

**Ministère de l'Enseignement Supérieure
et de la Recherche Scientifique**

Université Mohamed Boudiaf - M'sila



Faculté de technologie

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme

de MASTER

FILIERE : Hydraulique

Option : Maintenance des Installations Hydrauliques (MIH)

THEME

**ANALYSE DE MODES DE DEFAILLANCE ET
DE LEURS EFFETS SUR LA PRODUCTION
(AMDEC) CAS D'UNE STATION
D'EPURATION LES EAUX USEE**

Dirigé par :

Mr. MANARI Abdelmalek

Présenté par :

TAHIR Djalal

Promotion : 2015/2016.

Remerciement

*Nous tenons à tout premièrement Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années. En second lieu, Je tiens à remercier aussi et chaleureusement ma mère nous tenons à remercier notre encadreur Dr : **MANARI Abdelmalek** pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être menée au bon port.*

*Nous tenons à remercier vivement toutes personnes sur tous **TAHL.H** qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.*

Nos vifs remerciements aussi à tous les enseignants :

*Mr. **DEFDAF Mabrouk**, et le chef de département de Hydraulique Mr : **NEBAR** qui a contribué à notre formation par ailleurs, Nos remerciements à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.*

En fin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel.

Dédicace

C'est avec un immense plaisir que je dédie ce modeste travail à :

A ma chère belle mère

*Aux supports de mon âme, vous mes très chères frères : abdenour,
alharkati et mes sœurs.*

*Et a mes amies : Tahir : « rafik, hamza, fouzi », Bettache thabet, Azizi hamza,
mokhetari choaib, mahedi mourad, abdelbassit tiayba
Sans oublier : khadidja, sara, fatiha .*

*A Tous les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin pour être
un jour un master hydraulique*

*A tous les étudiants master hydraulique de l'université de M'sila et
surtout les étudiants de deuxième Année Master « maintenance des
installations hydrauliques » promo 2015 /2016.*

Je vous remercie tous la famille tahir

Djalal. t

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre I .Aspect théorique de la maintenance	
Introduction	3
I-1- Définition de la maintenance	3
I-2- Les différents types de maintenance	4
I-3- classification de la maintenance.....	5
I-3-1- : Maintenance corrective	5
I-3-2- Maintenance préventive	6
I-4- Les 5 niveaux de maintenance	9
I-5- But et objectifs de la maintenance ..	10
I-6- Le service maintenance	11
I-6-1- Les fonctions du service maintenance	11
I-6-2-Importance de la maintenance selon le type d'entreprise ..	12
I-6 -3- La sûreté de fonctionnement ..	12
I-7- Concept de la courbe en baignoire et taux de défaillance	13
I-8 - Analyse d'arrêt d'une machine	15
II-9-Application la maintenance industrielle ..	20
II-9-1 : Définitions des opérations de maintenance.....	16
I-9-2- Gestion de maintenance	19
I-9-3- Démarche de la maintenance.....	21
Conclusion :	21
Chapitre II Fonctionnement de la STEP de la ville de m'sila	
Introduction	22
II-1- Présentation	23
II-1-1-Localisation la station d'épuration de la ville de m'sila	23
II-1-2-Données de base	24
II-2-fonctionnement de la STEP	27

II-2-1-Traitement primaire	27
II-2-2-traitement secondaire	30
II-2-3-Traitement des boues	32
Conclusion	35
chapitre III. Démarche et méthodes de maintenances dans la STEP	
Introduction	36
III-I- Equipement prioritaires	36
III-2- inventaires des équipements de la station	36
III-3-Plan de maintenance préventive	36
Conclusion	53
chapitre IV. Analyse des modes de défaillance de la STEP de M'sila	
Introduction	54
IV-1- Définition de la méthode AMDEC	54
IV-2- Objectifs de L'AMDEC	54
IV-3-Etapes de l'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)	55
IV-3-1- Décomposition fonctionnelle	55
IV-3-2- Modes de défaillance	56
IV-3-3- Causes de défaillance	57
IV-3-4- Effet de la défaillance	58
IV-3-5- Mode de détection	58
IV-3-6- Criticité	58
IV-4- Analyse de la criticité	58
IV-5- Proposition d'opérations de maintenance	60
Conclusion	73
CONCLUSION GENERALE.....	74

ABREVIATIONS

STEP: Station d’Euration.

AMDEC: Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets et de leur Criticité.

AFNOR: Association Française de Normalisation.

TPM: Total Productive Maintenance.

MBF: Maintenance Basé sur la Fiabilité.

TA: Temps d’Arrêt.

MTBF: Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement.

MTTR: Moyenne des Temps Techniques de Réparation.

MTTA: Moyenne des Temps Techniques d'Arrêt.

MUT: Durée moyenne de fonctionnement après réparation.

MDT : Durée moyenne d’indisponibilité.

FMD: Disponibilité Maintenabilité et Fiabilité.

TPM: Total Productive Maintenance.

RAS: Recalculate Activate Sludge.

SAS: Sewage Activate Sludge.

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition.

ONA: L’Office National de l’Assainissent.

DRE: Direction des Ressources en Eau.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

Liste des tableaux

I-1	Les cinq niveaux de maintenance.....	09
I-2	Les trois niveaux de FMD d'un équipement.....	15
II-1	Fiche technique de la STEP de la ville de M'sila.....	24
II-2	Les origines des eaux usées.....	26
II-3	Caractéristiques de l'effluent.....	26
III-1	Inventaire des équipements de la STEP.....	37
III-2	Planning annuel de maintenance préventive de la STEP de M'sila 2016.....	41
III-3	la maintenance appliquée dans la STEP.....	50
IV-1	Modes de défaillance.....	56
IV-2	Causes de défaillance.....	57
IV-3	Analyse de la criticité.....	59
IV-4	AMDEC des équipements de la station d'épuration STEP M'sila.....	61
IV-5	Proposition des opérations de maintenance.....	67

Liste des figures

I.1	le contenu de la fonction maintenance.....	04
I.2	les types de la maintenance.....	05
I.3	Schématisation de la maintenance corrective.....	05
I.4	schématisation de la maintenance préventive.....	07
I.5	Principe de la maintenance conditionnelle.....	08
I.6	Organigramme de sureté de fonctionnement.....	13
I.7	évolution du taux de panne en courbe "baignoire".....	14
I.8	Les indicateurs techniques FMD en fonction du temps.....	15
II.1	Vue générale de la STEP de M'sila (à partir de Google- earth 2016).....	23
II.2	Le schéma fonctionnel de la STEP de la ville de M'sila.....	25
II.3	Les dégrilleurs grossiers.....	27
II.4	Poste de relevage.....	28
II.5	déssableur /déshuileur.....	29
II.6	Le bassin anoxique.....	30
II.7	Le bassin d'aérations.....	31
II.8	Le décanteur secondaire.....	31
II.9	bassin de chloration.....	32
II.10	Epaisseur de boues.....	33
II.11	lits de séchage.....	34
II.12	déshydratation mécanique.....	34
IV.1	Etapes d'une analyse de type AMDEC.....	55

ملخص :

محطة تصفية المياه المستعملة يجب أن تعمل بطريقة كافية خلال موافق الاستعجالات مثل التوقف عن الفائدة والأعطاب الشائعة لأنه عادة ما هذه المحطات غالبا ما يصعب تحديد الأعطاب فيها أصغر الأعطاب تكون ضارة للبيئة والمردود أصلي إذن يجب تحقيق العمل الجيد في المحطة، لحل هذه الإشكالية يقترح طريقة تحليل تسمى تحليل الإعطاب وتأثيرها التي أنجزت على مستوى محطة تصفية المياه المستعملة لولاية المسيلة، هذا التحليل أنجز على قاعدة بيانات لمدة ثلاثة سنوات من العمل(2013-2016). التي طوفت أغلبية المشاكل المصادفة في هذه المحطة، وهذه المشاكل التي تؤثر بدورها على إنتاجية المحطة وأعمال وقائية و تصحيحية مقترحة لهذه المحطة .

الكلمات المفتاحية : محطة تصفية المياه المستعملة ، برنامج مخطط الصيانة الوقائية ، طريقة تحليل الأعطاب ، الأعطاب .

RESUME :

Une station d'épuration doit pouvoir fonctionner de façon satisfaisante durant les situations d'urgence, tels que les arrêts de service et les pannes de courant car la maîtrise d'une station d'épuration est souvent difficile en raison des perturbations qui peuvent s'y produire et qui sont difficiles à caractériser et à prévoir. La moindre défaillance est néfaste dans un environnement où le rendement est primordial, il est donc nécessaire de s'assurer en permanence du bon fonctionnement de la STEP. Afin de répondre à cette question une analyse des modes de défaillances et de leurs effets a été développée pour la STEP de M'sila .L'analyse est faite sur les données de trois années d'exploitation (2013-2016) pour cerner les principaux problèmes rencontrés au niveau de la STEP de M'sila qui pénalisent son fonctionnement et limitent sa fiabilité. Des actions préventives et correctives ont été proposées.

Mots clés: station d'épuration, planning de maintenance, méthode AMDEC, défaillance

ABSTRACT:

Waste water treatment plant should be able to function in a satisfactory way during emergency situations like stopping a work default of courant because those STEP it does not stopped .the smallest defaults witch sick the environnement where the efficiency is on ,so it should be make sure en permanence the best function of the plant .For resolve this problem a method of analysis witch named Failure Mode Effect and Criticality Analysis applied on the STEP of M'sila. This analyze it made for three years (2013/2016) for surround the principal problems were meeting in the plant of M'sila those problem panelize the function of this STEP, so some preventive and corrected actions were suggest.

Key words: waste water treatment plant, preventive planning, the methods of maintenance which is AMDEC, the machines older

INTRODUCTION GENERALE

L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'un intérêt général. A travers les diverses utilisations de l'eau, cette dernière est souvent polluée. Son rejet au milieu naturel sous forme d'effluents (domestiques, industriels et agricoles) plus ou moins fortement pollués peut engendrer à court ou long terme des conséquences graves, tant pour la santé et l'hygiène publics que pour l'environnement et avoir des répercussions économiques non négligeables. Il est donc indispensable de la traiter avant de la rejeter .

De l'eau relativement pure ou potable est nécessaire à beaucoup d'applications industrielles et à la consommation humaine. Donc il faut traiter de l'eau usée avant de la réintroduire dans le cycle naturel .L'épuration est l'une des activités de collecte et traitement des eaux usées (industrielles, domestiques, ou autres) avant leur rejet dans la nature, afin d'éviter la pollution et les nuisances sur l'environnement .

L'Algérie est un pays riche en ressources naturelles telles que les ressources fossiles et les minerais de phosphates et de fer. Cependant, elle accuse un important déficit en ressources hydriques. En effet, avec l'expansion des villes, l'industrialisation et l'évolution des modes de consommation, en sus, d'un climat de plus en plus aride que connaît le pays, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées chaque année. Actuellement, les eaux usées ne sont épurées qu'à 40 % et rejetées, le plus souvent, sans traitements et de façon directe en milieu naturel. Face à la pénurie d'eau, due essentiellement à la baisse régulière du volume des précipitations depuis ces dernières décennies, et dans un souci de préservation des ressources d'eau encore saines et de protection de l'environnement et de la santé publique, l'Algérie adopte alors, un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service de plusieurs stations d'épuration .

La ville de M'sila, comme la majorité des grandes villes Algériennes, dispose d'une filière d'épuration de ses différents rejets. L'épuration des eaux usées de cette ville et la contribution à l'assainissement des cours d'eau dans le respect de la population environnante et dans un esprit de protection des ressources en eau et des milieux naturels est devenue une urgence. Dans ce but, une station d'épuration a été réalisée dans les environs de M'silla (Ghezal).

Le maintien en parfait état des différents ouvrages de la station d'épuration et la garantie des performances épuratoires, reposent, avant tout sur la qualité de l'exploitation qui est mise en œuvre, le procédé choisi doit être techniquement et économiquement acceptable, et enfin la présence d'une politique rationnelle de gestion. Le manque ou l'absence de l'un de ces facteurs influe incontestablement sur le fonctionnement de l'installation donc au même titre sur le rendement de la station d'épuration.

Préalablement à notre étude, le premier chapitre présente un aperçu théorique sur la maintenance.

Par la suite le deuxième chapitre présente le fonctionnement de la STEP de la ville de M'sila.

Le troisième chapitre est réservé aux démarches et méthodes de maintenance appliquées dans la STEP.

En fin, une analyse des modes de défaillances est proposée pour être mise en place dans cette STEP.

Chapitre I : Aspect théorique de la maintenance

INTRODUCTION :

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt.

Pour mener à bien sa mission, la fonction maintenance exige des moyens humains et Matériels important et adéquats, elle ne peut pas devenir de refuge d'un personnel inapte à la fabrication et doit bénéficier d'un budget de fonctionnement qui doit lui permettre de jouer un rôle qui dépasse celui d'un service de dépannage.

Une organisation, une planification et des mesures méthodiques sont nécessaires pour gérer des activités de maintenance.

La fonction « maintenance » fait partie de la productique et constitue un moyen efficace de l'amélioration de la rentabilité, de la compétitive et de la sécurité. Un management judicieux de cette fonction permettra d'assurer une disponibilité optimale des équipements, de réduire les couts d'intervention et d'assurer une meilleure sécurité des personnes, des matériels et de l'environnement.

I-1- Définition de la maintenance :

Selon la norme française NF EN13306, la maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

L'activité actuelle de la maintenance s'inscrit dans un cadre de participation à la réalisation des objectifs de productivité, de rentabilité et de croissance de l'entreprise [1].

La figure I.1 ci-dessous présente la fonction maintenance comme un ensemble d'activités regroupées en deux sous-ensembles : les activités à dominante technique et les activités à dominante gestion.

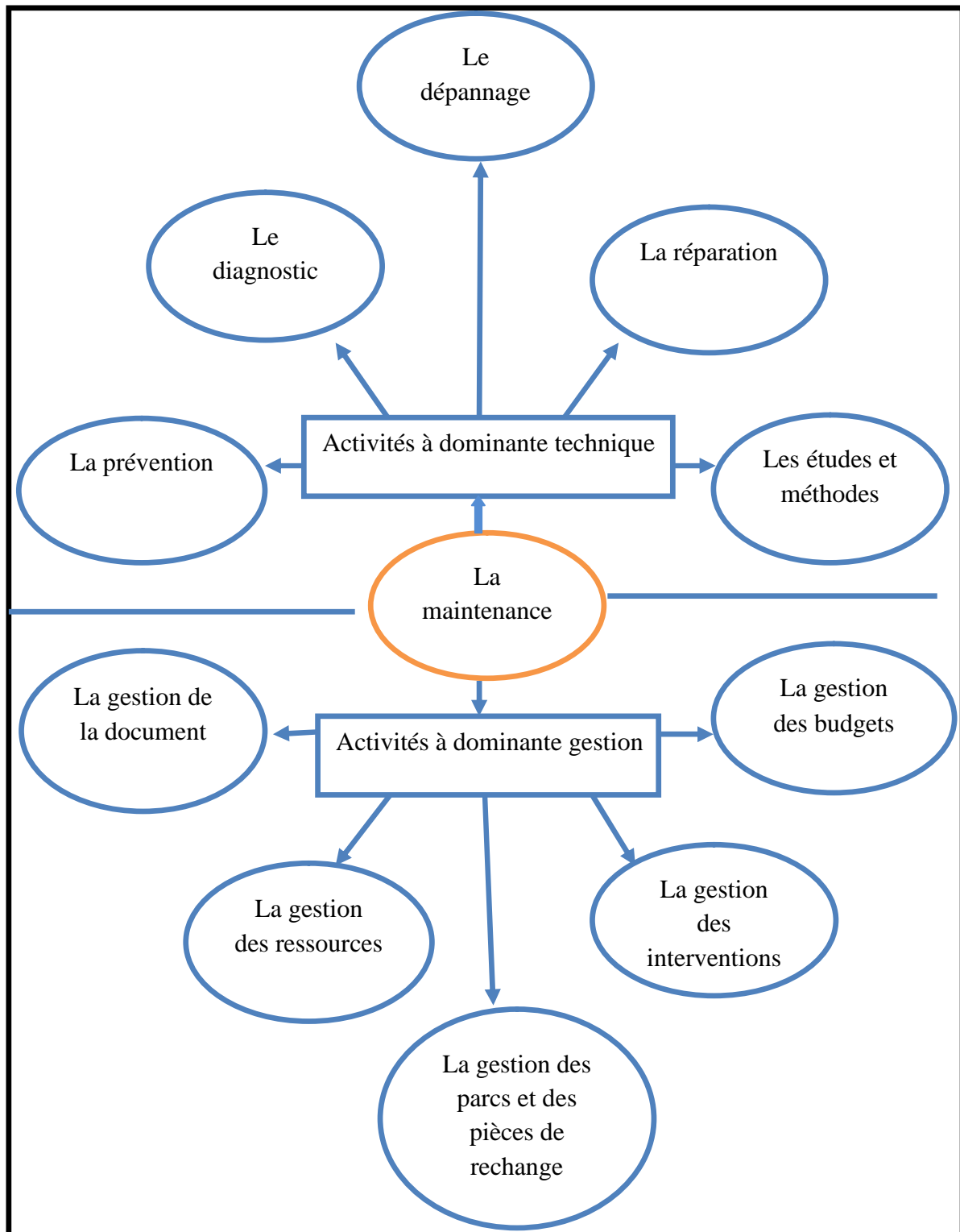


Figure I.1 : le contenu de la fonction maintenance

I-2- Les différents types de maintenance :

Dans la définition de la maintenance, nous trouvons deux mots-clés : maintenir et rétablir. Le premier fait référence à une action préventive. Le deuxième fait référence à l'aspect correctif (voir figure.2).

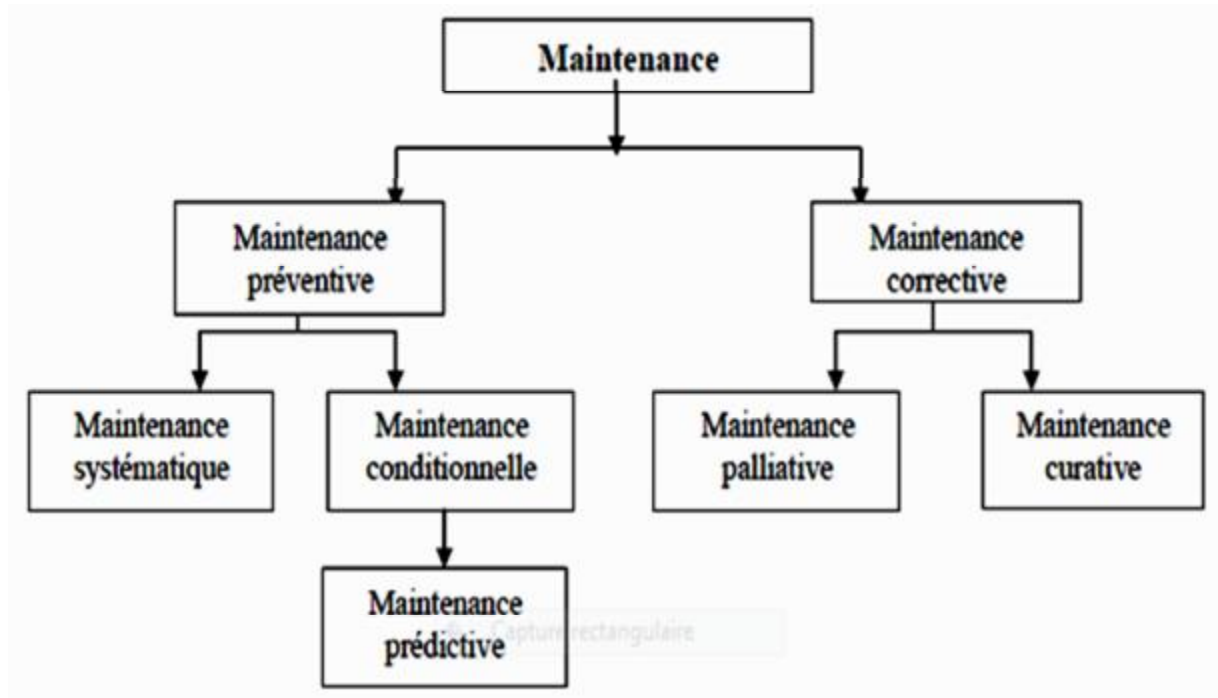


Figure I.2 : les types de la maintenance.

I-3- classification de la maintenance :

Les stratégies de classification de maintenance peuvent être répertoriées en deux grandes Catégories la maintenance corrective et la maintenance préventive [2].

I-3-1- : Maintenance corrective :

La maintenance corrective (ou accidentelle) a pour objectif de rétablir le système après une défaillance (perte de la fonction requise) de manière à ce qu'il soit capable de remplir à nouveau ses fonctions. On peut distinguer deux types de maintenance corrective : la maintenance curative et la maintenance palliative [3].

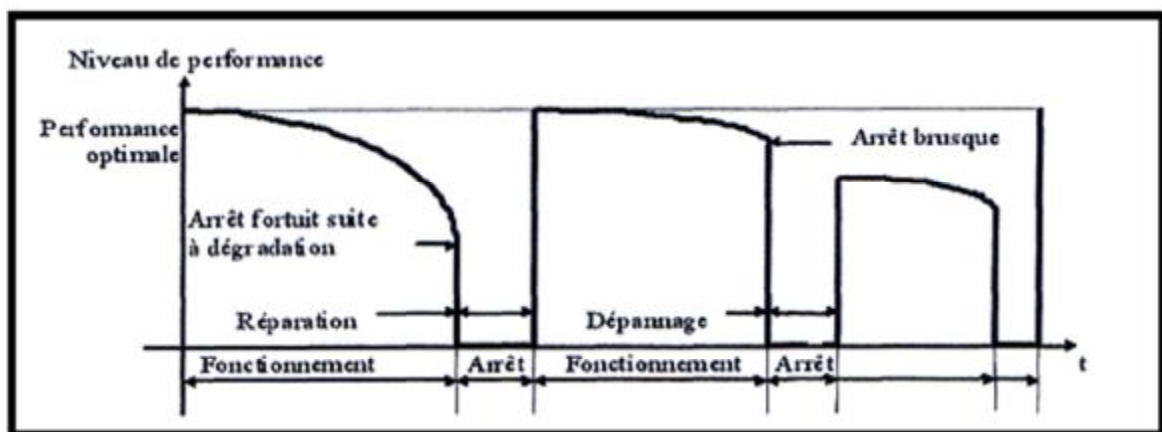


Figure I.3 : Schématisation de la maintenance corrective.

a- Maintenance curative :

Ce type de maintenance permet de remettre définitivement en état le système après l'apparition d'une défaillance. Cette remise en état du système est une réparation durable.

Les équipements réparés doivent assurer les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus. Une réparation est une opération définitive de la maintenance curative qui peut être décidée soit immédiatement à la suite d'une défaillance, soit après un dépannage, ce type de maintenance, provoque donc une indisponibilité du système [4].

b- Maintenance palliative :

La maintenance palliative revêt un caractère temporaire, provisoire. Elle est principalement constituée d'opérations qui devront toutefois être suivies d'opérations curatives (réparations).

Le dépannage est une opération de maintenance palliative qui est destinée à remettre le système en état provisoire de fonctionnement de manière à ce qu'il puisse assurer une partie des fonctions requises.

Les opérations de dépannage sont souvent de courte durée et peuvent être nombreuses, et parce qu'elles ont lieu souvent ; elles sont également très coûteuses [5].

I-3-2- Maintenance préventive :

Dans la définition de la maintenance préventive, nous incluons l'ensemble des contrôles, visites et interventions de maintenance effectuées préventivement. La maintenance préventive s'oppose en cela à la maintenance corrective déclenchée à partir des perturbations ou par les événements, et donc subie par la maintenance. La maintenance préventive comprend :

- Contrôles ou visites systématiques,
- Expertises, actions et remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites,
- Remplacements systématiques,
- Maintenance conditionnelle, ou contrôles non destructifs.

A partir de la définition générale de la maintenance préventive [6], on distingue trois variantes qui peuvent être utilisées conjointement en complément l'une de l'autre:

- Maintenance préventive systématique, maintenance préventive conditionnelle et maintenance préventive prévisionnelle.

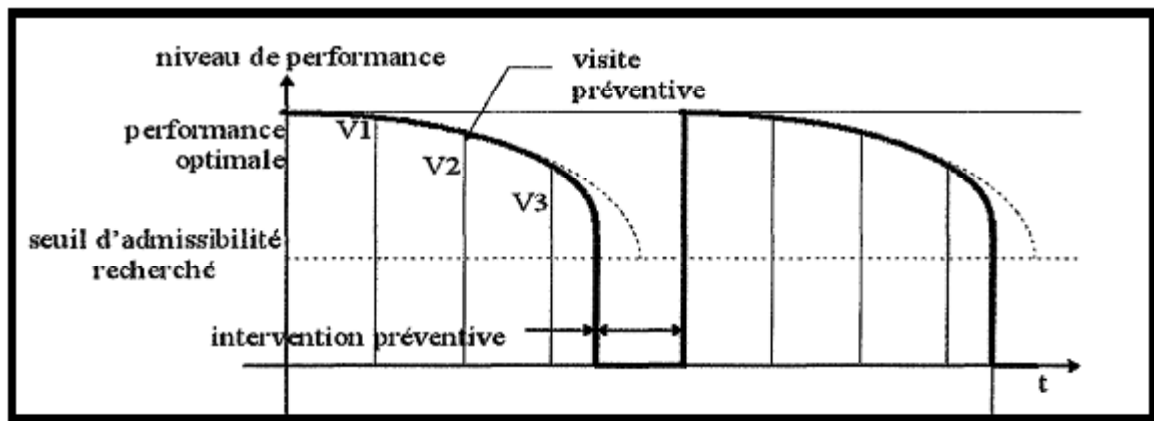


Figure I.4: schématisation de la maintenance préventive.

a - Maintenance préventive systématique :

Lorsque la maintenance préventive est réalisée à des intervalles prédéterminés, on parle de Maintenance systématique, l'opération de maintenance est effectuée conformément à un échéancier, un calendrier déterminé a priori. Aucune intervention ne peut avoir lieu avant l'échéance prédéterminée [7]. L'optimisation d'une maintenance préventive systématique Consiste à déterminer au mieux la périodicité des opérations de maintenance sur la base du temps, du nombre de cycles de fonctionnement, du nombre de pièces produites... etc.

b- Maintenance préventive prévisionnelle :

Lorsque la maintenance préventive est effectuée sur la base de l'estimation du temps de Fonctionnement correct qui subsiste avant l'observation de l'événement redouté, on parle de maintenance prévisionnelle. Une maintenance prévisionnelle peut prendre en compte l'âge du matériel qui n'est pas forcément calendaire mais par exemple le temps de fonctionnement mesuré depuis la dernière inspection. Cependant, la maintenance systématique est coûteuse car l'usure des pièces dépend beaucoup des conditions de fonctionnement. Elle risque donc d'intervenir trop tôt ou trop tard [8].

c- Maintenance préventive conditionnelle :

La norme AFNOR X 60-010 définit la maintenance conditionnelle ainsi : « les activités de maintenance conditionnelle sont déclenchées suivant des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service », Donc il n'y a plus d'échéancier mais plutôt Un événement, une condition, le franchissement d'un seuil, qui provoque l'intervention [9].

*Principe de la maintenance conditionnelle :

La conséquence immédiate est qu'il est nécessaire de savoir mettre en place des techniques de surveillance de l'état du bien (fiabilité technique et économique) et surtout d'être capable de qualifier de façon précise l'état de ce bien. Cette opération nécessite de procéder au préalable au choix d'un certain nombre d'indicateurs de surveillance, issus d'un paramètre ou d'une grandeur plus ou moins élaborée dont l'acquisition est le plus souvent possible en fonctionnement. La (figure I.5) illustre le principe de ce type de maintenance conditionnelle [9].

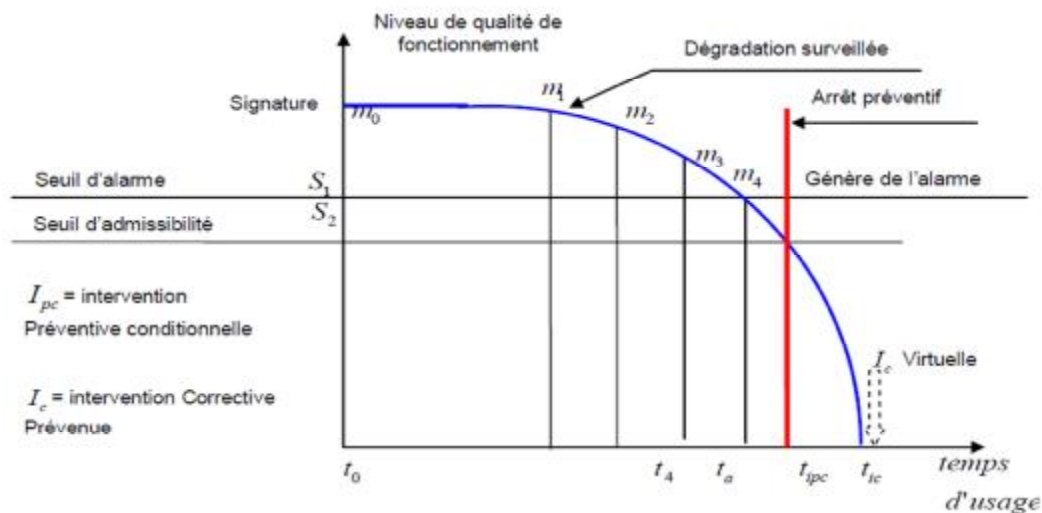


Figure I.5 : Principe de la maintenance conditionnelle.

*Objectifs visés par la maintenance conditionnelle :

La mise en œuvre d'une stratégie de maintenance préventive conditionnelle, nécessite les analyses techniques du comportement de système et leurs composants matériels. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances, dans le but d'améliorer la fiabilité des composants matériels de système industriel.

Les objectifs de la mise en exploitation de ces méthodes de maintenance conditionnelle sont divers [10], et peuvent :

- Garantir une bonne qualité des produits,
- Améliorer l'ordonnancement des travaux,
- Assurer la sécurité humaine et la sûreté de fonctionnement,
- Améliorer la gestion des stocks,
- Améliorer le climat de relations humaines,
- Réduction du coût global de la maintenance,

I-4- Les 5 niveaux de maintenance :

Les interventions de maintenance peuvent être classées par ordre croissant de complexités (selon norme x60-015) :

- Réglage matériel ou échange éléments accessibles simplement.
- Dépannage par échange de matériel ou petite intervention préventive
- Identification et diagnostic de panne. Réparation par échange de composant fonctionnel. Réparation simple.
- Travaux important de maintenance corrective ou préventive. Révisions.
- Rénovation, reconstitution, réparation importante. [11]

Niveau 1	Réglage simple prévu par le constructeur ou le service de maintenance, au moyen d'élément accessible sans aucun démontage pour ouverture de l'équipement. Ces interventions peuvent être réalisées par l'utilisateur sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.
Niveau 2	Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opération mineure de maintenance préventive, ces interventions peuvent être réalisées par un technicien habilité ou l'utilisateur de l'équipement dont la mesure ou ils ont reçu une formation particulière.
Niveau 3	Identification est diagnostique de panne suivit éventuellement d'échange de constituant, de réglage et de d'étalonnage général. Ces interventions peuvent être réalisées par technicien spécialisé sur place ou dans un local de maintenance à l'aide de l'outillage prévu dans des instructions de maintenance.
Niveau 4	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ces interventions peuvent être réalisées par une équipe disposant d'un encadrement technique très spécialisé et des moyens importants adaptés à la nature de l'intervention.
Niveau 5	Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante confiée à un atelier central de maintenance ou une entreprise extérieure prestataire de service.

Tableau I-1- Les cinq niveaux de maintenance.

I-5- But et objectifs de la maintenance :

Le but essentiel de la maintenance est le maintien au meilleur niveau de performance et de service des équipements industriels, et ceci au moindre coût, afin de garantir à l'entreprise la disponibilité optimale de son outil de production; autrement dit conserver la qualité de produit fabriqué et produire la quantité prévue constamment.

En maintenance, un objectif ne s'impose pas, il se discute; il n'est concevable qu'en fonction des moyens; il est toujours lié à un temps, un délai et une durée limitée. On peut citer les objectifs suivants de la maintenance:

-Garantir la production prévue

La planification de la production doit être étudiée conjointement par l'entretien et la production en conciliant les arrêts nécessaires à l'entretien préventif et les recommandations du manufacturier tout en s'ajustant aux programmes de fabrication, donc atteindre le plan de la production [12].

-Améliorer la qualité du produit

Maintenir la qualité, dépend autant de la production que de l'entretien; chacune de ces fonctions aura à rendre compte en cas de baisse de productivité de l'entreprise: erreur d'opération ou défaillance de la machine, matière première défectueuse ou dérèglement de la machine...etc. [13].

-Contribuer au respect des délais

Il s'agit des délais des interventions de l'entretien : on doit connaître exactement l'état des équipements (pièce de rechanges, historique des pannes, intervenants, caractéristiques techniques, stock pièces de rechanges disponible etc.).

-Rechercher des coûts optimaux

Mis à part les compétences techniques, le service d'entretien doit être capable d'établir des devis précis et des estimations de coûts relatifs aux travaux de maintenances.

-Assurer la sécurité des travailleurs et le milieu de travail

Le service de maintenance doit se préoccuper des accidents que les interventions peuvent occasionner d'une part, pour ses propres tâches (méthode de travail, consignes de sécurité, cadenas sage, etc.).

-Respecter l'environnement

Au service de maintenance incombe souvent le contrôle des polluants et le rejet des contaminants dans l'environnement. Il n'est pas rare que le matériel non productif mais nécessaire soit négligé (exemple: système de recyclage, dépoussiéreur, filtre, etc.).

-Economiser l'énergie

Un bon service de maintenance implique l'optimisation des coûts et donc économise l'énergie.

I-6- Le service maintenance :**I-6-1- Les fonctions du service maintenance :**

a-Fonction étude : Sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de maintenance choisie.

b-Fonction préparation : la préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus maintenance.

c-Fonction ordonnancement : l'ordonnancement représente la fonction « chef d'orchestre ».

d-Fonction réalisation : la réalisation consiste à mettre les en ouvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans délais préconisées par l'ordonnancement.

e-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.

f- La fonction documentation et ressource : indispensable à tout le service, cette fonction est la mémoire de l'activité sur laquelle s'appuieront les études ultérieures en vue de définir une

politique de maintenance. Elle est aussi une source inestimable de renseignements pour la fonction «étude» et «gestion». Les principales tâches sont : élaboration et tenue des inventaires, constitutions des dossiers techniques, des historiques, des dossiers économiques, constitutions d'une documentation générales techniques et réglementaire, constitutions d'une documentation fournisseurs [14].

I-6-2-Importance de la maintenance selon le type d'entreprise :

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité. La préoccupation permanente de la recherche de la meilleure disponibilité suppose que tout devra être mis en œuvre afin d'éviter toute défaillance. La maintenance sera donc inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale. Inversement, les industries manufacturières à faible valeur ajoutée pourront se satisfaire d'un entretien traditionnel et limité. La maintenance peut être:

- Fondamental : dans les domaines nucléaire, pétrochimique, chimie, transports (ferroviaire, aérien, etc.) ;
- Indispensable: dans les entreprises à forte valeur ajoutée, construction automobile;
- Moyenne: dans les industries de construction diversifiées, coûts d'arrêts de production limités équipements semi automatiques ;
- Secondaire : pour les entreprises sans production de série, équipements variés ;
- Faible ou négligeable : dans les entreprises manufacturières, faible valeur ajoutée, forte masse salariale .

I-6 -3- La sûreté de fonctionnement :

La sûreté de bon fonctionnement est l'ensemble des propriétés qui décrivent la disponibilité et les facteurs qui la conditionnent : fiabilité, maintenabilité, et logistique de maintenance (NF EN 13306) [13].

a- La maintenabilité :

C'est l'aptitude d'un système à être maintenue ou rétablie dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits (AFNOR (1993), norme NF x 60- 010).

C'est la probabilité que la maintenance d'un système S accomplie dans des conditions données, soit effectuée sur l'intervalle (0, t) sachant qu'il est défaillant à l'instant $t = 0$. $M(t) = \text{Pr}(S \text{ est réparé sur l'intervalle } (0, t))$.

b-La sécurité :

C'est l'aptitude d'un produit à ne pas entraîner de dommages graves aux personnes, à l'environnement ou aux biens. Caractérisé par sa probabilité.

La sûreté de fonctionnement regroupe les activités d'évaluation de la Fiabilité, de la Disponibilité, de la Maintenabilité et de la Sécurité (FDMS) d'une organisation, d'un système, d'un produit ou d'un moyen. Ces propriétés sont différentes mais complémentaires.

c-La Fiabilité R :

C'est l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise dans des conditions données, pendant une durée donnée ; C'est donc une grandeur comprise entre 0 et 1 ; Nous la désignons, dans ce qui suit par $R(t)$ où t désigne la durée de la mission $R(t) = \text{Pr}(\text{durée de vie } T > t)$

d- La disponibilité :

Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée

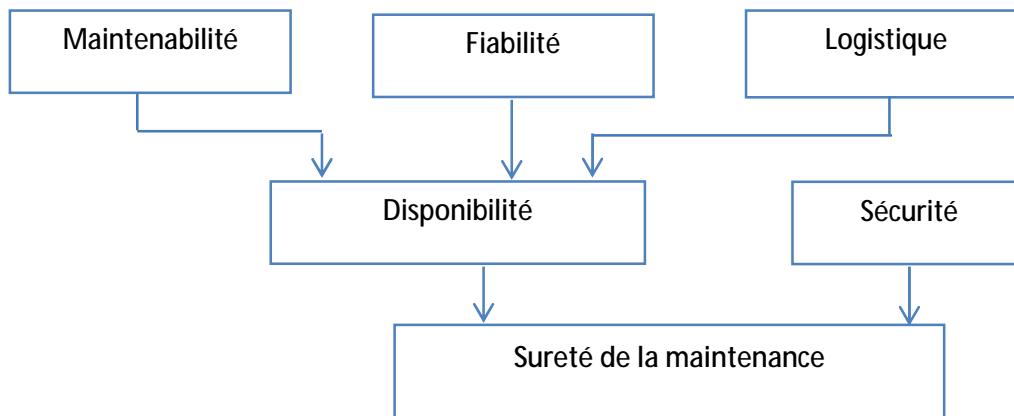


Figure I.6 : Organigramme de sûreté de fonctionnement [16].

I-7- Concept de la courbe en baignoire et taux de défaillance :

Si nous représentons le taux de panne en fonction du temps, nous obtenons une courbe appelée « en baignoire » qui est divisée en 3 parties :

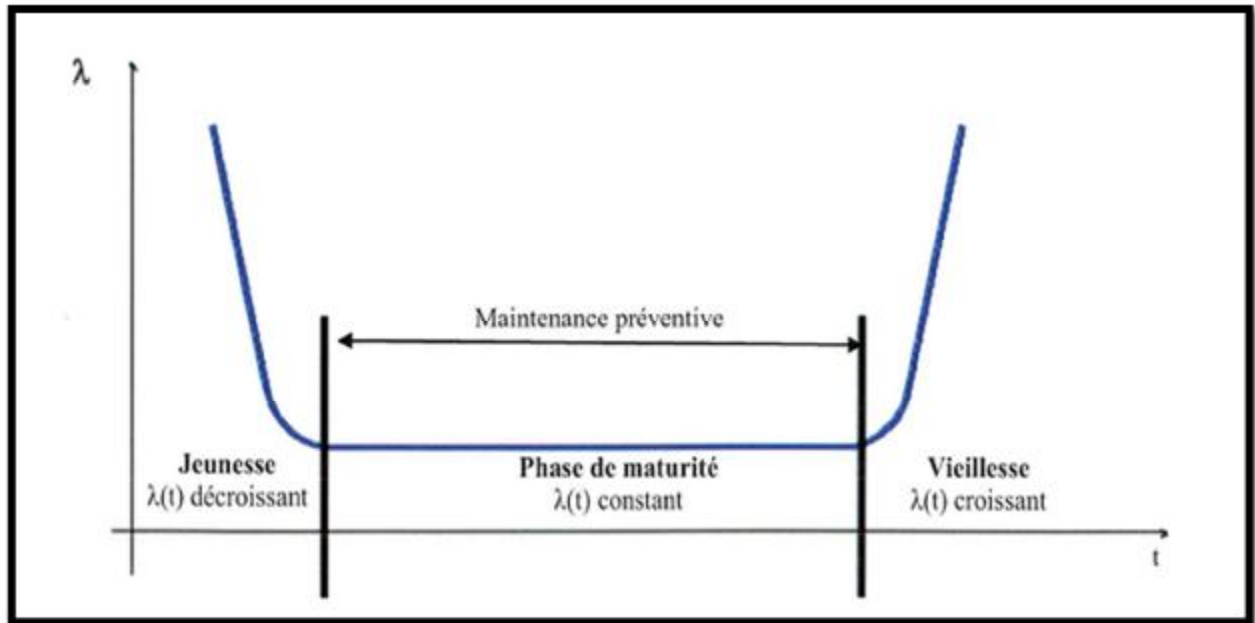


Figure I.7 : évolution du taux de panne en courbe "baignoire".

Période de jeunesse :

A titre de prévention, on pratique un rodage : consiste à mettre en fonctionnement pendant un certain temps les composants que l'on veut livrer au client (période de rodage).

Période de vie utile (maturité) :

- Le taux de défaillance $\lambda(t)$ est constant (matériel électronique) ou légèrement croissant (matériel mécanique).
- La loi de fiabilité $R(t)$ est exponentielle décroissante.
- Les défauts proviennent d'accidents (catalectiques) ou de charges excessives.
- Le type de maintenance peut être préventif, systématique ou correctif.

Période de vieillissement : Dégradation importante par dérives.

- Le taux de défaillance augmente à cause du vieillissement (usure, fatigue)
- Période où il faut surveiller le matériel, on applique la maintenance préventive conditionnelle.
- La période de transition permet de déterminer les dates de remplacement des pièces et de maintenance.

I-8 - Analyse d'arrêt d'une machine :

Les trois niveaux de caractérisation FMD d'un équipement sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Propriétés	Caractéristique FMD
Ensemble Module	Toujours réparable	Disponibilité
Composant	Réparable ou consommable	Maintenabilité et Fiabilité
	Consommable, parfois réparable	Fiabilité

Tableau I-2-Les trois niveaux de FMD d'un équipement.

Pour nous attaquer aux arrêts et pannes qui réduisent le temps d'ouverture et dégradent le taux de Fonctionnement TF, nous allons analyser le Contenu d'un arrêt machine et chercher à connaître la fiabilité et la maintenabilité de chaque machine (voir figure II.8).

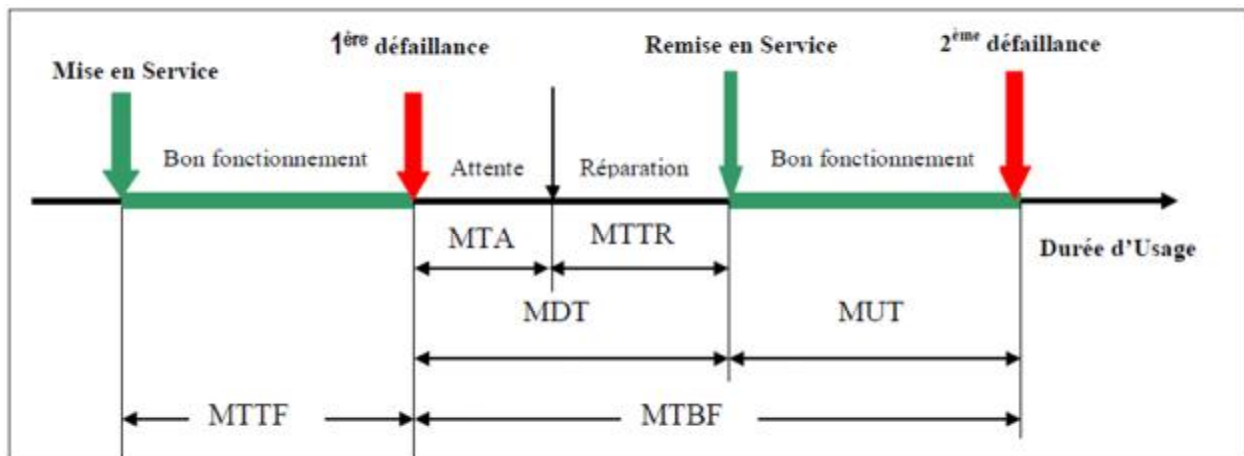


Figure I.8 : Les indicateurs techniques FMD en fonction du temps

Designation:

MTTF: Mean time to failure

Durée moyenne de fonctionnement d'une entité avant la première défaillance $MTTF = \int_{[0; +\infty[} R(x).dx$

$R(x).dx$

MTTR: Mean time to repair

Durée moyenne de réparation $MTTR = \text{temps d'arrêt} / \text{nombre d'arrêts}$

MUT : Mean up time

Durée moyenne de fonctionnement après réparation

MDT : Mean down time

Durée moyenne d'indisponibilité (temps de détection de la panne + temps de réparation + temps remise en service)

MTBF : Mean time between failure

Durée moyenn entre 2 défaillances consécutives

Un équipement est modélisé par des modules, Il est ainsi constitué de plusieurs modules.

On a $MTBF(\text{module}) = MTBF(\text{composant le plus fragile})$

L'abréviation FMD désigne le triptyque:

Fiabilité = $1 / MTBF$

Maintenabilité = $1 / MTTR$ C'est le taux de réparation

Disponibilité = $MTBF / (MTTR + MTBF)$

λ : taux de défaillance = $1/MTBF$

La moyenne des temps au cours d'un cycle de vie = Temps total / Nombre d'arrêt

II-9-Application la maintenance industrielle :

II-9-1 : définitions des opérations de maintenance:

Il existe des définitions normatives des différentes opérations de maintenance ; néanmoins:

Les normes donnent l'esprit d'une intervention mais ne définissent pas toujours clairement les opérations à effectuer, les normes ne couvrent pas toutes les prestations.

De ce fait, pour éviter toute ambiguïté, il est nécessaire pour chaque entreprise de définir parfaitement les prestations attendues ou effectuées (objectif, détail des opérations, etc.) [15].

a- Réparation : (extrait de la norme AFNOR X 60-010-1994) Action définitive et limitée de la maintenance à la suite d'une défaillance.....

b- Dépannage : (extrait de la norme AFNOR X 60-010-1994)

Action consécutive à la défaillance de bien, en vue de rendre apte à accomplie une fonction requise, au moins provisoirement.

Note: compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation, hors règle de procédures, de coût et de qualité et dans ce cas, sera suivi d'une réparation.

c- Vérification : (extrait de la norme AFNOR X 07-010-1992)

Confirmation par examen et établissement des preuves que les exigences spécifiées ont été satisfaites.....

Le résultat d'une vérification se traduit par une décision de remise en service, d'ajustage, de réparation, de déclassement ou de réforme. Dans tous les cas, une trace écrite de la vérification effectuée doit être conservée dans le dossier individuel de l'appareil de mesure.

Note: La vérification peut être effectuée au vu de caractéristiques constructrices ou au vu des résultats des certificats d'étalonnage.

La vérification est une intervention métrologique, fondé sur la comparaison à un étalon.

Vérification préliminaire (extrait de la spécification E2M n°E/970101/C)

La vérification préliminaire est une opération de vérification effectuée après l'opération de contrôle fonctionnel et avant toutes autres opérations.

NOTE: la vérification préliminaire est un constat de l'exactitude de l'appareil dans une configuration d'origine et avant toutes interventions d'ajustage ou de maintenance corrective.

d- Contrôle : (extrait de la norme ISO 8402-1994)

Activité, tel que mesurer, examiner, essayer ou passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et comparer les résultats aux exigences spécifiées en vue de déterminer si la conformité est obtenue pour chacune de ces caractéristiques.

e- Ajustage : (extrait de la norme AFNOR NF X 07-010-1992)

Opération destinée à amener un appareil de mesure à un fonctionnement et à une justesse convenable pour son utilisation.

f-Calibrage : (extrait de la spécification E2M n° E/970101/C)

Le calibrage consiste à remettre un appareil à un niveau de précision optimale.

g- Etalonnage : (extrait de la norme AFNOR NF X 07-010-1992)

Ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure et les valeurs connues correspondantes d'une grandeur mesurée...

h- Expertise technique (extrait de la spécification E2M n° E/900505/A)

En vue d'évaluer l'état d'un appareil présumé défectueux, l'expertise technique comprend:

Des examens visuels (externe, interne, sécurité)

-Un examen fonctionnel,

-Une vérification si l'examen fonctionnel c'est avéré satisfaisant.

L'expertise technique ne remet en aucun cas l'appareil dans des conditions de fiabilité, de sécurité ou de précision.

i- Réglage : (extrait du vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie – 1993)

Ajustage utilisant uniquement les moyens mis à la disposition de l'utilisateur.

j- Déclassement : (extrait de la norme AFNOR NF X 60-010-1994)

Action par laquelle un bien est affecté à une classe d'utilisation moins sévère.

k- Réforme : (extrait de la norme AFNOR NF X 60-010-1994)

Action administrative par laquelle il est décidé d'exclure de toute utilisation, un bien usagé dont on a constaté l'inaptitude totale ou partielle à accomplir la fonction requise et qu'il n'est pas possible de déclasser.

l- Recette fonctionnelle : (extrait de la spécification E2M n°E/97010/C)

La recette fonctionnelle permet de s'assurer de l'état de fonctionnement global d'un appareil de mesure sans préjuger de sa précision.

La recette fonctionnelle comprend entre autres les contrôles de sécurité, extérieur, un examen fonctionnel et un contrôle de la conformité à la commande.

m- Recette technique : (extrait de la spécification E2M n°E/970101/C)

La recette technique correspond à une recette fonctionnelle suivie d'une opération de vérification. Ceci permet d'assurer qu'un appareil de mesure, neuf ou d'occasion, satisfait aux prescriptions qui autorisent sa mise en service.

Nota: La recette technique se différencie de l'intervention de vérification par le contrôle de la conformité à la commande.

I-9-2- Gestion de maintenance:**a- Principe de la gestion :**

Gérer c'est administrer, diriger, gouverner, exercer des fonctions de direction et de contrôle pour son propre compte ou pour le compte d'un autre. [15]

La gestion de la maintenance dans une installation industrielle c'est ;

1-Lui définir des objectifs chiffrés et mesurable.

2- Définir les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ses objectifs,

Le gestionnaire de maintenance est responsable de la mise en place d'un système de gestion adapté à son entreprise, il doit tenir compte ;

- Des spécificités de l'entreprise.
- De sa taille.
- De l'importance de la maintenance.
- Du degré d'information.

3-Mesurer les résultats, les comparer avec les objectifs, analyser les écarts et décider des moyens à mettre en œuvre pour corriger la déviation.

b- Les objectifs de la gestion de maintenance:

Les objectifs de la gestion de maintenance seront atteints si le gestionnaire maîtrise parfaitement les paramètres et les conditions de fonctionnement de l'entreprise [12].

La maintenance est indissociable des poursuites des objectifs conduisant à la maîtrise de la qualité, les cinq zéros symbolisant les objectifs, concernent en effet la maintenance, c'est un fonctionnement avec:

- **Zéro panne** : c'est l'objectif matériel de la maintenance.
- **Zéro défaut** : une production sans défaut nécessite un outil de production en parfait état et une organisation adéquate, tout produit présentant un défaut est assimilable à un arrêt de production et se traduit par une prolongation des délais et des coûts inacceptables.
- **Zéro stock** : et zéro délai ; une fabrication sans stock n'est pas compatible avec une livraison sans délai que si l'outil de production est parfaitement fiable.
- **Zéro papier** : il faut assurer zéro papier inutile en particulier les papiers engendrés par les erreurs, les défauts, les défaillances, le retard ...etc.

c-Aspects de la maintenance:

La maintenance d'un bien commence avec la prise en compte, dès sa conception, des notions de fiabilité, de maintenabilité, qui sont de plus en plus inscrites dans le cahier de charge. [15]

Un équipement commence par une évolution peu de temps après sa mise en service. Ces caractéristiques, sa capacité à produire, la qualité de travail fourni, alors ses coûts d'exploitation peuvent diminuer. Il est donc indispensable d'agir pour le rendre conforme à un état initial.

Plusieurs solutions s'offrent alors:

- Intervention du constructeur.
- Intervention d'une entreprise extérieure spécialisée.
- Intervention de service de maintenance interne à l'entreprise

I-9-3- Démarche de la maintenance:

Les interventions sur des équipements sont nécessaires pour la conservation de leur bon état de fonctionnement il est donc possible de garder en mémoire:

- Les pannes qui se sont présentées.
- Les coûts de remise en état.
- Le temps d'indisponibilité
- Les coûts de perte de production pendant l'indisponibilité
- Les modifications techniques à porter...etc. [15]

Conclusion :

Selon l'étude bibliographique faite, il existe actuellement de nombreux modèles qui illustrent les différentes hypothèses posées sur l'équipement, son mode de défaillance, de dégradation, les exigences et les objectifs de la maintenance. Pour un équipement, dont l'évolution est décrite par un processus aléatoire, la construction de la politique de maintenance se ramène à la caractérisation d'une structure paramétrique de maintenance.

Dans le cas où la seule information disponible sur l'équipement est sa durée de vie, une politique de maintenance basée sur la durée de fonctionnement maximale est très bien adaptée. Si on arrive à modéliser le niveau de dégradation, une structure de maintenance conditionnelle de type limite de contrôle permet l'optimisation du critère de performance choisi. Le plus souvent rencontré dans la littérature est le coût moyen de maintenance à long terme par unité de temps.

Chapitre II : fonctionnement de la STEP de la ville de M'sila

INTRODUCTION :

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir sociale, économique et environnementale. Les principales utilisations des eaux usées épurées sont : utilisation agricole (l'irrigation), utilisation municipale (arrosage, lavage, lutte contre les incendies...etc.) et l'amélioration des ressources (recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord).

La ville de M'sila à comme la majorité des grandes villes Algériennes dispose une filière d'épuration de ses différents rejets. Pour et épurer les eaux usées de cette ville et afin de contribuer à l'assainissement des cours d'eau dans le respect de la population environnante et dans un esprit de protection des ressources en eau et des milieux naturels est devenu une urgence .Une station d'épuration est établit a une zone dans les environs de m'silla (Ghezal).

Ce chapitre présente le fonctionnement de la STEP de la ville de M'sila.

II-1- Présentation :**II-1-1-Localisation la station d'épuration de la ville de m'sila :**

La ville de M'sila est située au Sud-est d'Alger, à 256 Km. La commune de M'sila se situe au Nord-est de la wilaya . Elle s'étend sur une superficie de 252 Km². Elle est Délimitée, au Nord par la commune d'El Euch (BBA), à l'Est par la commune Mtarfa, à l'Ouest par la commune d'Ouled Mansour, au Sud par la commune d'Oueled Madhi et au Sud-Est par la commune d'Elsouamaa. La station d'épuration de la ville de M'sila est située au Sud à environ 9 Km du centre de la ville, d'une superficie de 4.16 ha. Elle se trouve à la frontière entre la commune de M'sila et la commune de Oueled Medhi. Elle est délimitée par Oued El Djayeh au Nord, Oued K'sob à l'Est, Ardh El Hichem au Sud et la route nationale N°45 à l'Ouest [16]. Le système d'épuration prévu en implantation dans la région de M'sila recevra les eaux usées de la ville de M'sila. Le choix de site est motivé par des critères essentiels tels que la disponibilité du terrain, son voisinage des surfaces d'irrigation et enfin son éloignement des habitations.



Figure II.1: Vue générale de la STEP de M'sila (à partir de Google earth 2016).

II-1-2-Données de base :**a- Procédé d'épuration des eaux dans la STEP de M'sila :**

Cette STEP a été réalisée pour une capacité de 200.000 Equivalents habitant pour l'horizon 2020, elle est extensible à 300.000 Equivalents habitant pour l'année 2030. Le procédé épuratoire choisi est

par boues activées à faible charge. Le tableau ci-dessous, présente la fiche technique de la STEP de la ville de M'sila.

Nom du projet	Station d'épuration la ville de M'sila
N° de l'opération	ND.5.342.3.262.128.06.01
Entreprises de réalisation	Su bal – SPA – SFC
Date de mise en service	08 Avril 2013
Type de réseau	Unitaire
Capacité de la station à l'horizon de 2020	200 000 Eq.h
Capacité de la station à l'horizon de 2030	300 000 Eq.h
Procédé d'épuration	Procédé biologique
Mode épuratoire	Boues activées à faible charge
Débit journalier nominal à l'horizon de 2015	30000 m ³ /j
Débit journalier nominal à l'horizon de 2020	32000 m ³ /j

Tableau II-1- Fiche technique de la STEP de la ville de M'sila.

Donc l'examen des différents procédés applicables à l'épuration biologique des eaux usées montre que le choix du procédé par boues activées est plus judicieux et répondra à toutes les exigences du point de vue rendement épuratoire et importance de la ville de M'sila, donc de la population.

Compte tenu de la qualité, le procédé d'épuration retenu est du type classique dénommé type aérobie. Ce procédé provoque le développement de bactéries qui par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et s'en nourrissent.

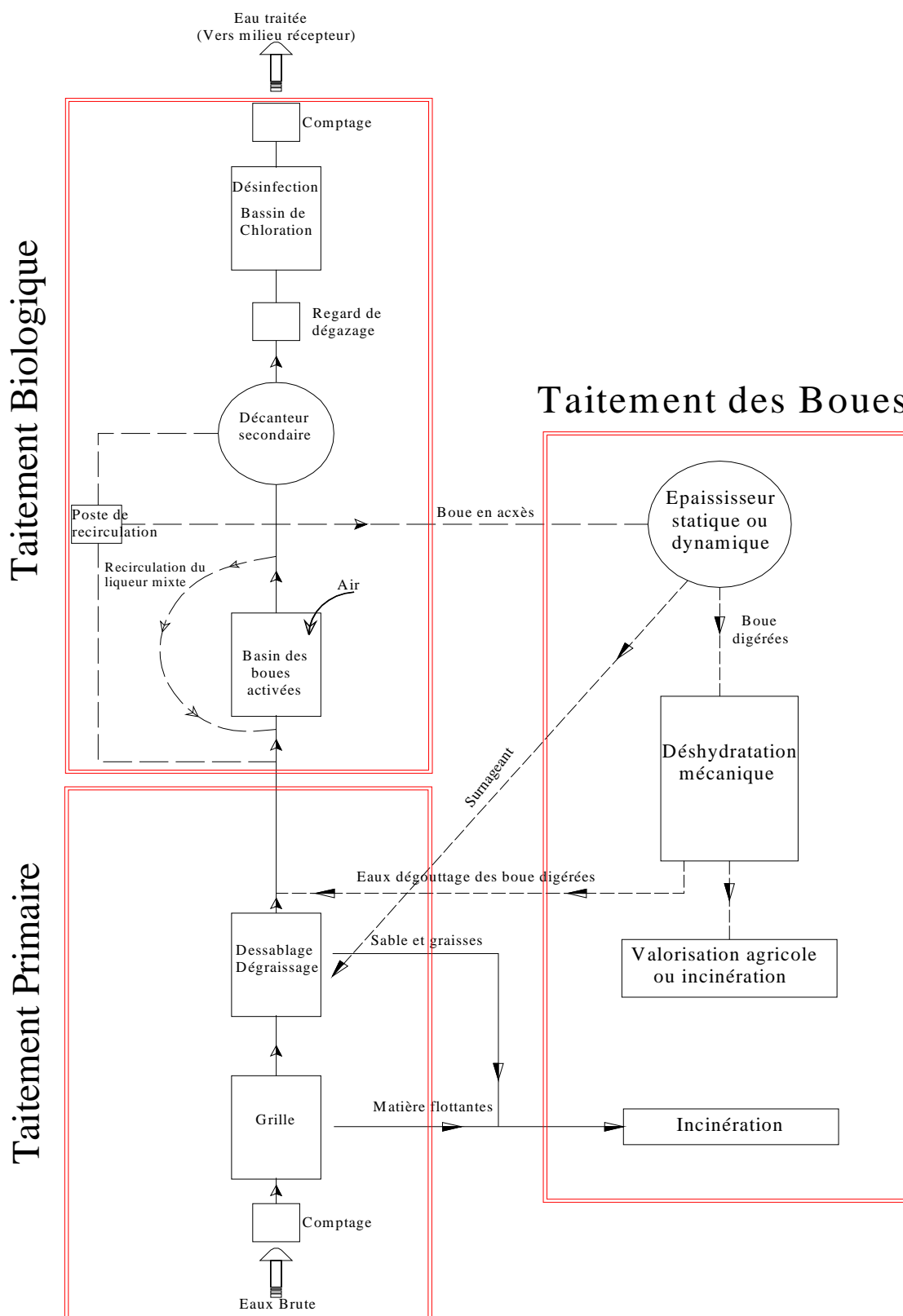


Figure II.2 : Le schéma fonctionnel de la STEP de la ville de M'sila [17].

b- Les origines des eaux usées :

Ordre du jour	Origine	Principe polluant
1	Résidence, écoles, Restaurants	N ,P,SS,DCO,DBO ,LAS, ABS, TOC, BROUILLARD
2	Centre de santé +Hôpitaux polycliniques +salles dessins	
3	Boulangeries	
4	Universités	
5	Les administrations	
6	Tanneries	
7	Produits laitiers	
8	Fabrication d'aliment pour bétail	
9	Activités pétrolières	
10	Fabrication alimentaires	
11	Bous transport épar la pluie	SS
12	Agriculture, activités	N,P,DCO,DBO ,TOC
13	Station de lavages graissage	DCO,DBO,TOC,LAS,SS,DCO
14	Station carburant	BROUILLARD, TOC, SS,DCO
15	Activités de construction	SS, METAUX
16	Abattoirs	N , DCO,DBO,TCO,SS
17	Métallurgies	Brouillards et métaux lourds

N= azout, P=phosphore, SS=solides en suspension, COD=demande chimique d'oxygène, BOD=demande biochimique d'oxygène, LAS=sulfate d'alkyle linéaire (détergent),ABS=Alkyle Sulfonâtes de benzyle (détergent),TOC=carbone organique totale, BROUILLARD =graisse, huile.

Tableau II-2- Les origines des eaux usées [17].

C- Caractéristiques de l'effluent :

	A l'horizon 2020m ³ /h	A l'horizon 2030m ³ /h
Débit journalier	32000m ³ /h	48000m ³ /h
Débit de point en temps sec	2.772m ³ /h	4.129m ³ /h
Débit de point en temps de pluie	5.544m ³ /h	8.258m ³ /h

Tableau II-3- Caractéristiques de l'effluent [17]

II-2-fonctionnement de la STEP :**II-2-1-Traitement primaire :**

Au premier lieu, des eaux brutes arrivées traversent une canalisation de transfert permet de transférer les eaux usées de la vanne d'entrée au bassin de relevage ;

a- Dégrillage grossier :

Dans la bêche d'entrée il y a quatre (04) canaux dans chacun d'eux on a installé un dégrilleur grossier mécanisé. Les quatre grilles grossières sont à nettoyage auto-machine. Un canal by-pass est équipé par une grille à nettoyage manuel, il est prévu pour assurer le fonctionnement continu de la station en cas de panne de la grille mécanisée. Au toit de la bêche on a installé une bande transporteuse ou convoyeur qui sert à évacuer les déchets solides éliminés par les dégrilleurs. Alors les rejets de dégrillage seront transportés automatiquement par un convoyeur à bandes vers un conteneur de stockage (benne à ordures). Donc le dégrillage grossier sert à éliminer les matières volumineuses des eaux usées, afin de protéger les pompes, vannes, les canalisations et les autres accessoires en aval de station de relevage. La mesure de la différence de niveau est réalisée par deux sondes à ultrasons placées en amont et en aval des grilles.



Figure II.3 : Les dégrilleurs grossiers.

b-Post de relevage :

Le poste de relevage comprend un bassin de relevage ayant un volume d'environ 300 m³. Le poste est équipé de quatre (03+01) pompes submersibles dont trois sont en fonctionnement et une de réserve. Les pompes submersibles ont été installées à environ de 5,60 m au-dessous du niveau du terrain naturel. Il faut noter que les grilles grossières sont installées en tête de ce poste de relevage pour protéger les pompes [18].

Les pompes de relevage ont des démarrages progressifs de type variateur de fréquence. En générale à la face extérieure de commande, chaque démarrage a une série des accessoires de commande et de supervision. Le poste de relevage a pour but de recevoir et ajuster les variations du flux des eaux usées qui opèrent sous la gamme complète des conditions hydrauliques du système [19].



Figure II.4 : post de relevage

c- Dessablage – déshuilage :

Dessablage : c'est un procédé consiste a l'élimination des sable présents dans l'effluent brute est indispensable pour protéger les conduit et les pompes contre l'érosion et le colmatage d'une part [20].

Dégraissage déshuilage : c'est une opération destinée à réduire les graisses et huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface. Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter [20].

Dégraisseur-déshuileur aéré : Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20m/h [20].

Déshuileur longitudinal : C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond.



Figure II.5 : déssableur /déshuileur

II-2-2-traitement secondaire :

Le traitement secondaire a pour objectif principal l'élimination des composés solubles d'origine organique. Parallèlement, la floculation de la biomasse permet de piéger les matières en suspension restant à l'issue du traitement primaire.

Le principe de ce traitement est de mettre en contact la matière organique contenue dans les eaux usées avec une population bactérienne. Celle-ci assimile alors la matière organique pour son propre développement. Ces dispositifs permettent d'intensifier et délocaliser sur des surfaces réduites les phénomènes de transformation et de dégradation des matières organiques tels qu'ils se produisent en milieu naturel. Ils sont la reconstitution d'un écosystème simplifié et sélectionné faisant intervenir une microflore bactérienne et une microfaune de protozoaires et de métazoaires [21].

a- Les bassins biologiques :**Le traitement secondaire anaérobie :**

La digestion anaérobie a été découverte il y a plus de trois siècles. C'est que des scientifiques ont pour la première fois constaté qu'un gaz inflammable pouvait se dégager d'une matière organique en décomposition [22].



Figure II.6 : Le bassin anoxique.

Les traitements secondaires aérobies :

Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. Deux grandes familles peuvent être distinguées : les procédés à cultures fixes (microorganismes fixés sur des supports), les procédés à culture libre (micro-organismes maintenus en suspension dans le mélange à épurer). Nous pouvons citer les plus courantes selon [23].



Figure II.7 : Le bassin d'aérations

B-Décantation secondaire (clarification):

Le clarificateur est un ouvrage, placé en sortie du bassin d'aération, qui présente trois fonctions : une première fonction consistant en la séparation de la boue et de l'eau épurée, une seconde d'épaississement en permettant par la suite une recirculation de boues concentrées vers la zone anoxie et enfin un stockage temporaire des boues. De façon générale, le système fonctionnera tel que le flux ascendant d'eau clarifiée ne perturbe pas le flux descendant de boue [24].



Figure II.8 : le décanteur secondaire

C -La désinfection (chloration) :

Il a pour but de compléter plus ou moins l'épuration selon les normes de rejet applicables aux eaux épurées ou selon l'utilisation de ces eaux après traitement. Ce traitement est absent ou peu nombreux dans le cas de rejet en rivière. L'évaluation du risque de contamination et l'efficacité de la désinfection sont généralement appréhendées via le dénombrement de germes indicateurs (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux) [24].



Figure II.9 : bassin de chloration

II-2-3-Traitement des boues :**a-Epaississeur de boues :**

L'épaississement des boues est utilisé pour augmenter la teneur en solides en boues activées par décantation gravitationnel. L'épaississement des boues a pour but de réduire le volume des boues afin de réduire les capacités requises des étapes suivantes de traitement des boues. L'épaississement des boues est réalisé dans des bassins circulaires en béton armé qui ont la forme d'un cylindre à fond conique à faible pente. Le bassin sera équipé d'un groupe de commande posé sur une passerelle ; d'un arbre vertical tournant à faible vitesse et portant des barres verticales d'épaississement ; des racleurs de fond [25].

Les épaisseurs sont des structures métalliques rotatives et centralisés avec les bassins circulaires de l'épaississement et ils sont mobiles tout autour de leurs axes. Les épaisseurs des démarrages directs. Deux (2) épaisseurs identiques sont installés pour recevoir les boues en excès des décanteurs secondaires.

L'avantage d'un tel ouvrage réside en une facilité du glissement des boues épaissies vers la fosse centrale de laquelle ces dernières sont extraites.

Le surnageant passe par déversoir dans une goulotte périphérique d'où il est retourné vers le système de drainage interne. Les boues épaissies sortent du fond du bassin par l'intermédiaire d'une conduite pour alimenter la station de pompage des boues épaissies. Le temps de séjour est estimé d'environ de 30 à 35 jours dans l'épaississeur [25].



Figure II.10: Epaississeur de boues.

b-La déshydratation :

La déshydratation constitue la seconde étape de réduction du volume des boues sur les boues épaissies, stabilisées ou non, afin d'obtenir une siccité des boues plus poussée (en moyenne comprise entre 20 et 30 % selon la nature des boues). La déshydratation représente plusieurs avantages : elle facilite le stockage et réduit donc le coût du transport, elle améliore la stabilisation (temps de séjour augmenté) et facilite une utilisation en agriculture.

La déshydratation des boues est réalisée de deux manières :

- par des procédés naturels ;
- par des procédés mécaniques. ;

Déshydratations naturelle :

Le séchage des boues sur des lits de sable réside en deux temps :

- Dans un premier temps, se fait une filtration de l'eau à travers le support, par des forces à très faible pression qui sont essentiellement des forces gravitaires. L'eau est recueillie par un système de drains disposés à la base du lit. Le temps de cette première phase est relativement rapide puisqu'il est de 1 jour pour les boues primaires et de 4 -5 jours pour un mélange de boues primaires et de boues secondaire.

- Dans un deuxième temps, a lieu l'évaporation de l'eau liée, en faisant appel à des forces extérieures comme les conditions météorologiques. L'apparition de fissures augmente la surface de contact avec l'atmosphère qui se traduit par une évaporation plus intense.

Cette deuxième phase dépend de divers facteurs tels que la température, l'humidité relative de l'air au contact de la boue et de l'épaisseur de la boue [21].



Figure II.11: lits de séchage

Déshydratations mécanique :

La boue préalablement conditionnée alimente en continu une auge dans laquelle est en partie immergé un tambour recouvert d'une toile filtrante. Ce tambour est constitué de compartiments étanches qui seront alternativement soumis à une pression atmosphérique. La dépression, effective sur les 2/3 de la surface filtrante, permet de constituer un film épais de boue sur la toile lors de l'immersion du tambour, puis l'essorage du gâteau après son émergence. Le retour à la pression atmosphérique correspond aux phases successives de décharge de la boue déshydratée et de rinçage de la toile par une eau sous pression [25].



Figure II.12: déshydratation mécanique

CONCLUSION :

L'étude du fonctionnement la STEP la ville de M'sila montre le rôle fondamental de l'épuration des eaux qui est de limiter le maximum des sources de la pollution des eaux de rejets domestiques et industriels. Pour préserver nos ressources hydriques qui représentent un des objectifs de l'assainissement, l'épuration des eaux usées reste donc le moyen le plus approprié.

Chapitre III : Démarche et méthodes de maintenance dans la STEP

Introduction :

Dans ce chapitre on a fait l'inventaire et la maintenance appliquée à la station d'épuration de eaux usées de M'sila trouvés et on parle aussi au planning annuel de maintenance préventive de chaque équipement.

III-I- Equipement prioritaires :

Les équipements de la station d'épuration (ST-EP) sont dépendant les uns des autres mais on peut dégager un certain nombre de matériel qui matériels qui jouent un rôle primordial dans le processus d'épuration à savoir :

- Station de relevage
- Dégrillage fin
- Dessabler –déshuileur
- Décanteur
- Déshydratation mécanique

III-2- inventaires des équipements de la station :

L'inventaire est l'acte par lequel on recense tous les biens mobiliers et immobiliers d'un individu, d'un commerce ou d'une entreprise. L'inventaire est très important lorsque l'activité économique inclut un stock.

Les opérations d'inventaire sont généralement effectuées sous la sous la supervision du chef d'exploitation, du responsable de production ou du responsable de distribution. Les magasiniers, associés a des personnes formées pour la circonstance accomplissent le décompte physique des quantités (voir tableau III-1).

Le contrôle des écarts, la régularisation et la validation des données sont faits par des contrôleurs de gestion (internes et/ou externes a l'entreprise) [26].

III-3-Plan de maintenance préventive :

Après l'élaboration de l'inventaire, nous nous sommes assuré que l'ensemble des équipements est en bon état de fonctionnement et il nécessite des opérations d'entretien préventif (voir tableau III-2).

Pour pouvoir effectuer la maintenance sur les équipements de la STEP, il faut commencer par élaborer un plan de maintenance préventive qui reprendra la liste des graissages, contrôles, leurs Fréquences....etc.

Tableau III-1-Inventaire des équipements de la STEP.

Code	Ouvrage	Equipment	Caractéristiques techniques Fabricant	N°	Observation
					Etat d'Equipment
A.01	Canalisation de Transfert	Vanne d'entrée	En acier inoxydable Type : GES 120×120 GINZLER	01	En marche
A.02	By-pass general	Grille manuelle	En acier inoxydable, Type AISI 316/304 D : 50 mm, α : 90° GINZLER	01	En marche
A.03	Dégrilleur grossier (1.2.3.4)	Grille mécanisé	En acier inoxydable, Type : MUR 1200/6550/50 D : 50 mm, α : 90°, Q : 1030 m ³ /h GINZLER	04	En marche
A.04		Moteur	P : 2.2 KW, 400 V/50 Hz, IP 55, Isolement F NORD	01	En marche
A.05		Convoyeur à bandes	Type : NT 500/10400 L:10400 m, l : 500 mm GINZLER	01	En marche
A.06		Moteur	Type : 2 MLA 90S4, 400V/50Hz P : 1.1 KW, Cos ϕ : 0.77 SIEMENS MOTORS	01	En marche
A.07	Poste de relevage (1.2.3)	Capteur de niveau : Ultrason	Type : ANACONT, Détecteur de niveau NIVALCON	01	En marche
A.08		Pompe submersible de relevage	Type : AFP 3502/ 50 Hz, Q : 1385 m ³ /h, Hmt : 12.2m, P : 58.4 KW, η : 87.7%, ABS NPSH : 4.1m	04	En marche
A.09		Moteur	Type : ME 750/ 6-53, 230V/50Hz P : 75 KW, Cos ϕ : 0.84, IP :68, F(155°- 311°)ABS/ SULZER	04	En marche
A.10	Dégrilleur fin (1.2.3.4)	Grille manuelle	En acier inoxydable, Type AISI 316/304 D : 10 mm, α : 75° GINZLER	01	En marche
A.11		Grille mécanisé	En acier inoxydable, Type : MUR 1250/2500/1000/10 D : 10 mm, α : 75°, Q : 1030 m ³ /h GINZLER	04	En marche
A.12		Moteur	P : 1.5KW, 400 V/50 Hz, IP 55, Isolement F NORD	01	En marche
A.13		Convoyeur à bandes	Type : NT 500/10400 L:10400 m, l : 500 mm GINZLER	01	En marche
A.14		Moteur	Type : 2 MLA 90S4, 400V/50Hz P : 1.1 KW, Cos ϕ : 0.77 Siemens Motors	01	En marche
A.15	Dessableur/ Déshuileur (1.2)	Pont racleur	Type : LAR 420, Pont : En acier galvanisé, Partie submergées : En acier inoxydable, Racleur longitudinal (treillis), 4.2 m GINZLER	02	En marche
A.16		Moteur principal	P : 0.25 KW, 400 V/50 Hz, IP 66, Isolement F, motoréducteur : IP55 NORD	02	En marche
A.17		Moteur racleur de sable	P : 0.18 KW, 400 V/50 Hz, IP 67, Isolement F NORD	02	En marche

A.18	Dessableur/ Déshuileur (1.2)	Surpresseur (Système diffusion d'air)	Type : 25FL6 FPZ Effepizeta	03	En marche
A.19		Système de tuyauterie	Type : DN 30, En acier galvanisé GINZLER	02	En marche
A.20		Système de diffuseurs	Type : Nerox MR, En EPDM GINZLER	02	En marche
A.21		Pompe à sable	Q : 50m ³ /h, Hmt : 7m, P : 3 KW, 400V/50, Isolation : F ABS	02	En marche
A.22		Classificateur de sable à vis	Type : AISI 304/ 316, En acier inoxydable ESTRUAGUA	02	En marche
A.23		Moteur	P : 0.5 KW, 400 V/50 Hz, IP 55, Isolement F, NORD	02	En marche
A.24		Pompe des écumes (pompe à boues flottantes)	Type : AS 0840 D / 50 Hz, Q : 10.5 m ³ /h, Hmt : 13.2m, P : 1.7 KW, η : 30.1% , ABS	02	En marche
A.25		Moteur	Type : S17/2D, 400V/50Hz P : 1.7 KW, Cos ϕ : 0.84, IP :68, F ,ABS/SULZER	02	En marche
B.01	Compartiment Anoxic (1.2.3.4.5.6.7.8)	Agitateur submersible compacts	Type : RW 6525-A50/12, 50 Hz P:5 KW, Dp:650mm, Qp:0.66 m ³ /s, Ω :4701 tr /min, ABS	08	En marche
B.02	Compartiment d'aération (A.B.C.D)	Turbine d'aération (aérateur de surface)	Type : O2Max-220, D : 2200mm 8 sens horaire et 8 sens antihoraire Spaans Babcock B.V	16	En marche
B.03		Réducteur	Type : MOTOX Série et taille : Z 188-K2, n : 29.18 :1, Siemens (Flender)	16	En marche
B.04		Moteur	Type : 25 M4 ,400 V/50 Hz, P : 55 KW, Ω :1480 tr /min, IP 55 HELMAKE	16	En marche
B.05		Pompes de recirculation des nitrates	Type : VUP 0503 / 50 Hz, Q : 4.3 m ³ /h, Hmt : 12 m, P : 45 KW, η : 78.4%, ABS	04	En marche
B.06		Moteur	Type : 25 450/6-51, 400 V/50 Hz, P : 45 KW, Ω : 975 tr /min, IP 68 ABS/SULZER	04	En marche
B.07	Sondes de mesure d'O ₂	Type : ANACONT, capteur d'O ₂ NIVALCON	02	En marche	
B.08	Décanteur secondaire (1.2)	Clarificateur	Type : PC-009.02, Pont de décantation circulaire de type radial ESTRUAGUA	02	En marche

B.09		Moteur	Type : B-5,220/380-400V/ 50Hz, P : 0.75KW, Ω :1420 tr /min, IP 55 Siemens	02	En marche
B.10		Réducteur	Type : transporteur à couronne, vis sans fin, Ω : 1.60 tr /min VARVAL	02	En marche
B.11		Pompe des écumes (pompe à boues flottantes)	Type : AS 0840 D / 50 Hz, Q : 10.5 m3/h, Hmt : 13.2m, P : 1.7 KW, η : 30.1% ABS	02	N'existe pas
B.12	Bassin RAS/SAS (1.2.3.4)	Pompe des boues activées recyclées (RAS)	Type : AFP 3071 D / 50 Hz, Q : 1055 m3/h, Hmt : 5.57 m, P : 22 KW, η : 80.1% NPSH : 5 m ABS	04	En marche
B.13	(1.2)	Moteur	Type : ME 220/6-42 ,400V/50Hz, P : 22KW, Ω :970 tr /min, IP 68 ABS/SULZER	04	En marche
B.14		Pompe de boue en excès (SAS)	Type : AFP 1541 / 50 Hz, Q : 125 m3/h, Hmt : 5.57 m, P : 4 KW, η : 68.8% ABS	02	En marche
B.15		Moteur	Type : ME 40/4D, 400V/50Hz, P : 4KW, Ω :1410 tr /min, IP 68 ABS/SULZER	02	En marche
B.16	Désinfection (1.2)	Equipment de désinfection à l'hypochlorite (Pompe doseuse de chlore + mixeur)	Type : DC28IPF Dosage de chlore MNI	01	Etat neuf, non utilise
B.17				01	
B.18		Pompe eaux de service	Pompage d'eaux de service à l'intérieur de la STEP LOWARA	02	En marche
C.01	Epaississeur (1.2)	Mécanisme de l'épaississeur	Type : EP-009.02.AC, Epaississeur piquet central LOWARA ESTRUAGUA	02	En marche
C.02		Moteur	Type: B-5,400V/50 Hz, P : 0.75 KW, IP 55 Siemens	02	En marche
C.03	Déshydratation mécanique	Mécanisme et système de Déshydratation mécanique	Type : CRV500-700 Filtre à bande, Système de préparation et de dosage de polymère (01unité), pompe lavage de toile, compresseur INTERCO	03	En marche
C.04		Mono pompe (pompe à boues)	Type : MN015-1 ,N° 36020, P :6 bar NOVA ROTORS	03	En marche
D.01	Salle d'armoires électriques	Armoire électrique	Type : MICRO MASTER 430, R450, AVR's, LSA049.1.4P Schneider Electric, Siemens, LEORY SOMER	27	En marche

D.02	Salle SCADA	Système SCADA	Logiciel de télégestion : Vijeo Citect 7.2 Schneider Electric	01	En marche
Signification du code: A : traitement primaire, B : traitement secondaire, C : traitement biologique : D : zone de commande et de supervision.					

Tableau III-2- Planning annuel de maintenance préventive de la STEP de M'sila 2016.

Equipement	Taches	Moyens d'interventions	Moyens humains	durée	Etat de la machine	Périodicité
Dégrilleur						
	Nettoyage de l'ensemble		Agent Electromécanicien	45 mn	hors tension	chaque semaine
Moteur	Vérification de l'état du moteur	Visuellement	Electromécanicien operateur	10mn	hors tension	chaque jour
réducteur	Vidange/nettoyage Du réducteur	Jerrican+entonnoir	Electromécanicien operateur	45mn	hors tension	chaque année
chaîne	Graissage/ nettoyage	La graisse +chiffon + pompe de graisse	Electromécanicien operateur	30mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
râteau	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien operateur	15mn	sous tension	chaque jour
	Changement des bavettes du râteau	clefs	Electromécanicien	4h	hors tension	chaque année
Bande transporteuse	Vérification de L'alignement de tapis	Visuellement	Electromécanicien operateur	15mn	sous tension	chaque jour
	Moteur électrique 1					
	Surveillance de l'échauffement	manuellement	Electromécanicien operateur	10mn	sous tension	chaque jour

	Nettoyage des grilles de protection	manuellement	Electromécanicien	10mn	hors tension	chaque jour
	Vérification de la résistance d'isollements	maitrix	Electromécanicien	10mn	sous tension	chaque jour
	Vérification des connexions électrique	maitrix	Electromécanicien	10mn	hors tension	chaque jour
	graissage	La graisse +chiffon +pompe de graisse	Electromécanicien opérateur	20mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
	De la durée de vie des roulements		Electromécanicien opérateur	5mn	sous tension	chaque année
Réducteur(2)						
	Contrôle quantité d'inbrifiant	Jauge	Electromécanicien	5mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
	Vidange d'huile	Jerrican+entonnoir+clef	Electromécanicien	40mn	hors tension	chaque année
	Nettoyage des paliers	Chiffon	Electromécanicien	15mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
Pont déssableur /déshuileur						
	Nettoyage de l'ensemble	chiffon	Electromécanicien	40mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
Les boulons de fixation	Serrage des boulons de l'ensemble	clefs	Electromécanicien	60mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
Cuariot	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien Operateur	15mn	sous tension	chaque semaine

moteur	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien Operateur	15mn	sous tension	chaque jour
réducteur	vidange	Jerrican+ entonnoir	Electromécanicien Operateur	20mn	hors tension	chaque année
roue	Graissage	La graisse+chiffon	Electromécanicien Operateur	60mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
Moteur de pompe	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien Operateur	20mn	sous tension	chaque semaine
Suppresseur	Nettoyage des filtres air	Compresseur	Electromécanicien	20mn	sous tension	chaque semaine
Suppresseur d'air						
	Nettoyage de l'ensemble	Chiffon	Electromécanicien Operateur	60mn	sous tension	trois fois tous les 3 mois
Moteur	Graissage	La graisse +chiffon	Electromécanicien Operateur	30mn	sous tension	une fois tous les 3 mois
	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien Operateur	10mn	sous tension	chaque jour
compresseur	graissage	La graisse +chiffon	Electromécanicien Operateur	30mn	sous tension	une fois tous les 3 mois
	vidange	Jerrican+ entonnoir	Electromécanicien Operateur	50mn	hors tension	chaque année
	Nettoyage des filtres air	compresseur	Electromécanicien Operateur	20mn	sous tension	trois fois tous les 3 mois
Les pompes recirculations /boues en excès						

Chaque vidange de la bage de boue fraiche ou problème mécanique au niveau des pompes						
	Nettoyage de l'ensemble	Jet d'eau	Les agents Electromécanicien	240mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
moteur	Dépoussiérage de armoire de commande	Brosse souple	Electromécanicien	20mn	hors tension	chaque semaine
	Vérification des composantes électriques	Métraix	Electromécanicien	20mn	hors tension	chaque jour
Les flotteurs	Nettoyage de l'ensemble	Chiffon	Operateur	10mn	sous tension	chaque jour
	Vérification de l'état	Visuellement	Operateur	5mn	sous tension	chaque jour
	Vérification de Niveau	Visuellement	Operateur	5 mn	sous tension	chaque jour
Les boulons de Raccordement	Serrage du boulon de fixation	Clefs	Electromécanicien les agents operateur	1 h	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Changement du joint de raccordement	Clefs	les agents operateur	1 h	hors tension	chaque année
	Vérification fonctionnement des vannes	Manuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	sous tension	chaque semaine
	Contrôle le bon fonctionnement des pompes et les clapets	Visuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	sous tension	chaque jour
Décanteurs						
	Nettoyage de l'ensemble (réducteur, moteur)	Chiffon	Electromécanicien	60 mn	sous tension	trois fois tous les 3 mois
Moteur	Dépoussiérage d'armoire de commande	Brosse souple	Electromécanicien	30 mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois

	Vérification des composantes électriques	métrix	Electromécanicien	20 mn	hors tension	chaque jour
Pont de racleur et Réducteur	Graissage des roues	Pompe de graisse	Electromécanicien Operateur	60 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Vidange de réducteur	Jerrican +entonnoir	Electromécanicien Operateur	60 mn	hors tension	chaque année
	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien Operateur	20 mn	sous tension	chaque semaine
	Vérification du niveau	Visuellement	Operateur	30 mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
	Serrage du boulon de fixation	Clefs	Electromécanicien	30 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
Racleur de fond	Chaque vidange du décanteur					
	Vérification (des roues, joint de frottoir, tubes)	La caisse d'outil	Electromécanicien			chaque année
Bassin d'aération						
Réducteurs	Nettoyage de l'ensemble de réducteur	manuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	chaque semaine
	Vidange d'huile	Jerrican+clef + entonnoir	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	chaque année
	Vérification du serrage des boulons	Clefs	Operateur	40 mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois

	graissage	La graisse +chiffon	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
Moteur électrique	Nettoyage de l'ensemble (refroidissement, ventilateur, la cage)	Manuellement	Operateur	20 mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
	Graissage	La graisse + chiffon	Electromécanicien Operateur	240 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Vérification de la résistance d'isolement	Métraix	Operateur	20 mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
	Vérification serrage des boulons de la plaque aborne	Clefs	Operateur	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Vérification de la connexion électrique	Métraix	Operateur	20 mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
Epaisseur						
	Nettoyage de l'ensemble (réducteur, moteur)	Chiffon	Operateur	60 mn	sous tension	chaque semaine
Moteur	Vérification de l'état	visuellement	Electromécanicien Operateur	10 mn	sous tension	chaque semaine
réducteur	Vidange	Jerrican +entonnoir	Operateur	30 mn	hors tension	chaque année
	Nettoyage	Chiffon	Operateur	20 mn	hors tension	une fois tous les 3 mois
Racleur de fond	Chaque vidange de l'ouvrage					
	Vérification (des roues, joint de	La caisse d'outil	Electromécanicien	240 mn	hors tension	chaque année

	frottoir, tubes, croisements, peinture entier corrosion de l'ensemble		+opérateur			
Pompe à boue épaisé						
	nettoyage de l'ensemble	chiffon	Operateur	40 mn	sous tension	chaque semaine
moteur	Vérification de l'état	Visuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	sous tension	chaque jour
réducteur	Vidange	Jerrican +entonnoir	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	chaque année
Armoires de commande						
Toutes les armoires Electriques	Contrôle des appareils de mesure	Visuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	chaque semaine
	Contrôle des appareils de sécurité	Métraixe	Electromécanicien	240 mn	hors tension	chaque semaine
	Dépoussiérage	Brosse souple	Electromécanicien	20 mn	hors tension	chaque semaine
	Serrage des connexions	Clefs	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Essai à vides des commandes	Manuellement	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Vérification des contacteurs	Manuellemen	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
TGBT	Contrôle des appareils de mesure	Visuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	chaque jour

	Dépoussiérage	Brosse souple	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Protection de la filerie contre les rongeurs	Manuellement	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Serrage des connexions	Clefs	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Essai à vide des commandes	Manuellement	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
	Vérification des contacts	Manuellement	Electromécanicien	20 mn	hors tension	une fois tous les 06 mois
Pupitre de commande (synoptique)						
Synoptique	Nettoyage	Chiffon	Electromécanicien Operateur	20 mn	sous tension	trois fois tous les 3 mois
	Vérification des appareils de mesure	Visuellement	Electromécanicien Operateur	20 mn	sous tension	trois fois tous les 3 mois
	Surveillance de signalisation	Visuellement	Electromécanicien Operateur	20 mn	sous tension	trois fois tous les 3 mois
Eclairage						
Eclairage extérieure/ Intérieur	Contrôle de l'ensemble de l'éclairage	Visuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	sous tension	chaque semaine
	Changement des lampes, des condensateurs, des transfos défectueux	Les outils électriques	Electromécanicien	30 mn	hors tension	chaque semaine

Groupe électrogène						
Groupe électrogène	Nettoyage et mise en marche à vide	Chiffon	Electromécanicien	30 mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
	Vérification du niveau d'huile et gasoil	Manuellement	Electromécanicien	30 mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
	Surveillance de signalisation	Visuellement	Electromécanicien Operateur	30 mn	hors tension	trois fois tous les 3 mois
Salle des transformateurs –travaux réalisés par un organisme privé						
Transformateurs	Vérification du niveau d'huile	/	entreprise		hors tension	Une fois chaque trois année
	Contrôle de la mise à la terre	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Nettoyage et serrage des connexions	/	entreprise		hors tension	chaque année
Disjoncteur moyenne tension	Nettoyage porte externe	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Lubrification du mécanisme	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Contrôle des pièces soumises à l'arc	/	entreprise		hors tension	chaque année
Disjoncteur basse tension	Nettoyage	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Vérification des contacts	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Serrage des connexions	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Essai à vide	/	entreprise		hors tension	chaque année
	Graissage des articulations	/	entreprise		hors tension	chaque année

Tableau III-3- La maintenance appliqué dans la STEP (Mars 2016).

Equipement	Désignation de l'intervention	Nature d'intervention		causes	Observations
		préventive	curative		
Dégrilleur mécanique	Vérification de l'état de la chaîne de dégrilleur grossier N° 04	x			Contrôle journalier
	Serrage de boulon de dégrilleur fin N°1 et N°4		x	Vibration	Serrage périodique
	Réglage et décrochage de la chaîne des racleurs de dégrilleur grossier N°1 et N°3		x		
	Réparation de la chaîne de dégrilleur N°2		x	Rupture	
dessabler /déshuileur	Changement de roue de pont dessabler /déshuileur		x	Défaillance de roue	
	Graissage de moteur de pompe dessabler	x			Graissage périodique
	Graissage de roue de l'ensemble (moteur, réducteur)	x		Contre le frottement	Graissage périodique
	Nettoyage des bassins des dessabler N°01 et N°02	x			Nettoyage périodique
Band transporteuse	Vérification de tapis de Bande transporteuse	x			
	Vérification de l'état de Réducteur	x			Contrôle journalier
Surpresseur	Vérification et contrôle de niveau d'huile du surpresseur		x		Contrôle journalier
	Nettoyage de filtre d'air		x		
	Vidange et remplissage d'huile au niveau des surpresseurs N°1 et N°2	x			

Bassin anoxique	Changement de roulement de retour d'agitateur N°4		x	Dégradation de roulement	
	Réparation de câble d'alimentation d'agitateur N°5		x	Découper	
	Vérification de bobinage d'agitateur N°5		x	Court circuit	
	Changement de position d'agitateur N°1 et N°4		x		
	Serrage de boulon de support d'agitateur N°1 et N°4		x	Bruit	
Bassin d'aération (aérateur)	Vérification de l'état et le bon fonctionnement a tout les aérateurs (N°1 ; N°2 ; N°3 ; N°4 ; N°5 ; N°6 ; N°7 ; N°8)	x			Contrôle journalier
	Vérification de niveau d'huile de moteur électrique et réducteur	x			
	Graissage de moteur électrique et réducteur de bassin d'aération	x			
Décanteur	Vérification de bon fonctionnement de moteur électrique et réducteur N°1 et N°2	x			
	Graissage de la roue et de l'axe de moteur électrique et réducteur N°1 et N°2	x			
	Serrage de boulon de fixation		x	Bruit	
	Changement de frottoir de décanteur N°2		x	Frottement	

Epaississeurs	Vérification de l'état d'échauffement de moteur électrique	x		Bruit	
	Vérification de niveau d'huile de réducteur	x			
	Changement de roulement de moteur de l'épaississeur N°1		x	Dégradation Roulement	
	Changement joint spi l'épaississeur N°1		x		
Déshydratation mécanique	Changement de joint de pompe polymère N°2etN°3	x			
Bassin stabilisateur de boues	Réparation de bobinage de pompe de SAS N°2		x	Court circuit	
	Changement de joint spi de pompe de SAS N°2		x	Dégradation de joint spi	
	Changement de joint mécanique de pompe de SAS N°2		x	Degradation de joint	

Conclusion :

On peut prendre comme une conclusion que la maintenance préventive au niveau de la station dépuratoire n'est pas respectée, l'objectif final étant d'assurer la qualité du produit et d'améliorer le taux de disponibilité de l'équipement pour augmenter la productivité.

Chapitre IV : Analyse des modes de défaillances de la STEP de M'sila

INTRODUCTION:

Parmi l'un des outils d'analyse de défaillance on cite la procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDEC). C'est une méthode participative qui consiste de manière inductive et systématique les dysfonctionnements des machines puis à rechercher leurs origines et leur conséquence qui permettent de mettre en évidence les points critiques et de proposer des actions correctives ou des recommandations. L'AMDEC est également considéré comme une base de données alimentée à partir du fichier historique ou d'un retour d'expérience et donc constitue un support de diagnostique.

Ce chapitre la est consacrée pour cette méthode d'analyse au l'on a applique sur la STEP de M'sila.

IV-1- Définition de la méthode AMDEC :

Elle est employée pour la sécurité de fonctionnement mais peut aussi être utilisée comme outil pour la maintenance, elle a pour objectif de définir les causes possibles d'une défaillance afin de l'éviter, on peut ainsi cibler la maintenance en fonction des défaillances que l'on souhaite éviter en priorité (pour des raisons de criticité, après une analyse de Pareto...).

Cette méthode permet dans le cadre de :

-la maintenance préventive de cibler les éléments dont la maintenance est prioritaire pour éviter les défaillances majeures.

-la maintenance curative d'aider à la détection des défaillances en donnant la liste des éléments potentiellement responsables. [15]

IV-2- OBJECTIFS DE L'AMDEC :

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires.

Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

- Analyser les conséquences des défaillances,
- Identifier les modes de défaillances,
- Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection,

- Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance,
- Classer les modes de défaillance,
- Etablir des échelles de signification et de probabilité de défaillance.

IV-3-Etapes de l'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) :

Dans le cas d'organes spécifiques et mal connus, une analyse de type AMDEC peut s'avérer nécessaire.

La réalisation d'une AMDEC permet de considérer les causes réelles de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production. Cette altération de performance se mesure par une disponibilité faible du moyen de production. Il s'agit d'une analyse critique qui se déroule en six étapes (figure IV-1) [27].

L'objectif d'une étude AMDEC est de ramener le niveau de risque, ou la criticité, à une valeur inférieure à un seuil déterminé avant le début de l'étude.

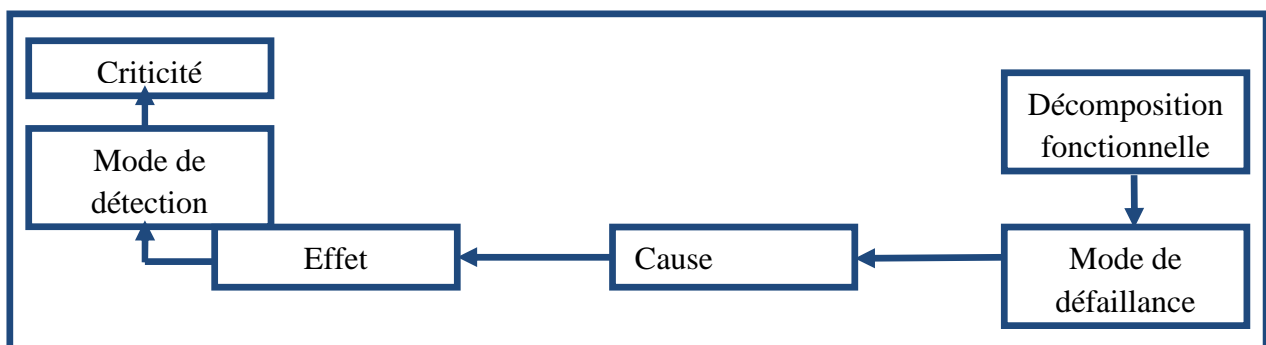


Figure IV-1 : Etapes d'une analyse de type AMDEC.

IV-3-1- Décomposition fonctionnelle :

Il s'agit d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer. C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser ensuite les risques de dysfonctionnement.

IV-3-2- Modes de défaillance :

Un mode de défaillance est la manière par laquelle un dispositif peut venir à être défaillant, c'est-à-dire à ne plus remplir sa fonction. (Voir le tableau IV-1 : exemples des différents modes de défaillances que ce soit pour des composants électriques, hydrauliques ou mécaniques).

C'est la manière dont un système vient à ne pas fonctionner. Il est relatif à la fonction de chaque élément.

Une fonction a 4 façons de ne pas être correctement effectuée :

- Plus de fonction : la fonction cesse de se réaliser,
- Pas de fonction : la fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite,
- Fonction dégradée : la fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances
- Fonction intempestive : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

Modes de défaillances	Composants électriques et électromécaniques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Plus de fonction	composant défectueux	composant défectueux, circuit coupé ou bouché	rupture blocage, grippage
Pas de fonction	- composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés	connexions / raccords débranchés	-
Fonction dégradée	- dérive des caractéristiques	- mauvaise étanchéité - usure	- désolidarisation - jeu
Fonction intempestive	- perturbations (parasites).	- perturbations (coups de bélier)	-

Tableau IV-1-Modes de défaillance.

IV-3-3- Causes de défaillance :

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance. Il existe trois types de causes conduisant à une défaillance :

- Causes internes au matériel.
- Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation.
- Causes externes dues à la main d'œuvre.

Causes de Défaillance	Composants électriques et électromécanique	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Causes Internes Matériel	- vieillissement - composant HS (mort subite)	- vieillissement - composant HS (mort subite) - fuites	- contraintes - fatigue mécanique - états de surface
Causes externes Milieu d'exploitation	- pollution (poussière, huile, eau) - chocs, vibrations - échauffement local - parasites - perturbations électromagnétiques	- température ambiante - pollution (huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs, coups de bélier	- température ambiante - pollution (huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs
Causes externes Main d'œuvre	- montage, -réglages -contrôle - mise en œuvre -utilisation, manque d'énergie	- montage, réglages -contrôle - mise en œuvre - utilisation -manque d'énergie	- conception -fabrication - montage -réglages - contrôle -mise en œuvre - utilisation

Tableau IV-2- Causes de défaillance.

IV-3-4- Effet de la défaillance:

L'effet d'une défaillance est, par définition, la conséquence subie par l'utilisateur. Il est associé au couple mode-cause de la défaillance et correspond à la perception finale de celle-ci.

Exemple : détection visuelle, élévation de température, odeurs, bruits.

IV-3-5- Mode de détection:

Le mode de détection est la manière par laquelle un utilisateur est susceptible de détecter la présence d'une défaillance. Exemple : détection visuelle, élévation de température, odeurs, bruits.

IV-3-6- Criticité :

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par l'analyse du scénario mode cause- effet-détection de défaillance. La criticité est alors évaluée à partir de la combinaison de trois facteurs.

F : Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.

D : Fréquence de non-détection de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne.

G : Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.

L'indice de criticité, qui vise à évaluer le niveau de risque associé à la fonctionnalité d'un équipement permet de décider l'action à entreprendre. Cet indice est déterminée par :

Indice de criticité (**C**) = Indice de Gravité (**G**) X Indice de fréquence(**F**)

X Indice de non Détection (**D**)

IV-4- Analyse de la criticité :

Une station d'épuration n'a pas les mêmes contraintes de productivité qu'une ligne industrielle, il a donc fallu adapter le calcul de la criticité.

Une STEP est contrôlée sur la qualité de son traitement étant donné que les effluents à la sortie sont rejetés dans le milieu naturel.

L'indisponibilité d'un équipement peut être de plusieurs semaines si celui-ci ne dégrade pas la qualité du traitement, par contre si certains composants ont un arrêt d'une heure, il peut y avoir un effet significatif sur le processus (Fréquence, Gravité, Détection)

Fréquence F		Gravité G		Détection D	
1	Moins de 1 défaillance pour 3 ans	1	Sans dommage : n'influent pas sur la qualité du traitement	1	Le signe avant coureur est facilement détectable
2	1 défaillance maximum par an	2	Moyenne : provoquant un arrêt sans influence grave pour le traitement	2	Le signe avant coureur existe mais peut ne pas être perçu
3	1 défaillance maximum par trimestre	3	Important : provoquant un arrêt pouvant compromettre la qualité du traitement	3	Le signe avant coureur est difficilement détectable
4	1 défaillance par mois	4	Catastrophique : provoquant un arrêt impliquant des problèmes graves	4	Aucun signe avant coureur existe ou est détectable

Tableau IV-3- Analyse de la criticité.

IV-5- Proposition d'opérations de maintenance :

Après l'élaboration de l'inventaire, nous sommes assurés que l'ensemble des équipements est en bon état de fonctionnement et il nécessite des opérations d'entretien préventif.

Pour pouvoir effectuer la maintenance sur les équipements de la STEP, il faut commencer par élaborer un Proposition d'opérations de maintenance qui reprendra la liste des graissages, contrôles, leurs fréquences....etc.

Nous sommes passés à l'établissement d'un plan de maintenance préventive, en se basant sur les documents du constructeur disponibles à la STEP, les dossiers techniques d'équipement et recommandations du fournisseur et les conseils de l'opérateur. La disponibilité de la documentation technique et d'information est nécessaire pour son bon déroulement.

Le tableau suivant (tableau IV.5) présente une proposition d'opérations de maintenance pour la STEP de la ville de M'sila pour l'année 2017.

Tableau IV-4 - AMDEC des équipements de la station d'épuration STEP M'sila.

Pompe de relevage et Grille grossière								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Grille grossière manuelle	-rupture -cisaillement	-choc -corrosion	-arrêt de fonctionnement de la pompe de relevage	- par nettoyage - par contrôle visuel	1	1	2	2
Pompe de relevage	La pompe ne débit pas	-surcharge -perte de charge -surpression	pas d'alimentation en eau	-control de la bonne fixation du groupe de pompe -relais thermique	1	1	2	2
Tuyauteries de refoulement	-fuites	-bruit sur la partie de refoulement	- surcharge au niveau de la pompe	- par contrôle périodique	1	2	1	2
Armoire électrique de la station de relevage	Dégradation des éléments électriques	-l'oxydation - court circuit -surcharge	-manque de protection -risque sur la pompe	- Alarme - contrôle visuel	1	2	1	2
Capteur de niveau d'eau	n'indique pas le niveau d'eau	-problème électrique	- manque de la valeur de débit	- contrôle visuel	1	2	1	2

Dégrillage fin								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Moteur	Pas de rotation	-surcharge -pas d'lamentation Electrique	Arrêt le dégrillage	-relais thermique	1	2	2	4
Réducteur	-bruit Défaillance des paliers et engrenage	-vibration -frottement	-surcharge sur le moteur -mauvaise sur le traitement	-contrôle visuel	1	2	2	4
Chaine	--rupture de la chaine	-la contraint - cisaillement	-Arrêt de dé grilleur	- contrôle périodique	1	3	1	3
Dessabler –Déshuileur								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Racleur dégraisseur	-le moteur s'arrête	-surcharge -court circuit	Ne racle pas la graisse	relais thermique	1	3	1	3
Compresseur d'air	Le compresseur ne fonctionne pas correctement	Problème de filtre d'air	Ne récolte pas le sable entre dessabler	-contrôle journalier	1	2	2	4
Classificateur à sable	-la machine ne démarre pas -la vis sans fin n'extrait pas	-Pas d'énergie électrique -pas de sable dans le flux d'entré	Ne sèche pas le sable	- Contrôle visuel et - relais thermique	1	2	2	4

	-arrêt intempestif du moteur							
Moteur de pont dessabler Déshuileur	-vibration a normal	-dégradation et la durée de vie de roulement	-arrêt de moteur	-relais thermique	1	2	2	4
Réducteur de pont dessabler déshuileur	- ne réduit pas la vitesse de moteur	- Défaillance des paliers et engrenage	- échauffement de moteur	- Contrôle visuel journalier	1	2	2	4
Basin Anoxique Agitateur								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Bobinage d'Agitateur	- court circuit	-fuit intérieur - usure des joints	-arrêt d'agitateur -qualité de l'eaux mauvaise	-Relais (fuite / thermique)	1	3	2	5
Joint mécanique	- fatigue du ressort	- la durée de vie de Joint	-arrêt d'agitateur	-capter de vitesse	1	3	1	3

Bassin d'aération - l'aérateur								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets deb défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Réducteur	Le réducteur ne fonctionne pas	- Niveau d'huile trop bas -Jeu de paliers défectueux -Vis de fixation est desserrés	- échauffement de moteur de l'aérateur - surcharge sur l'aérateur - mauvaise sur le traitement	-Relais thermique - Contrôle visuel	1	3	1	3
Moteur électrique	Le moteur électrique ne fonctionne pas.	-L'alimentation électrique du moteur est coupée. -court circuit -surcharge - dégradation et la durée de vie de roulement - dégradation les éléments de moteur électrique	-Le moteur ne tourne pas, -l'aérateur ne démarre pas - mauvaise sur le traitement	-relais thermique - Contrôle visuel	1	3	2	3

Décanteur secondaire								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Moteur	Le moteur électrique ne fonctionne pas.	-L'alimentation électrique du moteur est coupée. - La passerelle n'est pas nettoyée	-arrêt de moteur	-relais thermique	1	3	1	3
Pont de racleur et réducteur	Le réducteur ne fonctionne pas parfaitement	-Niveau d'huile trop bas -Corps étrangers dans l'huile	- le bouse ne pas décantation	-relais thermique - Contrôle visuel	1	3	1	3
Racleur de fond	Le pont de décanteur Ne fonctionne pas correctement	-Les lames de racleur ne sont pas réglées -ne serrage pas des boulons de fixation.	- mauvaise sur Le joint de frottoir -mauvais sur le tube de croisement - mauvaise sur les roues	- Contrôle visuel	2	3	2	12
Pompes RAS/SAS								
Equipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Les pompes de RAS/SAS	Les pompes RAS/SAS ne fonctionne pas parfaitement	-Tuyauterie de refoulement bouché, usure interne, Les pompes n'est pas Réglée .fuit intérieur -Diminution de l'efficacité de traitement biologique		-Relais de fuite -contrôle journalier	1	3	3	9

d'Épaisseur								
Équipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticités			
					F	G	D	C
Moteur et réducteur	-Echauffement -bruit anormal	-contraintes - Chute de tension dans le réseau électrique - Défaillance des paliers et engrenage	-influer sur l'opération de l'épaisseur	-relais thermique -contrôle journalier	1	2	1	2
Épaisseur	L'épaisseur ne fonctionne pas correctement.	- La position des lames n'est pas réglée. -Déformation des racleurs	-influer sur l'opération de l'épaisseur	- Contrôle Visuel périodique	1	2	1	2
Déshydratation mécanique								
Équipement	Mode de défaillance	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	criticités			
					F	G	D	C
Déshydratation mécanique	Le système ne fonctionne pas correctement	-coincement de Tiroir de distributeur -joint usés de distributeur -défaillance de vérin -Rupture de la chaîne	-arrêt le system Déshydratation -Portée excessive de boue	- Contrôle Visuel périodique	1	2	1	2
Mono pompe (pompe à boues)				Relais de phase	1	2	2	4

Tableau IV-5- Proposition des opérations de maintenance.

Ouvrages	Equipements	Les équipements principaux	Pièce à vérifier ou à remplacer	l'opération de la maintenance à prévoir	Périodicité
Dégrilleur Grossier	Moteur électrique	Unité d'entraînement	Motoréducteur	Vérifier la fixation	Mensuelle
				Vérifier le niveau d'huile	mensuelle
	Grille mécanisée	Chaîne d'entraînement	Chaîne de transport	Vérifier la tension de la chaîne Vérifier pour l'usure, la déformation et la fixation	mensuelle
				Champ de la grille	Barre de la grille
		Râteau tournants	Couvercle de protection	Vérifier des dommages Nettoyer et vérifiez la fixation Vérifier l'inter calage des dents	mensuelle
		Station de tension de la chaîne	Roulements à brides	Graisser les roulements	Mensuelle
	Moteur électrique	Chaîne d'entraînement	Chaîne de transport	Vérifier la tension de la chaîne, Vérifiez pour l'usure, la déformation et la fixation	mensuelle
	Convoyeur à bandes	Station de tension de la chaîne	Roulements à brides	Graisser les roulements	Trimestrielle
				Vérifier la tension de convoyeur	Mensuelle
	Capteur de niveau : Ultrasonique	-	-	-	Nettoyage des sondes
Vérifier l'entrée et la sortie du poste de relevage					Trimestrielle
Contrôler et vérifiez et le refroidissement					Trimestrielle

Poste de relevage	Moteur électrique			Contrôler l'intensité de courant absorbée	Journalière
				Nettoyer et contrôlez visuellement les câbles de branchement du moteur	Journalière
				Contrôler et mesurez la résistance d'isolation de la bobine de moteur	mensuelle
				Contrôler si les vis et écrous sont serrés au couple prescrit	Semestrielle
Dégrilleur fin	Grille manuelle	Champ de la grille	-	Vérifier pour l'usure, la déformation et la fixation Nettoyez la zone de chute	Hebdomadaire
	Grille mécanisée	Champ de la grille	Barre de la grille	Vérifier pour l'usure, la déformation et la fixation	Hebdomadaire
	Moteur électrique	Râteau tournant	Couvercle de protection	Vérifier les dommages Nettoyer et vérifiez la fixation Vérifier l'inter calage des dents	mensuelle
	Convoyeur à bandes	Station de tension de la chaîne	Roulements à brides	Graisser les roulements	mensuelle
				Vérifier la tension de convoyeur	Journalière
	Moteur électrique	Chaîne d'entraînement	Chaîne de transport	Vérifier la tension de la chaîne Vérifier l'usure, la déformation et la fixation	Mensuelle
Bassin du pont	Pont racleur	Machine	Bouton d'arrêt d'urgence	Nettoyer les parois et dégagez le sable	Périodiquement
				Contrôler le fonctionnement	Journalière
	Pont racleur	Racleur à caoutchouc	Lame de tôle	Vérifier les fissures	4 fois/ jour
				Serrer les boulons du racleur	
				Vérifier pour l'usure	Journalière
				Vérifier pour l'usure et la fixation	semestrielle
	Siege palier	Potence de trainement	Assurer la lubrification	semestrielle	

Déssableur/ Déshuileur	Moteur principal	Tous les composants		Vérifier le raccordement et les points de connexions	4 fois/ jour
	Suppresseur (Système diffusion d'air)			Contrôler les diffuseurs d'air	Journalière
				Vérifier pour la fixation et pour la valeur de pression	Journalière
				Vérifier la connexion électrique de la boîte à bornes	Control périodique
				Vérifier le sens de rotation du suppresseur	hebdomadaire
				Nettoyer le filtre et le cartouche	Journalière
	Pompe à sable	Machine	L'intérieur de corps	Nettoyage de la pompe Déboucher les conduites de la pompe à sable	Journalière
Classificateur de sable à vis	Machine	Dispositif de protection (couvercle arrêt d'urgence...etc.)	Contrôler le fonctionnement de la machine Nettoyer le calibre du sable	Journalière	
	Auge	Bande de revêtement	Vérifier pour l'usure	hebdomadaire	
	Machine	Entrainement	Vérifier le niveau d'huile	semestrielles	
Bassin anoxique	Agitateur submersible compacts	Machine	Roulement	Graisser les roulements	Chaque 1200 heure
		Machine		Vérifier et régler le sens de rotation	Journalière
		Bassin		Nettoyer le compartiment	8fois/ jour
Bassin d'aération	Aérateur de surface	Turbine d'aération	Corps de turbine	Vérifier pour corrosion Nettoyer les surfaces en acier inoxydable	Control périodique
		Réducteur	Palier/roulement	Graisser les roulements	Chaque 2800heure
				Contrôler la température et les bruits	Journalière
		Moteur		Contrôler l'intensité absorbée	Journalière
				Dépoussiérer les plaques à bornes	Périodiquement
		Bassin		Nettoyer le compartiment	Périodiquement
Pompes de recirculation des			Graisser les roulements	Chaque 3000	

		nitrates			heure	
				Contrôler le fonctionnement de la machine et l'intensité absorbée	Journalière	
				Contrôler et vérifier et le refroidissement	Trimestrielles	
	Moteur		Dépoussiérer les plaques à bornes	Périodiquement		
	Sondes de mesure d'O ₂			Nettoyer les sondes de mesure	Périodiquement	
Décanteur secondaire	Clarificateur	Moteur Réducteur		Contrôler les bruits	Journalière	
				Contrôler l'intensité absorbée		
		Dépoussiérer les plaques à bornes	Chaque 4000 heure			
		Graisser les roulements de moteur				
	Bassin		Nettoyer la gollote périphérique	Hebdomadaire		
			Nettoyer la passerelle (couloir)	Périodiquement		
Bassin RAS/SAS	Pompe des boues activées recyclées (RAS) et pompe de boue en excès (SAS)			Vérifier l'entrée et la sortie poste RAS/SAS	Journalière	
				Contrôler l'intensité absorbée		
				Contrôler et vérifier et le refroidissement		Trimestrielles
				Contrôler visuellement l'armoire électrique	Hebdomadaires	
	Moteur				Contrôler l'intensité absorbée	Journalière
					Contrôler visuellement les câbles de branchement du moteur	
				Contrôler et mesurer la résistance d'isolation de la bobine de moteur	Chaque 4000 heure	
				Contrôler si les vis et écrous sont serrés au couple prescrit		
	Bassin de	Bassin		Nettoyer les parois et le fond du bassin	Journalière	

Désinfection	désinfection		Pompe eaux de service	Contrôler l'intensité absorbée Contrôler le fonctionnement de pompe	Journalière	
Epaississeur	Mécanisme de l'épaississeur			Contrôler le fonctionnement de l'épaississeur	Journalière	
	Moteur			Contrôler l'intensité absorbée	Journalière	
					Vérifier le niveau d'huile du motoréducteur Contrôler et vérifier et le refroidissement	Semestrielles Toutes les 4000 heures
Déshydratation mécanique	Mécanisme et système de déshydratation mécanique	Unité de préparation de Polymère		Contrôler le fonctionnement de l'unité Contrôler l'intensité absorbée Vérifier les connexions électriques Serrer les câbles électriques	Journalière	
			Filtre à bande		Contrôle le fonctionnement Vérifie le fonctionnement des capteurs de tapis	mensuelles
					Vérifie le graissage des vérins et roulements	mensuelles
					Nettoyer les filtres à bande Serrez les boulons d'équipement	Trimestrielles
				Serrer les câbles électriques Dépasserez l'armoire électrique	Journalière	
	Mono pompe (pompe à boues) et la pompe de toile			Contrôler l'intensité absorbée Vérifier la pression de fonctionnement normale Contrôler le fonctionnement des deux pompes en parallèle Contrôler la conduite pompes de sortie des boues	Journalière	

Poste eaux de service	Pompe eaux de service			Contrôler le fonctionnement de la pompe Contrôler l'intensité absorbée Vérifier le niveau de mise en service	Journalière
Salle d'armoires électriques	Armoire électrique			Vérifier la température nécessaire (20°C) dans la salle	4 fois/ jour.
				Vérifier le fonctionnement des équipements	Chaque heure
				Contrôler l'intensité absorbée de différents équipements Nettoyer localement les armoires électriques Dépoussiérer les armoires de commande	Périodiquement

Conclusion :

L'AMDEC c'est une technique d'analyse qui part de l'examen des causes possibles de défaillance des éléments d'un système pour aboutir aux effets de ce système.

Cette méthode peut s'appliquer à un produit ou un équipement dans une unité de production, mais aussi c'est un fichier obligatoire pour n'importe quelle unité de production.

Le but de l'AMDEC (Analyse des défaillances observées) pour le cas de notre travail est de l'amélioration de la maintenance et modification ponctuelle de la conception donc d'augmenter la qualité d'un produit ou d'un procédé.

CONCLUSION GENERALE

Le travail mené dans ce mémoire a permis de faire une analyse des modes de défaillance de la STEP de la ville de M'sila.

Cette analyse représente l'une des études importantes du service de la maintenance pour n'importe quelle unité de production.

Dans un premier temps, nous avons présenté un point de vue théorique sur la maintenance, puis une présentation sur le processus de fonctionnement de notre STEP.

La deuxième partie de ce document a été basée sur un inventaire des équipements qui permet de faire une classification rapide des équipements suivant le cheminement logique du processus, puis nous avons établi une fiche qui contient le planning annuel de maintenance préventive de la STEP de M'sila pour l'année 2016 et un plan de maintenance appliqué dans la STEP.

Et pour faire évaluer notre travail, nous avons proposé un plan d'ensemble des opérations afin de déterminer les composants les plus critiques, qui demandent donc plus de surveillance et d'entretien.

Donc la maintenance est avant tout un outil de développement et d'adaptation technologique.

Les responsables de gestion de la STEP doivent se préoccuper d'effectuer un entretien plus efficace par l'élaboration des fiches comme par exemple l'AMDEC.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]-R. Sarker, A. Haque, Optimisation of maintenance and spare provisioning policy using simulation, A.
- [2]-Z. Simeu-Abazi, M. DI Mascolo, D.M. Pham, maintenance pré-conditionnelle, laboratoire d'Automatique de Grenoble. *Applied Mathematical Modelling* 24(2000) 751-760.
- [3]- Devarun Ghosh, Sandip Roy, Maintenance optimization using probabilistic costbenefit analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 2009; 22(4): 403-407.
- [4]- Goguelin, P, La prévention des risques professionnels, Que sais-je; PUF, Paris, 1996.
- [5]- E Garcia, H Guyennet, J.C Lapayre, N Zerhouni, A new industrial cooperative. Tele maintenance platform. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 46, Issue 4, July 2004, Pages 851-864.
- [6]- Fleurquin G, Riane F, Roland B, Dehombreux P, Hou G, Optimain : Plate forme. d'évaluation de strategie de maintenance des systems complexes. *MOSIM' 06*, 2006.
- [7]- Devarun Ghosh, Sandip Roy, Maintenance optimization using probabilistic cost benefit analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 2009; 22(4): 403-407.
- [8]- Deloux E., Castanier B., and Bérenguer C, Optimisation de la politique de maintenance pour un système à dégradation graduelle stressé, 7ème Congrès international pluridisciplinaire Qualité de Sûreté de Fonctionnement, 20, 21 et 22 mars 2007, volume 1, pages 142–149, Tanger (Maroc), 2007.
- [9]- Hafafa Ahmed, Attia Daoudi and Kouider Laroussi, Application of fuzzy diagnosis in fault detection and isolation to the compression system protection. *Control and Intelligent Systems*. ACTA Press, July 2011, vol. 39, no. 3, pp. 151-158.
- [10]- Lung B, Morel G, Leger J.B, Proactive maintenance strategy for harbour crane operation improvement, *Robotica*, vol 21, 2003, pp 313-324.
- [11]- D.Bouami, B.Herrou, Optimisation de la démarche d'optimisation de la Maintenance, *CPI'2004*, casablanca-Maroc.
- [12]- BEN DJAAFER, Ahmed. Réalisation d'un plan de maintenance préventive systématique pour l'amélioration de la sûreté de fonctionnement d'un système électromécanique, Mémoire de Master, Université de M'sila, M'sila, 2013, 72 p.
- [13]- BELHOMME, A. Cours stratégie de la maintenance, Forges les eaux (<http://btsmiforges.free.fr/>), 2011, 67 p.

- [14] NASRI, M'barek. Maintenance des installations industrielles, Ellipses Edition Marketing, 2014, 252p.
- [15] - Manari , cours maintenance industrielle, université de M'sila.2015.
- [16]- Plan d'aménagement de la wilaya de M'sila 2009, 130p. DRE, manuel d'exploitation, volume 01, 2009.
- [17]- DRE, manuel d'exploitation, volume 01, 2009.
- [18]- DRE, Description et notes de processus, Avril 2008,43 p.
- [19]- DRE, Description et notes de processus, Avril 2009,43 p.
- [20]- G .Abdelkader 1984 Tom1 « épuration biologique des eaux usées ».
- [21]- (BASSOMPIERRE, 2007).
- [22]-(MADIGAN et MARTINKO ,2007).
- [23]- (DEGREMONT ,2005).
- [24]-(Claude, c ; techniques appliquées au traitement de l'eau, édition ellipses, 1999.245p.
- [25]- DRE, description et notes de processus .Avril 2009,43p.
- [26]-[http://www :logistiqueconseil.org/Articles/Entrepot-magasin/Inventaires.htm](http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Entrepot-magasin/Inventaires.htm).
- [27]-M.BERGOT, L.GRUDZIEN, D.MENEXIADIS. Une approche intégrée des fonctions de maintenance. Revue. D'Automatique et de Productique Appliquées, 7/5 :581-594. 1994.

ملخص:

محطة تصفية المياه المستعملة يجب أن تعمل بطريقة كافية خلال مواقف الاستعجال مثل التوقف عن الفائدة والأعطاب الشائعة لأنه عادة ما هذه المحطات غالبا ما يصعب تحديد الأعطاب فيها ، أصغر الأعطاب تكون ضارة للبيئة والمردود أصلي . إذن يجب تحقيق العمل الجيد في المحطة، لحل هذه الإشكالية يقترح طريقة تحليل تسمى تحليل الإعطاب وتأثيرها التي أنجزت على مستوى محطة تصفية المياه المستعملة لولاية المسيلة، هذا التحليل أنجز على قاعدة بيانات لمدة ثلاثة سنوات من العمل (2013-2016). التي طوفت أغلبية المشاكل المصادفة في هذه المحطة، وهذه المشاكل التي تؤثر بدورها على إنتاجية المحطة وأعمال وقائية و تصحيحية مقترحة لهذه المحطة .

الكلمات المفتاحية : محطة تصفية المياه المستعملة ،برنامج مخطط الصيانة الوقائية ،طريقة تحليل الأعطاب ،الأعطاب

RESUME :

Une station d'épuration doit pouvoir fonctionner de façon satisfaisante durant les situations d'urgence, tels que les arrêts de service et les pannes de courant car la maîtrise d'une station d'épuration est souvent difficile en raison des perturbations qui peuvent s'y produire et qui sont difficiles à caractériser et à prévoir. La moindre défaillance est néfaste dans un environnement où le rendement est primordial, il est donc nécessaire de s'assurer en permanence du bon fonctionnement de la STEP. Afin de répondre à cette question une analyse des modes de défaillances et de leurs effets a été développée pour la STEP de M'sila .L'analyse est faite sur les données de trois années d'exploitation (2013-2016) pour cerner les principaux problèmes rencontrés au niveau de la STEP de M'sila qui pénalisent son fonctionnement et limitent sa fiabilité. Des actions préventives et correctives ont été proposées.

Mots clés: station d'épuration, planning de maintenance, méthode AMDEC, défaillance

ABSTRACT:

Waste water treatment plant should be able to function in a satisfactory way during emergency situations like stopping a work default of courant because those STEP it does not stopped .the smallest defaults witch sick the environnement where the efficiency is on ,so it should be make sure en permanence the best function of the plant .For resolve this problem a method of analysis witch named Failure Mode Effect and Criticality Analysis applied on the STEP of M'sila. This analyze it made for three years (2013/2016) for surround the principal problems were meeting in the plant of M'sila those problem panelize the function of this STEP, so some preventive and corrected actions were suggest.

Key words: waste water treatment plant, preventive planning, the methods of maintenance which is AMDEC, the machines older