

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Faculté des Sciences Appliquées
Département de Génie Mécanique



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Electromécanique

Parcours : Master

Spécialité : Maintenance Industrielle

Thème

Maintenance d'un système d'auto-surveillance dans un processus de production STEP de TIARET.

Préparé par :

TALEB Nour el Houda Fatima
BEZAIZ Djamila

Soutenu publiquement le : .. / 06 / 2021, devant le jury composé de :

M. MOULGADA Abdelmadjid	MCA(Univ. Ibn Khaldoun)	Président
M. BOUREGUIG Kada	MAA(Univ. Ibn Khaldoun)	Examineur
M. SLIMANI Halima	MCB (Univ. Ibn Khaldoun)	Examineur
M. BELHADJI Youcef	MCB (Univ. Ibn Khaldoun)	Encadreur

Année universitaire : 2020– 2021

Remerciement

Tout d'abord, je remercie Allah tout puissant de m'avoir accordé des connaissances de la science et de m'avoir aidé à réaliser ce Modeste travail.

Je tiens à remercier en cette occasion tout le corps enseignant qui a contribué à ma formation, pour son dynamisme et la qualité de l'enseignement qui m'a été dispensés, mon encadreur Mr Belhadji Youcef pour Son aide, Son écoute, Sa disponibilité et les précieux conseils qu'ils m'ont bien voulu me donner. Ainsi que Messieurs Kouadria Mohamed, Guemour Mohamed Boutkhil, Zerrouki Bachir, pour leurs Aides, Conseils et valeureux orientations.

Je remercie aussi vivement et chaleureusement les membres de jury qui vont se pencher sur notre travail et vont lui prêter toute l'attention qu'il mérite pour l'évaluer à sa juste valeur.

Je n'oublie pas mes parents pour leurs contributions, leur soutien et leur patience, mes proches et mes amies qui m'ont soutenu et encouragé, ainsi que toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin Surtout le Personnel de la S.F.F.V à leurs tête Capitaine Aicha Menad et Mme Metla Fatima Zohra, Ainsi que Mr Youcfi Abdelskader, sans oublier Mr Makhloufi Belkacem.

Merci à tous.

Nour El Houda Fatima

DEDICACE

« La Vie est un combat d'apprentissage du savoir
Et le jour de la réussite est un jour qui me rend fière »

Je Dédie ce Modeste Mémoire

- *À La Mémoire de Mon Défunt Grand Père Maternel Makhloufi Koumar*
- *À ma chère Grand-mère Maternelle Makhloufi Fatima*
- *À La Mémoire de Mon Défunt Oncle Maternelle Feu Docteur Makhloufi Khâled*
- *À La Mémoire de Mon Défunt Grand Père Paternel Taleb Hâmed*
- *À La Mémoire de ma Défunte Grand-mère Paternelle Bouzid Hichâ*
- *À Mon Cher Père Taleb Abdelskader*
- *À Ma Très Chère Mère Makhloufi Hanifa*
Pour l'Éducation, l'Amour et les conseils dont il m'en entouré depuis ma Naissance
Et pour leur Patience, Sacrifice et dévouement
- *À Mon chère Frère Anes*
- *À Mes Chères Sœurs Ines, Lina, Malek*
- *À Tous mes proches, Mes Tantes, Cousines, Oncles, mes Amies*
Seleim Kestoume, Meriem Oudhahi, Hamdi Rym
- *À Toute la Famille Makhloufi*
- *À Toute la Famille Taleb*
- *À Tous ceux qui m'aiment*
- *À Tous ceux que j'aime*

Nour El Houdu Fatima

Dédicaces

Au nom d' Allah ,le plus miséricordieux

Je dedie ce modeste travail a :

Mon père et ma mere ,j' offre mon amour et remerciements sincère

**Et mon grand frère IBRAHIM pour s' être tenu a mes cotes et a mon frere abd
rahman**

Et a ma sœur iman,je te remercie pour tes conseils

Et ma sœur huda

Et a tous mes amis :nidal, suzan et maryam et a tous mes collegues

Djamila BEZAIZ

Sommaire

Remercîments	
Dédicaces	
Sommaire	
Tableau des matières	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1

Chapitre I

Techniques de la maintenance industrielle

I.1 Introduction.....	3
I.2 Description de la maintenance	3
I.2.1. Définition de la maintenance	3
I.2.2. Rôle et objectifs de la maintenance.....	3
I.2.3. Les niveaux de la maintenance	4
I.2.4. Maintenance et les zéros olympiques.....	5
I.3. Les moyens d'action	5
I.4. La maintenance dans l'entreprise	6
I.4.1. Fonctions du service maintenance	7
I.4.1.1. Fonction étude	7
I.4.1.2. Fonction préparation	7
I.4.1.3. Fonction ordonnancement	7
I.4.1.4. Fonction réalisation	7
I.4.1.5. Fonction gestion	7
I.4.2. Domaines d'action du service maintenance	8
I.5. Méthodes de la maintenance	8
I.5.1. Maintenance corrective	8
I.5.1.1. Maintenance palliative	8

I.5.1.2. Maintenance curative	9
I.5.2. Maintenance préventive	9
I.5.2.1. Maintenance préventive systématique	9
I.5.2.2. Maintenance conditionnelle	10
I.5.2.3. Maintenance prévisionnelle	11
I.5.3. Maintenance d'amélioration	11
I.5.4. Maintenance mixte	11
I.5.5. Fiabilité et maintenance des équipements	12
I.6. Technique de maintenance de l'auto surveillance.....	14
I.6.1. le système SCADA	14
I.6.1.1. Système de commande	15
I.6.1.2. Système de surveillance	15
I.6.1.3. Système de supervision	15
I.6.2 Interface homme-machine (IHM)	18
I.7. Conclusion	18

Chapitre II

Système de surveillance à base de technologie Siemens

II.1. Introduction.....	20
II.2. LA STEP DE TIARET	20
II.2.1 Office national de l'assainissement.....	20
II.2.2STEP de Tiaret	21
II.2.2.1Présentation	21
II.2.2.2 Structure organisationnelle.....	22
II.2.2.3Processus d'épuration des eaux usées	22
II.3 SYSTEME DE SUPERVISION DE LA STEP-TIARET	26
II.3.1 Architecture du système de supervision	26
II.3.2.Système de superviseur SimaticWincc.....	27
II.3.3Système d'automatisation SIMATIC	27
II.3.4. Architecture du système.....	28

II.3.5. Fonctionnement du système	29
II.6 MODES DE DEFAILLANCE DES API	30
II.6.1 Défaillance des modules d'entrée/sortie.....	31
II.6.2. Défaut de mise à la terre	32
II.6.3. Défaut d'alimentation.....	32
II.6.4. Interférence de bruit électrique	33
II.6.5. Perte de communication réseau	33
II.6.6. Chaleur et échauffement	34
II.6.7. Conflit avec environnement extérieur.....	35
II.6.8. Mémoire corrompue	35
II.6.9. Gérer les risques	35
II.7. CONCLUSION.....	36

Chapitre III

Etude de cas « solution proposés »

III.1. Introduction	38
III.2. Les problèmes de défaillance du système Simatic Win CC	38
III.2.1. Les températures excessives	38
III.2.2. Les problèmes d'alimentation : les microcoupures	38
III.2.2.1. Les perturbations transitoires	39
III.2.2.2. Les interruptions : microcoupures	39
III.2.2.3. Creux de tension/sous-tension	40
III.2.2.4. Bosse/surtension	40
III.2.2.5. Fluctuation de tension	41
III.2.2.6. Variation de fréquence	41
III.2.2.7. Destruction de la sinusoïde.....	41
III.3. Analyse des causes des microcoupures	42
III.3.1. Le diagramme d'Ishikawa : diagramme des 5M	42
III.3.2. Analyse des causes des problèmes d'alimentation	44
III.4. Solutions proposées	44

III.4.1. Circuit RC	44
III.4.1.Modélisation du fonctionnement du circuit	49
III.4.2. Utilisation d'un onduleur (Alimentation sans rupture UPS)	49
III.4.2.1. Critères d'évaluation et de choix de l'onduleur.....	49
III.4.2.2. Construction de l'UPS	50
III.4.2.3. Description du circuit de l'UPS étudié	50
III.5. Conclusion.....	54
conclusion générale	55
références bibliographiques	56
résumé	

Liste des figures

Chapitre I

Figure .I.1. Place du service maintenance dans l'entreprise[3].	6
Figure I.2. Courbe P-F.	10
Figure I.3. Méthodes ou stratégies de maintenance.	12
Figure I.4. Courbe en baignoire	13
Figure I.6. Classification des méthodes de surveillance	17
Figure I.5. Représentation des tâches du système SCADA.	15

chapitre II

Fig. II.1 : Vue aérienne de la STEP de Tiaret (Google Map)	21
Figure II.2: Structure organisationnelle de la STEP-Tiaret	22
Figure II.3:Processus d'épuration des eaux usées (STEP Tiaret)	22
Fig. II.4 :Niveau de communication dans une STEP	26
Fig. II.5 : pose conduite bus de la supervision de la STEP	27
Fig. II.6:Aperçu de l' API Simatic S7	28
Fig. II.7 : architecture du système maitre /esclave	29
Fig. II.8 : Chaîne de mesure au niveau des pompes des puisards	29
Fig. II.9 : Chaîne de mesure au niveau des pompes des puisards	30
Fig. II.10 : Chaîne de mesure au niveau des pompes des puisards	30

chapitre III

Fig III.1 : Représentation d'instant de coupure /tension transitoire de rétablissement	39
Fig III.2 :Représentation du transitoire impulsif	40
Fig .III3 : Représentation du creux de tension	40
Fig III.4 Représentation : a) Une bosse de tension , b) Une surtension	40
FigIII.5 : Représentation de la fluctuation de tension	41
FigIII.6 : Représentation de la variation de fréquence	42
FigIII.7 : Représentation graphiques générale du diagramme d'Ishikawa	42
FigIII.7 : représentation graphique des 5M	43

FigIII.8 Diagramme d'Ishikawa d'analyse des causes des problèmes d'alimentation au niveau de la STEP.....	43
FIG III.9 Circuit d'alimentation avec circuit RC avec simulation	44
FigIII.10 : Fonctionnement du circuit en présence de la microcoupure	45
FIGIII.11 :3 em cas de fonctionnement	46
FigIII.12 maille de calcul.....	47
Fig.III.13 Schéma bloc de l'alimentation UPS.....	50
Fig.III.14 Schéma électrique de l'alimentation UPS.....	51
Fig. III.15 Représentation des tensions aux bornes du primaire et du secondaire.....	52
Fig. III.16 Représentation des tensions aux bornes du primaire et du secondaire.....	53
Fig. III.17Cas où la source d'alimentation est coupée	54
Fig. III.18Cas où le bloc batterie de secours est connecté.....	54

Liste des tableaux

chapitre I

Tableau I.1. Objectifs techniques de la maintenance [2].....	4
Tableau. I.2. Fonctions du service maintenance.....	7
Tableau I.3. Causes et leurs remédes des différents modes de défaillance [8].....	14

chapitre II

Tab. II.1 : STEP de la ville de Tiaret	21
Tab II.2 : Etapes d'épuration biologique de l'eau à boues activées moyenne charge	23

chapitre III

Tableau.III.1. Types d'interruptions et leurs durées.....	39
---	----

Liste des sigles et abréviations

CN : charge nominale (Kg/J)

DBO₅ : demande biologique en oxygene sur 5 jours (Kg/J)

DCO : demande chimique en oxygene (Kg/J)

EH : equivalent habitant

ERU : eaux residuaires urbaines

MES : matières en suspension (Kg/J)

NTK : azote Kjeldahl (mg/l)

Q : debit (m³/J)

STEP : station d'épuration des Eaux Usées

Introduction générale

L'automatisation des Equipements de production ou de gestion de procès est la priorité absolue dans les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours sujet à polémique vu que la machine ou autrement dit la technologie à tendance à remplacer l'homme dans plusieurs tâches, qu'il ne peut hélas assurer, surtout celles que fait la machine dans plusieurs domaines (appelés à trop risque).

Elle consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique qui se substitue aux opérations manuelles.

Le système ainsi conçu sait prendre en compte les situations pour lesquelles sa commande a été réalisée.

La problématique qui nous a été posée au sein de la Station d'épuration des Eaux Usées de la ville de Tiaret « STEP de Tiaret » gérée par l'Office National de l'Assainissement, Unité de Tiaret, est que le procédé d'épuration des Eaux Usées Piloté en automatique par des Automates Programmable Industriels Simatic 200, 300 et 400 avec le logiciel STEP7/Wincc bug souvent nécessitant une réinjection du programme d'exploitation mettant par ce fait le procès épuratoire dans de mauvaises conditions.

Notre but est de faire une étude sur les anomalies et causes directs sur ces bugs répétitifs de la (CLP, calculateur logique principal) responsable direct d'acquisition des données des différents capteurs avec le traitement logique des opérations à réalisées, et les ordres de pilotage des équipements qui découlent de certainement. Dans le but de trouver et de proposer des solutions simples et pas couteuses qui ont une attribution à diminuer, voir à éliminer ces bugs et de contribuer dans la bonne marche des équipements pour avoir une bonne épuration des eaux Usées, puis rendre la tache d'exploitation de la STEP aisée pour les opérateurs.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en Trois chapitres décrivant les volets principaux.

Le premier chapitre sera dédié à l'auto surveillance des systèmes industriels.

Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation générale de l'auto surveillance des systèmes industriels à base de la technologie SIEMENS.

Le Troisième chapitre englobera l'étude de cas, qui se résume aux problèmes et difficultés du système de commande automatique à base d'API industriels des différents ouvrages de traitement de la STEP de Tiaret, le fonctionnement de chaque ouvrage, le rôle de la CLP, et en fin la proposition des remèdes pour les différents problèmes constatés avec la Simulation de deux circuits qui ont une relation direct avec l'atténuation, voir élimination des deux gros problèmes responsable du bug à savoir les grandes températures et les micros coupures d'électricité.

Enfin, on termine par une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre I :
Techniques de la maintenance
industrielle

I.1. Introduction

La maintenance est une tâche indispensable dans le secteur industriel. Elle assure le bon fonctionnement des processus de productions et peut être déterminante pour la réussite d'une entreprise. Dans ce chapitre, nous discutons les notions théoriques liées à la maintenance ainsi que les différentes techniques utilisées pour l'amélioration du système de supervision

I.2. Description de la maintenance

I.2.1. Définition de la maintenance

Selon la norme NFX 60- 010 (1994) puis la norme NF X 60-000 (2016), qui introduit cette définition des niveaux de maintenance, données par l'association française de la normalisation (AFNOR), la maintenance est définie comme étant : « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien, un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne qui est la norme NFEN 13306 X 60- 319 [1] à savoir : « ensemble de toutes les actions techniques , administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien , destinées à le maintenir ou à rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

I.2.2. Rôle et objectifs de la maintenance

La maintenance regroupe les actions de dépannage, de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et vérification des équipements matériels ou même immatériels. D'une façon générale la maintenance a pour but :

- La rentabilité, la croissance, la sécurité, ainsi que sur des objectifs sociaux.
- D'atteindre la production prévue
- De garantir les normes de qualité des produits fabriqués
- De réduire les pollutions et préserver l'environnement
- De protéger le personnel de l'entreprise et améliorer le processus de production.

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

De plus, les objectifs de la maintenance dépendent essentiellement de la nature des entreprises considérées et leurs impératifs d'exploitation.

	Production par processus	Production /montage en série	Production par unités	Services de transport	Exploitation des services
Type d'équipement	Spécialisé haute technologie	Machines – outils courantes	Equipment spécialisé spécifique a chaque étape de lancement des travaux	Parc relativement uniforme de technologie courante	Peu d'équipements propres mais des services auxiliaires
impératif d'exploitation	Ne pas interrompe le flux, cela coute cher	Maintenir chaque poste de travail a sa capacité maximale	A chaque nouvelle étape de la fabrication, l'appareillage nécessaire doit être disponible	Le nombre d'unités en révision doit être aussi faible que possible	A aucun moment, les services ne doivent être arrêtés
Capacités particulières	Connaissances approfondie du processus spécialisé	Connaissances des principaux types de machines-outils	Assurer la disponibilité du matériel spécialisé pour chaque étape	Prévoir une rotation rationnelle qui permet l'entretien systématique	Assurer sans interruption Fourniture du service auxiliaire

Tableau I.1. Objectifs techniques de la maintenance [2]

I.2.3. Les niveaux de la maintenance

Selon l'AFNOR, il existe cinq (05) niveaux de maintenance où chaque niveau correspond au degré de complexité de l'opération de maintenance à prévoir. Ces niveaux nous fournissent un aperçu global du niveau d'expertise nécessaire et aussi de l'importance des techniques à mettre en œuvre.

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

Niveaux	Type des travaux	personne d'intervention	Moyens
1 ^{er} niveau	Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes Accessibles sans aucun démontage D'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.	Pilote ou conducteur du système.	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation.
2 ^{ème} niveau	Dépannage par échange standard d'éléments prévus a cet effet, ou d'opération mineures de maintenance préventive (rondes)	Technicien habilité	Outillage léger défini dans es instructions d'utilisation et pièces de rechange disponibles sans
3 ^{émé} niveau	Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparation mécaniques mineures.	Technicien spécialisé	Outillage prévu et appareils se mesure, banc d'essai, contrôle...
4 ^{ème} niveau	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.	Equipe encadrée par un technicien spécialisé	Outillage général et spécialisé, matériels d'essais, de contrôle...
5 ^{ème} niveau	Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparation importantes confiées a un atelier central	Equipe complète et polyvalente	Moyens proches de la fabrication.

Tableau I.2. Niveaux de maintenance [1]

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

I.2.4. Maintenance et les zéros olympiques

Les 5 zéros olympiques, dont il s'agit désignent un ensemble d'objectifs opérationnels de management des entreprises consistant en :

- Zéro panne
- Zéro défaut
- Zéro stock
- Zéro délai
- Zéro papier

I.3. Les moyens d'action

Les moyens permettant de réaliser les objectifs précédents sont nombreux ils portent sur :

- **Les moyens de la fonction maintenance** : personnel, fournisseurs et équipement, sous-traitance, documentation, organisation général, la gestion de ces moyens,
- **Les méthodes** : maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, corrective, et leur utilisation optimale,
- **Les outils de gestion** : coût global de cycle de vie
- **L'amélioration systématique des équipements** : fiabilité, maintenabilité disponibilité,
- **Le système d'information et mesure** : concernant les indicateurs techniques et financiers,
- **L'utilisation de l'informatique.**

I.4. La maintenance dans l'entreprise

Les équipements ainsi que les installations tendent à se détériorer au cours temps. Les causes sont multiples soit des déformations dues au fonctionnement ou action des agents corrosifs. Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt global ou partiel du fonctionnement du processus. Donc diminution des capacités de production, mettre en péril la sécurité des personnes, provoquer des rebuts, dégradation de la qualité et par

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

la suite augmentation des coûts de la production et d'exploitation. Dans tous les cas, ces détériorations engendrent des coûts directs ou indirects supplémentaires. Le service maintenance, comme le service de sécurité, devient une interface entre toutes les entités qui composent l'entreprise.

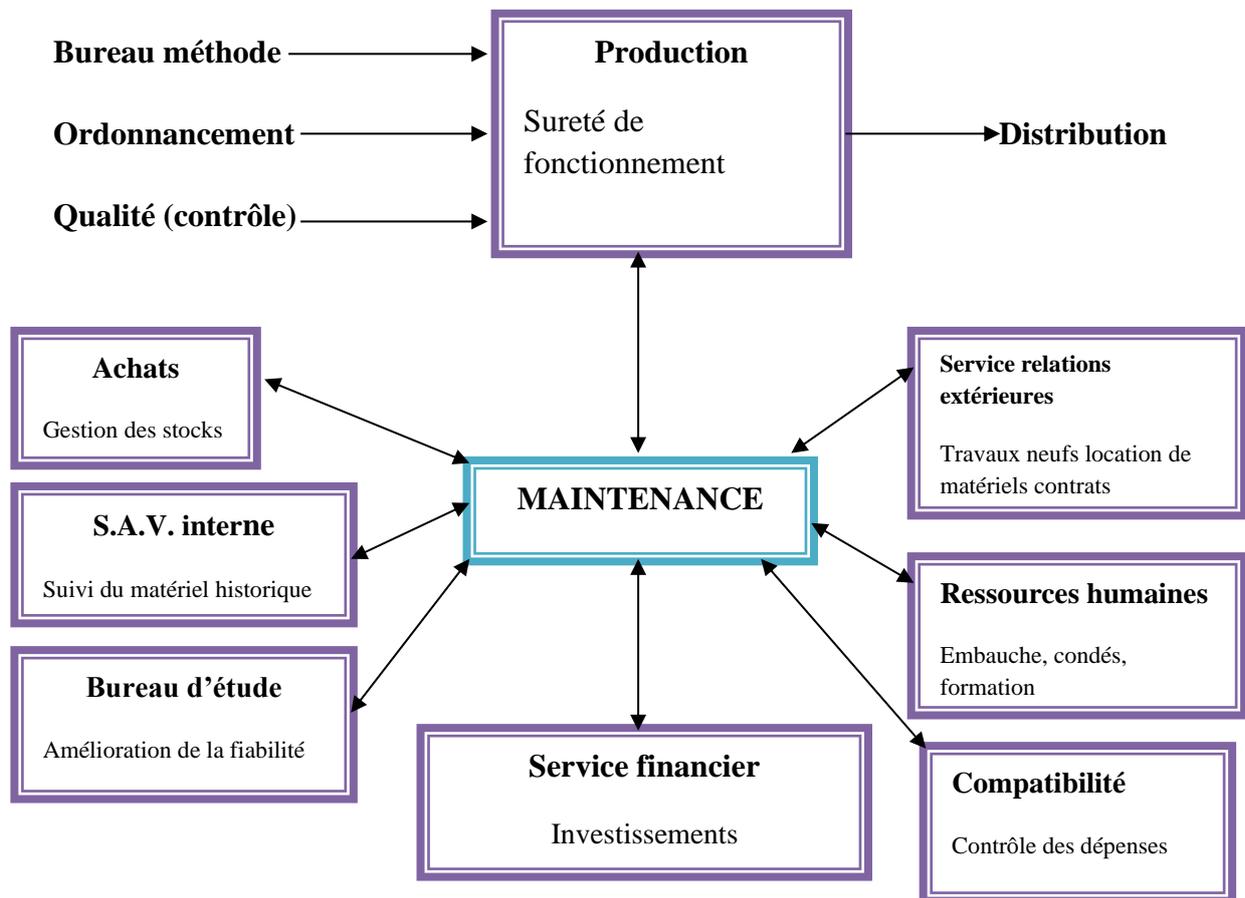


Fig .1.1. Place du service maintenance dans l'entreprise[3].

I.4.1. Fonctions du service maintenance [4]

Les fonctions du service maintenance sont présentées dans le tableau I.2.

Les fonctions de la maintenance	Étude
	Préparation
	Ordonnancement
	Réalisation
	Gestion

Tableau. I.3. Fonctions du service maintenance

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

I.4.1.1. Fonction étude

Elle assure l'analyse des tâches à réaliser en fonction de la méthode et l'approche de la maintenance adoptée. Elle assure aussi la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

I.4.1.2. Fonction préparation

La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus de la maintenance. Elle a pour objectif de préparer le coût, le délai, la qualité ainsi que la sécurité la méthode de la maintenance.

I.4.1.3. Fonction ordonnancement

Cette fonction représentée est considérée comme le chef d'orchestre dans un service de maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et selon l'ordre de criticité.

I.4.1.4. Fonction réalisation

Cette fonction consiste à mettre en œuvre les moyens définis par la fonction de réparation dans les règles de l'art pour résultats attendus et ceci dans les délais préconisés par l'ordonnancement.

I.4.1.5. Fonction gestion

La fonction gestion du service maintenance devra être capable d'assurer la gestion des équipements, la gestion des interventions, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines et la gestion du budget.

I.4.2. Domaines d'action du service maintenance

Les différentes tâches dont un service maintenance peut avoir la responsabilité nécessitent :

- **La maintenance des équipements** : actions correctives et préventives, dépannages, réparations et révisions.
- **L'amélioration du matériel** dans l'optique de la qualité, de la productivité et de la sécurité.

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

- **Les travaux neufs** : participation au choix, à l'installation et au démarrage des équipements nouveaux.
- Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement, la pollution et les conditions de travail.
- L'exécution et la réparation des pièces de rechanges.
- L'approvisionnement et la gestion des outillages et pièces de rechange.
- L'entretien général des bâtiments administratifs ou industriels.

I.5. Méthodes de la maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise. Pour effectuer un choix d'une méthode, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance. De plus, il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

I.5.1. Maintenance corrective [5]

Maintenance des activités réalisées la défaillance du bien ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, ou moins provisoirement.

- La localisation de la défaillance et son diagnostic.
- La remise en état ou sans modification.
- Le contrôle du bon fonctionnement.

I.5.1.1. Maintenance palliative

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

I.5.1.2. Maintenance curative

Activités de maintenance ayant pour objet la réparation complète de l'installation (ou de la machine) suite à identification du problème sans perturbation du processus ou

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

de l'utilisation du système rattaché à cette machine. Les résultats des activités réalisées doit presser un caractère permanent. Ces activités peuvent être [6] :

- Des réparations.
- Des modifications ou amélioration ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance(s).

I.5.2. Maintenance préventive

Elle est définie comme la prise de mesures ou d'actions de précaution pour empêcher les pannes d'équipement avant qu'elles ne se produisent réellement. La maintenance préventive implique généralement des inspections de routine, des mises à niveau, une lubrification appropriée (le cas échéant), des réglages et le remplacement d'équipements ou de pièces obsolètes. Le but de la maintenance préventive est de :

- Augmenter la durée de vie des matériels.
- Réduire la probabilité des défaillances en service.
- Minimiser le temps d'arrêt du processus en cas de révision ou de panne inattendue
- Prévenir et prévoir l'intervention de la maintenance corrective coûteuse.
- Éviter les pertes dues aux consommations anormales d'énergie
- Assurer un fonctionnement optimal des équipements et donc moins d'énergie est nécessaire,
- Diminuer le budget de la maintenance
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Retirer les causes d'accidents graves.

I.5.2.1. Maintenance préventive systématique

Cette méthode requiert de connaître le comportement du matériel; les usures; les modes de dégradations; le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries. La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :

- Équipements soumis à la législation en vigueur.
- Équipements où la panne peut provoquer des accidents graves.
- Équipements ayant un coût de défaillance élevé.

I.5.2.2. Maintenance conditionnelle

La maintenance conditionnelle fait référence au processus consistant à prendre des mesures rapides sur une machine qui en est aux premiers stades de la défaillance de l'équipement. De nombreuses machines produisent une sorte d'alerte indiquant que le système commence à mal fonctionner avant qu'une panne totale ne se produise, et la maintenance basée sur les conditions permet une réponse de dernière minute à un plantage du système ou de la machine. Avec la maintenance conditionnelle, les techniciens observent le fonctionnement du système et identifient les variables qui pourraient affecter le fonctionnement, comme la température, la vitesse de vibration, la puissance, la présence ou l'absence d'humidité, etc. Une autre stratégie de la maintenance conditionnelle est la maintenance prédictive ou prévisionnelle. La courbe P-F nous aidera à mieux comprendre le processus de maintenance conditionnelle en réponse au déclin d'une machine.

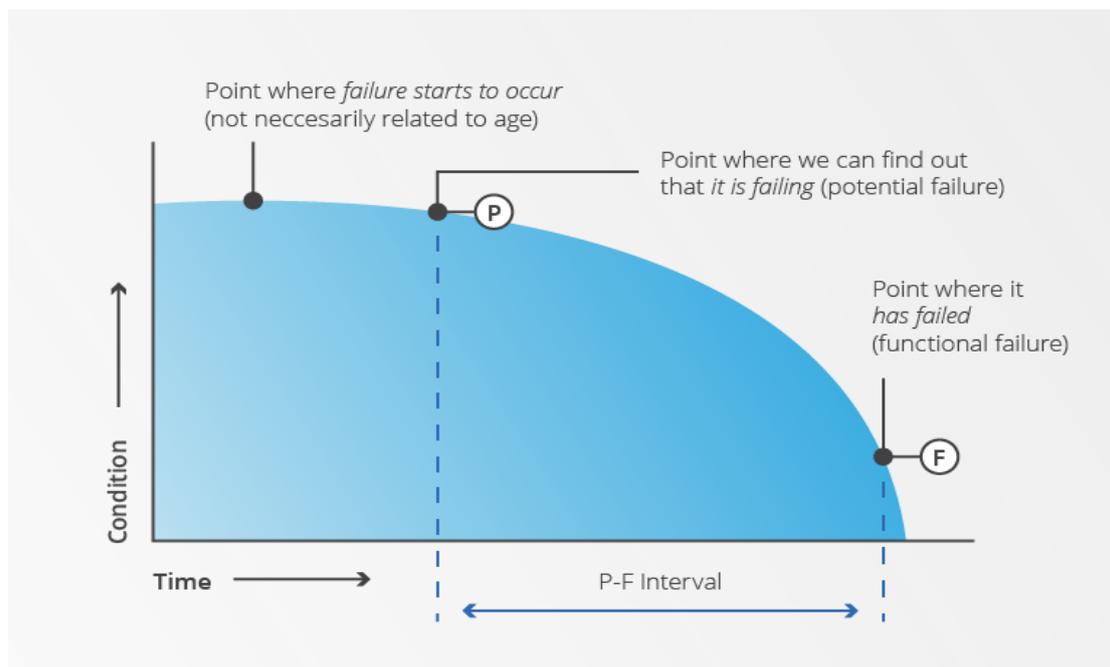


Figure I.2. Courbe P-F.

Le « P » dans une courbe P-F fait référence à une défaillance potentielle (lorsqu'une pièce d'équipement pourrait tomber en panne sur la base de données historique. C'est le premier point où nous pouvons détecter qu'une défaillance pourrait se produire.

Par exemple, l'enregistrement des défaillances d'un roulement peut vous indiquer qu'il tombe généralement en panne après que sa température dépasse 60 degrés.

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

À l'inverse, le « F » fait référence à la défaillance fonctionnelle (functional failure) d'un équipement (lorsqu'il échoue réellement). Avec le même exemple précédent, vous savez que vous avez généralement environ quatre jours entre le moment où la température du roulement dépasse 60 degrés (P) et le moment où il tombe en panne (F). Par conséquent, vous devriez l'inspecter dans cet intervalle (peut-être tous les deux jours). Cela garantira que vous détectez une panne avant qu'elle ne se produise réellement.

I.5.2.3. Maintenance prévisionnelle

La maintenance prédictive est généralement considérée comme le type de maintenance le plus avancé et le plus intensif. Elle fait référence à un type spécifique de maintenance conditionnelle dans laquelle les systèmes sont constamment observés via des capteurs. Ces dispositifs sont attachés aux composants du système et fournissent des données constantes et en temps réel au logiciel.

Le logiciel interprète ensuite ces données et avertit les techniciens de maintenance de l'approche d'un danger. En effet, il y a beaucoup de données à interpréter et les capteurs eux-mêmes doivent être régulièrement entretenus et vérifiés.

I.5.3. Maintenance d'amélioration

L'amélioration des biens d'équipements qui consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel correspond à la maintenance d'amélioration. Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectifs :

- L'augmentation des performances de production du matériel,
- L'augmentation de la fiabilité, c'est-à-dire diminuer les fréquences d'interventions,
- L'amélioration de la maintenance,
- La standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance,
- L'augmentation de la sécurité du personnel.

I.5.4. Maintenance mixte

La maintenance mixte consiste à profiter de l'opportunité offerte par l'arrêt d'un système pour effectuer parallèlement d'autres interventions, prévues ou non, sur d'autres éléments.

Le système considéré peut être [7]:

- Une machine : lors de la défaillance d'un équipement, on profite de l'arrêt de la machine pour effectuer des interventions sur d'autres équipements de la même machine.
- Une ligne de production : lors de l'arrêt de la machine, des interventions sont réalisées sur une ou plusieurs machines de la même ligne et dont l'arrêt ne pénalisera pas le fonctionnement de l'unité de production.

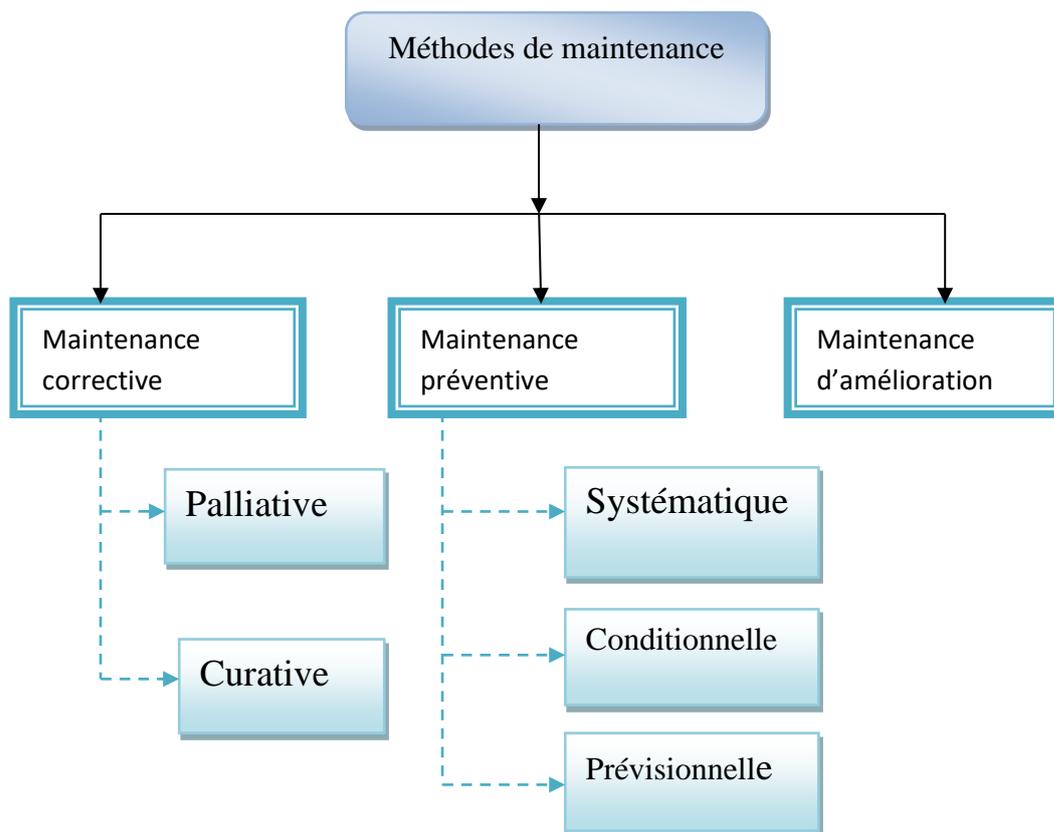


Figure I.3. Méthodes ou stratégies de maintenance

I.5.5. Fiabilité et maintenance des équipements

En termes de qualité, la fiabilité est une fonction du temps $R(t)$, qui représente la probabilité de bon fonctionnement d'un matériel. Elle est définie comme étant l'aptitude à maintenir l'entité identique à sa spécification d'origine.

La fiabilité le rapport $\lambda(t)$ (exprimé en pannes par heure) :

$$\lambda = \frac{\text{Nombre de défaillances}}{\text{Durée d'usage}} \quad (\text{I.1})$$

Le taux de défaillance est fourni par les constructeurs mais vous pouvez le définir par exploitation des historiques de pannes. Le cycle vie des équipements se présente en trois zones :

- **Zone de jeunesse ou rodage** ($\lambda(t)$ décroît rapidement) : dans cette phase, seule la maintenance corrective est applicable.
- **Zone de maturité** ($\lambda(t)$ est pratiquement constant) : dans cette phase une maintenance préventive est applicable.
- **Zone de vieillesse** ($\lambda(t)$ croît rapidement) : Un mode de défaillance prédomine et à un certain point de : $\lambda(t)$ le matériel est hors service. Une maintenance préventive conditionnelle peut éventuellement être mise en place.

Ces trois phases peuvent être représentées par « la courbe en baignoire »

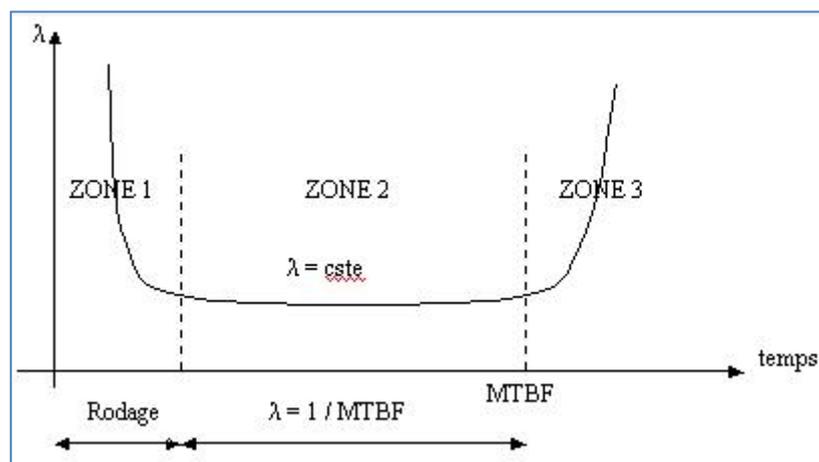


Figure I.4. Courbe en baignoire

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

Avec la MTBF (**Mean Time BetweenFailure**) représente la moyenne des temps entre deux pannes d'un équipement ou la durée de vie moyenne du système [Ref];

Exemple :

Les historiques de maintenance de **20** emboutisseuses pour **1000 heures** de fonctionnement ont relevés **50 pannes**.

Dans ce cas le taux de fiabilité est :

$$\lambda = \frac{\text{Nombre de défaillances}}{\text{Durée d'usage}} = \frac{50}{20 \times 1000} = 25 \cdot 10^{-4} \text{panne/h}$$

On déduit alors le MTBF qui est égale à : $MTBF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-4}} = 400$

Dans le tableau I.3 on détaille les causes potentielles et les actions a entreprendre pour améliorer le comportement de l'équipement dans les trois périodes ou zones de son cycle de vie.

Période du cycle de vie	Cause	Remèdes
Prériode de jeunesse	<ul style="list-style-type: none">○ Défauts de fabrication○ Assemblage○ Contrôle de la qualité○ Conception○ Contamination	<ul style="list-style-type: none">○ Tests de validation○ Vérification○ Contrôle de la qualité
Prériode de vie utile	<ul style="list-style-type: none">○ Environnement○ Erreur humaine○ Charges aléatoires○ Catastrophes naturelles○ Evénement aléatoire	<ul style="list-style-type: none">○ Redondance○ Amélioratin de la résistance
Prériode de vieillissement	<ul style="list-style-type: none">○ Fatigue○ Corrosion○ Frottements○ Charges cycliques○ Age	<ul style="list-style-type: none">○ Réduction du taux de panne○ Maintenance préventive○ Remplacement préventif

Tableau I.3. Causes et leurs remèdes des différents modes de défaillance [8]

I.6. Technique de maintenance de l'auto surveillance

Le principe de l'auto-surveillance repose sur la responsabilité des communes pour le respect de la réglementation. Elle a pour objectif de vérifier et maintenir l'efficacité du système. Dans cette partie nous rappelons la technique utilisée pour la maintenance d'une auto-surveillance.

I.6.1. le système SCADA

C'est un système informatique interconnecté aux moyens d'un réseau de communication assurant la surveillance et le contrôle de tout un ensemble d'équipements électriques, mécaniques ou électroniques utilisés dans un procédé industriel. À partir du centre de contrôle la supervision centralisée permet aux opérateurs de commander et contrôler les équipements dans leur domaine d'exploitation. Elle permet aussi de traiter, en temps réel, les différents types de données[9].

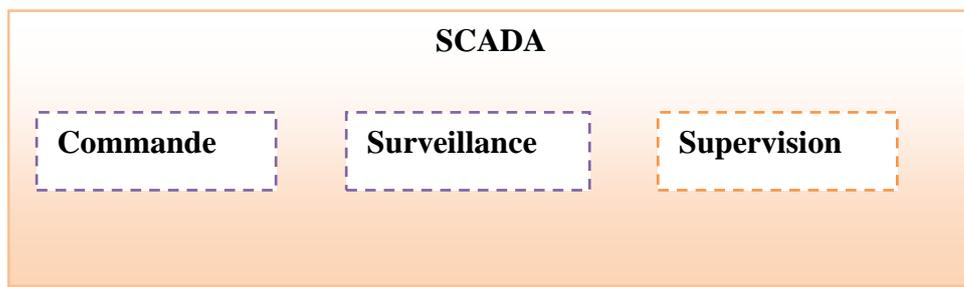


Figure I.5. Représentation des tâches du système SCADA

I.6.1.1. Système de commande

Ce bloc est chargé d'exécuter un ensemble d'opérations sur le système de production en réponse aux consignes de bon fonctionnement. Il réalise les séquences d'actions préventive et corrective permettant de garantir la pérennité des outils de production. Afin d'assurer la sécurité de l'installation et du personnel au même temps, le système de commande est aussi chargée d'appliquer des actions prioritaires et prédéfinies sur le système commandé [7].

I.6.1.2. Système de surveillance

Le système desurveillance est chargé de recueillir en permanence tous les signaux, via des indicateurs, provenant du système de production, et de suivre en temps réel les évolutions du système commandé. Elle regroupe ainsi l'ensemble des outils permettant de contrôler l'évolution du comportement du système par rapport à son fonctionnement normal, et de détection toute anomalie ou défaillance. Les méthodes de surveillance sont divisées en deux catégories : les méthodes de surveillance avec modèle et les méthodes de surveillance sans modèle. La figure I.6 suivante regroupe les différentes méthodes de surveillance [10]

- La première catégorie se base le modèle analytique du système à surveiller et utilise généralement des techniques de l'automatique [11].
- La deuxième catégorie de méthode se divise en deux sous catégories : une correspond aux statiques de tacitement du signal qui sont en contact direct avec le signal d'outils de traitement de bas niveau et la deuxième est orientée vers la communication avec l'opération utilisant l'intelligence artificielle [12].

I.6.1.3. Système de supervision

La supervision consiste à conduire une installation industrielle eux moyens d'écrans de supervision placés aux postes de pilotage, rafraîchis à chaque instant par les informations provenant des automatismes et des capteurs intelligents. Pour concevoir un système de supervision on a besoin de maitriser les techniques suivantes[13] :

- a. Acquisition de données** : C'est la première étape de la supervision qui consiste à : recueillir, valider et assurer l'acheminement des informations sur l'état du système jusqu'au poste de pilotage.
- b. Surveillance de la commande** : Basée sur la notion de filtre de commande [14], elle permet de vérifier que les ordres émis sont conformes à l'état de la partie opérative.
- c. Surveillance du système opérant** : elle a en charge la surveillance des défaillances du procédé qui, dans le cadre de la sureté de fonctionnement.

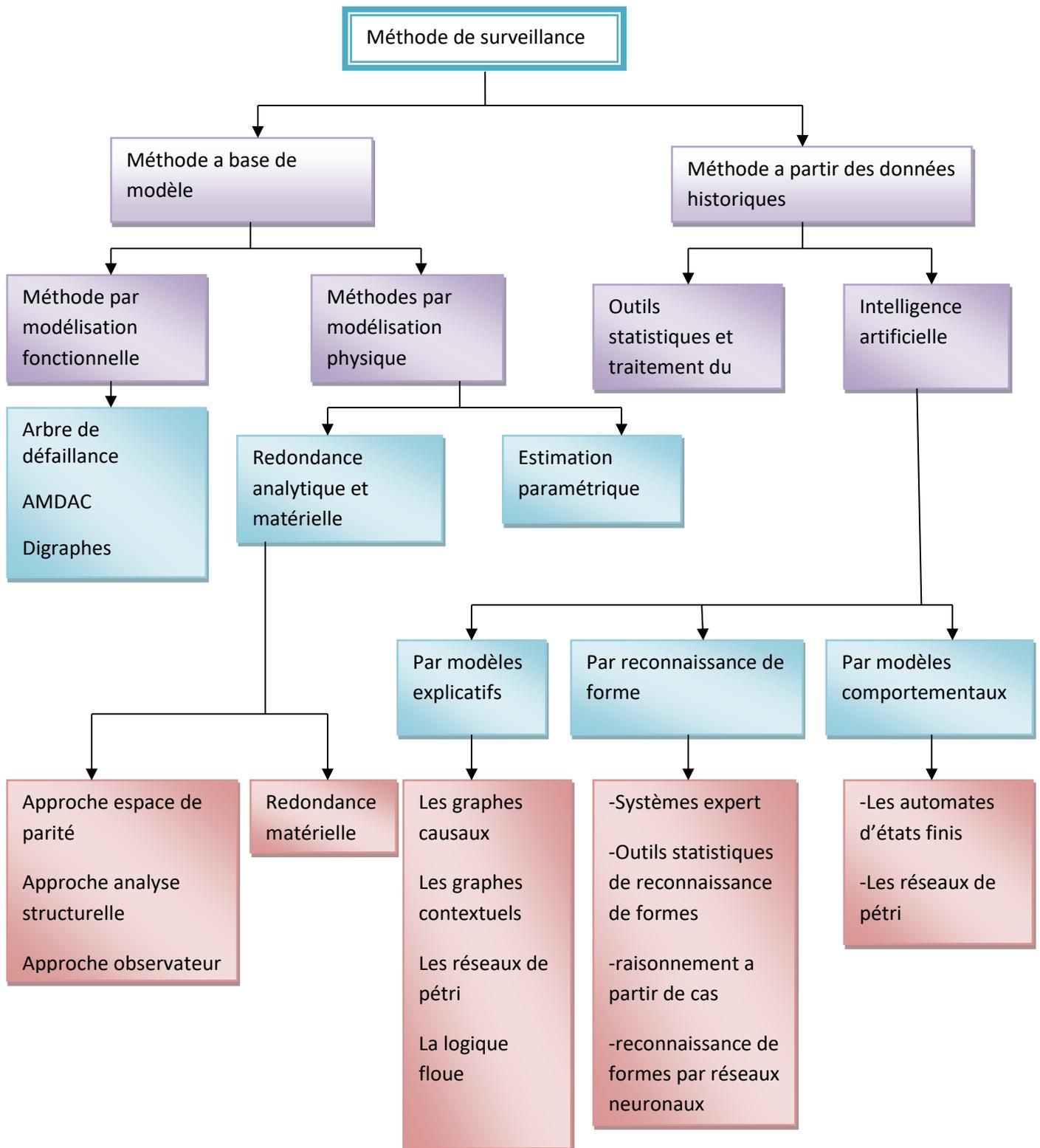


Figure I.6. Classification des méthodes de surveillance

Chapitre I : Techniques de la maintenance industrielle

I.6.2 Interface homme-machine (IHM)

C'est un ensemble des dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur humain d'interagir avec système numérique interactif [17]. La spécification des interfaces homme-machine doit être réalisée en collaboration par les différents intervenants (informaticiens, spécialistes ou autres). A partir de la modélisation des tâches humaines et différents utilisateurs, il s'agit de recenser rigoureusement les besoins, ergonomiques et techniques, puis de définir le nombre d'écrans à utiliser, l'architecture de l'interface homme-machine l'enchaînement des vues, les modes de présentation des informations, les modes d'activation des différents outils d'aide, les modalités de dialogue homme-machine, ect, [18].

Lors de l'exploitation, des dialogues entre la machine et l'homme sont nécessaires. Ils ont pour objet [19] :

- La conduite de la machine ou des processus (ordres, consignes,ect...).
- Les réglages et mises au point à effectuer.
- Les maintenances préventives ou dépannages a effectué.

Cette fonction est assurée par les éléments suivants :

- Des composants (constituants) implantés tels que : boutons poussoirs, roues codeuses, claviers pupitres, voyants, afficheurs, ect...
- Des composants d'exploitations tels que : claviers d'exploitation écrans de contrôle amovibles, terminaux d'exploitation des automates programmables.

1.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons rappelé les techniques de la maintenance industrielle : corrective, préventive et conditionnelle tout en détaillant l'utilité et les objectifs attendus de chaque technique. Ces technique ont pour but commun de réduire la probabilité des défaillances afin d'augmenter la production. Ainsi, pour contrôle périodique ces objectifs soient atteints on nous avons discuté les technique d'analyses SCADA et IHM qui restent performantes pour déterminer les points critiques d'un système d'auto-surveillance afin d'améliorer la fiabilité du système étudié.

Chapitre 02

Système de supervision STEP-Tiaret
- SIEMENS SIMATIC WinCC -

2.1. INTRODUCTION

Le présent chapitre porte sur l'analyse des défaillances du système de supervision dans un milieu industriel. Notre choix s'est porté sur le processus industriel de traitement des eaux urbaines usées. Notre cas concerne la station d'épuration de Tiaret exploitée par l'ONA et supervisée par le système Siemens SIMATIC WinCC.

En premier lieu, on présentera l'office national de l'assainissement ainsi que la station d'épuration de Tiaret. En deuxième lieu on présentera le procédé d'épuration des eaux usées par **boues activées à moyenne charge** ainsi que les différentes étapes de son processus. Ensuite on présentera le système de supervision SIMATIC WinCC mis en place au niveau de la STEP –Tiaret et qui assure le suivi et le pilotage informatique du procédé d'épuration des eaux usées au niveau de la station d'épuration de Tiaret. La dernière partie de ce chapitre traite l'un des aspects de la maintenance d'un automate programmable à travers l'exposé des différents modes de défaillance de l'automate SIMATIC WinCC.

2.2. LA STEP DE TIARET

2.2.1 Office national de l'assainissement [21]

L'office national de l'Assainissement (ONA) est un organisme placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau. Il a été créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001.(ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C). Les missions assurées par l'office national de l'assainissement sont :

- La protection et la sauvegarde des ressources et environnement hydrique.
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique.
- La préservation de la santé publique.

Ainsi, l'épuration des eaux usées constitue un axe stratégique de sa politique pour l'équilibre hydrique et écologique. Par conséquent, d'importants programmes de réalisation de stations d'épuration (STEP) ont été conçus et lancés pour protéger la ressource et le littoral, d'autant que l'Algérie a ratifié la convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée. A ce propos, l'ONA exploite 154 stations réparties sur l'ensemble du territoire national. Dont :

- 75 stations de lagunage,
- 76 stations de type boues activées
- 03 filtres plantés

Toutes les stations à boues activées disposent de laboratoire de contrôle. Depuis 2006 le facteur récupération des eaux usées est intégré progressivement dans le fonctionnement pour quelques stations d'épuration.

2.2.2STEP de Tiaret

2.2.2.1Présentation

Mise en service en mai 2008, la station d’épuration de Tiaret est située à environ 4.5 Km de la ville sur la rive droite de l’oued Ouasel(Figure 2.1). Elle assure le traitement des communes de :Tiaret, Dahmouni, Sougueur et Ain-Bouchekif.Le tableau 2.1 expose la fiche technique de la STEP-Tiaret.



Fig. 2.1 : Vue aérienne de la STEP de Tiaret (Google Map)

Tab. 2.1 : STEP de la ville de Tiaret

Nom de la station	STEP-Tiaret
Domiciliation	Route Ain Bouchekif
Organisme gestionnaire	ONA/Unité de Tiaret
Maître d’ouvrage	DRE Tiaret
Entreprise de réalisation	Linde – Cosider
Date de la mise en service	Mai 2008
Milieu récepteur	Barrage Dahmouni
Superficie de la station	12 hectares
Capacité d’épuration	390 000 EH
Nombre des stations de relevage	03
Nature des eaux brutes	Urbaines
Type de réseau	Unitaire
Localités concernées par le traitement	Tiaret,Dahmouni ,Sougueur et Aïn-Bouchekif
Volume journalier	38 000 m3
Débit moyen 24 h	1583 m3/h
Débit de pointe temps sec	2533m3/h
Débit de pointe temps de pluie	1944m3/h

2.2.2.2 Structure organisationnelle [8]

La structure organisationnelle est l'ensemble des dispositifs par lesquels une entreprise *organise, répartit et contrôle* ses activités. La STEP de Tiaret fonctionne selon un organigramme fonctionnel en relation avec les postes occupés, les compétences et les qualifications. Dans le cas de la STEP –Tiaret, la structure organisationnelle est donnée par la **figure 2.2**.

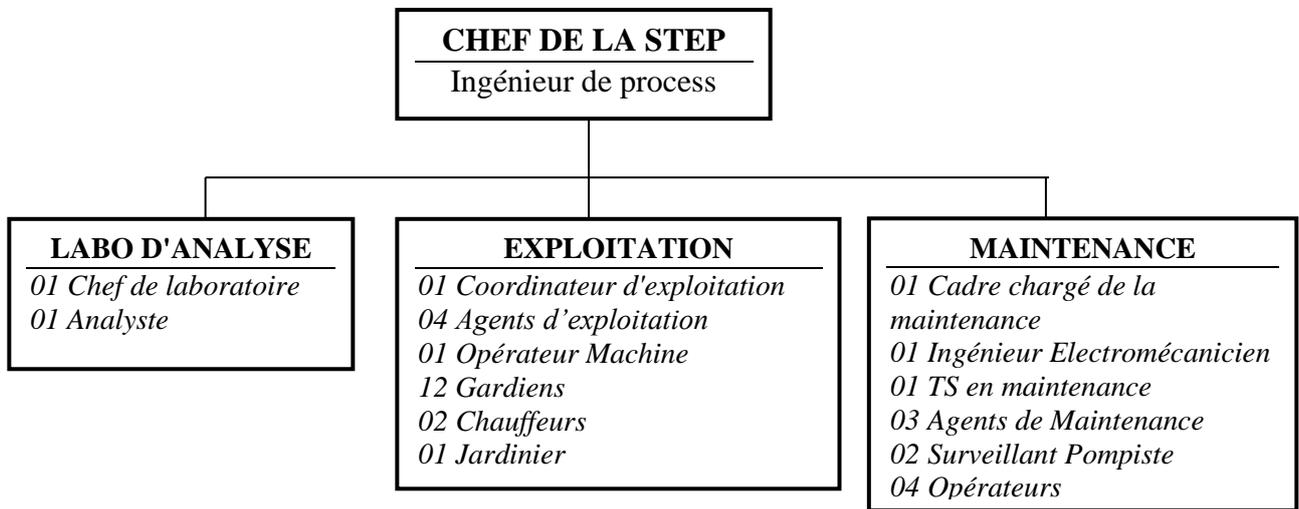


Figure 2.2: Structure organisationnelle de la STEP-Tiaret

2.2.2.3 Processus d'épuration des eaux usées

La station d'épuration de Tiaret traite les effluents urbains en majorité d'origine domestiques par le procédé de type "boues activées à moyenne charge" (**Figure 2.3**)

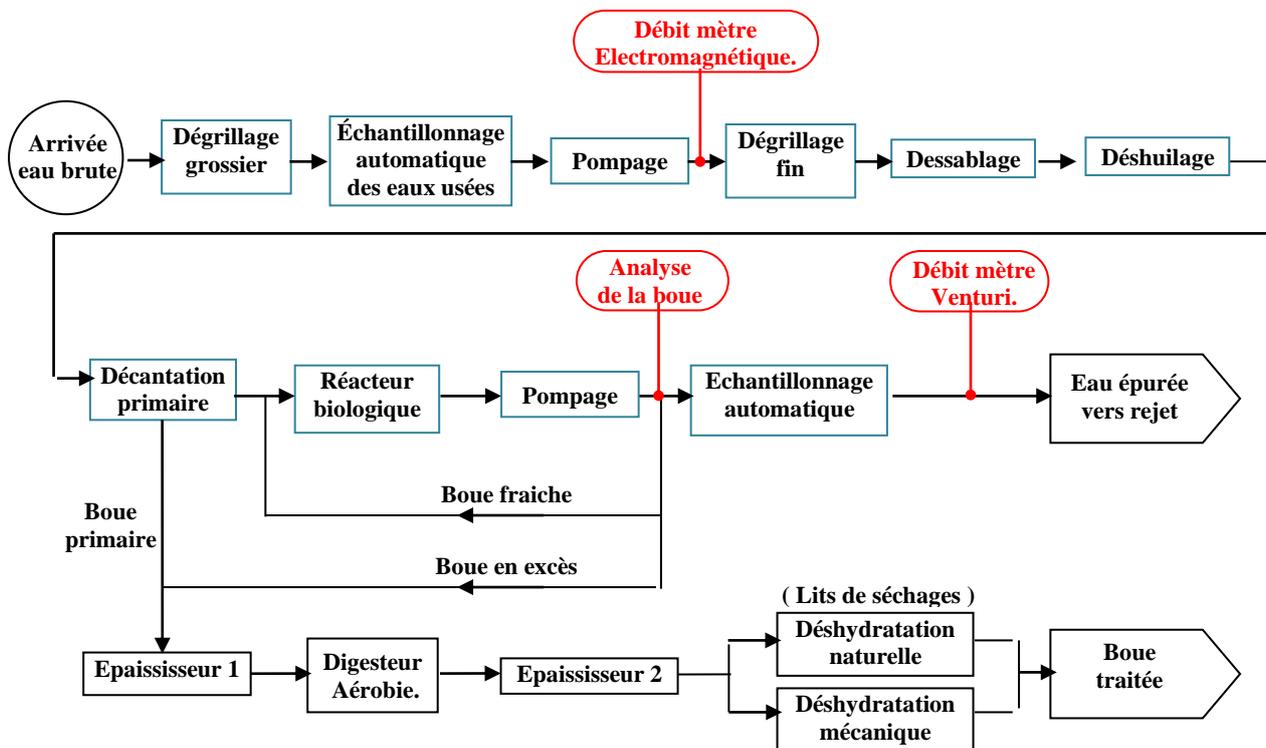


Figure 2.3: Processus d'épuration des eaux usées (STEP Tiaret)

Le processus donné par la figure 2.3, est détaillé

Tab 2.2 : Etapes d'épuration biologique de l'eau à boues activées moyenne charge

Etapes	Description	Moyens techniques
1. Réception des eaux usées	Les eaux usées à traiter arrivent par gravité depuis un déversoir d'orage à l'entrée de la STEP.	Poste de relevage
2. Pré-traitement	Dégrillage grossier l'eau brute étant chargée de déchets solides, huiles et sable, passe par les dégrilleurs grossiers : chargés d'éliminer les déchets solides grâce à des râpeaux mécaniques.	Dégrilleur grossier Maille = 30 mm Profondeur = 2.8 m Volume = 422 m ³ Nb de voies : 02
	Echantillonnage automatique	Echantillonneur automatique doté de 24 bouteilles asservis par une pompe d'aspiration des eaux brutes qui assure le remplissage des bouteilles chaque heure.
	Pompage des eaux brutes	Puisard des pompes C'est un ouvrage où se loge trois pompes centrifuges opérationnelles en fonction du débit des eaux d'entrée avec une logique de 2+1 c'est-à-dire deux pompes en service la troisième en secours.
	Dégrillage fin Il est similaire au dégrillage grossier avec la particularité d'éliminer les déchets fins échappés du dégrillage grossier.	Dégrilleur fin Maille = 8 mm Profondeur = 2.8 m Volume = 422 m ³ Nombre de voies : 02
	Dessablage Processus qui se déroule dans un ouvrage de forme rectangulaire, doté d'un pont racleur, un système d'air lift, des conduites d'air comprimé qui assure une aération de fond via des sur-presseurs d'air, pour assurer une séparation des sables.	Déssableur Profondeur = 2.8 m Volume = 422 m ³ Nombre de voies : 02
	Déshuilage Processus qui se déroule dans un ouvrage de forme rectangulaire, doté d'un pont racleur, un système d'air lift, des conduites d'air comprimé qui assure une aération de fond via des sur-presseurs d'air, pour assurer une séparation des huiles	Déshuileur Profondeur = 2.8 m Volume = 422 m ³ Nombre de voies : 02

Tab 2.2 : Etapes d'épuration biologique de l'eau à boues activées moyenne charge (Suite)

Etapas	Description	Moyens techniques
<p>3. Traitement biologique des eaux brutes</p>	<p>Décantation primaire Processus qui se déroule dans un ouvrage de forme cylindrique doté d'un pont racler de fond qui sert à racler les boues qui se décantent au fond par le biais de pompes excentriques qui servent à extraire les boues décantées au fond du bassin.</p>	<p>Bassin de décantation Nombre de bassins : 02 Profondeur : 3.45 m Volume : 1950 m³</p>
	<p>Activation de la boue Dans ce processus, le traitement des eaux usées est réalisé dans un bassin appelé "bassin d'activation" par des bactéries qui se nourrissent de matières polluantes. Pour permettre aux bactéries d'assimiler les polluants, il faut qu'elles soient alimentées en oxygène par des apports d'air frais.</p>	<p>Aération biologique Nombre de bassins : 02 Type d'aérateur : fin bull</p> <p>Bassin d'activation Nombre de bassins : 02 Profondeur : 6.50 m Volume : 6870 m³ Nombre de matelas : 18</p>
	<p>Pour ce faire, on injecte de l'air via des conduites qui alimentent des matelas d'air logés au fond pour assurer l'air nécessaire pour la respiration de la bactérie qui sert à dégrader la charge polluante, avec un mouvement perpétuel assuré par des agitateurs. La séparation de l'eau traitée de la masse des bactéries (que l'on appelle « boues ») se fait dans un bassin spécifique appelé "clarificateur". Ce dernier est le siège de la séparation entre la boue riche en bactérie jeune en forme de boues fraîches et l'eau épurée des charges polluante. Pour conserver un stock constant et suffisant de bactéries dans le bassin de boues activées, une grande partie des boues extraites du clarificateur est ensuite renvoyée dans le bassin.</p>	<p>Clarificateur Profondeur : 6.50m, Volume : 7963 m³ Nombre de bassins : 02 Pont racler : - Surface = 2794 m² - Taux de retour = 0.66%</p>

Tab 2.2 : Etapes d'épuration biologique de l'eau à boues activées moyenne charge (Suite)

Etapes	Description	Moyens techniques
<p>4. Traitement biologique des boues</p>	<p>Compactage 1 Traitement qui sert à compacter la boue et extraire les eaux troubles.</p>	<p>Epaississeur 01 Ouvrage cylindrique muni d'un pont racleur à erses qui tourne à une vitesse très lente Diamètre intérieur : 25 m Hauteur : 3.10 m</p>
	<p>Digestionaérobie C'est un processus qui se déroule dans un ouvrage cylindrique scindé en deux ouvrages, bassin d'aération ou d'activation des vieilles bactéries et un bassin muni d'agitateurs qui mettent la boue en perpétuel mouvement facilitant le dégazage. le 1^{er} bassin où en injecte de l'air via des conduites qui alimentent des matelas d'air logés au fond pour assurer l'air nécessaire pour la respiration de la bactérie qui sert à dégrader la charge polluante, avec un mouvement perpétuel assuré par des agitateurs. Le 2^{ème} bassin qui est le siège dégazage de la boue riche en veille bactérie.</p>	<p>Bassin d'aération Volume : 2600m³ Profondeur : 6.5m Nombre de matelas d'aérobie =14</p> <p>Bassin de dégazage Volume : 2600m³ Profondeur : 6.5m Nombre de matelas d'aérobie =14</p>
	<p>Compactage 2 Traitement qui sert à compacter la boue et extraire les eaux troubles</p>	<p>Epaississeur 02 ouvrage cylindrique muni d'un pont racleur à erses qui tourne à une vitesse très lente. Diamètre : 19 m Surface : 282 m² Volume : 1136 m³</p>
<p>5. Déshydratation de la boue</p>	<p>Déshydratation naturelle C'est un processus qui se déroule dans des bassins rectangulaires muni de drains de fond couvert de deux matelas de gravier de différent diamètres et un matelas de sable fin qui sert à piéger la boue sèche.</p>	<p>Lits de séchage Nombre de lits : 10 Surface de chaque lit : 1260 m²</p>
	<p>Déshydratation mécanique C'est un processus réalisé par un système de séchage constituée de filtre à bande qui reçoit la boue liquide à laquelle on injecte des polymères qui servent à absorber les eaux contenue dans la boue accélérant ainsi son assèchement.</p>	<p>Filtre à bande</p>

2.3 SYSTEME DE SUPERVISION DE LA STEP-TIARET

2.3.1 Architecture du système de supervision

Pour le suivi et le pilotage informatique du procédé d'épuration des eaux usées une STEP est dotée d'un système de supervision qui assure l'acquisition de données (mesures, alarmes, d'état de fonctionnement) ainsi que le retour des paramètres commande des processus à travers des automates programmables. La **figure 2.4**, montre l'organisation d'un système de supervision pour la STEP de Tiaret.

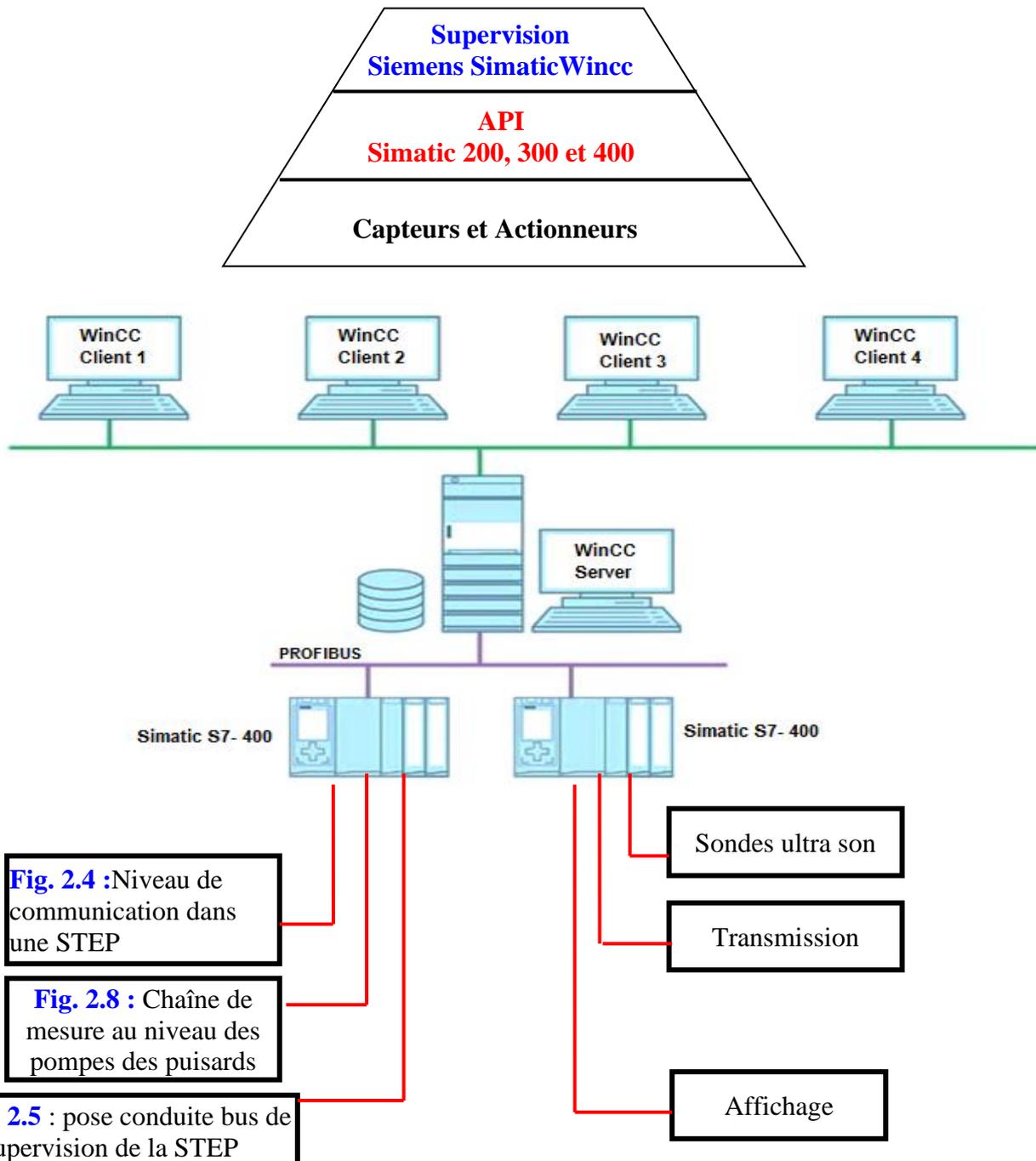


Fig. 2.4 :Niveau de communication dans une STEP

2.3.2. Système de superviseur Simatic Wincc[21]

Pour la STEP de Tiaret, celle-ci fonctionne en mode automatique sous la supervision du système SIEMENS SIMATIC Win CC qui gère des API Simatic 200, 300 et 400. Ces derniers constituent les éléments principaux de pilotage des équipements électromécaniques dont l'architecture sera donnée selon le procédé d'épuration (Figure 2.5).

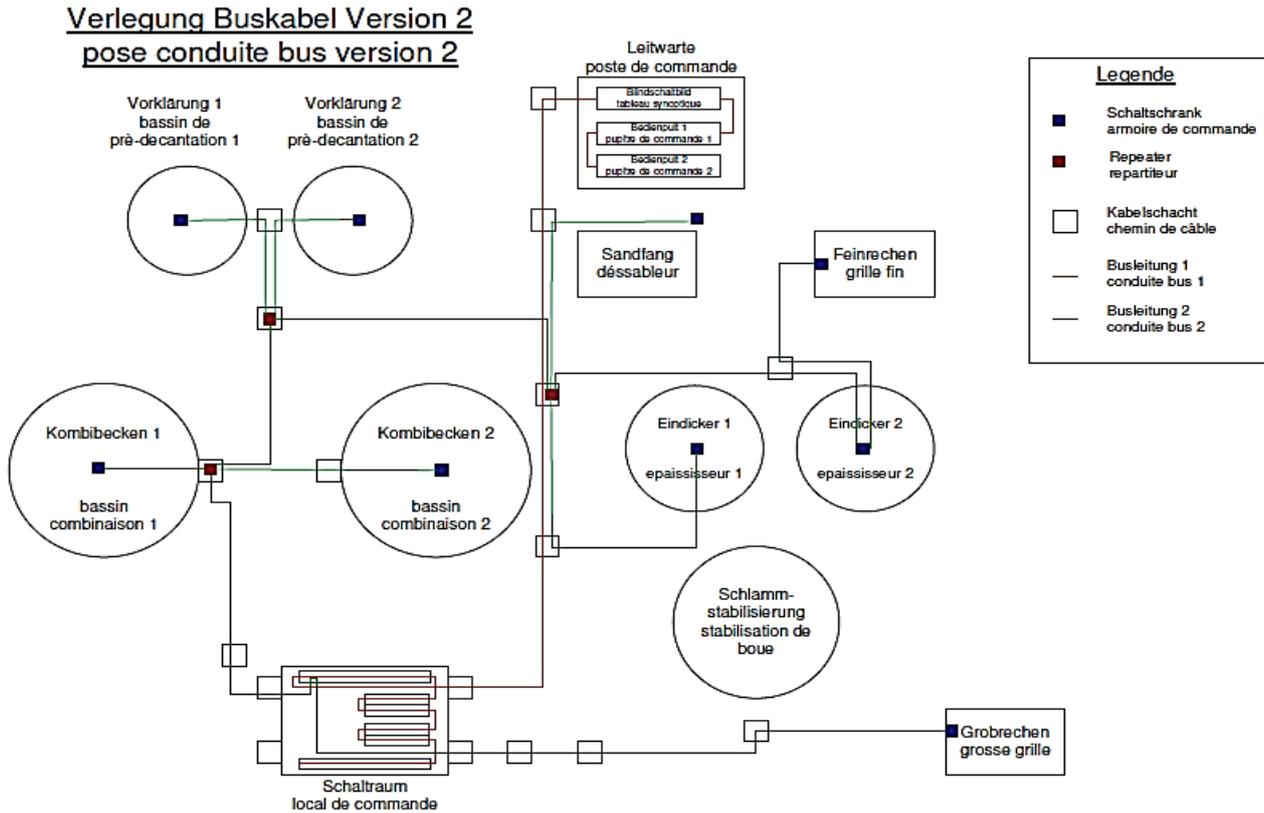


Fig. 2.5 : pose conduite bus de la supervision de la STEP

2.3.3Système d'automatisation SIMATIC

Dans les installations industrielles, un grand nombre de systèmes à commande électronique sont programmées pour exécuter des tâches ou des opérations nécessaires aux processus industriels. Rien de tout cela ne serait possible sans un automate programmable (PLC), qui traduit les commandes pour que le système le comprenne. Si un opérateur appui sur un bouton pour activer une commande particulière, le système lui –même n'a aucun moyen de comprendre l'ordre qui lui a été donné. Par conséquent, un code doit faire agir la machine. Le code de l'automate réside dans une unité centrale de traitement qui fait office d'intermédiaire. Ainsi, si l'opérateur appuie sur un bouton, l'automate traduit cette information en une commande que la machine peut comprendre et la commande prend effet.

Parmi les automates programmables les plus utilisés en milieu industriel il a la série des automates SIMATIC de la société Siemens.

Le terme SIMATIC est une marque déposée de Siemens. C'est une composition des mots "Siemens" et "Automatic". SIMATIC est une série d'API et de systèmes d'automatisation, développés par la société Siemens. Introduite en 1958, la série a traversé quatre générations principales, la dernière étant la génération SIMATIC S7. La série est destinée à l'automatisation industrielle et à la production.

Les automates SIMATIC S7-300/400/200 sont des automates modulaire haute gamme très utilisé dans les industries de procès tel que l'épuration des eaux usées(Figure 2.6).Il s'agit d'automates multiprocesseurs dont lesprincipales caractéristiques sont :

- Processeur logique
- Processeur pour les opérations arithmétiques
- Processeur dédié à la régulation de type PID,
- Processeur dédié à la gestion des communications.



(a) SimaticS7-300



(b) SimaticS7-400

Fig. 2.6:Aperçu de l' API Simatic S7

- Les S7-200 représente une solution séquentielle simple utilisée comme un automate compact.
- Le S7-300 , CPU 314-2 PN/DP est un automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et industrial Ethernet. [22]
- Le S7-400 dispose d'une mémoire de travail, et d'un bon temps d'exécution répondant aux exigences des industries type processus.

2.3.4. Architecture du système [21]

Le système d'automatisation de la STEP est du type **maitre/esclave**. Dans le cas de la STEP, le maitre est la **CLP**, cette dernière est un l'API Simatic S7-400 modulaire. Ce dernier reçoit les signaux qui viennent des différents capteurs éparpillé au niveau des différents ouvrages de la

STEP, et les traitent afin d’envoyer l’ordre d’exécution adéquats aux actionneurs et au synoptique qui permet d’afficher l’état instantané des installations, et des équipements des différents ouvrages.

Le synoptique est un APISimatic S7-300. On note que cet API permet à l’operateur d’introduire de nouvelles données de pilotage (paramétrage) via des pupitres d’IHM.

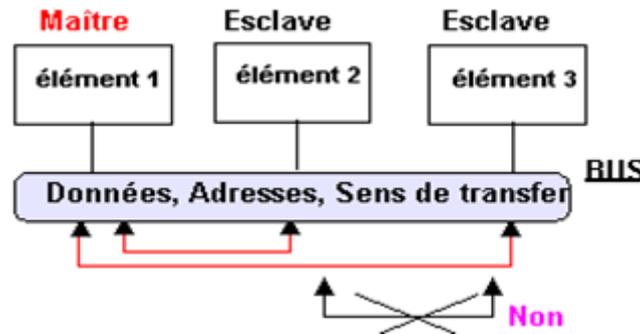


Fig. 2.7 : architecture du système maître /esclave

2.3.5. Fonctionnement du système[21]

Le système d’auto surveillance dans laSTEP est équivalent à une boucle d’asservissement qui gère la qualité d’eau épurée à la sortie à celle de l’entrée (Brute) ; cette qualité se caractérise par les paramètres physico-chimiques {MES. DCO.DBO5}.

Si ces paramètres ne correspondent pas à la norme algérienne du rejet, une modification ou un nouveau paramétrage des indicateurs d’exploitation est nécessaire qui sera introduit par des pupitres d’IHM et qui sera pris en considération par le programme de gestion du système d’exploitation. A partir de la description fonctionnelle du procédé d’épuration, on remarque trois chaines principales d’acquisition, affichage et transfert des données.

1. Pompe des puisards

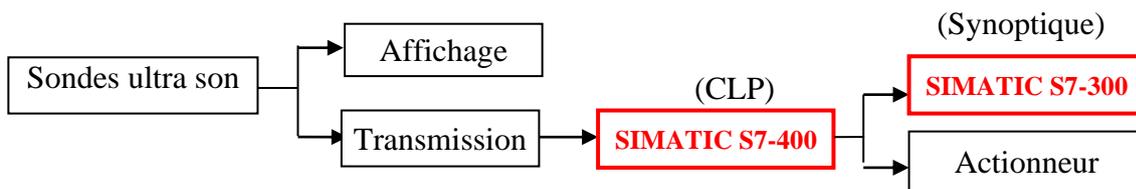


Fig. 2.8 : Chaîne de mesure au niveau des pompes des puisards

2. Déssableur/Déshuileur

Ouvrage piloté par un automate Simatic s7-200 compact qui assure le fonctionnement du pont racleur. L’architecture de la chaine de mesure est sous la forme suivante

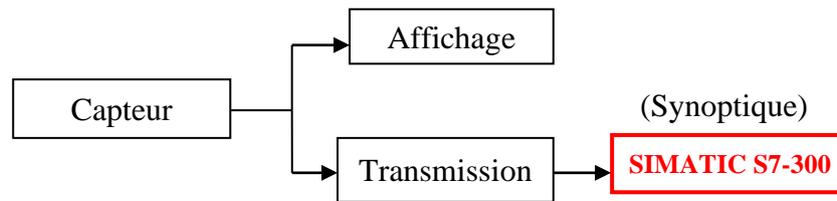


Fig. 2.9 : Chaîne de mesure au niveau des pompes des puisards

3. Réacteur biologique

Les seuils de la concentration d'oxygène dissous dans le bassin sont de l'ordre de [0.4mg/l 2mg/l] .L'architecture de la chaîne de mesure dans ce cas est sous la forme suivante :

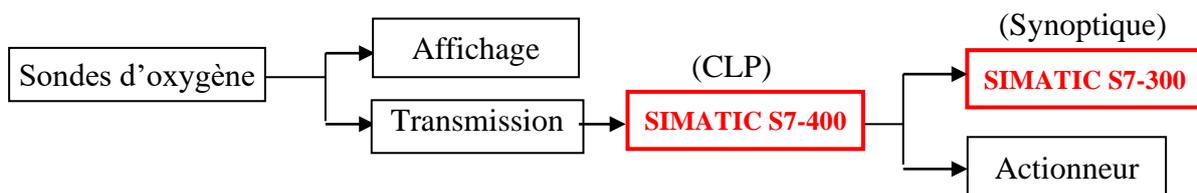


Fig. 2.10 : Chaîne de mesure au niveau des pompes des puisards

2.6 MODES DE DEFAILLANCE DES API

Les défaillances dans les systèmes d'auto surveillance sont souvent du a un problème rencontré au niveau des API. Depuis leur développement à la fin des années 1960, les automates programmables sont devenus plus complexes.

Aujourd'hui, le code est programmé pour une variété de tâches complexes. En tant que tels, les automates fonctionnent sans arrêt pour traduire des chaînes de commandes continues pour les machines correspondantes. Malgré ces complexités, les automates programmables peuvent également avoir des problèmes. Les défaillances les plus communes des automates programmables incluent : la défaillance du module, les pannes de courant et les mauvaises connexions réseau. Les problèmes de défaillance de l'API peuvent également provenir de la surchauffe, de l'humidité et des interférences électromagnétiques. Pour lutter contre les problèmes des systèmes de contrôle PLC, les ingénieurs d'usine doivent inspecter leurs systèmes pour s'assurer que ces problèmes ne deviennent pas incontrôlables.

Un API étant conçu pour fonctionner dans des environnements difficiles, même le code de commande le plus complexe peut rencontrer des problèmes s'il est sujet à des défaillances, des baisses de tension ou tout ce qui pourrait être physiquement dangereux pour les circuits. Par conséquent, il est crucial de savoir exactement ce qui causera la défaillance de l'API et comment arrêter et prévenir ce problème. Selon [24], Les différents modes de défaillances d'un API sont :

- 1. Défauts des modules I/O**
- 2. Défauts de mise à la terre.**
- 3. Défauts d'alimentation**
- 4. Interférence de bruit électrique**
- 5. Perte de communication réseau**
- 6. Chaleur et échauffement thermique**
- 7. Conflit avec l'environnement extérieur**
- 8. Mémoire corrompue**
- 9. Défauts de protection des risques extérieurs**

2.6.1 Défaillance des modules d'entrée/sortie

Dans quatre cas sur cinq où un automate tombe en panne, le problème se résume à l'un des trois facteurs suivants :

- 1.* défaillance du module des entrées/sorties (I/O)
- 2.* problèmes avec un appareil de terrain
- 3.* problèmes d'alimentation

Lorsqu'un problème avec l'un de ces composants survient, le problème devient apparent avec des interruptions du processus en cours. Dans certains cas, le processus s'arrête brusquement.

Chacun de ces problèmes refuse au système CPL le signal dont il a besoin pour exécuter une séquence. Pour remédier à de tels problèmes, un ingénieur examinera le logiciel système pour déterminer la racine du problème, qui est généralement dû à un certain point d'E/S.

Une fois que l'ingénieur a localisé le module d'E/S affecté, il peut retracer l'étendue du problème d'un bout à l'autre.

Divers problèmes peuvent survenir dans cette situation, notamment les suivants :

- une erreur dans la configuration de l'automate
- un bornier lâche
- une alimentation VCD défectueuse
- problèmes avec les fils
- un disjoncteur déclenché

Dans certains cas, le module d'E/S peut devoir être remplacé. Pour les systèmes intacts depuis de nombreuses années, cela peut être difficile. Un module plus récent peut être incompatible avec les composants plus anciens qui composent le système en question.

Lorsqu'une ou plusieurs entrées agissent de manière irrégulière ou échouent carrément, cela signifie généralement qu'une erreur est présente avec l'API ou la source d'alimentation. La première étape consiste à voir si le problème provient du module d'E/S. L'étape suivante consiste à voir si les

fil ou la source d'alimentation ont causé le problème. Si aucun de ces composants n'est à l'origine de la panne, l'étape suivante consiste à inspecter les appareils de terrain.

Les parties du système qui sont physiquement séparées du module d'E/S doivent avoir leurs configurations vérifiées pour les erreurs. Avec n'importe quel appareil de terrain, un problème peut également être le résultat d'un endommagement des circuits, qui est parfois le résultat d'une exposition à l'humidité.

2.6.2. Défaut de mise à la terre

Pour qu'un automate programmable et son équipe de maintenance restent en sécurité, une mise à la terre correcte est essentielle. L'intégrité de la terre sert également de barrière acoustique qui protège contre le bruit blanc électrique. Chaque fois qu'un inspecteur examine un API, il doit examiner le câblage de terre pour déterminer s'il y a des problèmes.

Par exemple, un fil de terre qui est partiellement endommagé par les éléments est susceptible d'avoir une capacité limitée, même s'il fonctionne encore dans une certaine mesure. Si la mise à la terre du fil se desserre, cela irait également à l'encontre de l'objectif. Les fils doivent être entièrement intacts et mis à la terre pour envoyer de l'électricité à un système PLC.

Les problèmes à rechercher avec le câblage de terre incluraient des dommages aux fils et des connexions faibles. Au fur et à mesure que l'ingénieur effectue ces inspections, il peut tester le câblage avec un multimètre. La borne de terre de l'automate est-elle résistante au point de raccordement de l'équipement ? Sachant cela aiderait à identifier la cause du problème.

2.6.3. Défaut d'alimentation

Pour qu'un API promulgue un code de programmation entre une entrée et une sortie, l'API doit avoir un flux d'alimentation constant et ininterrompu. Lorsqu'une source d'alimentation s'arrête, le problème peut être dû à plusieurs causes. Nonobstant les pannes dues à des pannes locales ou régionales, les sources de panne de courant les plus courantes sont les pannes de réseau, les connexions desserrées et les câbles usés.

Pour éviter la possibilité d'une panne de courant, la majorité des installations industrielles d'aujourd'hui ont des sources d'alimentation de secours. En cas de panne de l'ordinateur central, la source d'alimentation secondaire maintient les fonctions les plus vitales de l'installation en marche non-stop, ou au moins assez longtemps pour être arrêtée correctement. Certaines installations utilisent ce qu'on appelle une alimentation électrique ininterrompue, qui fonctionne comme une source d'alimentation redondante.

Cependant, toutes les usines ne trouvent pas ce processus essentiel. Par conséquent, ces installations pourraient subir des dommages importants au système en cas de panne de la source principale. Les dommages sont dus aux chocs que les composants du système reçoivent en cas de

baisse de tension ou de panne de courant. Une surtension pourrait faire griller divers composants du système en cas de surtension, tandis que d'autres pourraient ne pas fonctionner aussi efficacement qu'avant. De plus, les données de processus peuvent être perdues lors d'une panne si les opérateurs n'ont pas pu enregistrer les données avant la panne.

La pire chose à propos des pannes de courant dans les installations qui n'utilisent pas de sauvegarde est le potentiel de perte. Dans de nombreux cas, la panne sera mineure et ne durera qu'une demi-heure ou moins, mais les dommages seront permanents. Avec des sources d'alimentation de secours, les installations peuvent facilement surmonter de tels incidents avec peu ou pas de perte pour un système CPL.

Sur certains automates, des batteries sont installées pour une alimentation prolongée en cas de panne de courant. De cette façon, les données peuvent être sauvegardées et l'automate peut être correctement arrêté pendant la durée de la panne. Une fois l'alimentation rétablie, l'API peut être redémarré correctement.

2.6.4. Interférence de bruit électrique

Les interférences de signaux étrangers dues au bruit électrique peuvent avoir un impact considérable sur les performances d'un API. La cause la plus courante de bruit électrique est l'interférence électromagnétique, qui se produit généralement lorsqu'un gros moteur est activé ou lorsque la foudre frappe à proximité. Une autre cause de bruit électrique est l'interférence de fréquence radio, qui peut être le résultat d'antennes et d'émetteurs portatifs à proximité.

Les dommages causés par le bruit électrique peuvent aller du hoquet de l'API à une panne pure et simple. En tant que tel, il est vital que les installations contiennent autant que possible la possibilité d'une telle interférence. Ne pas le faire pourrait entraîner des temps d'arrêt prolongés et des dommages coûteux.

Dans un local industriel, les appareils portables susceptibles de provoquer des interférences devraient être interdits au sol. De plus, toute machine sur les lieux qui pourrait être problématique à cet égard devrait être séparée du PLC. En cas de doute, demandez à un ingénieur de service de venir vous aider à découvrir les moyens les plus efficaces de barricader ou de sectionner les composants potentiellement interférents.

2.6.5. Perte de communication réseau

La majorité des systèmes de contrôle PLC doivent être en contact avec les équipements environnants pour fonctionner correctement. Un tel équipement comprendrait des périphériques et des interfaces homme-machine. Ces différents composants se connectent entre eux via des câbles Ethernet, qui transmettent des commandes d'un point à un autre.

Si une connexion entre deux appareils échoue pour une raison quelconque, les appareils ne peuvent pas exécuter leurs fonctions prévues comme programmé. Par conséquent, la perte de communication entraînera généralement des temps d'arrêt dans une installation industrielle.

Lorsque les diagnostics du système sont effectués, les indicateurs révèlent la racine de la déconnexion. L'échec de la communication est parfois enraciné dans une unité centrale de traitement.

Pour protéger les systèmes contre de tels événements, les ingénieurs doivent inspecter régulièrement les connexions entre les différentes parties du système. Lors de l'exécution de ces inspections, les techniciens doivent vérifier l'infrastructure physique d'un réseau système à chaque point pour s'assurer que les invites peuvent être activées et terminées comme demandé.

Lorsque des périphériques supplémentaires sont ajoutés au système, des inspections supplémentaires doivent être effectuées pour s'assurer que les nouvelles connexions sont solides et que les anciennes connexions restent intactes. Pour garantir la sécurité des opérations, un micrologiciel doit être installé avec chaque nouvel appareil, ainsi que des correctifs pour se protéger contre les failles de sécurité.

2.6.6. Chaleur et échauffement

L'un des plus grands dangers pour les composants électroniques est la chaleur excessive. Un système CPL entouré d'équipements émettant de la chaleur peut présenter un risque de défaillance s'il n'est pas correctement protégé. En règle générale, tous les équipements doivent être maintenus à des températures bien inférieures au seuil maximal spécifié par le fabricant. Sinon, l'API et/ou la partie périphérique pourraient surchauffer et ne pas fonctionner correctement, voire pas du tout.

Les environnements humides génèrent également de l'humidité, qui peut également avoir un effet dommageable sur un automate programmable. Si la condensation n'est pas détectée et s'accumule dans un API, le contrôleur peut soudainement cesser de fonctionner. Par conséquent, une installation pourrait être fermée temporairement en attendant des réparations coûteuses en raison de problèmes liés à la chaleur.

Dans les installations équipées de systèmes CVC, le réglage de refroidissement doit être réglé à un niveau qui maintiendra la zone autour de l'API à une température relativement basse. Tout ce qui génère de la chaleur à des niveaux suffisants doit être maintenu à une distance de sécurité de l'API. Tant que l'API peut bien fonctionner dans les niveaux de température recommandés par les fabricants, votre API ne devrait pas être exposé à des problèmes de performances liés à la chaleur.

2.6.7. Conflit avec l'environnement extérieur

Un automate peut mal fonctionner ou échouer lorsque l'état interne du code est incompatible avec quelque chose qui se produit à l'extérieur. Peut-être qu'une pièce a été changée le long d'un des périphériques attachés ? Ou peut-être qu'une mise à jour a eu lieu et que le code n'a pas pu comprendre ces changements ? Dans tous les cas, un automate ne peut commander que ce qu'il est programmé pour comprendre.

Sur certains systèmes, un périphérique d'entrée sera connecté sans test suffisant de compatibilité. Par conséquent, l'automate ne pourra pas comprendre les commandes qu'il reçoit. À son tour, l'API ne sera pas en mesure de mettre ces commandes en action. Par conséquent, toute modification apportée à un système doit être entièrement testée pour s'assurer que tout fonctionne comme prévu.

2.6.8. Mémoire corrompue

La mémoire d'un API peut être corrompue par des facteurs externes tels que des interférences de fréquence et des coupures de courant. Par exemple, lors d'une baisse de tension ou d'un black-out, le choc pourrait rendre le code illisible par l'unité centrale. De même, un automate qui n'est pas en mesure de s'arrêter correctement en raison d'une perte d'alimentation soudaine peut ne pas lire correctement une fois que vous l'avez redémarré.

Afin de prévenir toute perte de mémoire dans l'automate, on copie toutes les données dans une unité de stockage redondante. Conservez les copies redondantes à l'écart des sources d'interférences électromagnétiques, d'interférences radiofréquences ou de toute source de chaleur.

2.6.9. Gérer les risques

Afin de réduire la possibilité de problèmes d'API, les ingénieurs de l'installation doivent suivre les étapes de la procédure pour s'assurer que toutes les pièces sont correctement connectées à toutes les extrémités. De plus, l'environnement d'exploitation d'un système CPL doit être bien entretenu pour garantir l'absence de bruit électrique, d'humidité ou de chaleur excessive.

Certaines usines n'ont pas réussi au fil des ans à mettre en place des procédures de maintenance suffisantes. Par conséquent, ces installations ont subi une part indue de défaillances de systèmes et de pièces, ce qui s'avère coûteux. L'un des plus gros oublis possibles est l'incapacité à détecter les problèmes de surchauffe, qui peuvent avoir un effet destructeur sur tout équipement prenant les commandes d'un automate. De plus, la chaleur et l'humidité qui en résulte peuvent provoquer une panne du contrôleur.

Le problème du bruit électrique est également sérieux, car il peut perturber le code de commande d'un automate. Lorsqu'un système est invité à exécuter une certaine commande, l'API peut ne pas être en mesure de traiter les commandes si des interférences de signal se produisent.

Par conséquent, les installations doivent adopter des mesures strictes pour s'assurer qu'aucun élément susceptible de provoquer des interférences électromagnétiques ou radio ne se trouve à portée d'un API.

Par-dessus tout, il est crucial de s'assurer qu'une alimentation électrique de secours soutient un système CPL à tout moment. De cette façon, si la source d'alimentation principale tombe en panne pendant un certain temps, les usines peuvent fonctionner à pleine capacité ou au moins à leur capacité nécessaire. De plus, les installations doivent inspecter régulièrement l'intégrité des câbles, la mise à la terre et les connexions Ethernet à tous les points applicables le long d'un système CPL.

Dans certains cas, cependant, même les composants électroniques les mieux entretenus tombent en panne et doivent être restaurés. Que vous ayez un servomoteur ou un équipement hydraulique en panne, vous pourriez le remettre en état de marche si vous savez vers qui vous tourner.

2.7. CONCLUSION

- Au terme de ce chapitre, on a pu exposer en premier lieu le processus de l'épuration des eaux usées qui constitue un axe stratégique pour l'équilibre hydrique et écologique. A ce propos, la STEP de Tiaret représente l'une des installations automatisée qui fonctionne selon un procédé d'épuration qui doit produire une eau épurée qui répond aux normes internationales.
- La deuxième partie du chapitre a été consacré à la présentation du fonctionnement en mode automatique par des API Simatic300 et 400 qui constituent les éléments principaux de pilotage des équipements électromécaniques qui assurent le bon déroulement du processus d'épuration des eaux usées au niveau de la STEP de Tiaret laquelle étant assujetti à une supervision parle système SIMATIC WinCC,
- Le chapitre est clôturé avec la présentation les différents modes de défaillances des automates programmables. Ces modes de défaillances seront considérés comme des évènements redoutés à partir des quels on peut faire une analyse de défaillance en utilisant la technique de l'arbre de défaillance.

Chapitre III

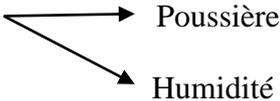
Etude de cas et solutions proposées

3.1. Introduction

Comme rappel, notre cas d'étude s'est porté sur la station d'épuration des Eaux Usées de la ville de Tiaret. Le processus épuratoire biologique auto surveillé (à base de bactéries) est piloté par des API de technologie Siemens. D'après nos constatations et observations de terrain, cette dernière présente des défaillances dans le coté automatique del'auto-surveillancemettant l'exécution du procès en difficulté. Dans ce chapitre nous allons décrire notre contribution dans les solutions aux problèmes rencontrés.

3.2. Les problèmes de défaillance du système Simatic Win CC

Afin de garantir un fonctionnement dans les meilleures conditions du système Simatic, certaines recommandations du constructeur doivent être respectées [21]:

- Les API doivent être implantées dans une température ambiante $< 50^{\circ}$
- protéger de 
 - Poussière
 - Humidité
- Eviter les microcoupures répétitives

3.2.1. Les températures excessives

La CLP au niveau de la STEP est implanté dans une salle en béton armé où la température peut atteindre 70 degré, sachant que les climatiseurs installés sont devenus insuffisant pour refroidir les armoires de commande ainsi que la CLP, se qui produit la défaillance des composants électroniques, et la perte de la **CLP**.

3.2.2. Les problèmes d'alimentation : les microcoupures

- L'une des sources majeures de défaillance rencontrée au niveau de la STEP on a les problèmes liés à l'alimentation ou microcoupures. Les perturbations de la qualité de l'alimentation est défini par l'**IEEE** sont classées dans 07 catégories [27]:

- a)- Transitoire
- b)- Interruptions
- c)- Creux de tension ou Sous-tension
- d)- Bosse/surtension
- e)- Distorsion de la sinusoïde
- f)- Fluctuation de tension

g)-Variation de fréquence

3.2.2.1. Les perturbations transitoires

Ces perturbations sont potentiellement le type provoquant le plus de dommages. On en distingue deux sous-catégories : Impulsifs et Oscillants. Les transitoires impulsifs ou impulsions transitoires sont des crêtes élevées et brutales qui augmentent les niveaux de tension et/ou d'intensité dans un sens positif ou négatif. Elles peuvent être des événements très soudains avec un temps de croissance de 5 nanosecondes [ns] entre le régime permanent et la crête de l'impulsion de courte durée (moins de 50 [ns]).

3.2.2.2. Les interruptions : microcoupures

Une interruption se définit comme la perte totale de tension d'alimentation ou de courant de charge. Selon sa durée, une impulsion est qualifiée d'instantanée, momentanée, temporaire ou maintenue. Les intervalles de durée des différents types d'interruption sont regroupées dans le tableau suivant:

Le type d'interruption	Durée
Instantanée	0.5 à 30 cycles
Momentanée	30 cycles à 2 secondes
Temporaire	2 secondes à 2minutes
Maintenue	Supérieure à 2minutes

Tableau.3.1. Types d'interruptions et leurs durées

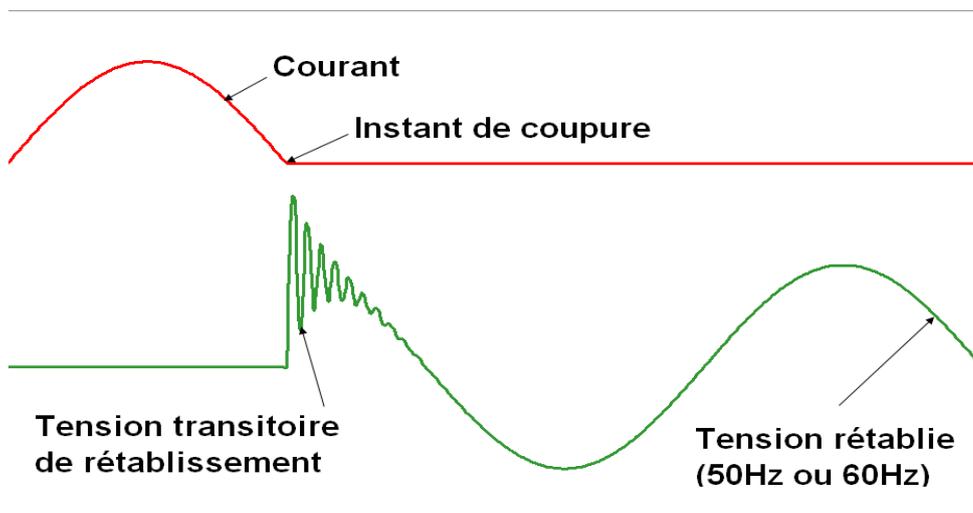


Fig3.1 : Représentation d'instant de coupure /tension transitoire de rétablissement

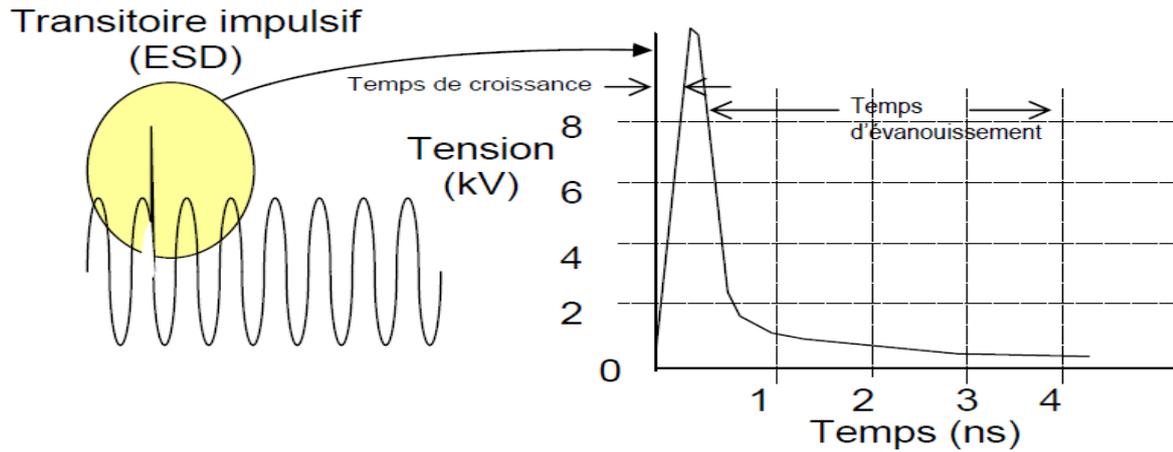


Fig3.2 :Représentation du transitoire impulsif

3.2.2.3. Creux de tension/sous-tension

Les creux de tension sont définis comme étant une réduction de tension qui dure entre 0.5 cycle à 1 minute. Cette réduction se produit à une fréquence bien déterminée et souvent causée par des défaillances du système (voir figure 3.3). Lorsqu'un creux de tension se produit, il résulte souvent une cumulation de charge utilisant des lourds courants de démarrage.

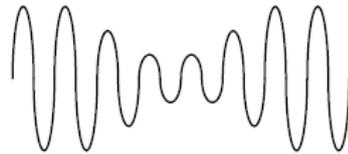


Fig3.3 : Représentation du creux de tension

3.2.2.4. Bosse/surtension

A l'inverse de la précédente, une bosse de tension est traduite par une augmentation de la tension qui peut durer de 0.5 cycle à 1 minute. Une surtension est en quelque sorte une bosse de longue durée.

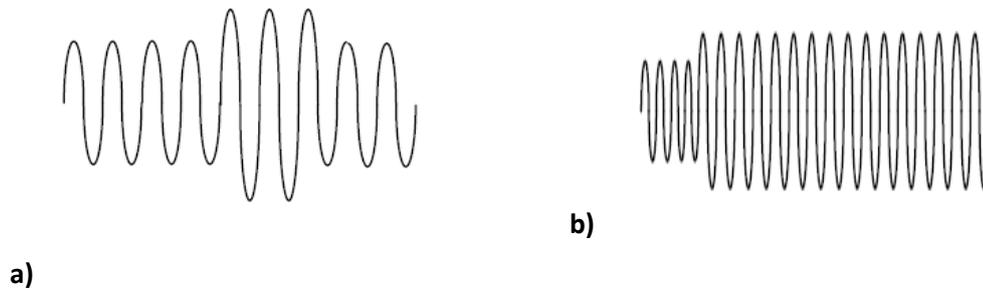


Fig3.4 Représentation : a) Une bosse de tension,
b) Une surtension

3.2.2.5. Fluctuation de tension

Une fluctuation de tension variation systématique de la forme d'onde ou une série de changements de tension aléatoire allant de **95 à 105%** de la tension nominale. Cette variation se produit pour les faibles fréquences (<25Hz).

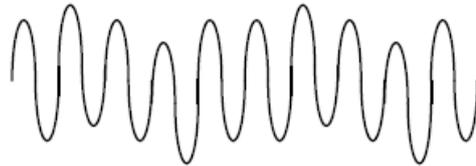


Fig3.5 : Représentation de la fluctuation de tension

3.2.2.6. Variation de fréquence

Ce type de perturbation est extrêmement rare dans les systèmes électriques stables (en particulier dans les systèmes interconnectés via un réseau électrique) mais plus fréquent dans les sites ayant une mauvaise infrastructure électrique ou possédant des générateurs de secours dédiés.



Fig3.6 : Représentation de la variation de fréquence

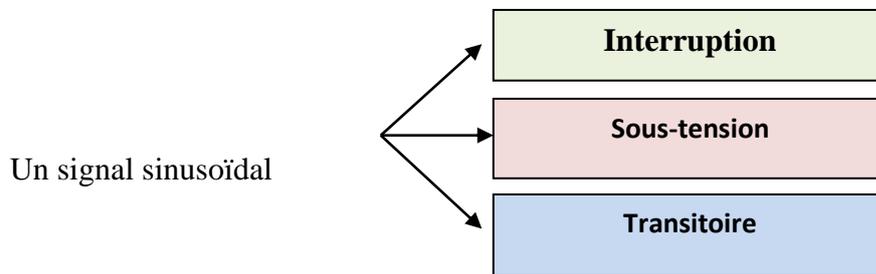
3.2.2.7. Destruction de la sinusoïde

Cette destruction est traduite par une perte de la forme de la sinusoïde. Elle se représente par les 05 types suivants :

- **Décalage continue** : c'est un changement sur un seul intervalle négatif ou positif où le passage par zéro est éliminé.
- **Harmonique** : c'est une déformation d'onde fondamentale à des fréquences multiplier de la fondamentale de 60 Hz ($3 \times 60 = 180$).
- **Inter harmonique** : c'est un signal imposé sur la tension d'alimentation par des équipements électriques
- **Encoche** : c'est une impulsion de transitoire, mais les encoches étant périodique chaque $\frac{1}{2}$ cycle.

• **Bruit** : c'est une tension ou indésirable qui se suppose à la forme d'onde de la tension.

Le signal d'alimentation au niveau de la STEP subit à :



3.3. Analyse des causes des microcoupures

3.3.1. Le diagramme d'Ishikawa : diagramme des 5M

Le diagramme d'Ishikawa aussi appelé diagramme de 'Cause/Effet' ou encore diagramme en arêtes de poisson est un outil de résolution de problème d'entreprise inventé par le Kaoru ISHIKAWA en 1943 qui prend la forme d'un arbre avec plusieurs branches et il est adapté presque à tous les types de processus. On y retrouve l'effet, le problème que rencontre l'entreprise, à la tête et les causes sont modélisées par des branches. Ces causes, ou les « 5 M : Milieu, Main d'œuvre, Méthode, Milieu et Machine », représente chacune une composante de l'entreprise. Cette forme de présentation permet de visualiser les causes, réelles ou supposées, pouvant provoquer un effet (défauts /non qualité) que l'on cherche à comprendre. Les causes sont groupées par famille dont le nombre varie généralement entre 3 et 10 [28].

- Forme générale** (cas d'un non qualité) : plusieurs forme variante et plusieurs familles de cause sont possible.
- Application à analyse d'une cause particulière** : le diagramme peut aussi servir à centrer ou focaliser sur une famille ou un domaine précis jugé important du diagramme principal.
- Application à analyse d'un processus** : il est utilisé pour suivre un produit à travers son processus. Les causes rencontrées à chaque étape sont notés sur le diagramme, ce qui permet la prévention en mettant en évidence les problèmes possibles.

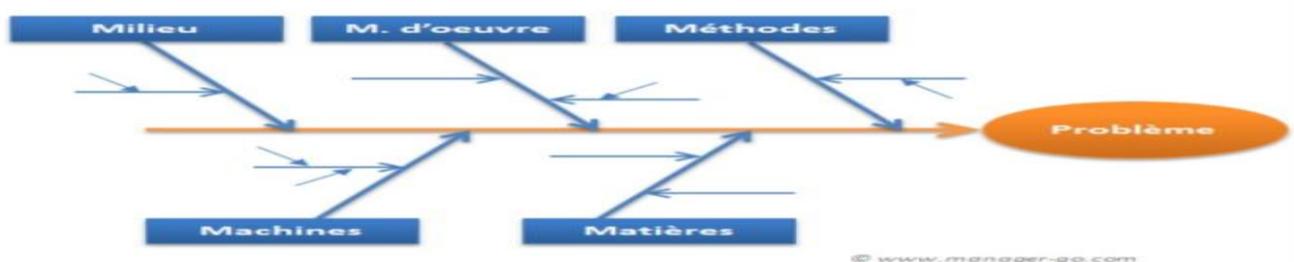


Fig3.7 : Représentation graphique générale du diagramme d'Ishikawa

3.3.2. Analyse des causes des problèmes d'alimentation

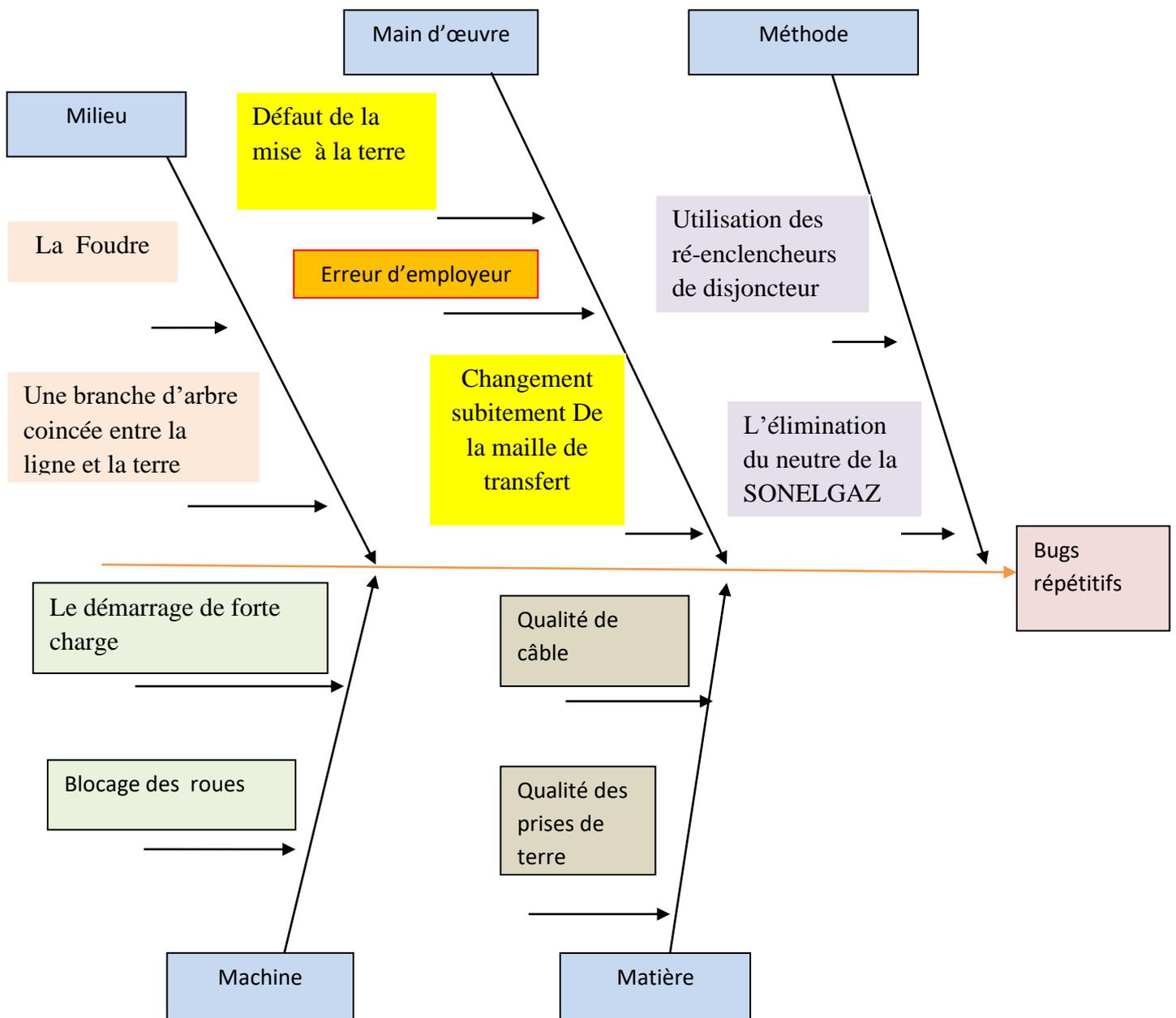


Fig3.8 Diagramme d'Ishikawa d'analyse des causes des problèmes d'alimentation au niveau de la STEP

Les dispositifs de protection les plus courants sont les onduleurs, les moto-générateurs et les techniques de conception basée sur les systèmes redondants et le stockage d'énergie

Dans le cas de la STEP un onduleur de 2h est suffisant pour la protection contre les microcoupures ; mais du point de vue coût d'investissement et l'état économique de l'entreprise qui doit être pris en considération, c'est la raison pour la quel on propose d'autres solutions tel que : les

relais, les circuits à base de condensateurs variables dans le temps ainsi que les circuits LC a diode de roue libre et les UPS.

3.4.1. Circuit RC

✚ Cas1 : fonctionnement normal de l'alimentation

Nous remarquons que la lampe 220v qui représente la charge est allumée, ce qui montre un fonctionnement normal sans microcoupures du courant. Donc, la **charge reste fonctionnelle**.

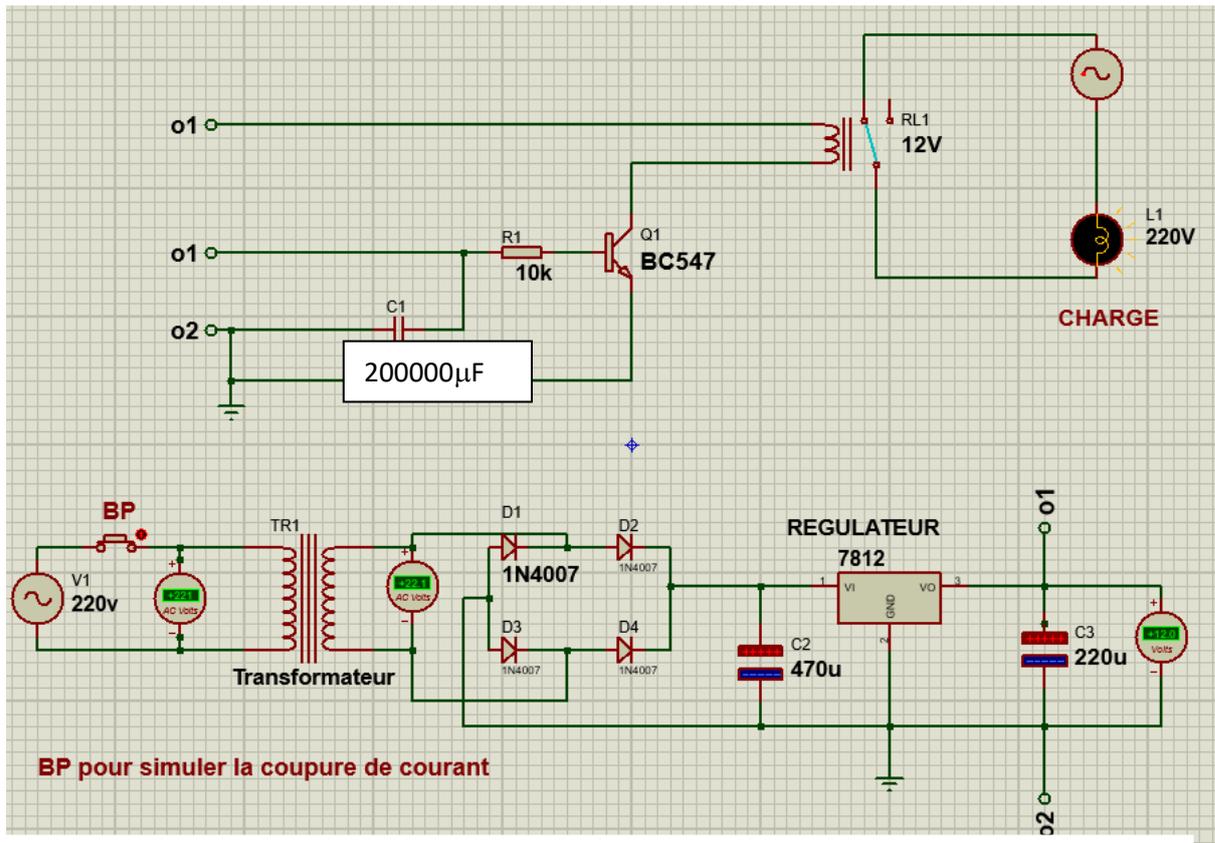


Fig3.9 :circuit de protection RC

✚ Cas2 : fonctionnement avec des microcoupures d'alimentation

Cette partie montre le cas d'une microcoupure représentée par l'ouverture du bouton poussoir. Nous remarquons la lampe reste toujours allumée pour un temps pouvant **atteindre 18 secondes**. Ce qui dépasse le temps d'une microcoupure limité à 10 secondes au maximum. Donc, la **charge reste fonctionnelle après les microcoupures**.

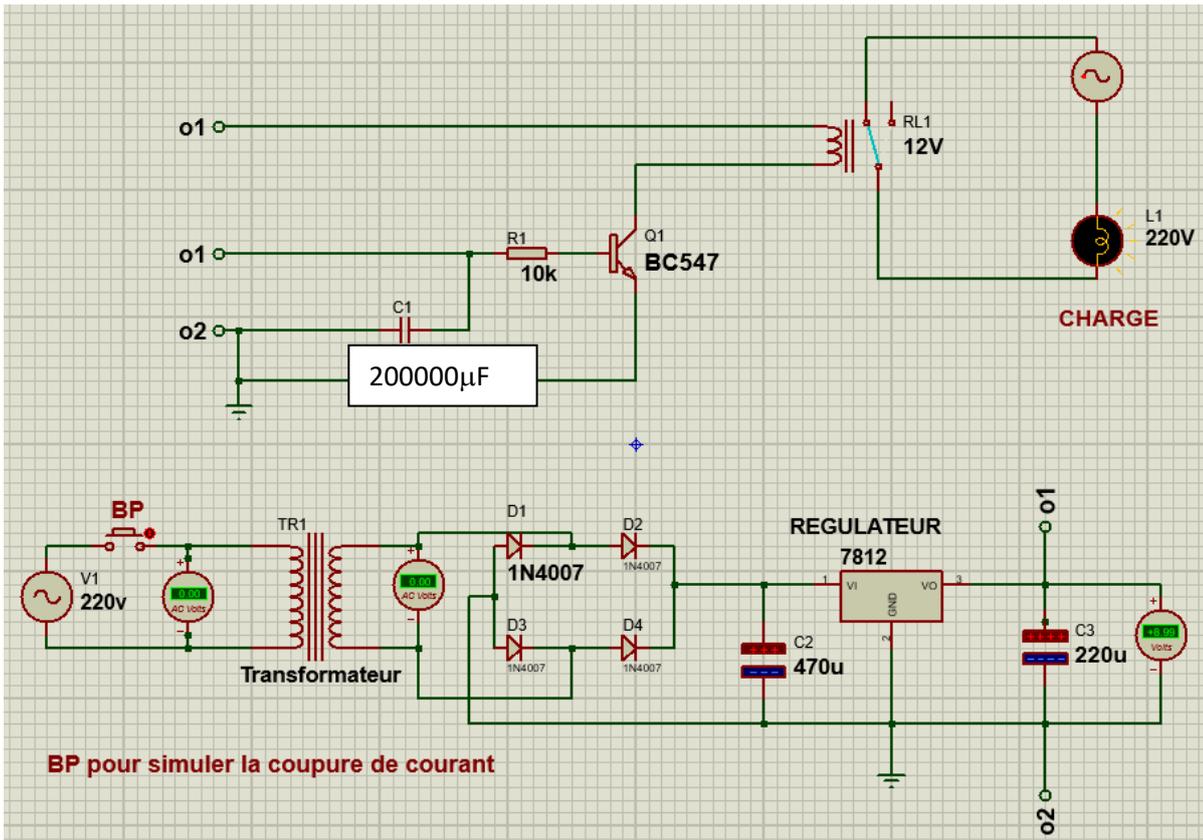


Fig3.10 : Fonctionnement du circuit en présence de la microcoupure

Cas3 : fonctionnement avec des microcoupures d'alimentation

Nous remarquons que la lampe est éteinte, car le temps de la coupure de courant est assez long. C'est un cas exceptionnel rarement rencontré.

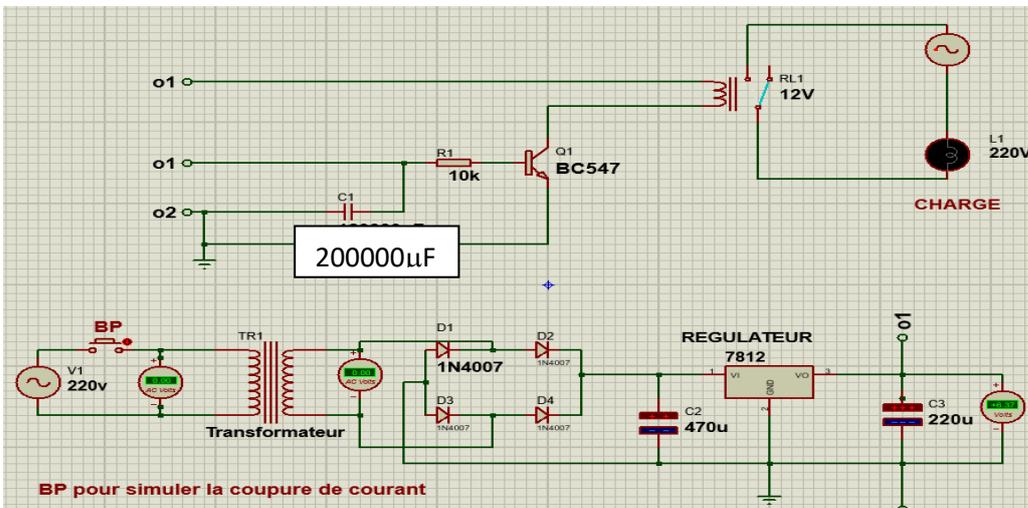


FIG3.11 : 3em cas de fonctionnement

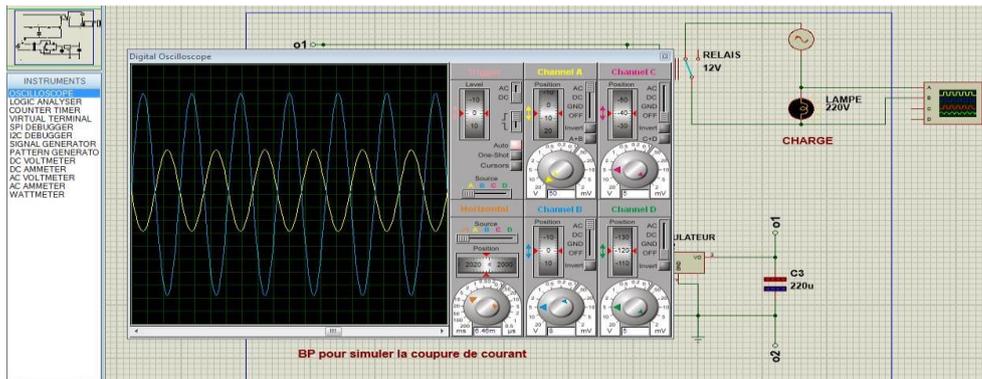


Fig3.12 : Signal entre borne du condensateur

• Modélisation du fonctionnement du circuit

Schéma électrique tout en représentant les mailles utilisées pour le calcul ainsi que les sens des courant, ainsi que les différents tensions

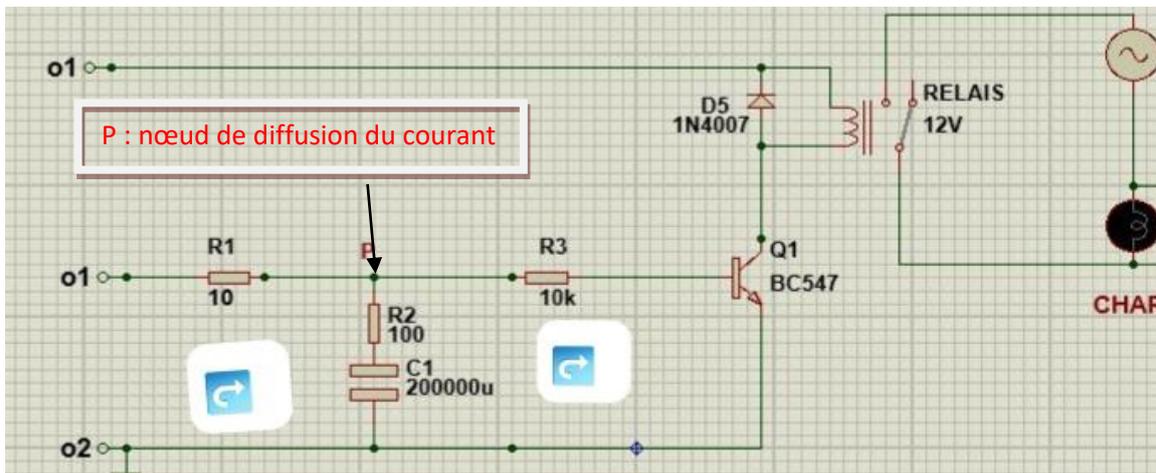


Fig3.13maille de calcul

Calcul du circuit :

En appliquant les lois de Kirchhoff on obtient :

-loi des nœuds

$$i_1 = i_2 + i_3 \tag{1}$$

-loi des mailles

$$E - u_1 - u_2 - u_c = 0 \tag{2}$$

$$u_{c1} + u_2 - u_3 - v_{BE} \tag{3}$$

De la deuxième équation on obtient

$$u_1 + u_2 + u_c = E \text{ AVEC}$$

$$u_1 = R_1 \times i_1 \text{ et } u_2 = R_2 \times i_2 \quad (4)$$

$$\text{Donc } R_1 i_1 + R_2 i_2 + u_{c1} = E \quad (5)$$

(1) dans (5) :

$$R_1(i_1 + i_2) + R_2 i_2 + u_{c1} = E \text{ Avec } i_2 = i_{c1} \text{ le courant qui travers le condensateur } c_1$$

$$\text{Et } c_1 = \frac{duc1}{dt}$$

De l'équation(3) on peut avoir le courant i_3

$$i_3 = \frac{Uc1 + ic1 + VBE}{R3}$$

$$R_1 \left(c_1 \frac{duc1 + ic1 + VBE}{dt} \right) + u_{c1} + i_{c1} R_2 \quad (6)$$

Après le développement on aboutit à

$$R_1 c_1 \frac{duc1}{dt} + \frac{R1}{R5} u_{c1} + \frac{R1R2}{R3} i_{c1} - \frac{R1}{R3} v_{BE} + u_{c1}$$

Donc

$$R_1 c_1 \frac{duc1}{dt} \left(1 + \frac{R2}{R3} + \frac{R2}{R1} \right) + \left(\frac{R1+R3}{R3} \right) u_{c1} - \frac{R1}{R3} v_{BE} = E$$



$$\frac{duc1}{dt} + \frac{A}{B} u_{c1} - \frac{C}{B} v_{BE} = E$$

$$\text{Donc } \frac{1}{\tau} = \frac{A}{B} \longrightarrow \tau = \frac{B}{A}$$

$$\tau = \frac{R1C1 \left(1 + \frac{R2}{R1} + \frac{R2}{R3} \right)}{\frac{R1+R3}{R3}}$$

C'est la constante du temps en secondes.

Calcul de R :

Pour le régulateur 7812 le courant de sortie doit être de [1A à 1.5 A] dans ce cas

$$E = R_1 i_1 \text{ Pour } i_1 = 1.2A$$

Donc la valeur de R_1 est $R_1 = 10\Omega$

-Calcul de R_3

Nous considérons que la tension établis au point p est 12 V

Or , pour le transistor Bc 547 , le courant $i_{cmax}=100mA$ et le gain $\beta=[110 ,800]$

On sait que $i_3 = i_B = \frac{u_3}{R_3}$ (loi d'ohm) aux borne de R_3

$-v_{BE} + u_3 = 12v$ Avec $v_{BE} = 0.8v$

Ainsi que $i_3 = \frac{11.2}{R_3}$

Mais on sait que $i_c = \beta i_B$

$$\text{Donc } i_B = \frac{i_c}{\beta}$$

$$\text{Alors } \frac{i_c}{\beta} = \frac{11.2}{R_3}$$

Ce qui donne

$$R_3 = \frac{11.2 \times \beta}{i_c}$$

Application numérique

$$R_3 = \left(\frac{11.2 \times 110}{100} \right)$$

$$R_3 = 12.33k\Omega$$

Remarque : On peut prendre $R_3=10k\Omega$,ce qui laisse un courant $i_B=1.2$ mA tolérable pour la base du transistor .

-Calcul de R_2 :

$$i_1 = i_2 + i_3 \longrightarrow i_2 = i_1 - i_3 \text{ et suivant les calculs de } i_1 \text{ et } i_3$$

dans le cas précédent, $i_2 \approx 0.1mA$

de même, la valeur de tension au bornes de R_2 peut être faible que possible si on désire avoir une tension aux borne du condensateur proche à celle au pont **P**.

$$\text{Donc, pour } u_2 = 0.01v \text{ la valeur de } R_2 = \frac{0.01v}{0.1mA}$$

$$R_2 = 100\Omega$$

-Calcul du condensateur :

Nous avons : $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 100\Omega$ et $R_3 = 10K\Omega$

On remplace les valeurs des résistances dans (6) :

$$\tau = \frac{10C \left(1 + \frac{100}{1000} + \frac{100}{10} \right)}{\frac{(10+1000)}{1000}} = 10C(11.1)$$

$$\text{Donc } C = \frac{\tau}{111}$$

Application numérique $C = 200000\mu F$

Ainsi, pour un temps de micro coupure qui est entre [10sec ;15 sec] ,dans notre cas en peut aller j'jusqu'à 20 sec dans se cas la valeur du condensateur est 200000 micro-Farad

-Le signale de sortie du circuit en présence d'une microcoupure

3.4.2. Utilisation d'un onduleur (Alimentation sans rupture UPS)**3.4.2.1. Critères d'évaluation et de choix de l'onduleur**

La valeur nominale d'un onduleur (UPS) est la quantité de charge (en voltampères (VA)), qu'il supportera. Selon la puissance nominale, il existe plusieurs variétés des onduleurs allant de 300 VA jusqu'à des puissances aussi élevées que 5 000 KVA ou plus. Pour déterminer la cote UPS approximative qui répond au besoin de l'organisation, les critères à prendre en considération sont les suivantes :

1. Recensement de tous les équipements que l'UPS les protégera,
2. Identification de combien de volts et d'ampères qu'elle consomme chaque équipement,
3. Pour chaque équipement, on déduit le produit des volts par les ampères afin d'obtenir la valeur de la charge équivalente en VA.
4. On additionne tous les valeurs obtenues en VA ensemble.
5. Par la suite on multiplie cette somme par "1.2", pour créer une marge de croissance.

3.4.2.2. Construction de l'UPS

L'UPS se compose principalement des éléments suivants, comme indiqué dans le schéma fonctionnel :

- Redresseur (chargeur de batterie)

- Batterie
- Onduleur
- Interrupteur statique ou contacteur

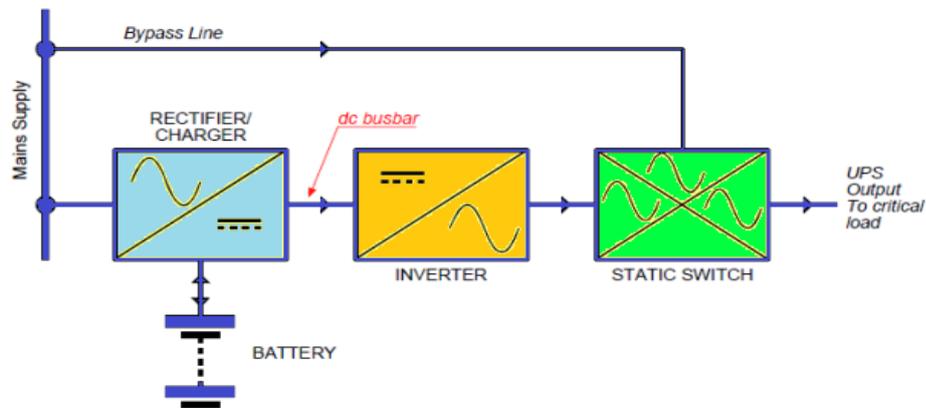


Fig.3.14 Schéma bloc de l'alimentation UPS

a. Circuit redresseur

Sa fonction principale est de convertir l'alimentation d'entrée alternative en courant continu qui sera exploité pour charger la batterie, puis alimenté au circuit de l'onduleur. Sa sortie peut dépendre de l'exigence de charge.

b. Batterie

La batterie de stockage est utilisée pour stocker de l'énergie pour une utilisation future en cas de panne de l'alimentation principale. Cette batterie peut être au plomb ou tout autre type selon les besoins.

c. L'inverseur

Il effectue le processus d'inversion du redresseur. Il convertit le signal CC en AC pour alimenter la charge. La sortie de l'onduleur est sinusoïdale. Il convertit le courant continu en courant alternatif de fréquence et d'amplitude constante. La sortie de l'onduleur peut contenir des harmoniques qui peuvent être éliminées en utilisant un circuit externe ou un type spécial d'onduleur.

d. L'interrupteur statique ou le commutateur de transfert

Ce dispositif est nécessaire pour permuter le circuit qui doit transférer la source d'alimentation. Le temps de permutation de ceci devrait être très rapide. Généralement, les commutateurs ayant un temps de commutation inférieur à 10 millisecondes sont sollicités.

3.4.2.3. Description du circuit de l'UPS étudié

Ci-dessous on donne le schéma électrique du circuit UPS proposé. On note que ce circuit peut être adapté et optimisé selon la charge qu'on désire protéger

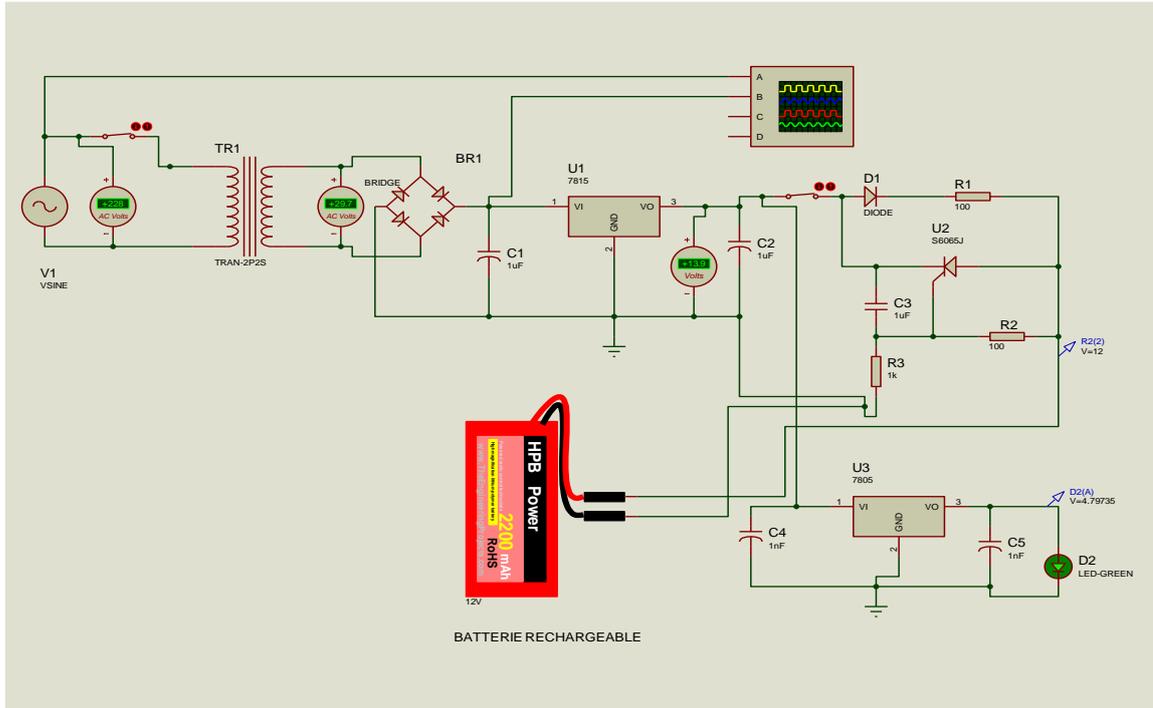


Fig.3.15 Schéma électrique de l'alimentation UPS

Le circuit est composé de trois blocs principaux :

a. L'alimentation principale

- ✚ L'alimentation principale est une alimentation 230V AC.
- ✚ Un transformateur abaisseur est utilisé pour abaisser la tension de 230V à 20-30V AC.
- ✚ Nous utilisons un pont de diodes suivi par le circuit régulateur 7815 pour en faire une alimentation CC et pour réguler la tension de sortie à 15 V respectivement.
- ✚ Les condensateurs sont des condensateurs de filtrage.

Pour configurer le transformateur abaisseur on se basant sur la formule :

$$L_s = L_p \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2$$

Avec L_s l'inductance du secondaire, L_p l'inductance du primaire, V_p est la tension appliquée au primaire 230Veff et V_s est la tension qu'on désire l'obtenir aux bornes du secondaire qui est égale à 30Veff. Donc $L_s=17.01\text{mH}$ lorsque l'inductance du primaire est égale 1H.

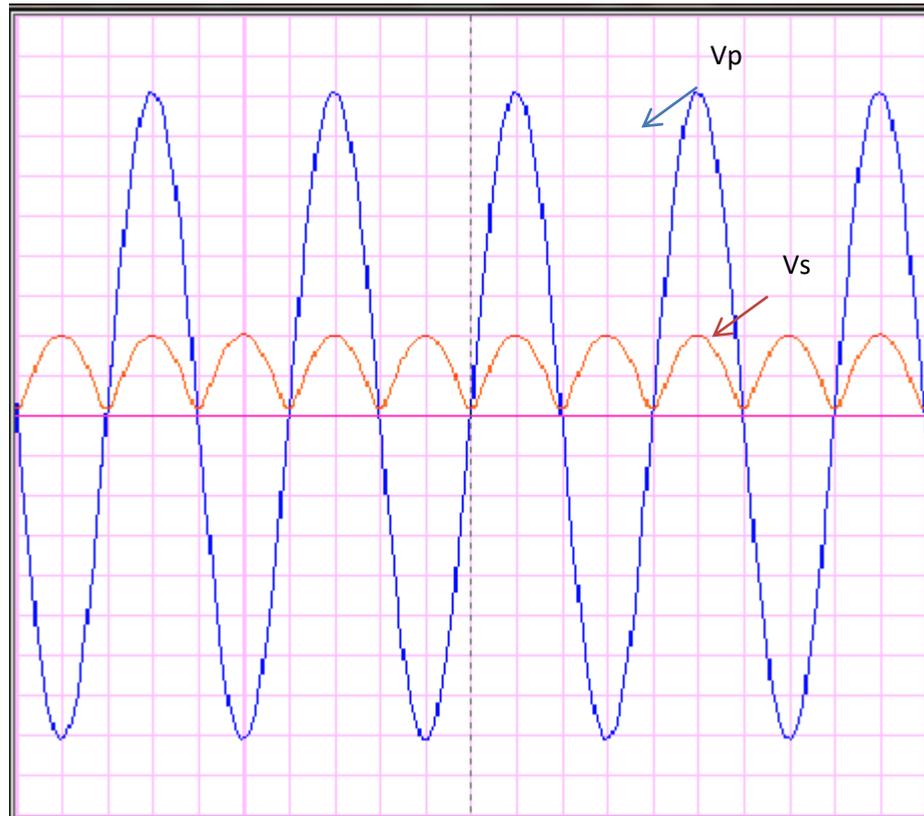


Fig. 3.16 Représentation des tensions aux bornes du primaire et du secondaire.

b. Système de batterie de secours

Le système est connecté à l'alimentation principale via l'interrupteur. Nous pouvons le déconnecter facilement si nous ne voulons pas l'utiliser. La diode est utilisée de telle sorte qu'il n'y ait pas de flux de courant qui circule dans le sens inverse et également pour activer le système de batterie de secours. Le thyristor SCR de type S6065J, joue un rôle majeur dans le fonctionnement du système de batterie de secours. Son rôle sera expliqué par la suite. Une batterie rechargeable de 12 V est connectée et se charge en permanence à partir de l'alimentation principale.

c. Le circuit de charge

Un circuit de charge est représenté par un circuit 7805 pour assurer une tension de sortie constante en plus d'une LED connectée en tant que charge.

d. Fonctionnement du circuit

Première étape

1. La source d'alimentation est activée (interrupteur fermé), donc la sortie du circuit régulateur de tension 7815 est égale à 15 V.

2. Le circuit de charge est connecté au circuit 7815, par conséquent, la LED commence à briller.

3. La diode D1 du système de secours est de même conductrice et connectée à la batterie rechargeable de 12V. Cette dernière est en charge en continu tant que la source d'alimentation est allumée.

Deuxième étape

Lorsque la source d'alimentation est coupée (interrupteur ouvert).

1. La diode devient bloquée puisqu'elle est polarisée en inverse (la cathode est placée à 12 V environ et l'anode est placée à une tension d'environ 0V).

2. La gâchette des thyristors est toujours alimentée en 12V depuis la batterie. Par conséquent, pour le rendre ON, nous devons le faire polariser vers l'avant.

3. Dans cette configuration le thyristor s'avère en polarisation directe. Sa cathode est approximativement à 0V. Donc il conduit.

4. Lorsque le thyristor est en conduction, la batterie 12 V est couplée au circuit de charge via le thyristor.

5. Par conséquent, le circuit de charge reçoit l'alimentation 12V de la batterie et la LED reste allumée. C'est ainsi que fonctionne le système de batterie de secours.

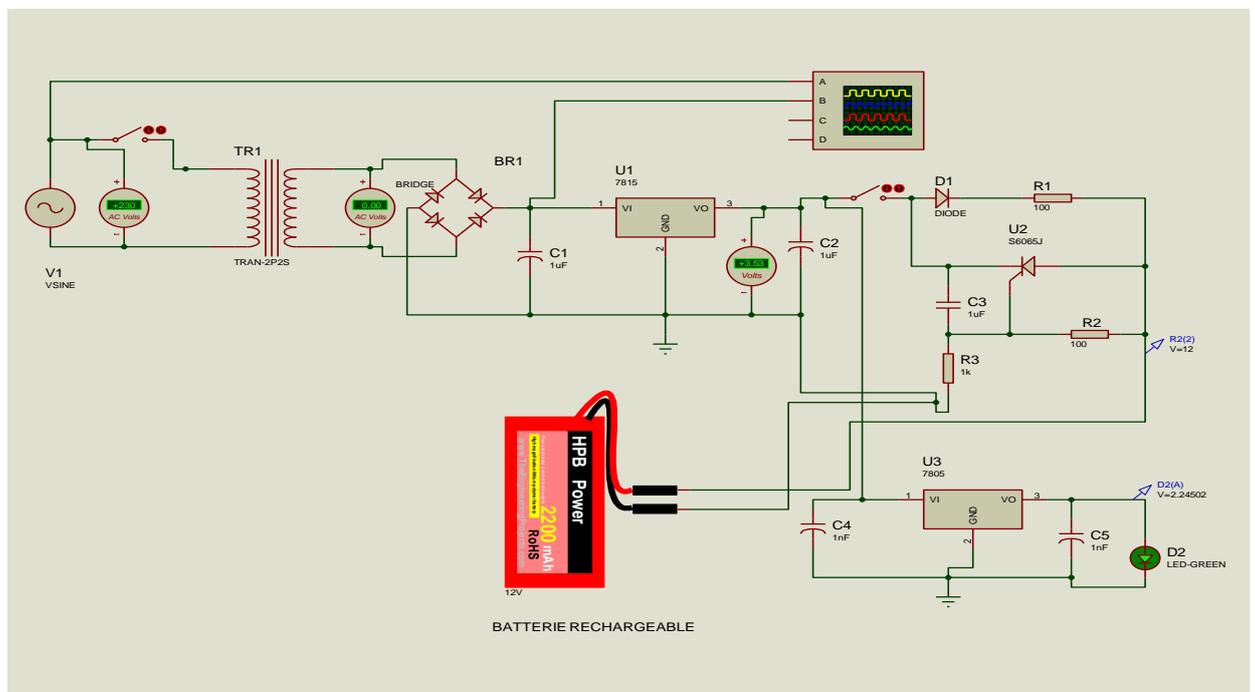


Fig. 3.17 Cas où la source d'alimentation est coupée

Troisième étape

1. Le bloc batterie de secours est connecté à l'alimentation secteur
2. La diode est passante mais le thyristor est bloqué puisque la tension au niveau de sa cathode est à 15V [fournie par le circuit 7815] tandis que la tension de son anode est à 12V [à partir de la batterie]
3. Par conséquent, le circuit de charge consomme de l'énergie de l'alimentation principale et non de l'unité de batterie de secours.
4. Par la suite, la LED reste allumée et toujours allumée.

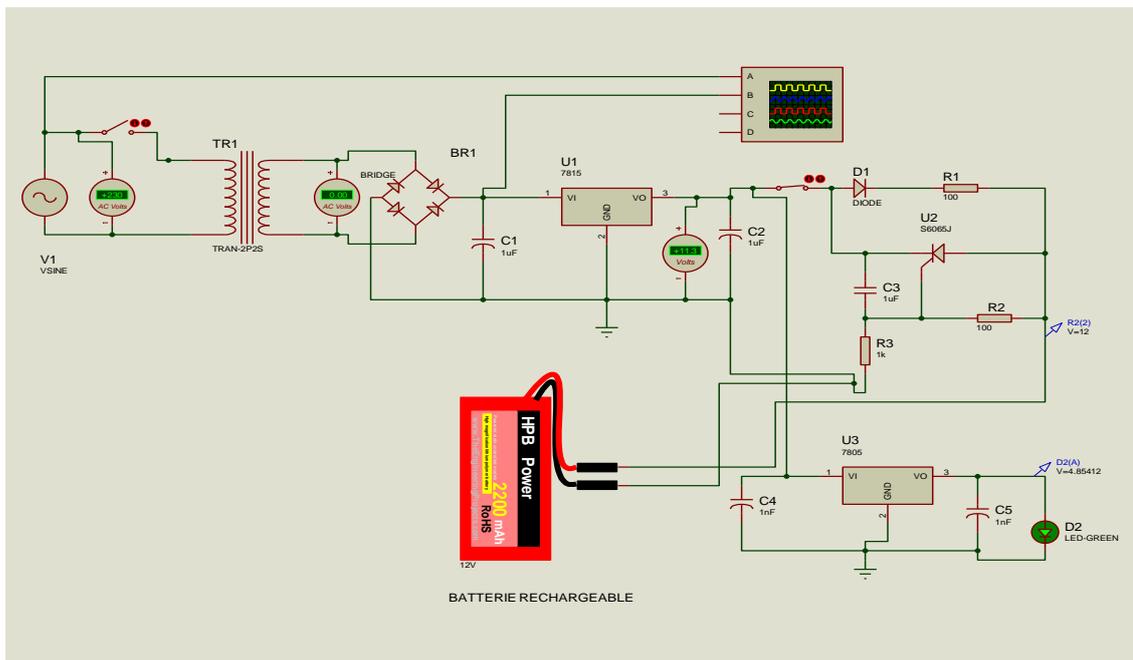


Fig. 3.18 Cas où le bloc batterie de secours est connecté

3.5. Conclusion

Notre étude de cas s'est portée sur les défaillances constatées au niveau de la salle des machines où sont placées les armoires de commande. Entre autres la CLP est siège de plusieurs pannes provoquant sa perte et obligeant les maintenanciers de réinjecter le programme avec risque de perte des journaux d'exploitation tel que le journal des alarmes. En vue de pallier ce problème on a proposé une protection contre les microcoupures, la cause incriminée par le diagnostic des défaillances les plus graves sur le fonctionnement de la CLP. Pour cela, nous avons projeté toutes les solutions possibles afin de développer deux circuits simples et pas chers (circuit RC et UPS) vue l'état de financement de l'entreprise.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de la Maintenance d'un système d'auto surveillance dans un procès d'épuration des Eaux Usées de la Ville de Tiaret gérée par l'Office National de l'Assainissement, Unité de Tiaret.

Pour cette fin, nous avons commencé par prendre connaissance des installations de la STEP, puis Comprendre le procès d'épuration à travers les différents ouvrages, l'exploration du mode automatique de fonctionnement et les différents API adoptés pour piloté le procédé.

Au cours de ce travail, une simulation de deux circuits de protection contre les grandes températures et les micros coupures qui ont un impact direct sur l'apparition du bug sur la CLP, unité principale de gestion du procédé épuratoire.

Nous avons passé en revue les automates programmables industriels de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, les langages de programmation utilisables.

La Perspective de communication et le transfert d'information via un réseau Emetteur/Récepteur, rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage.

La prise de connaissance du STEP 7 et les API SIMATIC S200, S300, S400, nous a permis de comprendre le fonctionnement automatique du procédé épuratoire depuis les capteurs, le transfert du signal à la CLP, son traitement par cette dernière, et son transfert vers les organes d'exécution.

La période passée sur l'assimilation du procédé épuratoire, et les différentes contraintes d'exploitation, nous a permis d'apprendre les bases d'un diagnostic fiable découlant sur les causes exactes du problème, a fin de trouver les solution simple, sures et pas chères.

Le déplacement sur les lieux du site nous a nettement aidés à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités qui incombent aux ingénieurs du terrain.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une petite attribution pour une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions futures qui seront intéressés par l'apport des solutions par rénovation et de la technologie adaptée ainsi que la méthode de pilotage.

‘En Fin on espère que notre étude contribue dans la consolidation des liens et des solutions techniques que l'université peut proposer pour aider les entreprises dans leurs quêtes de progression et du savoir faire’.

Bibliographie

[1] : ADDOUN Abdelkrim, “optimisation de la maintenance par la méthode AMDEC appliquée au ventilateur de l’entreprise ALZINC”, mémoire de master, Université de Tlemcen, 2015

[2] : GHOMARI S. et MAMI E.F, “qualité et normes ISO-aces de symposium international sur la qualité et maintenance au servicede l’entreprise Tom1-qualima 01, Université de Tlemcen, 2004.

[3] : AUBEVILLE JEAM-MARIE, “maintenance industrielle de l’entretien de base l’opération de la sureté”, édition ellipse, 2004

[4] : DOUAIMI ZAKARIA, “optimisation de l maintenance par l’AMDEC”, Université de Tlemcen, Mémoire de master, 2014

[5] : HACINI FARIDA, “contribution à l’amélioration de commande de la soudeuse FBW52 de la ligne de décape-LAFCELOR MITTAL, mémoire de master, Université ANNABA, 2015

[6] : M.FREDERIC, “Mettre en œuvre une GMAO- maintenance industrielle, service après-vente”, maintenance immobilière gestion industrielle, dumod, 2011

[7] : ROSA ABBOU, “Contribution à la mise en œuvre d’une maintenance centralisée : conception et optimisation d’une altièrè”, Université Joseph-Fourier Grenoble, 2003.

[8] : Ahmed BELLAOUAR et Salima BELEULMI, « FMD : Fiabilité, Maintenance, disponibilté », polycopie de cours, Université de Constantine 1, 2013-2014.

[9] : BUFFERNE JEAN, “La TPM un système de production, technologie (SCEREN-CNDP)- revue française de gestion industrielle, paris, 2008

[10] : BECHIRI SAMIRA et ATIOUA NADINE, “Etude et réalisation d’un mimi système SCAD”, mémoire d’ingénieur, Université MOULOUD MAMMERI Tizi-Ouzou, 2010

[11] : IKHLEF BOUALEM, “Contribution a l’étude de la supervision industrielle automatique dans un environnement SCADA”, mémoire de magister, UniversitédeBoumerdès, 2009

[12] : SYLNAIN IECHOWIAK, intelligence artificielle et diagnostic, technique de l’ingénieur S7 217, 2000.

[13] : CLAUDIA VICTORIA et ISAZA NARYAEZ, “diagnostic par techniques d’apprentissage floues : conception d’une méthode de validation et d’optimisation de partitions”, Thèse, institut national sciences appliquées de Toulouse, 2007

[14] : GILLES ZWINGESTEIN, “Diagnostic des défaillances, théorie et pratique pour les systèmes industriels”, édition Hermès, 1995

[15] : HECTOR RICARD et HERNANDES DELEAN, “Supervision et diagnostic des procédés de production d’eau potable, laboratoire d’analyse et d’architecture des systèmes du CNRS, thèse, 2006

[16] : DIVID ANDREU, “Commande et supervision des procédés discontinus : une approche hybride”, Thèse, Université PAUL SABASTIE de Toulouse, 2003.

[17] : DANEED, W-SALTER, WHAT IS SCAD? , international conférence on accélération large expérimental physiques control système 1999

[19] : CHISTOPHE KOLSKI, “Méthodes et modèles de conception et d’évaluation des interfaces homme-machine”, Université de valenciennes et Hainaut-Cambrésis, 1995

[20] : télémécanique, schématique électrotechnique, 1986

[21] : Programmation des automates S7-300, introduction au logiciel TIA portal, 2015 (disponible sur le lien:

[22] ONA, "*Manuel d’exploitation et maintenance des STEP*", Sous-direction générale d’exploitation et maintenance ONA).

[23] **R. A. Benida et O. Mokhtar**, "*Arbre de défaillance des garnitures mécanique pour pompes centrifuges multicellulaires*", Mémoire de master, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, Algerie, 2020.

[25] “The cost of power distribution to industrial and digital economy companies” Livre blanc révision 1 par Joseph seymour /Terry Horsley copyright 2001. Electrical power research institute

[26] Guide des sciences et technologies industrielles Jean-louis FANCHON afnor éditions

Web graphie

[18] <http://perso.liris.cnrs.fr/stephanie-jean-daubias/lifIHM>

[21] http://cv.automatismes.free.fr/cours%20portal/tia_portal_prise_en_main_1.pdf

[24] <https://gesrepair.com/programmable-logic-controller-failure/>

ملخص:

صيانة نظام مراقبة آلي لعملية إنتاج (الديوان الوطني لتطهير ولاية تيارت)

ملخص تمثل الصيانة الصناعية العرق النابض في الشركات الصناعية. من صيانة المعدات و الآلات تطورت الصيانة إلى الأنظمة كاملة في دراستنا حولنا تسليط الضوء على ماهية نظام المراقبة الآلي داخل الديوان الوطني للتطهير مع ذكر مسببات الخلل في النظام على ضوء المشاكل المطروحة قمنا بهذا العمل الذي يهدف الى إيجاد حلول فعليه للقضاء عليها بواسطة تركيبات الكترونية

الكلمات المفتاحية: معاينة محاكاة المبرمج الآلي الصناعي.

Résumé

la maintenance représente le nerf actif de tous les entreprises industrielles, dans le but d'améliorer, de maintenir, optimiser l'activité. De la maintenance des équipements ; machines vers la maintenance des systèmes

Dans notre études, on s'est focalisé sur la notion d'un système d'auto surveillance au sein de la STEP, en citant les causes des anomalies produite dans le système

A la lumière de ces problèmes nous avons réalisé ce travail qui vise à trouver des solutions pratiques pour y remédier a base des circuits électroniques.

Mot clé diagnostique, simulation, API

Abstract

Maintenance represents the active nerve of all industrial enterprises, with the aim of amelioration, maintain, optimization of the activity .from equipments maintenance and machines to maintenance of systems

In our study we focalized on what is self-monitoring system in STEP we claimed the causes of the anomalies

In the light of these problems, we have achieved this work which aims to find practical solutions to eradicate this problems .so all these functions are collected by electronically circuitries.

Key words simulation, , API, diagnostic.