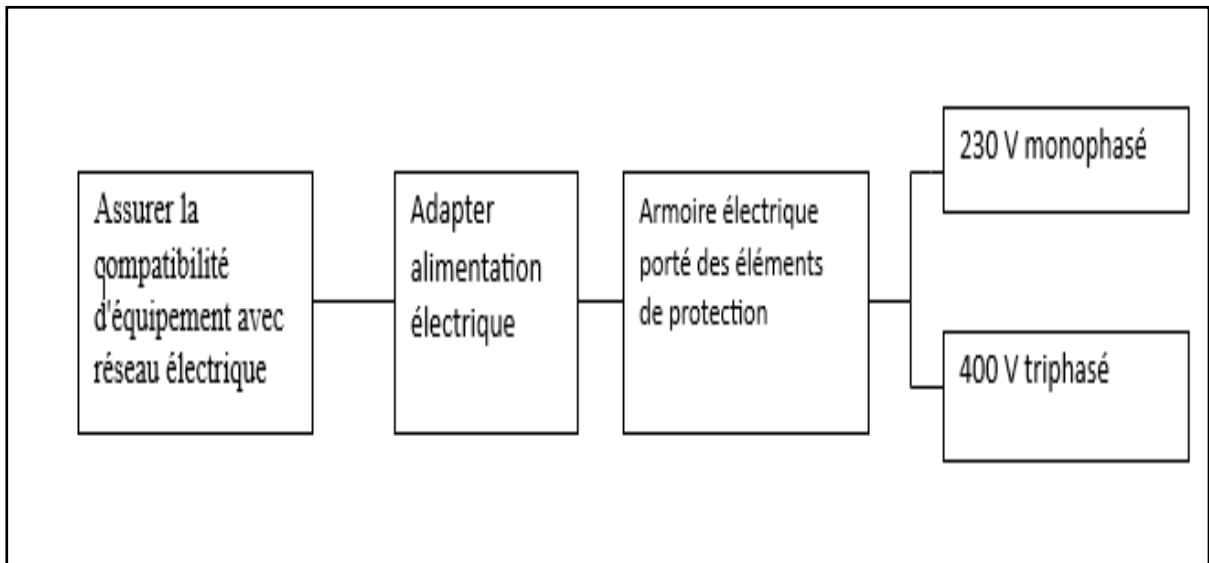


Figure III .8 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 2

FC3 : résister à la condition de l'environnement

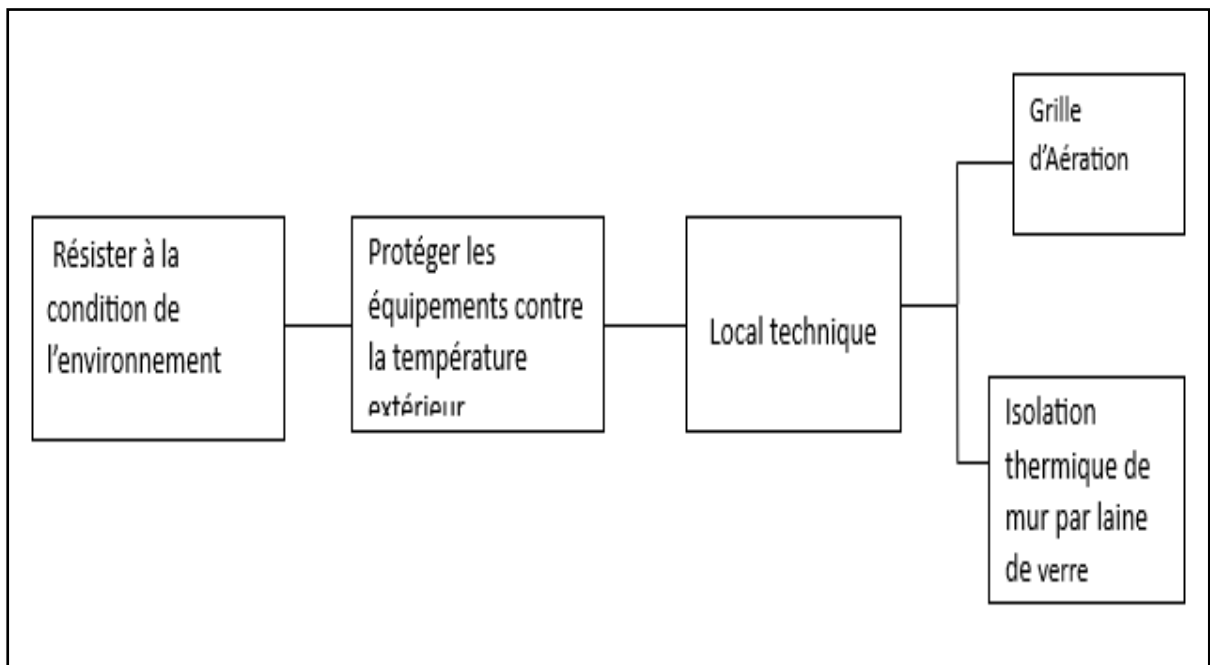


Figure III .9 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 3

FC4 : travailler en toute sécurité

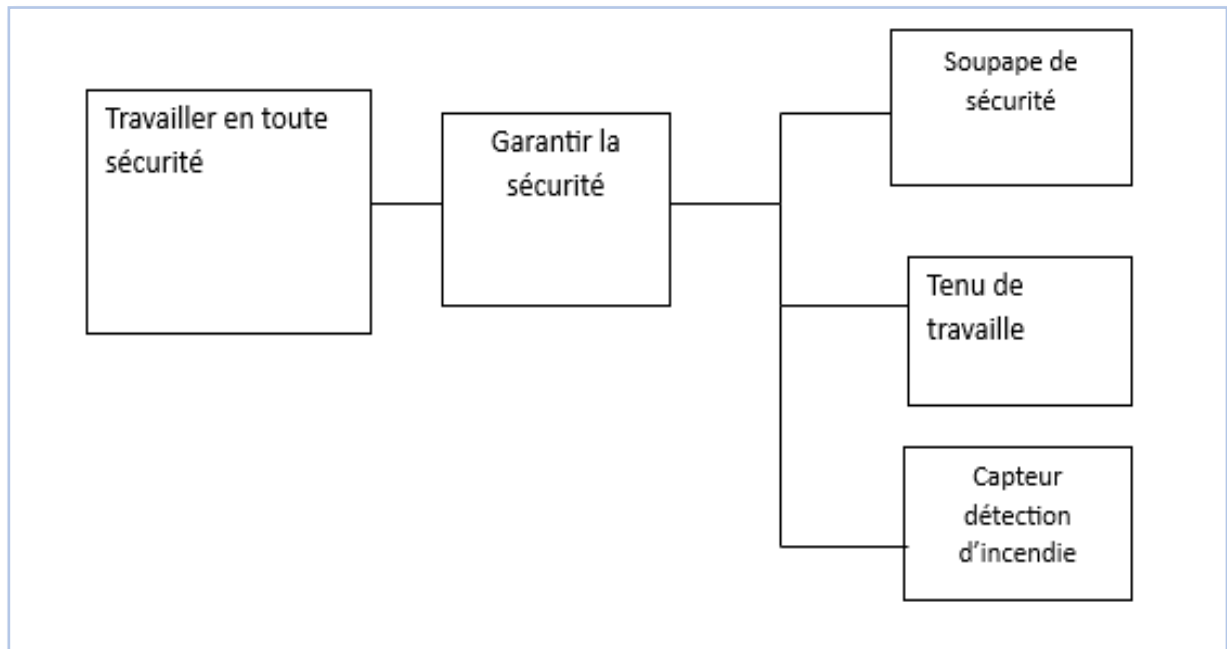


Figure III .10 : Diagramme FAST de la fonction contrainte 4

III.3.2. Validation des fonctions techniques

- ✚ **FP1** : Permettre à SETRAM de réaliser traitée d'eau pour les besoins de ses équipements :

La fonction de service est mesurée par son importance de cette fonction le tableau III.2 suivant explique degré importance et évaluer sa contribution

Tableau III.2. L'importance de la fonction de service

K	Importance de la fonction de service
1	Utile
2	Importante
3	Très importante

L'intérêt de la solution est l'ensemble des avantages qu'elle apporte pour répondre efficacement à un besoin donné le Tableau III.3 suivant permet évaluer intérêt de la solution

Tableau III.3 : intérêt de la solution

Note	Intérêt de la solution
1	Douteuse
2	Moyenne
3	Bien adapté

 **FT2** : Filtrer les particules visibles, la rouille

Le Tableau III.4 suivant donne La valorisation des critères consiste à importance technique à chaque critère :

Tableau III.4 Valorisation des critères

Critères	Description
Sédiment	Sable, rouille, limon, particules
Résistance au colmatage	Dépend de la qualité d'eau et du type de cartouche
Pression	Supporter la pression
Débit d'eau	Dépend le type de cartouche

Le Tableau III.5 explique évaluation synthétique de solution en fonction de plusieurs critères pondérés

Tableau III.5 : Valorisation globale

		Solutions			
		ST211		ST212	
Critères	K	Note	Total	Note	Total
C1	3	2	6	1	3
C2	3	2	6	1	3
C3	2	2	4	1	2
C4	3	2	6	2	6
Total pondéré			22		14

La solution choisie est celle qui a été sélectionnée parmi plusieurs options, car elle répond le mieux aux besoins exprimés et aux critères définis

Solution choisie ST211 : utiliser cartouche à fil

III.4. Conclusion

L'étude fonctionnelle de l'équipement de traitement d'eau a permis d'identifier clairement les besoins, les fonctions principales et contraintes, ainsi que les interactions avec l'environnement. L'utilisation des outils d'analyse (bête à cornes, pieuvre, hiérarchisation, FAST) a guidé une réflexion structurée menant à une solution technique cohérente. La solution retenue répond efficacement aux exigences de qualité de l'eau, de fiabilité du système et d'intégration dans le processus global.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

L'analyse des défaillances des installations fixes de la SETRAM à Ouargla a permis d'identifier avec précision les principales causes des pannes affectant les équipements de plomberie, chauffage et climatisation central. Grâce à l'utilisation conjointe des méthodes de maintenance telles que ABC, le diagramme d'Ishikawa, le brainstorming et l'AMDEC, nous avons pu non seulement classer les causes, Il est également important de comprendre les origines de ces causes et de proposer une solution adaptée à chacune d'elles."

Cette démarche analytique a conduit à l'identification d'une solution adaptée, à savoir le choix d'un système de traitement d'eau performant, répondant aux besoins spécifiques de la Fondation. L'étude fonctionnelle de ce système a permis de définir clairement les exigences à satisfaire

Ce travail constitue une base solide pour optimiser les stratégies de maintenance et prévenir efficacement les défaillances futures. Il ouvre également des perspectives intéressantes pour des recherches complémentaires, notamment sur l'étude approfondie et le dimensionnement des équipements de traitement d'eau, domaine clé pour la pérennité des infrastructures de la SETRAM à Ouargla.

Références bibliographiques

- [1] Metro-report.com, 20 mars 2018 (consulté le 12 avril 2018)
- [2] <https://www.setram.dz/nos-reseaux/ORG>
- [3] Abbassi Abdellatif et Messaaoui Tarek « étude de la maintenance du circuit d'alimentation électrique d'entraînement d'un tramway dans élément désertique » mémoire de fin étude 14/06/2022
- [4] M. Gabriel et Y, Pimor, Ed. Masson Maintenance Assistée par ordinateur, ,1987
- [5] M. DOUABA et BEROUBA, « Analyse analytique FMD et AMDEC d'un compresseur », mémoire de Master, université Kasdi Merbah, Ouargla 2017
- [6] <http://jackadit.com/index.php?p=gstock3> le 08 /02/2025
- [7] Pierre CÉLIER, ENSET de Mohammedia, « Le Diagramme de "Causes à Effet" de Kaoru Ishikawa », Format PDF en ligne
- [8] FHOUDI Soumia « efficacité de la technique du brainstorming dans le développement des compétences de la production orale cas des étudiant 1^{re} l'année licence langue française » Mémoire de Master Université Ahmed Draya Adrar Année universitaire : 2021-2022
- [9] F. Monchy & J. Pierre Vernier Maintenance Méthodes et organisations, Paris 2003.
- [10] R. M, AMDEC – Moyen, base documentaire : méthodes de production dans le thème : Conception et Production et dans l'univers Génie industriel, 1999.
- [11] Mourad BOUSSEROUEL ET Salah Eddine BENKADDOUR « Application de la méthode AMDEC afin d'établir un plan de maintenance dédié à un système de production. Cas : Système MPS 500 du laboratoire MELT » Projet Fin d'études de Master 2018-2019
- [12] Absi Ahmed et ben Fathallah Nabil “ Etude et réalisation treuil à commande électrique » projet fin d'étude de licence 2010-2011
- [13] F. AUDRY professeur agrégé de mécanique, P. TAILLARD IA-IPR STI février 2010
- [14] Académie de Versailles Chapitre 4 : démarche de l'analyse fonctionnelle externe.2013
- [15] Charles Renouvier. (2025). *Définition et modélisation d'un S.A.P.* Cours en ligne, BAC PRO MEI, Lycée

- [16] Académie de Versailles .Méthode FAST pour l'analyse fonctionnelle .2021.12 p
- [17] F. AUDRY professeur agrégé de mécanique, P. TAILLARD IA-IPR STI février 2010
- [18] SETRAM Ouargla « installation de plomberie » document technique formé par les entreprises espagnoles Rover Alcisa – Elecnor –Assignia T1O_BAT_EXE_CHV_314 _ROV_00024_C 2013
- [19] SETRAM Ouargla « installation climatisation » document technique formé par les entreprises espagnoles Rover Alcisa – Elecnor –Assignia T1O_BAT_EXE_CHV_301 _ROV_00001_A 2013

ANNEXES

Annexe A

CODE_EQUIPEMENT	Demande intervention	Date Debut intervention	Date fin intervention
BO.ORG1.PLB.02.03	DI-ORG-2024-0004083	1/9/2024, 16:00	2/9/2024, 11:20
BO.ORG1.PLB.02.03	DI-ORG-2024-0004084	1/9/2024, 13:30	1/9/2024, 14:04
BO.ORG1.PLB..01.05.05	DI-ORG-2024-0004086	1/9/2024, 16:00	1/9/2024, 16:30
BO.ORG1.PLB.02.05	DI-ORG-2024-0004085	1/9/2024, 14:30	1/9/2024, 15:45
BO.ORG1.PLB..01.02.08	DI-ORG-2024-0004102	2/9/2024, 17:09	2/9/2024, 17:59
BO.ORG1.MEN.02.03.02.33	DI-ORG-2024-0004847	3/10/2024, 16:10	3/10/2024, 16:36
BO.ORG1.CHTIR.02	DI-ORG-2024-0004117	3/9/2024, 00:30	3/9/2024, 01:05
BO.ORG1.SER.02	DI-ORG-2024-0004120	3/9/2024, 16:30	3/9/2024, 17:15
BO.ORG1.PLB.02	DI-ORG-2024-0004121	3/9/2024, 13:10	3/9/2024, 14:15
BO.ORG1.PLB.02.01	DI-ORG-2024-0004119	3/9/2024, 14:23	3/9/2024, 16:25
BO.ORG1.PLB.02.03.02.03	DI-ORG-2024-0004149	5/9/2024, 18:30	5/9/2024, 19:03
BO.ORG1.CHTIR.01	DI-ORG-2024-0004175	5/9/2024, 09:40	5/9/2024, 11:10
BO.ORG1.MAC.01.03.01	DI-ORG-2024-0004161	6/9/2024, 12:09	6/9/2024, 12:35
BO.ORG1.CHTIR.01.02.03	DI-ORG-2024-0004165	5/9/2024, 22:40	5/9/2024, 23:15
BO.ORG1.CHTIR.01	DI-ORG-2024-0004166	5/9/2024, 23:15	5/9/2024, 23:55
BO.ORG1.CHTIR.01	DI-ORG-2024-0004176	6/9/2024, 05:00	6/9/2024, 06:25
BO.ORG1.CHTIR.01	DI-ORG-2024-0004180	6/9/2024, 17:10	6/9/2024, 18:00
BO.ORG1	DI-ORG-2024-0004201	7/9/2024, 16:40	7/9/2024, 16:45
BO.ORG1.MEN.01.02.11	DI-ORG-2024-0004202	9/9/2024, 14:00	9/9/2024, 14:48
BO.ORG1	DI-ORG-2024-0004216	9/9/2024, 10:26	9/9/2024, 11:10
BO.ORG1.PLB.02.03.02.03	DI-ORG-2024-0004222	9/9/2024, 09:20	9/9/2024, 10:17
BO.ORG1.STRUC.01.01	DI-ORG-2024-0004223	9/9/2024, 11:22	9/9/2024, 12:00
BO.ORG1.SER.02	DI-ORG-2024-0004224	9/9/2024, 12:10	9/9/2024, 12:40
BO.ORG1.PLB..01.02.05	DI-ORG-2024-0004231	9/9/2024, 11:00	9/9/2024, 15:00
BO.ORG1.CHTIR.01	DI-ORG-2024-0004300	9/9/2024, 13:50	9/9/2024, 15:05
BO.ORG1.PLB..01.02.09	DI-ORG-2024-0004276	11/9/2024, 13:20	11/9/2024, 14:03
BO.ORG1.MEN.01.02.14	DI-ORG-2024-0004281	11/9/2024, 15:50	11/9/2024, 16:26
BO.ORG1.MU.01.03.15	DI-ORG-2024-0004308	11/9/2024, 07:00	11/9/2024, 08:15
BO.ORG1.PLB..01.02.15	DI-ORG-2024-0004316	11/9/2024, 14:15	11/9/2024, 14:33
BO.ORG1.PLB.02.12	DI-ORG-2024-0004329	12/9/2024, 12:00	12/9/2024, 13:10
BO.ORG1.PLB..01.02.01	DI-ORG-2024-0004330	12/9/2024, 15:25	12/9/2024, 16:45
BO.ORG1.PLB.02.03.02	DI-ORG-2024-0004333	12/9/2024, 15:02	12/9/2024, 15:20
BO.ORG1.MU.01.03.15	DI-ORG-2024-0004332	11/9/2024, 15:30	11/9/2024, 16:44
BO.ORG1.SER.01.07.03	DI-ORG-2024-0004405	12/9/2024, 19:30	12/9/2024, 19:50
BO.ORG1.SER.01.02.05	DI-ORG-2024-0004383	14/9/2024, 09:05	14/9/2024, 09:55

Annexes

BO.ORG1.PLB.02.11	DI-ORG-2024-0004393	15/9/2024, 07:10	15/9/2024, 07:48
BO.ORG1.PLB.02	DI-ORG-2024-0004440	18/9/2024, 17:10	18/9/2024, 17:34
BO.ORG1.SER.02	DI-ORG-2024-0004441	17/9/2024, 19:40	17/9/2024, 20:10
BO.ORG1.SER.02.03.02.27	DI-ORG-2024-0004465	18/9/2024, 18:25	18/9/2024, 18:55
BO.ORG1	DI-ORG-2024-0004468	18/9/2024, 15:10	18/9/2024, 16:30
BO.ORG1.PLB..01.02.01	DI-ORG-2024-0004487	18/9/2024, 17:45	18/9/2024, 18:19
BO.ORG1.PLB.01.03.02	DI-ORG-2024-0004529	22/9/2024, 15:29	22/9/2024, 16:33
BO.ORG1.PLB.01.03.01	DI-ORG-2024-0004546	23/9/2024, 10:39	23/9/2024, 11:22
BO.ORG1.PLB..01.02.05	DI-ORG-2024-0004547	23/9/2024, 11:23	23/9/2024, 12:01
BO.ORG1.PLB..01.02.05	DI-ORG-2024-0004548	23/9/2024, 13:03	23/9/2024, 13:15
BO.ORG1.PLB..01.02.04	DI-ORG-2024-0004549	24/9/2024, 17:09	24/9/2024, 17:37
BO.ORG1.PLB..01.02.04	DI-ORG-2024-0004550	23/9/2024, 10:02	23/9/2024, 10:27
BO.ORG1.PLB..01.02.06	DI-ORG-2024-0004544	23/9/2024, 12:33	23/9/2024, 13:07
BO.ORG1.PLB..01.02.06	DI-ORG-2024-0004545	23/9/2024, 12:10	23/9/2024, 12:32
BO.ORG1.MEN.01.02.01	DI-ORG-2024-0004560	29/9/2024, 10:22	29/9/2024, 11:07
BO.ORG1.PLB.02.05.02.01	DI-ORG-2024-0004559	22/9/2024, 16:56	22/9/2024, 17:40
BO.ORG1	DI-ORG-2024-0004601	24/9/2024, 12:47	24/9/2024, 13:10
BO.ORG1	DI-ORG-2024-0004603	24/9/2024, 14:42	24/9/2024, 15:14
BO.ORG1.PLB..01.02.07	DI-ORG-2024-0004611	24/9/2024, 06:03	24/9/2024, 07:15
BO.ORG1	DI-ORG-2024-0004613	24/9/2024, 13:41	24/9/2024, 14:20
BO.ORG1.PLB..01.02.08	DI-ORG-2024-0004640	25/9/2024, 10:03	25/9/2024, 10:37
BO.ORG1.PLB..01.02.10	DI-ORG-2024-0004642	25/9/2024, 11:10	25/9/2024, 11:34
BO.ORG1.PLB..01.02.10	DI-ORG-2024-0004643	25/9/2024, 09:22	25/9/2024, 09:45
BO.ORG1.PLB..01.02.09	DI-ORG-2024-0004641	25/9/2024, 09:45	25/9/2024, 10:00
BO.ORG1.PLP.02.03.01.43	DI-ORG-2024-0004635	1/10/2024, 15:30	1/10/2024, 15:58
BO.ORG1.SER.01.02.01	DI-ORG-2024-0004638	24/9/2024, 19:30	24/9/2024, 20:19
BO.ORG1.PLB..01.02.16	DI-ORG-2024-0004651	25/9/2024, 11:34	25/9/2024, 12:01
BO.ORG1.PLP.02.03.02.46	DI-ORG-2024-0004674	29/9/2024, 16:00	29/9/2024, 16:28
BO.ORG1.PLB.02.03.01.04	DI-ORG-2024-0004675	25/9/2024, 17:30	25/9/2024, 19:10
BO.ORG1.MEN.02.03.01.20	DI-ORG-2024-0004677	25/9/2024, 18:53	
BO.ORG1.SER	DI-ORG-2024-0004693	26/9/2024, 13:10	26/9/2024, 13:53
BO.ORG1.PLP	DI-ORG-2024-0004695	26/9/2024, 15:02	26/9/2024, 15:24
BO.ORG1.PLB.02.03.01	DI-ORG-2024-0004696	29/9/2024, 19:10	29/9/2024, 20:20
BO.ORG1.STRUC.08.08	DI-ORG-2024-0004706	26/9/2024, 15:30	26/9/2024, 16:05
BO.ORG1.MAC.02.04	DI-ORG-2024-0004783	29/9/2024, 16:00	29/9/2024, 19:35
BO.ORG1.PLB.02.03.01.04	DI-ORG-2024-0004758	29/9/2024, 17:58	29/10/2024, 18:17
BO.ORG1.PLB.02.03.01	DI-ORG-2024-0004759	29/9/2024, 17:25	29/10/2024, 17:53
BO.ORG1.PLB.02.03.01.05	DI-ORG-2024-0004760	29/9/2024, 18:21	29/10/2024, 19:02
BO.ORG1.PLB.02.03.02.01	DI-ORG-2024-0004761	29/9/2024, 19:04	29/10/2024, 19:13
BO.ORG1.PLB.02.03.02.04	DI-ORG-2024-0004762	29/9/2024, 14:03	29/9/2024, 14:30

Annexes

BO.ORG1.MEN.01.02.15	DI-ORG-2024-0004768	30/9/2024, 05:30	30/9/2024, 06:26
ELM.ORG1.CLIM.01.01.01	DI-ORG-2024-0004074	1/9/2024, 06:02	1/9/2024, 06:13
ELM.ORG1.CLIM.01.01.14	DI-ORG-2024-0004095	3/9/2024, 18:30	3/9/2024, 20:00
ELM.ORG1.CLIM.02	DI-ORG-2024-0004118	3/9/2024, 17:20	3/9/2024, 19:00
ELM.ORG1.ELC.01.01.15	DI-ORG-2024-0004124	4/9/2024, 13:20	4/9/2024, 14:30
ELM.ORG1.CLIM.02.01.01	DI-ORG-2024-0004146	4/9/2024, 15:15	4/9/2024, 15:55
ELM.ORG1.CLIM.02.03.02.0	DI-ORG-2024-0004173	8/9/2024, 15:06	8/9/2024, 16:10
ELM.ORG1.CLIM.01.08.08	DI-ORG-2024-0004159	8/9/2024, 16:35	8/9/2024, 17:00
ELM.ORG1.CLIM.01.08.05	DI-ORG-2024-0004160	7/9/2024, 11:00	7/9/2024, 11:37
ELM.ORG1.CLIM.01.03.06	DI-ORG-2024-0004172	6/9/2024, 08:30	6/9/2024, 11:47
ELM.ORG1.ECL.01.02.15	DI-ORG-2024-0004292	5/9/2024, 17:00	
ELM.ORG1.ELC.01.01.01	DI-ORG-2024-0004162	6/9/2024, 14:15	6/9/2024, 16:20
ELM.ORG1.ELC.02	DI-ORG-2024-0004198	7/9/2024, 14:00	9/9/2024, 19:45
ELM.ORG1.POMP.01	DI-ORG-2024-0004199	11/9/2024, 06:50	11/9/2024, 08:00
ELM.ORG1.CLIM.01.03.08	DI-ORG-2024-0004182	7/9/2024, 08:20	7/9/2024, 09:15
ELM.ORG1.ELC.02	DI-ORG-2024-0004200	8/9/2024, 09:30	8/9/2024, 10:35
ELM.ORG1.CLIM.01.01.04	DI-ORG-2024-0004188	7/9/2024, 16:00	7/9/2024, 16:35
ELM.ORG1.CLIM.01.08.11	DI-ORG-2024-0004214	18/9/2024, 15:03	18/9/2024, 15:30
ELM.ORG1.CLIM.01.08.14	DI-ORG-2024-0004215	1/10/2024, 09:50	2/10/2024, 18:38
ELM.ORG1.CLIM.01.08.09	DI-ORG-2024-0004213	1/10/2024, 08:20	2/10/2024, 16:40
ELM.ORG1.CLIM.02.03	DI-ORG-2024-0004192	8/9/2024, 10:20	8/9/2024, 18:35
ELM.ORG1.ECL.02.04.02.23	DI-ORG-2024-0004203	10/9/2024, 14:15	10/9/2024, 14:45
ELM.ORG1.ELC.01.01.15	DI-ORG-2024-0004212	9/9/2024, 15:55	9/9/2024, 16:15
ELM.ORG1.CLIM.01.01.14	DI-ORG-2024-0004211	9/9/2024, 15:06	9/9/2024, 15:38
ELM.ORG1.CLIM.01.03.04	DI-ORG-2024-0004295	30/9/2024, 14:55	30/9/2024, 15:37
ELM.ORG1.CLIM	DI-ORG-2024-0004238	10/9/2024, 10:40	10/9/2024, 11:20
ELM.ORG1.CLIM.01.02.04	DI-ORG-2024-0004404	22/9/2024, 18:00	22/9/2024, 18:49
ELM.ORG1.CLIM.01.03.06	DI-ORG-2024-0004400	29/9/2024, 11:59	29/9/2024, 12:18
ELM.ORG1.CLIM.01.03.07	DI-ORG-2024-0004401	29/9/2024, 11:27	29/9/2024, 11:49
ELM.ORG1.CLIM.01.02.05	DI-ORG-2024-0004402	29/9/2024, 10:43	29/9/2024, 10:54
ELM.ORG1.CLIM.01.02.05	DI-ORG-2024-0004403	29/9/2024, 10:55	29/9/2024, 11:20
ELM.ORG1.ELC.02	DI-ORG-2024-0004267	10/9/2024, 09:30	10/9/2024, 09:59
ELM.ORG1.ECL.02	DI-ORG-2024-0004268	10/9/2024, 10:09	10/9/2024, 10:35
ELM.ORG1.CLIM.01.02.04	DI-ORG-2024-0004397	13/9/2024, 09:30	13/9/2024, 10:00
ELM.ORG1.CLIM.01.01.15	DI-ORG-2024-0004317	11/9/2024, 14:34	11/9/2024, 15:50

Annexes

ELM.ORG1.CLIM.02.03	DI-ORG-2024-0004431	15/9/2024, 17:40	15/9/2024, 18:10
ELM.ORG1.ELC.02.04	DI-ORG-2024-0004362	12/9/2024, 19:02	12/9/2024, 19:26
ELM.ORG1.CLIM.01.01.05	DI-ORG-2024-0004382	14/9/2024, 10:00	14/9/2024, 10:17
ELM.ORG1.CLIM.02.03.01	DI-ORG-2024-0004392	15/9/2024, 08:10	15/9/2024, 09:16
ELM.ORG1.ECL.02	DI-ORG-2024-0004394	15/9/2024, 06:20	15/9/2024, 06:40
ELM.ORG1.CLIM.02.03.01.3	DI-ORG-2024-0004429	17/9/2024, 14:45	17/9/2024, 15:40
ELM.ORG1.CLIM.01.01.04	DI-ORG-2024-0004433	17/9/2024, 16:00	17/9/2024, 16:45
ELM.ORG1.CLIM.01.03.08	DI-ORG-2024-0004432	23/9/2024, 13:27	23/9/2024, 14:04
ELM.ORG1.CLIM.02.03.02	DI-ORG-2024-0004411	17/9/2024, 08:00	17/9/2024, 08:20
ELM.ORG1.CLIM.02	DI-ORG-2024-0004435	17/9/2024, 14:45	17/9/2024, 15:40
ELM.ORG1.CLIM.02.03.02.2	DI-ORG-2024-0004434	17/9/2024, 14:45	17/9/2024, 15:40
ELM.ORG1.ELC.01.01.04	DI-ORG-2024-0004483	18/9/2024, 15:15	18/9/2024, 15:40
ELM.ORG1.ELC.01.01.15	DI-ORG-2024-0004522	21/9/2024, 09:00	21/9/2024, 09:55
ELM.ORG1.CLIM.01.01.12	DI-ORG-2024-0004533	22/9/2024, 14:48	22/9/2024, 15:18
ELM.ORG1.ECL.01.03.01	DI-ORG-2024-0004539	22/9/2024, 14:06	22/9/2024, 14:26
ELM.ORG1.CLIM.01.02.04	DI-ORG-2024-0004577	23/9/2024, 15:10	24/9/2024, 10:26
ELM.ORG1	DI-ORG-2024-0004589	25/9/2024, 14:15	26/9/2024, 20:00
ELM.ORG1.CLIM.01.01.05	DI-ORG-2024-0004586	23/9/2024, 17:21	23/9/2024, 18:03
ELM.ORG1	DI-ORG-2024-0004590	23/9/2024, 14:30	24/9/2024, 19:50
ELM.ORG1.PPR.01	DI-ORG-2024-0004623	23/9/2024, 18:10	23/9/2024, 19:25
ELM.ORG1.ECL.02.04.02.31	DI-ORG-2024-0004624	24/9/2024, 14:25	24/9/2024, 14:35
ELM.ORG1.ECL.01.01.04	DI-ORG-2024-0004625	23/9/2024, 19:28	23/9/2024, 20:00
ELM.ORG1.CLIM.01.01.01	DI-ORG-2024-0004626	24/9/2024, 15:28	24/9/2024, 16:50
ELM.ORG1.ELC.01.01.12	DI-ORG-2024-0004633	24/9/2024, 10:48	24/9/2024, 11:09
ELM.ORG1.ECL.01.01.15	DI-ORG-2024-0004648	24/9/2024, 19:38	24/9/2024, 20:15
ELM.ORG1.CLIM.02.03.02.4	DI-ORG-2024-0004678	29/9/2024, 16:33	30/9/2024, 14:35
ELM.ORG1.CLIM	DI-ORG-2024-0004672	25/9/2024, 15:40	25/9/2024, 15:48
ELM.ORG1.ECL.01.03.06	DI-ORG-2024-0004687	26/9/2024, 14:00	26/9/2024, 14:45
ELM.ORG1.CLIM.01.01.15	DI-ORG-2024-0004715	30/9/2024, 15:49	30/9/2024, 17:20
ELM.ORG1.ELC.01.01.16	DI-ORG-2024-0004723	29/9/2024, 11:00	29/9/2024, 12:05
ELM.ORG1.CLIM	DI-ORG-2024-0004746	30/9/2024, 08:29	30/9/2024, 09:01
ELM.ORG1.CLIM	DI-ORG-2024-0004796	1/10/2024, 08:10	1/10/2024, 09:23
BIL.ORG1.VE.03	DI-ORG-2024-0004113	4/9/2024, 07:00	4/9/2024, 07:05
BIL.ORG1.VE.03	DI-ORG-2024-0004126	4/9/2024, 06:30	4/9/2024, 06:50
BIL.ORG1.VE.03	DI-ORG-2024-0004127	4/9/2024, 06:50	4/9/2024, 07:00
BIL.ORG1.VE.21	DI-ORG-2024-0004218	9/9/2024, 12:40	9/9/2024, 15:00
BIL.ORG1.VE.04	DI-ORG-2024-0004220	9/9/2024, 09:40	9/9/2024, 10:25
BIL.ORG1.VE.23	DI-ORG-2024-0004219	9/9/2024, 13:20	9/9/2024, 14:04
BIL.ORG1.VE.16	DI-ORG-2024-0004240	10/9/2024, 09:00	10/9/2024, 09:35

Annexes

BIL.ORG1.VE.16	DI-ORG-2024-0004241	10/9/2024, 09:00	10/9/2024, 10:15
BIL.ORG1.VE.15	DI-ORG-2024-0004244	10/9/2024, 08:32	10/9/2024, 08:57
BIL.ORG1.VE.15	DI-ORG-2024-0004245	10/9/2024, 09:33	10/9/2024, 09:51
BIL.ORG1.VE.05	DI-ORG-2024-0004261	10/9/2024, 11:05	10/9/2024, 12:10
BIL.ORG1.VE.07	DI-ORG-2024-0004266	10/9/2024, 12:20	10/9/2024, 13:20
BIL.ORG1.VE.07	DI-ORG-2024-0004319	11/9/2024, 10:00	11/9/2024, 10:15
BIL.ORG1.VE.23	DI-ORG-2024-0004320	11/9/2024, 08:51	11/9/2024, 09:15
BIL.ORG1.VE.16	DI-ORG-2024-0004321	11/9/2024, 08:10	11/9/2024, 08:40
BIL.ORG1.VE.05	DI-ORG-2024-0004325	11/9/2024, 14:42	11/9/2024, 15:10
BIL.ORG1.VE.13	DI-ORG-2024-0004326	11/9/2024, 14:00	11/9/2024, 14:40
BIL.ORG1.VE.18	DI-ORG-2024-0004354	12/9/2024, 09:20	12/9/2024, 09:52
BIL.ORG1.VE.07.02	DI-ORG-2024-0004406	15/9/2024, 18:40	15/9/2024, 19:00
BIL.ORG1.VE.04	DI-ORG-2024-0004423	17/9/2024, 10:30	17/9/2024, 10:48
BIL.ORG1.VE.07	DI-ORG-2024-0004424	17/9/2024, 10:00	17/9/2024, 11:00
BIL.ORG1.VE.08	DI-ORG-2024-0004425	17/9/2024, 12:30	17/9/2024, 13:02
BIL.ORG1.VE.13	DI-ORG-2024-0004426	17/9/2024, 10:30	17/9/2024, 11:12
BIL.ORG1.VE.14	DI-ORG-2024-0004427	19/9/2024, 08:10	19/9/2024, 08:50
BIL.ORG1.VE.23	DI-ORG-2024-0004428	17/9/2024, 10:40	17/9/2024, 11:10
BIL.ORG1.VE.09	DI-ORG-2024-0004524	21/9/2024, 11:00	21/9/2024, 11:15
BIL.ORG1.VE.09	DI-ORG-2024-0004526	21/9/2024, 11:15	21/9/2024, 11:25
BIL.ORG1.VE.07	DI-ORG-2024-0004530	22/9/2024, 06:17	22/9/2024, 06:27
BIL.ORG1.VE.11	DI-ORG-2024-0004568	22/9/2024, 16:30	22/9/2024, 17:45
BIL.ORG1.VE.13	DI-ORG-2024-0004583	23/9/2024, 08:33	23/9/2024, 09:12
BIL.ORG1.VE.13	DI-ORG-2024-0004584	23/9/2024, 08:33	23/9/2024, 09:12
BIL.ORG1.VE.17	DI-ORG-2024-0004588	23/9/2024, 09:37	23/9/2024, 10:00
BIL.ORG1.VE.06	DI-ORG-2024-0004593	23/9/2024, 10:10	23/9/2024, 10:31
BIL.ORG1.VE.19.01	DI-ORG-2024-0004604	23/9/2024, 17:00	23/9/2024, 17:30
BIL.ORG1.VE.20.01	DI-ORG-2024-0004606	23/9/2024, 14:00	23/9/2024, 14:20
BIL.ORG1.VE.23	DI-ORG-2024-0004668	25/9/2024, 06:12	25/9/2024, 07:22
BIL.ORG1.VE.09	DI-ORG-2024-0004764	29/9/2024, 19:52	29/9/2024, 20:20
BIL.ORG1.VE.12.01	DI-ORG-2024-0004799	30/9/2024, 17:30	30/9/2024, 18:06
BIL.ORG1.VE.16.01	DI-ORG-2024-0004801	30/9/2024, 17:10	30/9/2024, 17:45
BIL.ORG1.VE.08.04	DI-ORG-2024-0004803	30/9/2024, 19:20	30/9/2024, 19:43
VOI.ORG1.RAIL.01.08	DI-ORG-2024-0004123	3/9/2024, 09:15	3/9/2024, 10:46
VOI.ORG1.RAIL.01	DI-ORG-2024-0004150	5/9/2024, 08:15	5/9/2024, 09:20
VOI.ORG1.ADV.02.01.21	DI-ORG-2024-0004155	5/9/2024, 17:00	5/9/2024, 17:25
VOI.ORG1.RAIL.01.15	DI-ORG-2024-0004184	7/9/2024, 07:00	7/9/2024, 08:45
VOI.ORG1.ADV.01.01.01.03	DI-ORG-2024-0004279	10/9/2024, 13:00	10/9/2024, 14:45

Annexes

VOI.ORG1.PLF.01	DI-ORG-2024-0004256	10/9/2024, 10:05	10/9/2024, 11:43
VOI.ORG1.RAIL.01	DI-ORG-2024-0004318	11/9/2024, 08:10	11/9/2024, 09:34
VOI.ORG1.RAIL.01	DI-ORG-2024-0004370	13/9/2024, 10:30	13/9/2024, 11:40
VOI.ORG1.RAIL.01.10	DI-ORG-2024-0004419	17/9/2024, 07:30	17/9/2024, 09:55
VOI.ORG1.RAIL.02	DI-ORG-2024-0004438	18/9/2024, 18:00	18/9/2024, 19:00
VOI.ORG1.RAIL.01.01	DI-ORG-2024-0004464	18/9/2024, 09:00	18/9/2024, 10:00
VOI.ORG1.ADV.01.01.01.03	DI-ORG-2024-0004500	19/9/2024, 14:05	19/9/2024, 14:25
VOI.ORG1.RAIL.02	DI-ORG-2024-0004531	20/9/2024, 10:05	20/9/2024, 11:45
VOI.ORG1.ADV.01.01.01.01	DI-ORG-2024-0004573	23/9/2024, 05:50	23/9/2024, 06:30
VOI.ORG1.RAIL.01.17	DI-ORG-2024-0004666	24/9/2024, 09:44	24/9/2024, 11:00
VOI.ORG1.RAIL.01	DI-ORG-2024-0004700	26/9/2024, 10:45	26/9/2024, 11:55
VOI.ORG1.RAIL.01	DI-ORG-2024-0004705	26/9/2024, 23:30	27/9/2024, 01:15
VOI.ORG1.RAIL.02	DI-ORG-2024-0004767	29/9/2024, 18:05	29/9/2024, 19:45
VOI.ORG1.RAIL.01	DI-ORG-2024-0004791	30/9/2024, 15:00	30/9/2024, 15:54
CFO.ORG1.PEF.06.06	DI-ORG-2024-0004186	7/9/2024, 10:00	7/9/2024, 11:00
CFO.ORG1.RBT.03.03.01	DI-ORG-2024-0004251	10/9/2024, 08:00	10/9/2024, 09:00
CFO.ORG1.RBT.03.03.01.02	DI-ORG-2024-0004253	10/9/2024, 08:00	10/9/2024, 09:00
CFO.ORG1.RBT.03.06.01	DI-ORG-2024-0004283	18/9/2024, 18:17	
CFO.ORG1.RBT.03.06.02	DI-ORG-2024-0004272	11/9/2024, 12:03	
CFO.ORG1.PEF.01.06	DI-ORG-2024-0004439	17/9/2024, 20:00	17/9/2024, 21:00
CFO.ORG1.RBT.03.05.02	DI-ORG-2024-0004542	22/9/2024, 08:30	22/9/2024, 09:30
CFO.ORG1.RT.04.05.01	DI-ORG-2024-0004576	23/9/2024, 06:30	23/9/2024, 07:30
CFO.ORG1.HT.02.02	DI-ORG-2024-0004756	17/9/2024, 23:00	18/9/2024, 03:00
CFO.ORG1.HT.02.03	DI-ORG-2024-0004757	17/9/2024, 23:00	18/9/2024, 03:00
CFO.ORG1.HT.02.01	DI-ORG-2024-0004755	16/9/2024, 23:00	17/9/2024, 03:00
CFO.ORG1.RT.01.02.10	DI-ORG-2024-0004794	27/9/2024, 03:30	27/9/2024, 04:00
CFO.ORG1.RT.04.02.03	DI-ORG-2024-0004795	27/9/2024, 03:45	27/9/2024, 06:30
CFO.ORG1.RBT.04.01.01	DI-ORG-2024-0004743	27/9/2024, 07:00	27/9/2024, 08:00
CFO.ORG1.RBT.03.01.01	DI-ORG-2024-0004793	30/9/2024, 14:42	
CFO.ORG1.PEF.09.09	DI-ORG-2024-0004742	27/9/2024, 23:00	28/9/2024, 01:00
CFO.ORG1.RBT.03.09.03	DI-ORG-2024-0004741	27/9/2024, 23:00	28/9/2024, 01:00
CFO.ORG1.PEF.02.03	DI-ORG-2024-0004735	29/9/2024, 09:20	29/9/2024, 10:20
CFA.ORG1.SLT.17A	DI-ORG-2024-0004171	5/9/2024, 07:30	5/9/2024, 08:30
CFA.ORG1.SLT.15A	DI-ORG-2024-0004169	5/9/2024, 05:30	5/9/2024, 06:30
CFA.ORG1.SLT.19A	DI-ORG-2024-0004170	5/9/2024, 06:30	5/9/2024, 07:30
CFA.ORG1.SLT.17A	DI-ORG-2024-0004259	10/9/2024, 11:00	10/9/2024, 12:00
CFA.ORG1.SLT.04	DI-ORG-2024-0004301	10/9/2024, 19:00	11/9/2024, 10:00
CFA.ORG1.SLT.01	DI-ORG-2024-0004302	10/9/2024, 20:00	10/9/2024, 21:00
CFA.ORG1.SLT.18	DI-ORG-2024-0004346	12/9/2024, 06:00	12/9/2024, 07:00
CFA.ORG1.SLT.19A	DI-ORG-2024-0004347	12/9/2024, 07:00	12/9/2024, 08:00
CFA.ORG1.SLT.03	DI-ORG-2024-0004361	12/9/2024, 15:30	12/9/2024, 16:00
CFA.ORG1.SLT.06	DI-ORG-2024-0004360	12/9/2024, 16:15	12/9/2024, 17:15
CFA.ORG1.SLT.08A	DI-ORG-2024-0004561	22/9/2024, 15:15	22/9/2024, 15:45
CFA.ORG1.SLT.17A	DI-ORG-2024-0004578	23/9/2024, 06:00	23/9/2024, 08:00
CFA.ORG1.SLT.04	DI-ORG-2024-0004747	27/9/2024, 05:00	27/9/2024, 06:00
CFA.ORG1.SLT.13	DI-ORG-2024-0004748	27/9/2024, 06:00	27/9/2024, 07:00
CFA.ORG1.SLT.15A	DI-ORG-2024-0004749	27/9/2024, 07:00	27/9/2024, 07:30
CFA.ORG1.SLT.18	DI-ORG-2024-0004750	27/9/2024, 08:30	27/9/2024, 09:30
CFA.ORG1.SLT.19A	DI-ORG-2024-0004751	27/9/2024, 08:30	27/9/2024, 09:30
CFA.ORG1.SLT.03	DI-ORG-2024-0004752	28/9/2024, 20:00	28/9/2024, 21:00
LAC.ORG1.06.17	DI-ORG-2024-0004183	9/9/2024, 09:00	9/9/2024, 10:00
LAC.ORG1.06.17	DI-ORG-2024-0004430	25/9/2024, 00:00	25/9/2024, 01:30
LAC.ORG1.06.17	DI-ORG-2024-0004513	26/9/2024, 00:00	26/9/2024, 01:30

Annexes

Annexe B

CODE_DI	TITRE_DI	CODE_EQUIPEMENT	DEB_INTERVENTION	FIN_INTERVENTION	Temps d'arrêt (min)
DI-ORG-2024-0001453	Pompe à eau en défaut	BO.ORG1.PLB.02.11	7/4/2024, 08:05	7/4/2024, 13:39	334
DI-ORG-2024-0002391	Changement des pressostats	ELM.ORG1.POMP.01	28/5/2024, 11:23	28/5/2024, 12:40	77
DI-ORG-2024-0002799	pompe en défaut	BO.ORG1.PLB.02.08	24/7/2024, 13:45	25/7/2024, 19:20	1775
DI-ORG-2024-0003471	Débit d'eau trop faible aux mitige	BO.ORG1.PLB.02.04.02	22/7/2024, 13:10	22/7/2024, 14:00	50
DI-ORG-2024-0003904	manque d'eau cote administratif	BO.ORG1.PLB.02.03.02	19/8/2024, 10:10	19/8/2024, 10:58	48
DI-ORG-2024-0004149	Pas d'eau au sanitaire Homme P	BO.ORG1.PLB.02.03.02	5/9/2024, 18:30	5/9/2024, 19:03	33
DI-ORG-2024-0004393	Fuite d'eau	BO.ORG1.PLB.02.11	15/9/2024, 07:10	15/9/2024, 07:48	38
DI-ORG-2024-0001853	Manque d'eau au remisage	ELM.ORG1	30/4/2024, 06:10	30/4/2024, 06:43	33
DI-ORG-2024-0002953	Douchette en défaut Sanitaire ho	BO.ORG1.PLB	26/6/2024, 15:00	26/6/2024, 15:35	35
DI-ORG-2024-0001461	Mitigeur en défaut	BO.ORG1.PLB..01.02.1	13/4/2024, 10:25	20/4/2024, 13:00	10235
DI-ORG-2024-0001510	Problème de douchette	BO.ORG1.PLB.02.03.02	14/4/2024, 12:45	14/4/2024, 12:58	13
DI-ORG-2024-0001542	fuite au sanitaire atelier	BO.ORG1.PLB.02.05	16/4/2024, 13:31	16/4/2024, 15:59	208
DI-ORG-2024-0002179	fuite d'eaut .	BO.ORG1.MOBS.02.02	15/5/2024, 14:45	15/5/2024, 14:50	5
DI-ORG-2024-0002262	fuite d'eau	BO.ORG1.MOBS.02.02	18/5/2024, 11:10	18/5/2024, 12:00	50
DI-ORG-2024-0003053	Fuite d'eau au niveau du sanitair	BO.ORG1.PLB	30/6/2024, 14:55	30/6/2024, 16:02	127
DI-ORG-2024-0003146	Fuite d'eau dans le sanitaire hom	BO.ORG1.PLB.02.03.02	4/7/2024, 13:20	4/7/2024, 13:51	31
DI-ORG-2024-0003170	fuite d'eau	BO.ORG1.PLB.02.03.02	8/7/2024, 13:00	8/7/2024, 13:12	12
DI-ORG-2024-0003435	Fuite d'eau depuis douchette	BO.ORG1.PLB.02.03.02	21/7/2024, 13:20	21/7/2024, 14:00	40
DI-ORG-2024-0003541	fuite d'eau	BO.ORG1.PLB.02.05.02	24/7/2024, 13:25	24/7/2024, 15:00	35
DI-ORG-2024-0003687	Fuite d'eau vestiaire femme, Mi	BO.ORG1.PLB.02	4/8/2024, 09:00	4/8/2024, 09:40	40
DI-ORG-2024-0003888	Fuite d'eau depuis lavabo Vestiai	BO.ORG1.PLB.02.03	18/8/2024, 14:00	18/8/2024, 14:08	8
DI-ORG-2024-0003966	Fuite d'eau Plafond au niveau ad	BO.ORG1.PLB.02.05.02	25/8/2024, 14:08	25/8/2024, 15:45	97
DI-ORG-2024-0004025	Infiltration d'eau depuis mitigeur	BO.ORG1.PLB.02.04.02	28/8/2024, 14:40	28/8/2024, 15:30	50
DI-ORG-2024-0004051	feuite d'eau au niveau de lavabo	BO.ORG1.PLB..01.02.0	29/8/2024, 14:58	29/8/2024, 15:17	19
DI-ORG-2024-0004083	Fuite d'eau lavabo	BO.ORG1.PLB.02.03	1/9/2024, 16:00	2/9/2024, 11:20	1120
DI-ORG-2024-0004120	Chasse d'eau bloqué	BO.ORG1.SER.02	3/9/2024, 16:30	3/9/2024, 17:15	45
DI-ORG-2024-0004121	Infiltration d'eau sans arrête	BO.ORG1.PLB.02	3/9/2024, 13:10	3/9/2024, 14:15	75
DI-ORG-2024-0004440	Fuite d'eau Sanitaire remisage	BO.ORG1.PLB.02	18/9/2024, 17:10	18/9/2024, 17:34	24
DI-ORG-2024-0004675	Fuite d'eaux importante a l'interi	BO.ORG1.PLB.02.03.01	25/9/2024, 17:30	25/9/2024, 19:10	100
DI-ORG-2024-0003776	Lavabo Bouchés Bureau infirmière	BO.ORG1.PLB.02	7/8/2024, 12:40	7/8/2024, 13:05	25
DI-ORG-2024-0003889	Installation de support douchette	BO.ORG1.PLB.02.03	20/8/2024, 17:40	20/8/2024, 18:30	40
DI-ORG-2024-0003890	Changement douchette Vestiaire	BO.ORG1.PLB.02.03	18/8/2024, 13:45	18/8/2024, 14:00	15
DI-ORG-2024-0003917	Changement douchette Sanitaire	BO.ORG1.PLB.02.06	20/8/2024, 13:20	20/8/2024, 14:05	45
DI-ORG-2024-0004222	La chasse en défaut	BO.ORG1.PLB.02.03.02	9/9/2024, 09:20	9/9/2024, 10:17	57
DI-ORG-2024-0004559	fuite d'eau Vestiaire Hommes - 1	BO.ORG1.PLB.02.05.02	22/9/2024, 16:56	22/9/2024, 17:40	44
DI-ORG-2024-0004759	Siphon de sol bouché	BO.ORG1.PLB.02.03.01	29/9/2024, 17:25	29/10/2024, 17:53	28
DI-ORG-2024-0004760	Siphon lave main dégradé	BO.ORG1.PLB.02.03.01	29/9/2024, 18:21	29/10/2024, 19:02	41
DI-ORG-2024-0004761	Manque support douchette	BO.ORG1.PLB.02.03.02	29/9/2024, 19:04	29/10/2024, 19:13	9
DI-ORG-2024-0004762	Douchette en défaut	BO.ORG1.PLB.02.03.02	29/9/2024, 14:03	29/9/2024, 14:30	27
DI-ORG-2024-0001692	Un défaut au niveau du robinet d	ELM.ORG1	21/4/2024, 15:15	23/4/2024, 15:38	23

Annexes

DI-ORG-2024-0001750	Absence d'eau aux mitigeurs	BO.ORG1.PLB.02.03.02	25/4/2024, 12:55	25/4/2024, 15:00	125
DI-ORG-2024-0003694	Siphon de sole sanitaires, vestiaire	BO.ORG1	4/8/2024, 15:08	4/8/2024, 16:19	71
DI-ORG-2024-0003705	Manque d'eau au remisage	BO.ORG1.PLB.02.06	8/8/2024, 14:03	8/8/2024, 14:30	27
DI-ORG-2024-0003916	02 Lavabos bouché	BO.ORG1.PLB.02.03.02	20/8/2024, 14:15	20/8/2024, 15:45	30
DI-ORG-2024-0004084	Changement robinet d'arrêt	BO.ORG1.PLB.02.03	1/9/2024, 13:30	1/9/2024, 14:04	34
DI-ORG-2024-0004085	Changement douchette + Support	BO.ORG1.PLB.02.05	1/9/2024, 14:30	1/9/2024, 15:45	15
DI-ORG-2024-0004329	fuite d'eau	BO.ORG1.PLB.02.12	12/9/2024, 12:00	12/9/2024, 13:10	50
DI-ORG-2024-0002196	Changement kit douchette WC S	BO.ORG1.PLB	19/5/2024, 15:03	19/5/2024, 15:26	23
DI-ORG-2024-0004119	Siphon de sol bouché	BO.ORG1.PLB.02.01	3/9/2024, 14:23	3/9/2024, 16:25	122
DI-ORG-2024-0004696	Remplacement du cifon de terre	BO.ORG1.PLB.02.03.01	29/9/2024, 19:10	29/9/2024, 20:20	70
DI-ORG-2024-0004758	Douchette en défaut	BO.ORG1.PLB.02.03.01	29/9/2024, 17:58	29/10/2024, 18:17	79
DI-ORG-2024-0004601	Siffon de la vabo du sanitaire cot	BO.ORG1	24/9/2024, 12:47	24/9/2024, 13:10	23
DI-ORG-2024-0004635	Detection d'eventuelle fuite d'ea	BO.ORG1.PLB.02.03.01	1/10/2024, 15:30	1/10/2024, 15:58	28
DI-ORG-2024-0001503	Manque d'eau au sanitaire homr	BO.ORG1.PLB.02.03.02	12/4/2024, 15:15	14/4/2024, 17:20	125
DI-ORG-2024-0002158	défaut climatiseur bureau comm	ELM.ORG1.CLIM.02.03	15/5/2024, 14:47	15/5/2024, 15:07	20
DI-ORG-2024-0002162	Clim en défaut	ELM.ORG1.CLIM.02.07	9/5/2024, 15:50	9/5/2024, 18:20	150
DI-ORG-2024-0002195	Changement d'huile des compres	ELM.ORG1.CLIM	19/5/2024, 07:09	19/5/2024, 11:02	233
DI-ORG-2024-0002197	Climatisation en défaut MIF	ELM.ORG1.CLIM	16/5/2024, 13:10	16/5/2024, 14:30	80
DI-ORG-2024-0002313	Climatisation de bureau IEFR	ELM.ORG1.CLIM.02.03	21/5/2024, 13:20	21/5/2024, 14:03	43
DI-ORG-2024-0002322	clim HS	ELM.ORG1.CLIM.02.03	21/5/2024, 13:41	21/5/2024, 14:20	39
DI-ORG-2024-0002484	defaut climatisation bureau IEFR	ELM.ORG1.CLIM.02	29/5/2024, 10:50	29/5/2024, 11:52	62
DI-ORG-2024-0002523	CLIMATISEUR BUREAU VENTE ET	ELM.ORG1.CLIM.02.03	31/5/2024, 15:21	31/5/2024, 16:07	46
DI-ORG-2024-0002568	Défaut climatisation bureau IEFR	ELM.ORG1.CLIM.02.06	3/6/2024, 07:47	3/6/2024, 08:10	23
DI-ORG-2024-0002590	Changement d'huile compresseu	ELM.ORG1.CLIM.02.03	3/6/2024, 08:00	3/6/2024, 15:00	420
DI-ORG-2024-0002627	defaut climatisation IEFR	ELM.ORG1.CLIM	5/6/2024, 15:37	5/6/2024, 16:00	23
DI-ORG-2024-0002709	Electrovanne de groupe glaçon n	ELM.ORG1.CLIM.02.03	9/6/2024, 16:26	9/6/2024, 17:58	82
DI-ORG-2024-0003132	Defaut de climatisation au burea	ELM.ORG1.CLIM	4/7/2024, 06:00	4/7/2024, 06:18	18
DI-ORG-2024-0003214	Climatisation ureau de service à	ELM.ORG1.CLIM.02.03	10/7/2024, 06:40	10/7/2024, 06:53	13
DI-ORG-2024-0003257	Nettoyage de groupe glaçon	ELM.ORG1.CLIM.02.03	10/7/2024, 17:10	10/7/2024, 19:30	140
DI-ORG-2024-0003258	Nettoyage de groupe glaçon	ELM.ORG1.CLIM.02.04	14/7/2024, 17:04	14/7/2024, 19:38	154
DI-ORG-2024-0003304	defaut climatisation BUREAU IEF	ELM.ORG1.CLIM	15/7/2024, 08:20	15/7/2024, 10:33	133
DI-ORG-2024-0003313	desfonctionnement de la climatis	ELM.ORG1.CLIM.02.03	15/7/2024, 14:35	15/7/2024, 14:47	12
DI-ORG-2024-0003483	climatiseur nouveau bureau acha	ELM.ORG1.CLIM.02	23/7/2024, 14:58	23/7/2024, 17:00	122
DI-ORG-2024-0003832	Absence de branchement tuyaut	ELM.ORG1.CLIM.01.07	11/8/2024, 14:50	11/8/2024, 15:30	40
DI-ORG-2024-0003925	Bureau Responsable Commercial	ELM.ORG1.CLIM.02.03	21/8/2024, 15:09	21/8/2024, 16:59	50
DI-ORG-2024-0004000	La climatisation centrals coté Bât	ELM.ORG1.CLIM.02.03	25/8/2024, 12:30	25/8/2024, 13:10	40
DI-ORG-2024-0004238	Problème au niveau du bureau IE	ELM.ORG1.CLIM	10/9/2024, 10:40	10/9/2024, 11:20	40
DI-ORG-2024-0004411	Climatiseur des bereux administr	ELM.ORG1.CLIM.02.03	17/9/2024, 08:00	17/9/2024, 08:20	20
DI-ORG-2024-0004429	défaut climatisation salle SCADA	ELM.ORG1.CLIM.02.03	17/9/2024, 14:45	17/9/2024, 15:40	55
DI-ORG-2024-0004431	Socle de support des filtre mal fix	ELM.ORG1.CLIM.02.03	15/9/2024, 17:40	15/9/2024, 18:10	30
DI-ORG-2024-0004434	climatiseur berau billettique H.S	ELM.ORG1.CLIM.02.03	17/9/2024, 14:45	17/9/2024, 15:40	55
DI-ORG-2024-0004435	CLIMATISATION HS HS HS HS HS	ELM.ORG1.CLIM.02	17/9/2024, 14:45	17/9/2024, 15:40	55
DI-ORG-2024-0004672	Problème de climatisation IEFR	ELM.ORG1.CLIM	25/9/2024, 15:40	25/9/2024, 15:48	68
DI-ORG-2024-0004746	Problème de climatisation au bu	ELM.ORG1.CLIM	30/9/2024, 08:29	30/9/2024, 09:01	30
DI-ORG-2024-0001624	Clim en défaut MIF	ELM.ORG1.CLIM.02	18/4/2024, 06:00	18/4/2024, 12:00	360
DI-ORG-2024-0003374	chute d'un partie de plafond du	ELM.ORG1.CLIM.02.03	17/7/2024, 13:20	17/7/2024, 13:43	23
DI-ORG-2024-0004796	disfonctionnement clim dans sall	ELM.ORG1.CLIM	1/10/2024, 08:10	1/10/2024, 09:23	73
DI-ORG-2024-0003194	Défaut climatisation à la salle de	ELM.ORG1.CLIM	9/7/2024, 14:40	9/7/2024, 19:38	298
DI-ORG-2024-0003936	verification de climatisation au n	ELM.ORG1.CLIM.02.04	22/8/2024, 06:47	22/8/2024, 07:13	26
DI-ORG-2024-0004192	la climatisation centrale de batin	ELM.ORG1.CLIM.02.03	8/9/2024, 10:20	8/9/2024, 18:35	495
DI-ORG-2024-0003087	Fuite d'eau au niveau du conduite	ELM.ORG1.CLIM.02.03	1/7/2024, 19:00	1/7/2024, 19:55	55
DI-ORG-2024-0003937	verification de climatisation au n	ELM.ORG1.CLIM.02.03	22/8/2024, 06:02	22/8/2024, 09:40	218
DI-ORG-2024-0004678	Boitier de commande de la clima	ELM.ORG1.CLIM.02.03	29/9/2024, 16:33	30/9/2024, 14:35	1322
DI-ORG-2024-0004118	Fuite d'eau depuis casette	ELM.ORG1.CLIM.02	3/9/2024, 17:20	3/9/2024, 19:00	100

Annexes

DI-ORG-2024-0002888	Défaillance du système de climat	ELM.ORG1.CLIM.01.08	25/6/2024, 13:31	25/6/2024, 13:55	24
DI-ORG-2024-0002889	Défaillance du système de climat	ELM.ORG1.CLIM.01.08	25/6/2024, 14:03	25/6/2024, 14:25	22
DI-ORG-2024-0002890	Défaillance du système de climat	ELM.ORG1.CLIM.01.08	25/6/2024, 14:33	25/6/2024, 14:57	24
DI-ORG-2024-0002891	Défaillance du système de climat	ELM.ORG1.CLIM.01.08	25/6/2024, 15:01	25/6/2024, 15:25	24
DI-ORG-2024-0002892	Défaillance du système de climat	ELM.ORG1.CLIM.01.08	25/6/2024, 15:35	25/6/2024, 16:00	25
DI-ORG-2024-0002893	Défaillance du système de climat	ELM.ORG1.CLIM.01.08	25/6/2024, 16:14	25/6/2024, 16:43	29
DI-ORG-2024-0004159	03 Ventilateurs HS	ELM.ORG1.CLIM.01.08	8/9/2024, 16:35	8/9/2024, 17:00	25
DI-ORG-2024-0004160	Absence d'énergie	ELM.ORG1.CLIM.01.08	7/9/2024, 11:00	7/9/2024, 11:37	37
DI-ORG-2024-0004213	Climatisation HS	ELM.ORG1.CLIM.01.08	1/10/2024, 08:20	2/10/2024, 16:40	1940
DI-ORG-2024-0004215	Climatisation HS	ELM.ORG1.CLIM.01.08	1/10/2024, 09:50	2/10/2024, 18:38	528
DI-ORG-2024-0002618	Manque des filtres Ventilation D	ELM.ORG1.CLIM.01	5/6/2024, 16:05	5/6/2024, 17:08	63
DI-ORG-2024-0004198	Manque d'énergie Guérite 03 – 0	ELM.ORG1.ELC.02	7/9/2024, 14:00	9/9/2024, 19:45	345
DI-ORG-2024-0004336	Cable de mise a la terre deconne	ELM.ORG1.ELC.02	12/9/2024, 18:50	12/9/2024, 19:20	40
DI-ORG-2024-0003843	Manque prises d'electricité	ELM.ORG1.ELC.02	14/8/2024, 16:10	14/8/2024, 17:40	90
DI-ORG-2024-0004267	Electricité	ELM.ORG1.ELC.02	10/9/2024, 09:30	10/9/2024, 09:59	29
DI-ORG-2024-0004336	Cable de mise a la terre deconne	ELM.ORG1.ELC.02	12/9/2024, 18:50	12/9/2024, 19:20	30
DI-ORG-2024-0004362	Manque énergie au niveau poste	ELM.ORG1.ELC.02.04	12/9/2024, 19:02	12/9/2024, 19:26	24
DI-ORG-2024-0003284	Manque énergie bureau infirme	ELM.ORG1	14/7/2024, 12:40	14/7/2024, 13:15	35
DI-ORG-2024-0004291	Cable de mise a la terre de la clo	ELM.ORG1.ELC	12/9/2024, 18:50	12/9/2024, 19:20	30
DI-ORG-2024-0003271	manque d'énergie au niveau de g	ELM.ORG1.ECL.02.11	12/7/2024, 09:36	12/7/2024, 10:00	24
DI-ORG-2024-0003272	manque d'éclairage au niveau de	ELM.ORG1.ECL.02.11	12/7/2024, 10:03	12/7/2024, 10:38	35
DI-ORG-2024-0003273	Perte d'énergie dans le kiosque 1	ELM.ORG1.ECL.01.01.	12/7/2024, 08:20	12/7/2024, 09:15	55
DI-ORG-2024-0004017	Éclairage HS du Station 12 au St	ELM.ORG1.ECL.01.01.	26/8/2024, 06:40	26/8/2024, 07:02	22
DI-ORG-2024-0004625	Éclairage Station 04 27 février	ELM.ORG1.ECL.01.01.0	23/9/2024, 19:28	23/9/2024, 20:00	32
DI-ORG-2024-0004648	Éclairage Station 15 éteint	ELM.ORG1.ECL.01.01.	24/9/2024, 19:38	24/9/2024, 20:15	37
DI-ORG-2024-0001588	Eclairage STV éteint	ELM.ORG1.ECL.01.01.0	18/4/2024, 13:34	18/4/2024, 17:40	246
DI-ORG-2024-0003441	eclairage panneau publicitaire fa	ELM.ORG1.ECL.01.01.0	22/7/2024, 14:10	22/7/2024, 14:29	19
DI-ORG-2024-0003442	eclairage panneau publicitaire et	ELM.ORG1.ECL.01.01.0	22/7/2024, 14:36	22/7/2024, 14:56	22
DI-ORG-2024-0003445	eclairage panneau publicitaire et	ELM.ORG1.ECL.01.01.0	22/7/2024, 15:22	22/7/2024, 15:33	11
DI-ORG-2024-0001708	Installation d'interrupteur photo	ELM.ORG1.ECL.01.01.1	21/4/2024, 13:00	21/4/2024, 16:48	228
DI-ORG-2024-0003015	pas de courant électrique	ELM.ORG1	30/6/2024, 09:05	30/6/2024, 15:57	412
DI-ORG-2024-0003179	PERTE D'ENERGIE	ELM.ORG1.ECL.01.03.0	8/7/2024, 14:02	8/7/2024, 14:34	32
DI-ORG-2024-0003601	manque d'eclairage au kiosque 01	ELM.ORG1.ECL.01.03.0	28/7/2024, 14:00	28/7/2024, 14:40	40
DI-ORG-2024-0003625	Électricité Kiosque 12 - Hassani	ELM.ORG1.ELC.01.01.	29/7/2024, 18:15	29/7/2024, 18:47	32
DI-ORG-2024-0004539	Manque eclirage au niveau d'age	ELM.ORG1.ECL.01.03.0	22/9/2024, 14:06	22/9/2024, 14:26	20
DI-ORG-2024-0004633	perte d'energie	ELM.ORG1.ELC.01.01.1	24/9/2024, 10:48	24/9/2024, 11:09	81
DI-ORG-2024-0004394	Eclairage depot éteint	ELM.ORG1.ECL.02	15/9/2024, 06:20	15/9/2024, 06:40	20
DI-ORG-2024-0001590	Eclairage en défaut	ELM.ORG1.ECL.02.04.0	17/4/2024, 16:09	17/4/2024, 17:18	69
DI-ORG-2024-0003651	Installation nouvelle spot entré P	ELM.ORG1.ECL.02	1/8/2024, 14:00	1/8/2024, 15:15	75
DI-ORG-2024-0003692	eclairage batiment PHT HS	ELM.ORG1.ECL.02.09	4/8/2024, 11:00	4/8/2024, 12:00	60
DI-ORG-2024-0003828	Eclairage éteint	ELM.ORG1.ECL.02.04.0	12/8/2024, 15:07	12/8/2024, 15:30	23
DI-ORG-2024-0004203	éclairage sanitaire homme 1ère é	ELM.ORG1.ECL.02.04.0	10/9/2024, 14:15	10/9/2024, 14:45	30
DI-ORG-2024-0004252	Manque d'éclairage dans les cou	ELM.ORG1.ECL.02.04	10/9/2024, 09:05	10/9/2024, 09:25	20
DI-ORG-2024-0004268	Probleme eclirage LT PCC	ELM.ORG1.ECL.02	10/9/2024, 10:09	10/9/2024, 10:35	26
DI-ORG-2024-0003672	porte atelier 4 en défaut	ELM.ORG1.PPR.03	3/8/2024, 13:00	3/8/2024, 13:50	50
DI-ORG-2024-0001919	Porte en défaut	ELM.ORG1.PPR.01	5/5/2024, 09:45	5/5/2024, 10:40	55
DI-ORG-2024-0004623	Barrière Auto Entrée Principale D	ELM.ORG1.PPR.01	23/9/2024, 18:10	23/9/2024, 19:25	75
DI-ORG-2024-0002702	Préfixation de conduite de CTA A	ELM.ORG1.CTA.01	11/6/2024, 14:06	11/6/2024, 17:43	97
DI-ORG-2024-0003707	Alarme incendie bâtiment Admin	SSI.ORG1.01.05.01	3/8/2024, 16:00	3/8/2024, 17:00	60

ملخص

منذ تشغيل خدمة سيترام ورقلة في 20 مارس 2018 الى يومنا هذا لوحظت علامات تدهور على معدات القسم الكهربائي الميكانيكي مما أسهم عن تزايد، في طلبات التدخل والصيانة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل هذه الأعطال وتحديد الحلول الأنسب لمعالجتها اعتمدت الدراسة على منهجية منظمة، باستخدام أدوات وتقنيات تساعد هذه الأدوات على تنظيم وتحليل الأسباب الجذرية للأعطال، تقييم مدى خطورتها، واقتراح حلول تصحيحية فعالة

كما أولت الدراسة اهتمامًا خاصًا بالتحليل الوظيفي في مرحلة تصميم النظام، وذلك بعد اختيار الحل المقترح لمعالجة المياه، بما يضمن تلبية احتياجات شركة سيترام بورقلة. وقد تم ذلك بالاستناد إلى دفتر شروط وظيفي يحدد بوضوح المتطلبات والوظائف الأساسية، لضمان تقديم حل فعال، مناسب، ويحقق الأداء المنشود

Résumé

Depuis la mise en service de l'exploitation SETRAM à Ouargla le 20 mars 2018, jusqu'au aujourd'hui, des signes de détérioration ont été observés sur les équipements du service électromécanique, avec une augmentation progressive des demandes d'interventions. Cette étude vise à analyser ces défaillances et à identifier les solutions les plus adaptées. Pour cela, une approche hiérarchisée a été adoptée, utilisant des méthodes de maintenance (ABC, Ishikawa et AMDEC, Brainstorming, GMAO). Ces outils permettent de structurer l'analyse en identifiant les défaillances, leurs causes profondes, leur criticité, et en proposant des solutions correctives efficaces. Par la suite, l'étude s'est concentrée sur l'analyse fonctionnelle pour concevoir de solution proposée d'un système de traitement d'eau répondant aux besoins spécifiques de SETRAM. Cette étape s'appuie sur un cahier des charges fonctionnel qui définit clairement les fonctions attendues, afin d'assurer une

ABSTRACT

Since the launch of SETRAM exploitation in Ouargla on 20 March 2018, signs of deterioration have been observed on the equipment of the electromechanical department, along with a gradual increase in intervention requests. This study aims to analyze these failures and identify the most appropriate solutions. To achieve this, a hierarchical approach was adopted, using maintenance methods (GMAO, ABC method, the Ishikawa diagram, and AMDEC, Brainstorming) these tools help structure the analysis by identifying failures, their root causes, and their criticality, while proposing effective corrective actions. Subsequently, the study focused on functional analysis to design a proposed water treatment system tailored to SETRAM's specific needs. This stage relies on a functional specification that clearly defines the expected functions, ensuring an appropriate and high-performing solution.