

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE de TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT HYDRAULIQUE

N° :



DOMAINE : SCIENCE
TECHNOLOGIE
FILIERE : HYDRAULIQUE
OPTION : MAINTENANCE DES
INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: - KADARI El Hassen
 - BELABES Zakarya

Intitulé

Contribution à la solution des problèmes de
maintenance par l'utilisation des outils de
diagnostic de défaillances dans les installations
hydrauliques

Soutenu devant le jury composé de:

MEHDI Djalel	Université M'sila	Président
MANARI Abdelmalek	Université de M'sila	Rapporteur
BOUABDALLAH Khadir	Université M'sila	Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

Remerciements

Mes remerciements avant tout premièrement à Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donnée durant toutes ces longues années.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et nos chaleureux remerciements à notre promoteur Monsieur MANARI Abdelmalek qui nous a guidé et orienté tout au long de la réalisation de ce travail en prodiguant ses précieux conseils et ses vifs

encouragements et surtout sa gentillesse.

Nos sincères remerciements à messieurs les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en participant au jugement de ce travail. Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui nous ont aidé à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous aidé de près ou de loin à accomplir ce travail.

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants du département d'hydraulique qui ont contribué à notre formation.

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

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère mère source de tendresse

A mon très cher père, qui m'encourage

Dans les instants délicats

A mes chers frères

A mes tantes et oncles

A toute ma famille

A tous mes amis

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	01
 CHAPITRE I : Aperçu théorique sur la maintenance	
INTRODUCTION	02
I.1.DEFINITION DES EAUX USEES.....	03
I.2. LES ORIGINES DES EAUX USEES.....	03
I.2.1. Les eaux usées domestiques.....	03
I.2.2. Les eaux de ruissellement	03
I.2.3. Les eaux usées agricoles	04
I.2.4. Les eaux usées industrielles.....	04
I.3: Définition de la maintenance	05
I.4. But et objectifs de la maintenance.....	05
I.5.La stratégie de maintenance.....	05
I.6. Les types du maintenance.....	06
I.7. Les fonctions du service maintenance.....	07
I.8. LES TEMPS DE LA MAINTENANCE.....	09
I.9.LES NIVEAUX DE LA MAINTENANCE.....	09
 CONCLUSION.....	 11
 CHAPITRE II : Présentation de la station d'épuration de la ville de M'sila	
INTRODUCTION.....	12
II.1: Présentation de L'ONA.....	13
II.1.1 L'Office National de l'assainissement (ONA).....	13
II.2. Présentation de la STEP.....	14
II.2.1.Gestion de la STEP et qualité des eaux épurées	14
II.2.2Procédé d'épuration des eaux dans la STEP de M'sila.....	17
II.2.3. Inventaire des équipements	20

II.3.FONCTIONNEMENT DE LA STEP	25
II.3.1. Traitement primaire	25
II.3.2. Traitement secondaire	32
II.3.3. Traitement des boues	39
CONCLUSION	44

Chapitre III: **Méthodes de maintenance appliquées.**

INTRODUCTION	45
III.1 Méthodes de maintenance appliquées	46
III.1.1 Application de la maintenance préventive:.....	46
III.1.2.Opérations de la maintenance préventive	47
III.1.3.Application de la maintenance corrective	49
III.1.4. Opérations de la maintenance corrective	50
III.2. Défaillances et pannes	50
III.2.1 La défaillance	50
III.2.2 Localisation de défaillance	50
III.2.3 Modes principaux de défaillances	51
III.2.4. Les causes de défaillance	51
III.2.5 Le mécanisme de défaillance	52
III.2.6 Effet de la défaillance	53
III.2.7 Mode de détection	53
III.3. La panne	53
III.3.1. Les modes de pannes	53
CONCLUSION	63

Chapitre IV **Proposition d'un planning de maintenance pour la STEP de la ville de M'sila**

INTRODUCTION.....	64
IV-1- Définition de la méthode AMDEC	64
IV-2- OBJECTIFS DE L'AMDEC	64

IV-3-Etapes de l'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur	
Criticité (AMDEC)	65
IV-3-1- Décomposition fonctionnelle	65
IV.3.2 Criticité	66
IV.4. Analyse de la criticité	66
IV-5- Proposition d'opérations de maintenance	67
Conclusion	85

ABREVIATIONS

STEP	Station d'Épuration
ONA	L'Office National de l'Assainissement
DRE	Direction des Ressources en Eau
MRE	Ministère des Ressources en Eau
ANRH	Agence National des Ressources Hydrauliques
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
CND	Contrôle Non Destructif

ACRONYMES

SVI	Sludge Volume Index
RAS	Recirculate Activate Sludge
SAS	Sewage Activate Sludge
RCM	Reliability Centered Maintenance
TPM	Total Productive Maintenance
FMECA	Failure Mode Effect and Criticality Analysis
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition

LISTE DES FIGURES

I.1	Les origines des eaux usées.	04
I.2	Types de maintenance (normes NF EN 13306).	07
II.1	Organigramme de l'unité de M'sila.	14
II.2	Organigramme de constructeurs de la STEP de la ville de M'sila.	15
II.3	Organigramme type de l'exploitation de la STEP de la ville de M'sila.	16
II.4	Le schéma fonctionnel de la STEP de la ville de M'sila.	19
II.5	Vue en coupe de dégrilleurs grossiers, poste de relevage et dégrilleurs fins.	29
II.6	Vue en coupe de dessableur/déshuileur [36].	31
II.7	Vue en plan de du bassin biologique.	33
II.8	Vue en coupe de décanteur, bassin RAS/SAS et les épaisseurs.	36
II. 9	Vue en coupe du système de déshydratation mécanique.	43
IV.1	Etapes d'une analyse de type AMDEC	65

LISTE DES PHOTOS

II. 1	Les dégrilleurs grossiers.	26
II. 2	Poste de relevage.	27
II. 3	Les dégrilleurs fins.	28
II. 4	Dessableur/déshuileur et le pont racleur.	29
II. 5	Mécanisme de l'extraction du sable.	30
II. 6	Le répartiteur primaire.	32
II. 7	Le bassin anoxique.	34
II. 8	Le bassin d'aération.	35
II. 9	Le décanteur secondaire	37
II.10	Le canal de comptage de sortie.	38
II.11	Bassin de chloration.	39
II.12	L'épaississeur de boues.	40
II.13	système de la déshydratation mécanique.	41

LISTE DES TABLEAUX

I.1	Les cinq niveaux de maintenance.	10
II.1	Fiche technique de la STEP de la ville de M'sila.	17
II.2	Inventaire des équipements de la STEP de la ville de M'sila.	21
III.1	Modes de défaillance.	51
III.2	Causes de défaillance.	52
III.3	Tableau effets-causes-remède pour les équipements de la STEP de la ville de M'sila.	54
IV.1	Analyse de la criticité	67
IV.2	AMDEC des équipements de la station d'épuration STEP M'sila..	69
IV.3	Tableau IV-5- Proposition des opérations de maintenance.	76

ملخص .

. المهمة الصيانة خدمات احد يمثل المستخدمة المياه تصفية محطة اجل من الوقائية الصيانة مخطط برنامج انجاز مخطط برنامج انجاز اجل من المسيلة لمدينة المبتذلة المياه تصفية محطة مستوى على العمل هذا بإنجاز قمنا الوقائية الصيانة

وبالاستعانة المحطة التجهيزات قائمة على بالاعتماد وذلك (AMDEC) . علاج-سبب -تأثير التشخيص وجدول تحليل بوثيقة

. صيانة كلفة باقل التجهيز أداء على الحفاظ اجل من برنامج انجاز هو العمل هذا من الهدف

تحليل بوثيقة التجهيزات قائمة الوقائية الصيانة مخطط برنامج المسيلة المبتذلة الميه تصفية محطة :الرئيسية الكلمات (AMDEC) .الوقائية الصيانة

Resumé :

Notre travail a été réalisé au niveau de la station d'épuration de la ville de M'sila dont le but d'établir Contribution à la solution des problèmes de maintenance par l'utilisation des outils de diagnostic de défaillances dans les installations hydrauliques à l'aide d'un fiche d'AMDEC proposé et un outil de diagnostic tableau effets- causes-remèdes.

L'objectif de ce travail est Contribution à la solution des problèmes de maintenance par l'utilisation des outils de diagnostic de défaillances dans les installations hydrauliques afin d'assurer la continuité de service d'équipements de la STEP avec un coût mineur de maintenance.

Mots clés : Station d'épuration, M'sila, , inventaire,

Abstract

Our work was realized at waste water treatment plant of M'sila, where we would like to establish a maintenance preventive planning witch based on list of equipment's STEP and the file of AMDEC and diagnostic matter table of effects-causes-solutions.

The objective of this work is establishment of maintenance preventive planning for waste water treatment plant of M'sila, for incite the services of equipment of the STEP with a smallest maintenance price.

Keywords: waste water treatment plant, M'sila, preventive planning, list of equipments

FMECA, maintenance preventive.and corrective.

INTRODUCTION GENERALE

Les installations et les équipements industriels se détériorent sous l'action de multiples causes; surcharge en cours de fonctionnement, mauvaise exploitation, action des agents corrosifs, chimiques ou atmosphériques,... etc. Ces détériorations peuvent être à l'origine des arrêts de fonctionnement (pannes), de la réduction de production, l'accroissement des coûts de façon générale.

Le maintien des équipements de production est un enjeu clé pour la productivité des usines par exemple, aussi bien que pour la qualité des produits. C'est un défi industriel impliquant la remise en cause des structures figées actuelles et la promotion de méthodes adaptées à la nature nouvelle des matériels.

La maintenance a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des équipements et des outils de production, elle est devenue une fonction stratégique dans les entreprises. L'évolution technologique a créé de nouvelles exigences en maintenance en matière de compétence et de mode de gestion afin de réduire les coûts de production et assurer une sécurité industrielle [39].

L'objectif de notre travail est Contribution à la solution des problèmes de maintenance par l'utilisation des outils de diagnostic de défaillances dans les installations hydraulique

Nous avons réalisé ce travail qui est organisé essentiellement autour de quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente un aperçu théorique sur la maintenance.
- Le deuxième chapitre est réservé à la présentation de la station d'épuration de la ville de M'sila.
- Le troisième chapitre Méthodes de maintenance appliquées.
- Le quatrième chapitre rassemble les étapes qui permettent de proposer un planning de maintenance pour cette station d'épuration.

Chapitre I :

Aperçu théorique sur la
maintenance

INTRODUCTION :

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 coûts d'intervention et d'assurer une meilleure sécurité des personnes, des matériels et de l'environnement [02].

Ce chapitre est consacré aux notions fondamentales de la maintenance dans lequel, nous présenterons le contexte général et la politique de maintenance ainsi que certains moyens pouvant être mis en place pour répondre à cette problématique.

Cette fonction joue un rôle économique d'exploitation car elle réduit les coûts et assure la disponibilité de l'équipement industriel pour garantir la continuité de la production.

I.1. DEFINITION DES EAUX USEES:

D'après le dictionnaire encyclopédique des pollutions, les eaux usées sont des eaux rejetées après une utilisation domestique, industrielle ou agricole. Elles constituent donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout. Elles sont appelées aussi eaux résiduaires. Les eaux usées ou les eaux résiduaires sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non, provenant de l'activité humaines aboutissant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées [03].

Et d'après la Wikipédia scientifique, les eaux usées sont toutes les eaux chargées de différents éléments provenant de la population mais aussi des activités commerciales et industrielles du fait qu'elles ont été utilisées pour le lavage ou les toilettes, qui sont de nature à polluer les milieux dans lesquelles elles seront déversées.

I.2. LES ORIGINES DES EAUX USEES:

Les eaux usées évacuées par le réseau d'assainissement soit de type unitaire ou collectif sont de composition variable ; selon leur composition elles sont classifiées en quatre (04) grandes catégories.

I.2.1. Les eaux usées domestiques:

Ce sont les eaux qui proviennent des différents activités humaines : les zones résidentielles, les zones commerciales (les banques, les restaurants ...etc.) et les zones des différents établissements (les universités, les hôpitaux...etc.) ; donc elles comprennent les eaux ménagères et les eaux de vanne ; elles sont principalement chargées de matières organiques et de matières minérales [02].

I.2.2. Les eaux de ruissellement:

Les eaux de ruissellement proviennent des eaux d'arrosage des voies publiques, les eaux de drainage, les eaux de pluie et les eaux de lavages des routes lesquelles entrent dans les réseaux des égouts [02]. Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de Ruissellement (figure I.1).

I.2.3. Les eaux usées agricoles:

L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont des sources de pollution des eaux, car elles rejettent de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surfaces et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des terres agricoles chargées d'engrais et de pesticides, des composées phosphorées ou azotés issus des déchets des animaux [04].

I.2.4. Les eaux usées industrielles:

Les eaux usées industrielles proviennent de l'industrie, on peut distinguer : les eaux de fabrication (l'usinage) ; les eaux sanitaires (les produits chimiques) et les eaux de lavage des machines ou de refroidissement [02].

La pollution industrielle des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eau par exemple les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autres sels ainsi que des ions métalliques.

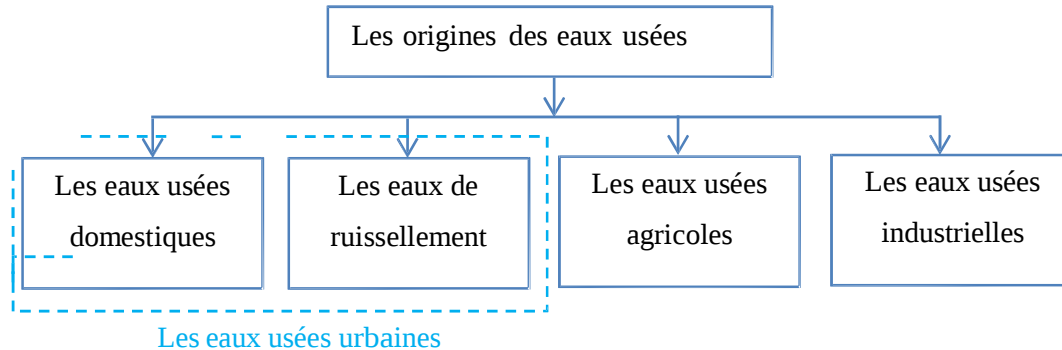


Figure I.1: Les origines des eaux usées.

I.3: Définition de la maintenance:

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise (NF EN13306) [05].

I.4. 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 :

- a. Garantir la production prévue.
- b. Améliorer la qualité du produit.
- c. Contribuer au respect des délais.
- d. Rechercher des coûts optimaux.
- e. Assurer la sécurité des travailleurs et le milieu de travail.
- f. Respecter l'environnement.
- g. Economiser l'énergie.

I.5. La stratégie de maintenance:

La stratégie de maintenance est une méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance (NF EN 13306 & FD X 60-000).

Le choix d'une stratégie de maintenance permet d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance:

- Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- Elaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- Organiser les équipes de maintenance ;
- Internaliser ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance;
- Définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommable ;
- Etudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité [05].

I.6: Les types du maintenance:**a. La maintenance corrective:**

C'est la maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise (NF EN 13306).

Maintenance d'urgence:

C'est une maintenance identique à celle corrective mais qui nécessite à mettre en œuvre immédiatement pour éviter des conséquences critiques. Cependant elle est définie comme étant une réparation immédiate d'une défaillance catastrophique en termes de production et de sécurité [02].

b. La maintenance préventive:

C'est la maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien (NF EN 13306).

-La maintenance préventive systématique:

C'est la maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien (NF EN 13306).

-La maintenance préventive conditionnelle:

C'est la maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent (NF EN 13306).

-La maintenance préventive prévisionnelle:

C'est la maintenance préventive conditionnelle exécutée en suivant les prévision extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs dégradation du bien (NF EN 13306) [06].

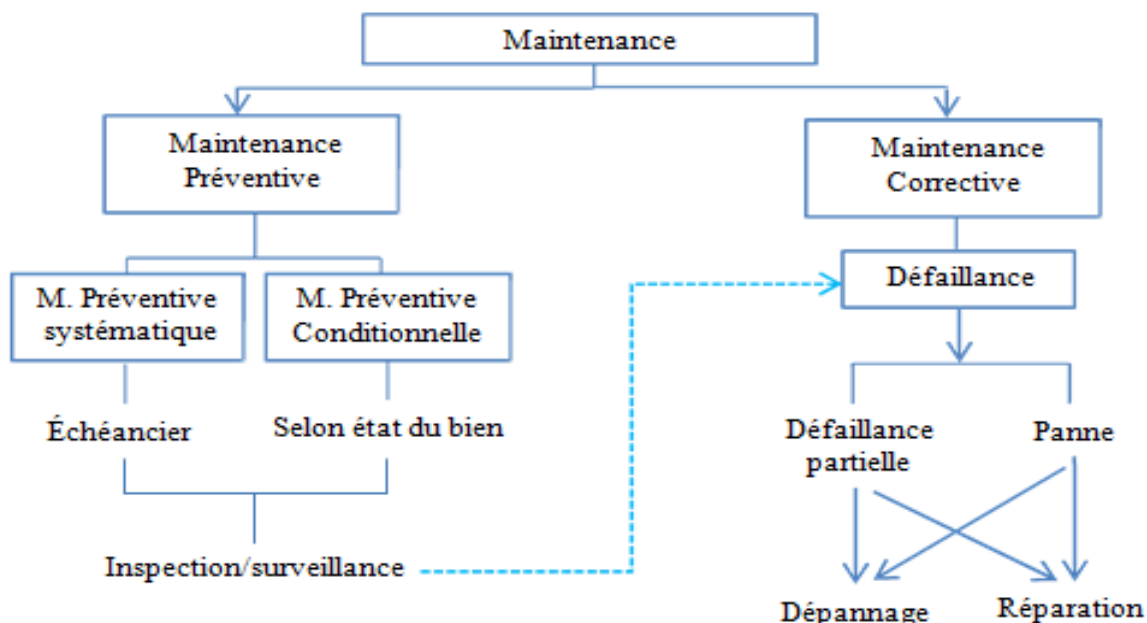


Figure I.2 : Types de maintenance (normes NF EN 13306)[06].

1.7: Les fonctions du service maintenance:

Fonction « étude » : sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de maintenance choisie [06].

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

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

Fonction « Réalisation » : la réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans des délais préconisés par l'ordonnancement.

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.

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 générale techniques et réglementaire, constitutions d'une documentation fournisseurs [05].

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 :

- fondamentale : 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 [05].

I.8. LES TEMPS DE LA MAINTENANCE:

I.8.1. Le MTBF:

La MTBF est la moyenne des temps de bon fonctionnement (TBF). Un temps de bon fonctionnement est le temps compris entre deux défaillances.

I.8.2. Le MTTR:

La MTTR est la moyenne des temps techniques de réparation (TTR). Le TTR est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillant. Il débute lors de la prise en charge de ce système jusqu'après les contrôles et essais avant la remise en service.

I.8.3. Le MTTA:

La MTTA est la moyenne des temps techniques d'arrêt (TTA). Les temps techniques d'arrêt sont une partie des temps d'arrêt que peut connaître un système de production en exploitation. Ils ont pour cause une raison technique et, ce faisant, sont à distinguer des arrêts inhérents à la production (attente de pièce, de matière, d'énergie, changement de production, etc.

I.9: LES NIVEAUX DE LA MAINTENANCE:

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en cinq niveaux de maintenance (norme FD X 60-000) [06].

Tableau I.1 : Les cinq niveaux de maintenance [06].

Niveau 1	Réglage simple prévu par le constructeur ou le service de maintenance, au moyen d'éléments accessibles 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 dans la mesure où ils ont reçu une formation particulière.
Niveau 3	Identification et diagnostic 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.

CONCLUSION

La maintenance est l'une des contraintes que rencontre tout exploitant d'une installation industrielle. Construire une usine ne sert à rien en l'absence de production significative ou de personnel qualifié, ou d'un système d'organisation permettant le maintien en état des installations. Il faut donc penser, dès que l'on conçoit une nouvelle installation, aux moyens qui seront nécessaires pour sa future exploitation. Ainsi la maintenance industrielle a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production. C'est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements.

Maintenir c'est donc effectuer des opérations de dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration etc., qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production. Bien maintenir c'est aussi assurer ces opérations au coût global optimum.

Chapitre II :

**Présentation de la station
d'épuration de la ville de
M'sila**

INTRODUCTION

Le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale est estimé actuellement à près de 750 millions de m³ et il dépassera 1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020. Afin de prendre en charge l'épuration de ce potentiel d'eaux usées, le secteur des ressources en eau a engagé un programme ambitieux en matière de réalisation d'installations d'épuration [07].

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). L'office national de l'assainissement exploite 96 stations dont 44 STEP utilisant le procédé « des boues activées » et toujours le facteur de protection de la ressource est prédominant pour la majorité des stations [08].

Parmi les STEP concernées par les projets réalisés de la réutilisation des eaux usées au niveau national se trouve la station d'épuration de la ville de M'sila.

Ce chapitre présente la localisation de la station d'épuration de la ville de M'sila, les données naturelles du site et l'organisation de cette STEP, puis une description englobe les caractéristiques, les étapes de traitement et les différents équipements utilisés pour chaque étape.

II.1: Présentation de L'ONA:**II.1.1 L'Office National de l'assainissement (ONA):**

L'Office National de l'Assainissement est un établissement public national à caractère industriel et commercial, il est créé par décret exécutif N°: 01-102 du 21 Avril 2001. Il est placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau (MRE).

L'ONA est chargé de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et des infrastructures d'assainissement, il assure ainsi :

- La protection et sauvegarde des ressources et environnement hydriques ;
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique ;
- La préservation de la santé publique [09].

L'unité de M'sila est créé le 01 Juillet 2006 par la décision N°421/ONA/K.H/06. Le siège de l'unité de M'sila est domicilié au niveau de l'ancien siège de la DRE de la wilaya de de M'sila [09].

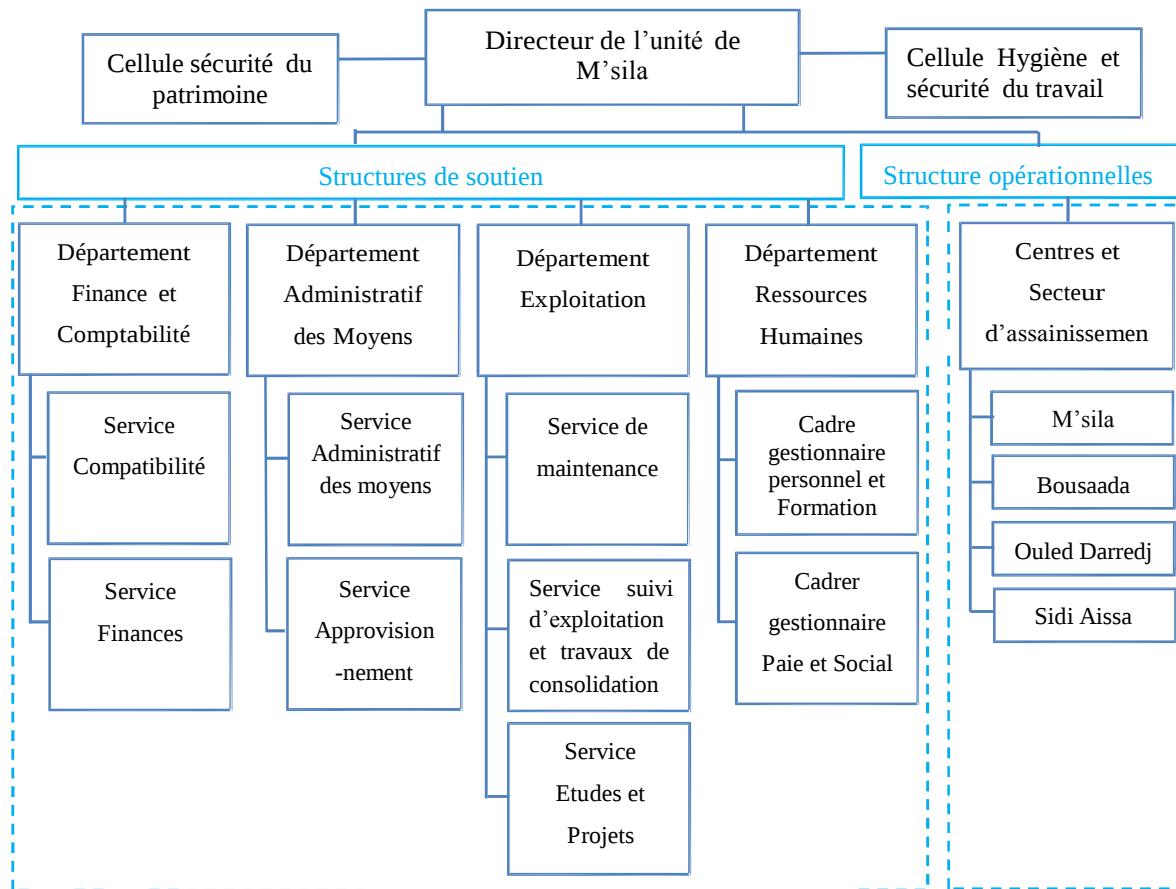


Figure II.1 : Organigramme de l'unité de M'sila [09].

II.2. Présentation de la STEP:

II.2.1. Gestion de la STEP et qualité des eaux épurées :

Les STEP sont gérées pendant deux (02) ans par les constructeurs puis par l'ONA avec un programme de formation pour garantir une continuité de service. Pour le cas de la STEP de la ville de M'sila, la réalisation de projet est fait par trois (03) constructeurs d'entreprises, la figure suivante (figure II.2) présente l'ensemble de ces constructeurs pour cette STEP.

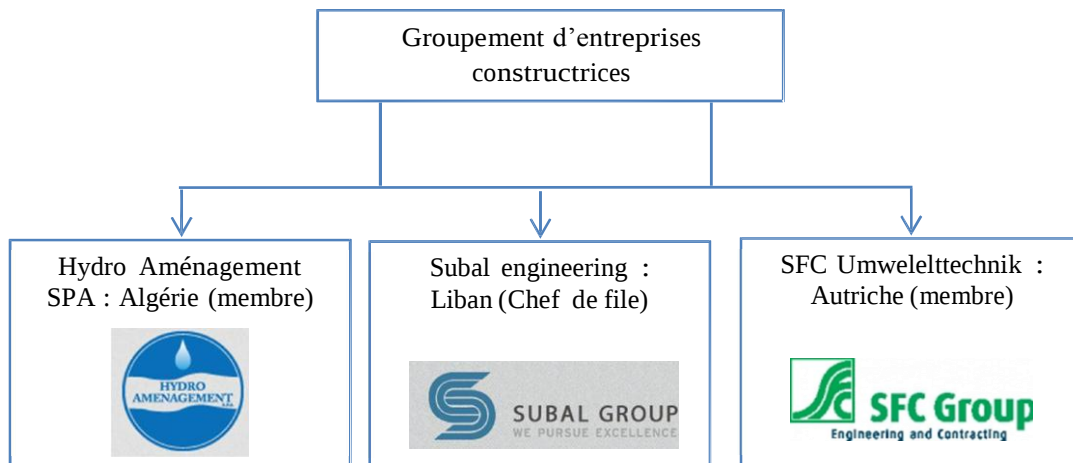


Figure II.2 : Organigramme de constructeurs de la STEP de la ville de M'sila [10].

Donc la réalisation du projet de la STEP est faite par les trois entreprises précédentes, le démarrage des travaux a eu lieu le 18 Avril 2008 et la réalisation a duré 29 mois.

La mise en service a eu lieu le 08 Avril 2013. La gestion de la STEP est d'abord assuré par l'entreprise Subal engineering jusqu'au mois de Mai 2015, puis elle sera réceptionnée par l'ONA (l'unité de M'sila).

La STEP est dotée d'un laboratoire pour assurer un suivi quotidien de la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie des ouvrages ainsi que la qualité des boues (DBO_5 , DCO, MES...etc.). Ce laboratoire est assisté par le laboratoire central de l'ONA, qui assure en plus les analyses des métaux lourds sur les eaux et les boues des STEP.

L'ONA exploite cette STEP selon un organigramme valable pour les trois types de STEP (faible, moyenne et grande charge) à la figure (II.3).

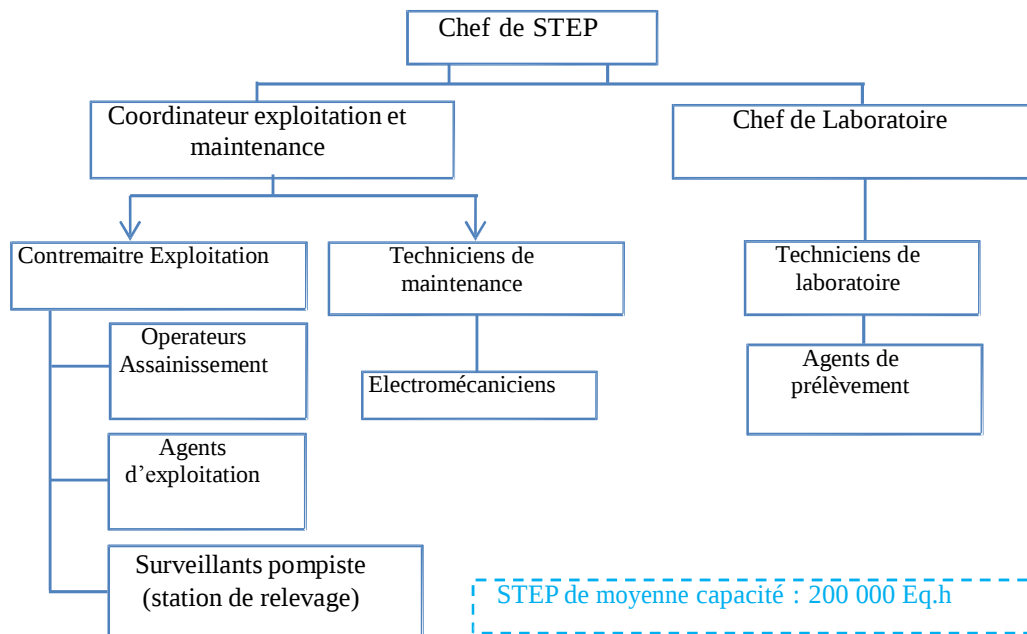


Figure II.3: Organigramme type de l'exploitation de la STEP de la ville de M'sila

II.2.2. Procédé d'épuration des eaux dans la STEP de M'sila:

Dans le cadre du programme de développement national, la wilaya de M'sila a bénéficié d'un projet pour la réalisation d'une station d'épuration des eaux usées. Cette STEP a été dimensionnée pour une capacité de 200.000 Equivalent habitant pour l'horizon 2020, elle est extensible à 300.000 Equivalent 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.

Tableau II.1 : Fiche technique de la STEP de la ville de M'sila [10].

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	Subal – 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

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.

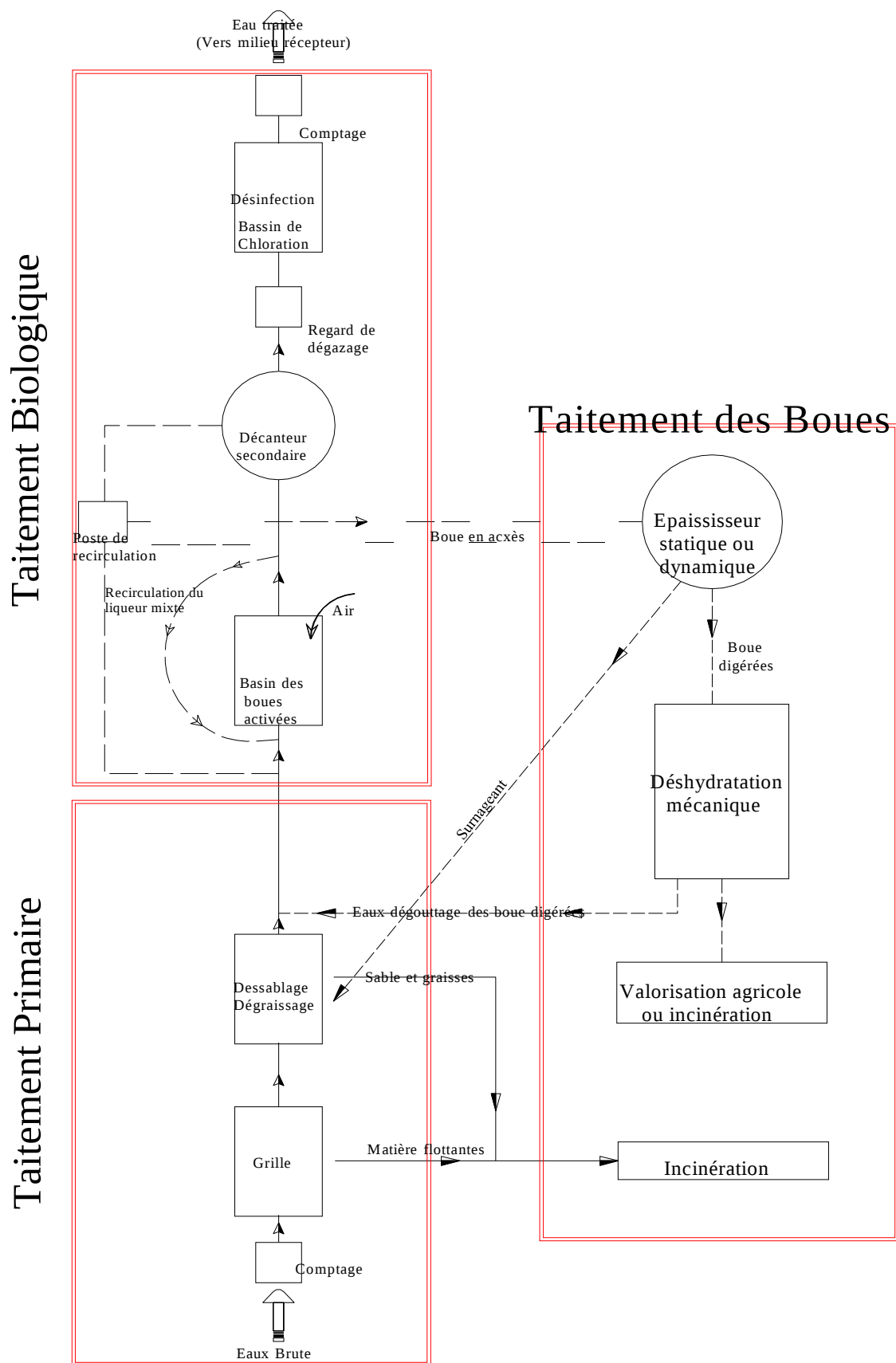
Compte tenu de la qualité, le procédé d'épuration retenu est du type classique dénommé type aérobie. Ce procédé provoque le développement de bactéries qui par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et s'en nourrissent.

La filière de traitement retenue de type aération prolongée (figureII.4), comprendra les opérations successives suivantes :

- L'effluent brut arrive à la station gravitaire ;
- Il est ensuite acheminé par refoulement vers le dégrillage ;
- L'effluent dégrillé s'écoule vers l'ouvrage de dessablage-déshuilage ;
- Après le dégrillage, dessablage/déshuilage, l'effluent est dirigé vers le bassin

d'aération ;

- Une fois ce stade effectué, l'effluent se dirige vers la clarification afin de séparer les boues produites dans l'aération pour ne laisser déverser que l'effluent traité ;
- Les boues produites seront acheminées vers les lits de séchage prévus ou la déshydratation mécanique [11].



II.2.3. Inventaire des équipements:

Nous avons fait un inventaire des équipements pendant la période de notre stage sous forme d'une nomenclature codifiée en suivant le cheminement logique des différentes étapes d'épuration dans la STEP. Cet inventaire permettra donc de réaliser une meilleure classification rapide des équipements et ultérieurement facilitera l'information pour une meilleure exploitation, ainsi il permettra la gestion technique et économique du service en plus de la possibilité d'imputation des défaillances et des couts à des secteurs et des types de machines . Il est obligatoire pour toutes les entreprises d'effectuer un inventaire au moins une fois tous les 12 mois pour contrôler l'existence et la valeur des éléments actifs et passifs du patrimoine de l'entreprise.

Le tableau suivant (tableau II.2) présente l'inventaire des équipements que nous avons élaboré pour la STEP de la ville de M'sila .

Tableau II.2 : Inventaire des équipements de la STEP de la ville de M'sila (Février-Mars 2015).

Code	Ouvrage	Equipement	Fabricant	Caractéristiques techniques	Nombre	Observation
						Etat neuf, En marche, En arrêt (à réparer/rejeté), Non utilisé, n'existe pas
P.01	Canalisation de transfert	Vanne d'entrée Murale	GINZLER	En acier inoxydable Type : GES 120×120	01	En marche
P.02	By-pass général	Grille manuelle	GINZLER	En acier inoxydable, Type AISI 316/304 D : 50 mm, α : 90°	01	En marche
P.03	Dégrilleur grossier (1.2.3.4)	Grille mécanisé	GINZLER	En acier inoxydable, Type : MUR 1200/6550/50 D : 50 mm, α : 90°, Q : 1030 m ³ /h	04	En marche
P.04		Moteur	NORD	P : 2.2 KW, 400 V/50 Hz, IP 55, Isolement F	01	En marche
P.05		Convoyeur bandes à	GINZLER	Type : NT 500/10400 L:10400 m, l : 500 mm	01	En marche
P.06		Moteur	Siemens Motors	Type : 2 MLA 90S4, 400V/50Hz P : 1.1 KW, Cos ϕ : 0.77	01	En marche
P.07	Poste de relevage (1.2.3)	Capteur de niveau : Ultrason	NIVALCON	Type : ANACONT, Détecteur de niveau	01	En marche
P.08		Pompe submersible de relevage	ABS	Type : AFP 3502/ 50 Hz, Q : 1385 m ³ /h, Hmt : 12.2m, P : 58.4 KW, η : 87.7%, NPSH : 4.1m	04	En marche
P.09		Moteur	ABS/SULZER	Type : ME 750/ 6-53, 230V/50Hz P : 75 KW, Cos ϕ : 0.84, IP :68, F(155°- 311°)	04	En marche
P.10	Dégrilleur fin (1.2.3.4)	Grille manuelle	GINZLER	En acier inoxydable, Type AISI 316/304 D : 10 mm, α : 75°	01	En marche
P.11		Grille mécanisé	GINZLER	En acier inoxydable, Type : MUR 1250/2500/1000/10 D : 10 mm, α : 75°, Q : 1030 m ³ /h	04	En marche
P.12		Moteur	NORD	P : 1.5KW, 400 V/50 Hz, IP 55, Isolement F	01	En marche
P.13		Convoyeur bandes à	GINZLER	Type : NT 500/10400 L:10400 m, l : 500 mm	01	En marche
P.14		Moteur	Siemens Motors	Type : 2 MLA 90S4, 400V/50Hz	01	En marche

P.15	Dessableur/ Déshuileur (1.2)	Pont racleur	GINZLER	Type : LAR 420, Pont : En acier galvanisé, Partie submergées : En acier inoxydable, Racleur longitudinal (treillis), 4.2 m	02	En marche
P.16		Moteur principal	NORD	P : 0.25 KW, 400 V/50 Hz, IP 66,	02	En marche
P.17		Moteur racleur de sable	NORD	P : 0.18 KW, 400 V/50 Hz, IP 67,	02	En marche
P.18		Surpresseur (Système diffusion d'air)	FPZ Effepizeta	Isolement F, motoréducteur : IP55 Type : 25FL6	03	En marche
P.19		Système de tuyauterie	GINZLER	Isolement F Type : DN 30, En acier galvanisé	02	En marche
P.20		Système de diffuseurs	GINZLER	Type : Nerox MR, En EPDM	02	En marche
P.21		Pompe à sable	ABS	Q : 50m ³ /h, Hmt : 7m, P : 3 KW, 400V/50, Isolation : F	02	En marche
P.22		Classificateur de	ESTRUAGUA	Type : AISI 304/ 316, En acier inoxydable	02	En marche
P.23		Moteur	NORD	P : 0.5 KW, 400 V/50 Hz, IP 55,	02	En marche
P.24		Pompe des écumes (pompe à vis, pompe à boues flottantes)	ABS	Type : AS 0840 D / 50 Hz, Q : 10.5 m ³ /h, Hmt : 13.2m, P : 1.7 KW, η : 30.1%	02	En marche
P.25		Moteur	ABS/SULZER	Isolement F Type : S17/2D, 400V/50Hz	02	En marche
S.01	Compartiment Anoxic (1.2.3.4.5.6.7.8)	Agitateur submersible compacts	ABS	Type : RW 6525-A50/12, 50 Hz P:5 KW, Dp:650mm, Qp:0.66 m ³ /s, Q:4701 m ³ /min P : 1.7 KW, Cos ϕ : 0.84, IP :68, F	08	En marche
S.02	Compartiment d'aération (A.B.C.D)	Turbine d'aération de (aérateur de surface)	Spaans Babcock B.V	Type : O2Max-220, D : 2200mm 8 sens horaire et 8 sens antihoraire	16	En marche
S.03		Réducteur	Siemens (Flender)	Type : MOTOX Série et taille : Z 188-K2, n : 29.18 :1	16	En marche
S.04		Moteur	HELMKE	Type : 25 M4 ,400 V/50 Hz, P : 55 KW,	16	En marche
S.05		Pompes de recirculation des nitrates	ABS	Type : VUP 0503 / 50 Hz, Q : 4.3 m ³ /h, Hmt : 12 m, P : 45 KW, η : 78.4%	04	En marche

S.07	Compartiment d'aération (A.B.C.D)	Moteur	ABS/SULZER	Type : 25 450/6-51, 400 V/50 Hz, P : 45 KW, Ω : 975 tr /min, IP 68	04	En marche
S.07		Sondes de mesure d'O ₂	NIVALCON	Type : ANACONT, capteur d'O ₂	02	En marche
S .08	Décanteur secondaire (1.2)	Clarificateur	ESTRUAGUA	Type : PC-009.02, Pont de décantation circulaire de	02	En marche
S.09		Moteur	Siemens	Type : B-5,220/380-400V/ 50Hz, P : 0.75KW, Ω :1420 tr /min, IP 55	02	En marche
S.10		Réducteur	VARVAL	Type : transporteur à couronne, vis sans fin, type radial Ω : 1.60 tr /min	02	En marche
S.11		Pompe des écumes (pompe à boues flottantes)	ABS	Type : AS 0840 D / 50 Hz, Q : 10.5 m ³ /h, Hmt : 13.2m, P : 1.7 KW, η : 30.1%	02	N'existe pas
S.12	Bassin RAS/SAS (1.2.3.4) (1.2)	Pompe des boues activées recyclées (RAS)	ABS	Type : AFP 3071 D / 50 Hz, Q : 1055 m ³ /h, Hmt : 5.57 m, P : 22 KW, η : 80.1% NPSH : 5 m	04	En marche
S.13		Moteur	ABS/SULZER	Type : ME 220/6-42 ,400V/50Hz, P : 22KW, Ω :970 tr /min, IP 68	04	En marche
S.14		Pompe de boue en excès (SAS)	ABS	Type : AFP 1541 / 50 Hz,	02	En marche
S.15		Moteur	ABS/SULZER	Type : ME 40/4D, 400V/50Hz, P : 4KW, Ω :1410 tr /min, IP 68	02	En marche
S.16	Désinfection (1.2)	Equipment de désinfection à l'hypochlorite (Pompe doseuse de chlore + mixeur)	MNI	Type : ME 40/4D, 400V/50Hz, P : 4KW, Ω :1410 tr /min, IP 68	01	Etat neuf, non utilisé
S.17					01	
S.18	Epaississeur (1.2)	Pompe eaux de service	LOWARA	Pompage d'eaux de service à l'intérieur de la STEP	02	En marche
B.01		Mécanisme de l'épaississeur	ESTRUAGUA	Type : EP-009.02.AC, Epaississeur piquet central	02	En marche
B.02		Moteur	Siemens	Type: B-5,400V/50 Hz, P : 0.75 KW, IP 55	02	En marche
B.03	Déshydratation mécanique	Mécanisme et de système déshydratation mécanique	INTERCO	Type : CRV500-700 Filtre à bande, Système de préparation et de dosage de polymère (01unité), pompe lavage de toile, compresseur	03	En marche

B.04		Mono pompe (pompe à boues)	NOVA ROTORS	Type : MN015-1 ,N° 36020, P :6 bar	03	En marche
C.01	Salle d'armoires électriques	Armoire électrique	Schneider Electric, Siemens, LEORY SOMER	Type : MICRO MASTER 430, R450, AVRr, LSA049.1.4P	27	En marche
C.02	Salle SCADA	Système SCADA	Schneider Electric	Logiciel de télégestion : Vijeo Citect 7.2	01	En marche

Signification du code:

P.01 : traitement primaire, S.01: traitement secondaire, B.01 : traitement biologique, C.01 : zone de commande et de supervision.

II.3. FONCTIONNEMENT DE LA STEP:

II.3.1. Traitement primaire:

Les eaux usées de cette agglomération sont des eaux urbaines et sont issues d'un réseau d'assainissement de type unitaire. Les collecteurs urbains des eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes. A l'arrivée de la STEP se trouve un regard de branchement entre le collecteur d'arrivée et les différents regards implantés dans la STEP et principalement la vanne d'entrée. Ce dernier est sous forme d'une porte, elle est toujours ouverte, c'est l'entrée de la STEP. Les eaux usées arrivées à l'entrée doivent subir tout d'abord un traitement primaire et proprement dit à des prétraitements visant essentiellement à la séparation physique, par l'élimination des matières volumineuses, matières flottantes et les matières en suspension.

a. Ouvrages d'entrée:

Les ouvrages d'entrée comprennent :

- Une canalisation de transfert, elle permet de transférer les eaux usées de la vanne d'entrée au bassin de relevage ;
- Un by-pass général implanté en amont du bassin de relevage, il a pour fonction de réduire et calibrer le débit des rejets dans le bassin, Il permet également d'évacuer par dérivation le trop plein du bassin et dans le cas de l'intervention des différents opérations de la maintenance [12].

b. Dégrillage grossier:

Dans la bête 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 bête 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). L'espacement entre les barreaux de dégrilleur est de 50 mm 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. En mode de fonctionnement automatique, la commande des dégrilleurs est assurée soit par horloge soit par différence de niveau. La mesure de la différence de niveau est réalisée par deux sondes à ultrasons placées en amont et en aval des grilles. La commande automatique est faite par l'horloge pour le nombre de démarrage par jour et heure pour la durée de chaque fonctionnement [13].



Photo II 1 : Les dégrilleurs grossiers.

c. Poste 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 [12].

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 [13].



Photo II.2: Poste de relevage.

d. Dégrillage fin:

Directement après la station de relevage, il y a quatre canaux dans chacun d'eux on a installé un dégrilleur fin. Les quatre dégrilleurs fins sont à nettoyage mécanisé. On a installé aussi une bande transporteuse (convoyeur) qui sert à évacuer les déchets solides éliminés par les dégrilleurs. Un canal by-pass est équipé d'une grille à nettoyage manuel, il est prévu pour assurer le fonctionnement continu de la station en cas de panne de la grille mécanisée. La vanne manuelle permet d'isoler les grilles mécanisées pour la maintenance, dans ce cas l'eau débordera automatiquement dans le canal by-pass sans intervention de l'opérateur [12].

L'espacement entre les barreaux de la grille est de 10 mm, leur fonction est la même que celle des grilles grossières, c'est-à-dire la protection des équipements de traitement à l'aval pour enlever les matières très fines provenant des eaux usées par l'interception [13].



Photo II. 3: Les dégrilleurs fins.

Les dégrilleurs fins et la bande transporteuse ont des démarrages directs. A la face extérieure de l'armoire de commande, chaque démarrage a les accessoires de commande et de supervision. En mode de fonctionnement automatique, la commande des dégrilleurs est assurée soit par horloge soit par différence de niveau. La mesure de la différence de niveau est réalisée par deux sondes à ultrasons placées en amont et en aval des grilles. La commande automatique est faite par l'horloge pour le nombre de démarrage par jour et heure pour la durée de chaque fonctionnement [13]. La figure suivante montre le cheminement de l'effluent à travers le dégrilleur grossier, le poste de relevage et le dégrilleur fin.

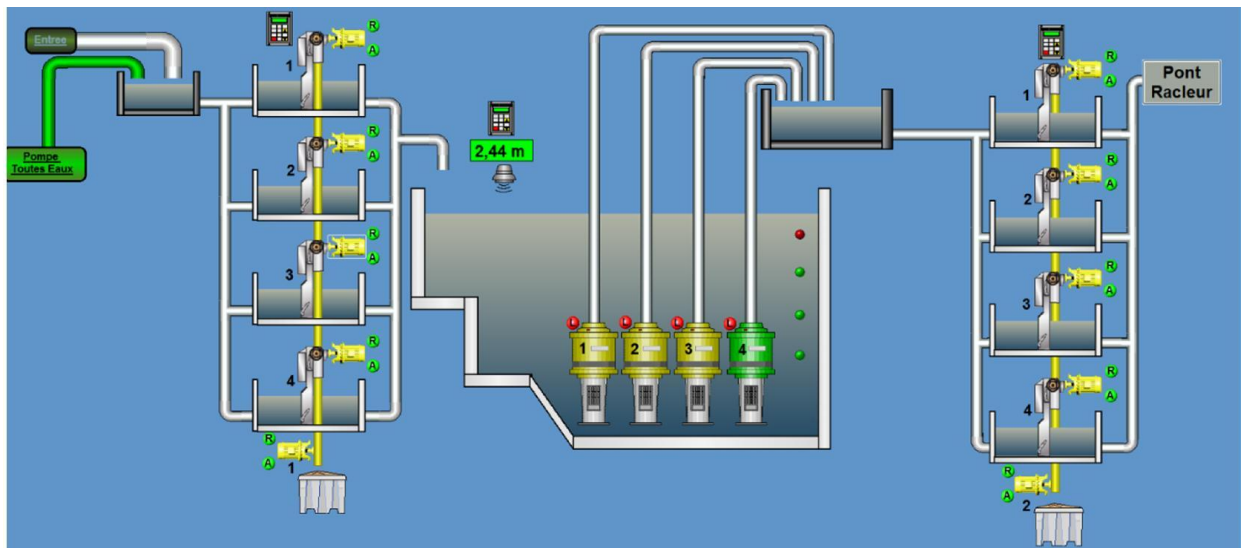


Figure II. 5 : Vue en coupe de dégrilleurs grossiers, poste de relevage et dégrilleurs fins [14].

e. Dessablage-déshuilage:

A l'aval des grilles fines deux unités de dessablage / déshuilage sont installées, ou deux (02) dessableurs/déshuileurs de type longitudinal à deux sections aérées pour séparer de l'eau le sable, les graviers, les matières minérales en suspension et l'huile. Donc le dessablage-déshuilage s'effectuera dans un ouvrage dimensionné sous forme rectangulaire. Chaque unité de dessablage/déshuilage consiste en un pont racleur longitudinal, ce pont longitudinal avec des racleurs de sable et des écumes installé dans un bassin longitudinal aéré et séparé en une zone de dessablage et autre de déshuilage [12].



Photo II. 4: Dessableur/déshuileur et le pont racleur.

L'eau est aérée par insufflation permettant d'une part la bonne séparation du sable de l'eau usée et d'autre part favorisant la remontée (flottation) des gouttelettes d'huiles et des graisses en surface. Les systèmes utilisés pour cette opération sont des systèmes de diffusion d'air, l'une de ses unités ; un suppresseur (air-lift) à canal latéral avec un système de tuyauterie fonctionnel complet incluant des tuyaux, des vannes, des tubes diffuseurs et accessoires de fixation et d'installation. Le temps de détention dans le dessableur/déshuileur sera de l'ordre de 13 minutes [13].

Le pont longitudinal est installé avec des racleurs de sables et des écumes, il se déplacera sur toute la largeur du bassin et il reposera sur des roues en caoutchouc. Donc les particules des sables décantées seront transportées par le pont racleur à l'extrémité du bassin et de là par les pompes submersibles de sable vers un classificateur. Alors, les sables sont extraits par l'une des unités air-lift (suppresseur) et sont envoyés par une pompe submersible de sable vers un classificateur (calibreur de sables). Les sables sont ensuite déposés dans une benne avant la mise en décharge. Les huiles et graisses sont raclées automatiquement en surface puis évacuer vers une bêche de stockage. Chaque dessableur/déshuileur comprendra une bêche de stockage des huiles et graisses. Une pompe submersible sera installée dans chaque bêche de stockage pour permettre la décharge des huiles et graisses vers des citernes [12].



Photo II. 5: Mécanisme de l'extraction du sable.

Le pont racleur est formé d'une structure métallique mobile sur des roues en caoutchouc et il contient deux moteurs : moteur pont racleur pour assurer le déplacement du pont, et moteur lame pour ouvrir ou fermer la lame nettoyant les sables au fond du bassin de dessablage/déshuilage. Pour avoir des limites de mouvement du pont on a deux fins de course à chaque côté du pont.

La première est magnétique, l'autre est électromécanique et elle est en réserve en cas de panne. Les fins de courses et les limiteurs des couples de la lame sont intégrés au moteur lame. Le pont et la lame ont des démarrages directs et réversibles [13].

La figure (II.6) présente le fonctionnement de dessableur/déshuileur et les différents équipements.

L'objectif de l'opération de dessablage/déshuilage est d'enlever les gros solides inorganiques tels que le sable, cendre, roches, os, coquilles d'œufs et des solides organiques inertes lourds, le café moulu et les graines de fruit pour protéger le déplacement matériel d'équipements mécanique contre l'usure des pièces ; de réduire la fréquence nettoyage causée par une accumulation excessive de grain. Et pour éviter la formation de graisses aux tuyaux intérieurs utilisés pour les écumes et boues transportés et aussi pour prévenir la réduction du diamètre effectif en tête de tuyauterie.

Un by-pass de diamètre 1200 mm est proposé, à la sortie des dessableurs/déshuileurs ou on installe un débitmètre spécialement pour le débit en excès (over flow). Ce by-pass décharge dans le by-pass général de la station.

Les mesures de débit sont réalisées par capteur/transmetteur de mesure à ultrason compensé en température et renvoyé vers un automate.

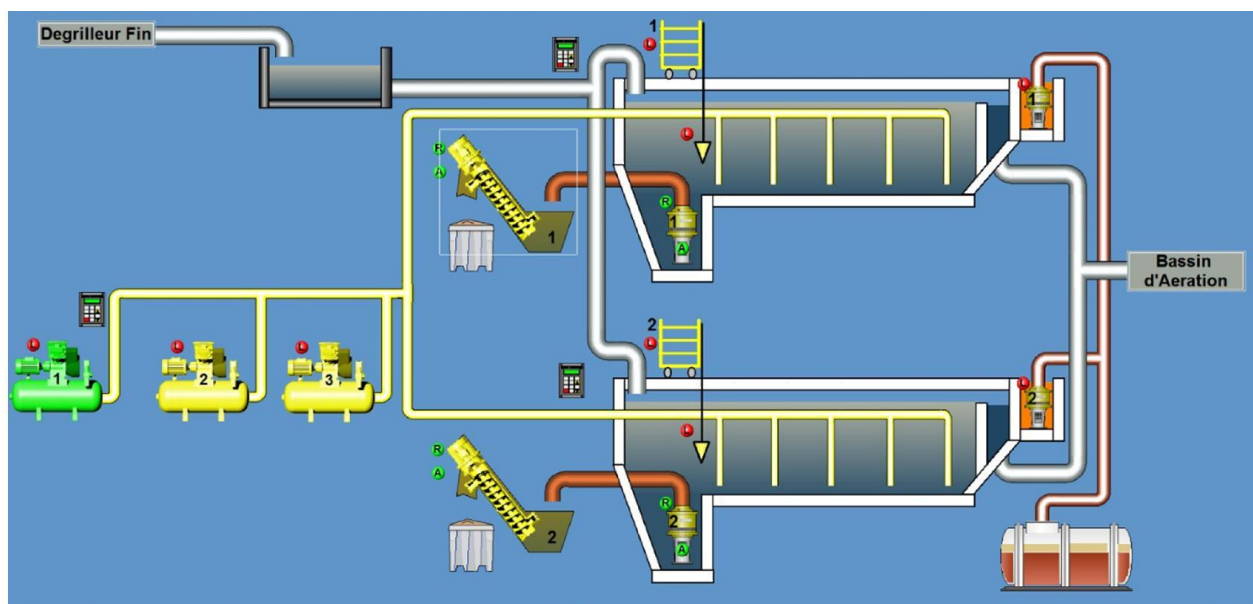


Figure II. 6: Vue en coupe de dessableur/déshuileur [14].

f. Ouvrage de répartition:

L'ouvrage de répartition installé en aval du dessableur/déshuileur est une chambre dimensionnée pour le débit de $4129 \text{ m}^3/\text{h}$; cette chambre est dénommée le répartiteur ; il répartit le débit en deux parties égales. Deux batardeaux sont placés dans le répartiteur permettant d'isoler chaque bassin d'aération séparément. Le répartiteur est installé pour équilibrer les débits [13].



Photo II. 6: Le répartiteur primaire.

II.3.2. Traitement secondaire:

Le traitement biologique est le traitement secondaire sélectionné par la STEP de la ville de M'sila et la filière choisie pour cette dernière est de type « boues activées à faible charge ». Le traitement secondaire contient le traitement biologique et la décantation secondaire (clarification). Cette étape est faite en tenant compte de la qualité de l'effluent à traiter au niveau de rejet requis. Et à ce niveau du traitement, l'effluent contient de la matière organique dissoute et en suspension, qui n'a pas été retenue par le traitement primaire, elle va être dégradée par les micro-organismes.

Ce type de traitement biologique consiste en un réacteur biologique où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme des floccs appelés bio-floccs, il exige environ 04 à 06 mois pour les former à la première fois. Ces derniers provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange (eau usée plus bio-floccs) est appelée liqueur mixte ; cette dernière est maintenue dans un régime turbulent par l'aération [13].

a. Les bassins biologiques:

Le traitement biologique se fera dans deux bassins biologiques, Le volume total des bassins biologiques est de 35964 m³, avec chaque bassin comportant :

- Un compartiment anoxique ;
- Un compartiment aérobie ;

Chaque compartiment anoxique est équipé de quatre (04) agitateurs (mélangeurs) de brassage. Le compartiment anoxique recevra la recirculation interne provenant des bassins aérobies. Chaque compartiment aérobie (d'aération) est équipé de huit (08) aérateurs de surface.

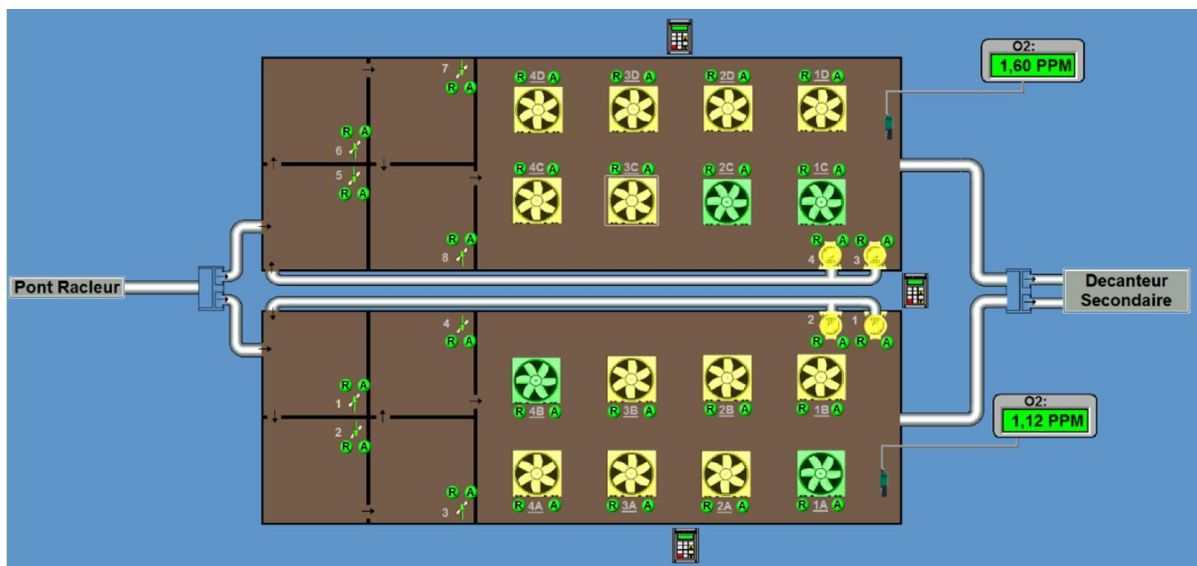


Figure II.7 : Vue en plan de du bassin biologique [36].

L'élimination de l'azote se fera par Nitrification/Dénitrification. La nitrification se produira dans les compartiments aérobies (quantité majeure d'oxygène). La dénitrification se fera dans les compartiments anoxiques (quantité mineure d'oxygène). Le principe de la dénitrification consiste à réduire les nitrates (NO₃) en Azote gazeux (N₂) par des bactéries Hétérotrophes où l'oxygène dissous est absent et les nitrates sont présents. On a d'abord la réaction de la minéralisation de l'azote puis la dénitrification [13].

La source de carbone pour le métabolisme bactérien est la biomasse et la réaction provoque l'augmentation de l'alcalinité et d'oxygène. C'est pour cela que les compartiments anoxiques reçoivent un débit en provenance du répartiteur des bassins biologiques et le débit de recirculation interne provenant des bassins aérobies. Le débit total est constitué des eaux en provenance des dessableurs/déshuileurs, des boues ré-circulées en provenance de la station de pompage des boues et de la liqueur mixte ré-circulée des compartiments aérobies. Le temps de séjour environ de 6,60 heures au débit moyen journalier. Dans ce bassin, la fermentation anoxique est utilisée pour l'élimination de l'azote biologique (dénitrification).



Photo II.7 : Le bassin anoxique.

La configuration des bassins biologiques est basée sur le principe des bassins ou complètement homogénéisés. Des aérateurs de surface fournissent l'oxygène pour le processus biologique tout en maintenant les boues en suspension.

Pour le procédé à faible charge fonctionnant en aération prolongée, l'indice de Mohlman (SVI) est de l'ordre de 140 ml/g [13].



Photo II.8 : Le bassin d'aération.

b. Ouvrage de répartition:

Une chambre de répartition est réalisée en aval des bassins d'aération, pour équilibrer les débits. Elle reçoit les débits sortant des deux bassins d'aération (avec une réservation pour le troisième bassin de l'extension de future) pour les orienter vers les décanteurs secondaires. Elle répartit le débit en trois parties égales dans trois compartiments, à l'aide de trois déversoirs identiques et le troisième compartiment est prévu pour l'extension future de la STEP.

c. Décantation secondaire (clarification):

Après un temps de contact suffisamment long, la liqueur mixte est envoyée équitablement à travers le répartiteur des bassins aérobies vers les décanteurs.

Durant cette phase, la séparation solides/liquide aura lieu. Elle s'effectue par gravité. Le temps de séjour est environ de 23 heures dans le décanteur.

Pour obtenir un bon déroulement d'épuration du traitement biologique par boues activées, il faut une recirculation importante des boues provenant des décanteurs secondaires afin de maintenir une concentration suffisante en boues activées pour régénération des bactéries épuratrice dans les bassins biologiques. Cette recirculation est assurée par quatre (04) électropompes dont une (01) de secours. Les boues en excès sont extraites des puits à boues par deux (02) électropompes submersibles dans une (01) de secours. Les boues en excès sont refoulées vers l'épaississeur. Les boues accumulées au fond du décanteur sont dirigées vers un poste de reprise des boues. Une partie est recyclée par pompage vers l'amont des bassins biologiques de façon à y maintenir une concentration adéquate en bactéries épuratrices, et les boues en excès sont pompées vers les épaississeurs et de là vers les lits de séchage pour déshydratation et évacuation [13].

Pour chaque décanteur, un clarificateur mécanisé où l'alimentation de chacun se fait au moyen d'une conduite en siphon surmonté au centre du bassin. Les boues (flocs) sédimentent et se déposent sur le radier du décanteur, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par une goulotte périphérique vers la chambre de rejet du décanteur. Le clarificateur est équipé d'un pont racleur tournant et d'une passerelle à laquelle sont suspendues les racles du fond et de surface.

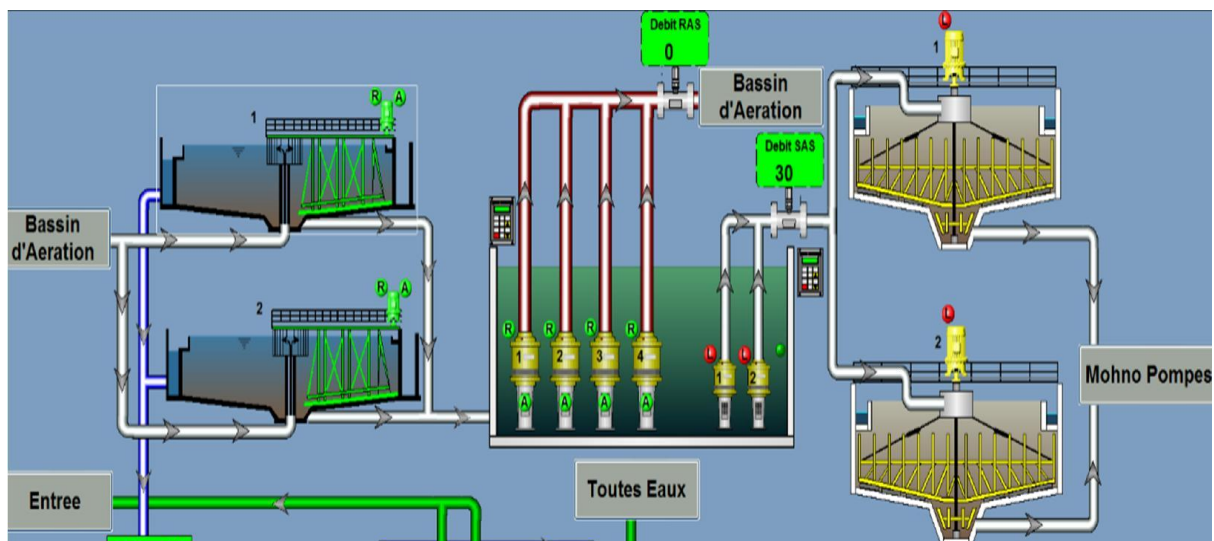


Figure II.8 : Vue en coupe de décanteur, bassin RAS/SAS et les épaississeurs [14].

Alors les racleurs de fond ramènent les boues déposées sur le fond vers la fosse centrale à boues d'où elles écoulent par gravité vers la station de pompage des boues activées recyclées (RAS) et des boues en excès (SAS). Des racleurs de surface permettent de récupérer les écumes et matières flottantes qui seront collectées dans une trémie. De cette trémie, une conduite évacuera les flottants dans la station de pompage de recirculation (RAS) et d'extraction des boues(SAS). La station comprend une bache qui reçoit uniquement ces flottants [13]. De la station de pompage où le bassin RAS/SAS, une partie des boues est recyclée par quatre pompes submersibles à boues activées recyclées (RAS) vers la chambre de distribution alimentant les bassins biologiques. L'autre partie des boues forment les boues en excès qui sont refoulées par deux pompes submersibles à boues en excès (SAS) vers les épaisseurs.

L'objectif de la décantation secondaire est l'enlèvement des matières décantables et des substances flottantes où l'on obtient une eau claire et limpide que l'on peut évacuer vers le milieu récepteur après désinfection.



Photo II.9 : Le décanteur secondaire.

Un comptage de sortie est réalisé pour les eaux traitées après la décantation secondaire, dans un canal ouvert où il est équipé d'un débitmètre Venturi.

La gorge du Venturi aura une largeur de 900 mm La longueur totale du débitmètre Venturi est de 3145 mm Les mesures de débit sont réalisées par capteur/transmetteur de mesure à ultrason compensé en température et renvoyé vers un automate. Un automate pour la mesure instantanée du débit et la totalisation des débits mesurés sera fourni. Cet automate reçoit un signal du transmetteur de niveau [12].



Photo II.10 : Le canal de comptage de sortie.

d. La désinfection (chloration):

L'eau épurée provenant des décanteurs secondaires est acheminée dans un bassin de contact rectangulaire en béton armé, type chicanes, permettant d'assurer un bon mélange de la solution d'hypochlorite de sodium avec l'eau épurée. Le bassin sera équipé par un agitateur.

La mesure du chlore résiduel s'effectuera avec un ensemble de sonde et transmetteur délivrant un signal. Le signal servira à asservir l'injection de chlore et à afficher localement et au niveau du tableau de commande, la valeur instantanée du chlore résiduel. Les eaux épurées sont introduites, après une désinfection par l'injection de la solution d'hypochlorite de sodium (NaClO), dans le bassin de contact.

Le bassin de chloration est dimensionné pour assurer un temps de contact d'environ 30 minutes, après cette opération les eaux sont prêtes pour la réutilisation, mais pour le cas de notre STEP la désinfection n'est pas employée puisque les eaux sortantes seront utilisées pour l'irrigation après rejet dans l'Oued de K'sob et cette opération n'est pas désirable pour l'irrigation et l'agriculture.

L'objectif de la désinfection est la destruction de l'action bactéricide et de virus donc, l'élimination des coliformes fécaux.



Photo II.11 : Bassin de chloration .

II.3.3. 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 [12].

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 [12].



Photo II.12 : L'épaississeur de boues.

b. La déshydratation:

L'étape qui suit l'opération de l'épaississement des boues est la déshydratation, elle est utilisée pour réduire ou éliminer la teneur de l'humidité des boues et afin de rendre les boues faciles à manipuler. Dans cette STEP le processus de déshydratation se fait par deux méthodes soit mécaniquement par filtre à bande, soit naturellement par les lits de séchage.

Le système de déshydratation mécanique est formé principalement d'une unité de préparation et dosage de polymère, mono-pompes (pompes à vis excentrés), réacteurs cylindriques, filtres à bande et bandes transporteuses [12].



Photo II.13 : système de la déshydratation mécanique.

Les mono-pompes sont les pompes à vis installés dans la chambre de déshydratation, qui pompent les boues de l'épaississeur vers le réacteur cylindrique qui mélange le poly-électrolyte avec la boue où se trouve dans la même chambre.

Une unité de préparation et de dosage du polymère (BKB 2000) est complètement réalisée et composée de deux cuves superposées. La cuve supérieure est utilisée pour dissoudre les poudres grâce à un agitateur à grande vitesse ; le poly-électrolyte est dosé par l'intermédiaire d'une trémie munie d'une vis de dosage (les tours sont réglés selon les spécifications du projet), de batteurs, de résistances de réchauffement (pour éviter la formation de condensation et donc de grumeaux de poly électrolyte), et de niveau pour les automatismes ; l'alimentation de l'eau s'effectue grâce à un système exclusif à bec verseur qui hydrate la poudre évitant la formulation de grumeaux et par la pompe d'eau de service de l'eau qui pompe l'eau du bassin de chloration [15].

La solution passe donc dans la cuve inférieure à travers une vanne réglée par les dispositifs de contrôle de niveau. Cette cuve est utilisée pour la maturation et le stockage de la solution qui est maintenue constamment en mouvement grâce à un agitateur lent. Le poste est prévu d'une vanne manuelle de réglage du débit d'eau, filtre à Y pour l'élimination des impuretés grossières, électrovanne pour obtenir le fonctionnement complètement automatique du poste. Le dosage de solution est fait par des pompes à tours fixes où il est effectué par un système à by-pass réalisé avec vannes manuelles qui règlent le débit des pompes de dosage de 0 à 100% de débit maximum arrête les pompes de dosage évitant ainsi le fonctionnement à sec.

Le réacteur cylindrique est un cylindre disposé verticalement, il nécessite le poly-électrolyte (polymère) pour le mélanger avec la boue, cette disposition est une cuve sous forme cylindrique, elle est réalisée en acier galvanisé à chaud, elle est équipée d'un mélangeur à basse vitesse pour la réalisation d'une meilleure floculation de la boue. Le long temps de contact (boue-électrolyte) avant d'être déchargé sur le filtre à bande optimise le rendement du floculant utilisé. Le cylindre est équipé de deux brides inférieures, une pour l'alimentation de la boue et du poly-électrolyte, l'autre pour la propreté et l'entretien. La goulotte d'évacuation de forme rectangulaire décharge directement sur le filtre à bande [15].

La filtration gravitaire s'effectue sur une longueur avec l'aide de plusieurs rangées de peignes en quinconce munis de bobines. Cette première étape permet un épaississement sensible des boues avant leur arrivée à l'étape de pressage. Un rouleau de pressage au-dessus de cette zone d'égouttage permet de compléter l'égouttage et de favoriser la distribution des boues avant l'entrée des boues dans le chenal de pressage en évitant le fluage. C'est au point de convergence des deux bandes filtrantes que débute l'étape de pressage, la boue étant prise en sandwich et progressivement comprimée. La boue est comprimée entre les deux bandes au passage sur un premier rouleau de gros diamètre et puis sur une série de rouleaux (de même diamètre) qui sont disposés en deux étages afin d'obtenir une longueur de compression et de cisaillement des boues très importante. Dans la zone inférieure, un rouleau monté sur deux vérins pneumatiques permet le réglage de la pression. On instaure ainsi une zone de moyenne pression, puis une zone de

haute pression par rapport au cisaillement garantissant une déshydratation maximale des boues tout en conservant un taux de capture maximal. La boue déshydratée qui sort du dernier étage de pressage est raclée des bandes filtrantes par des grattoirs et évacuée par un système de convoyage (transporteur à bandes). Les bandes filtrantes sont lavées en permanence sur leur chemin de retour vers la zone d'égouttage. Les filtrats et les eaux de lavage sont récupérés et évacués par gravité dans le génie civil prévu à cet effet.

Un dispositif de guidage automatique des bandes assure un rattrapage permanent et individuel du déport des bandes (vérin pneumatique). Un dispositif de contrôle du déport des bandes sans contact physique avec les bandes, et donc sans usure, permet d'agir sur les vérins pneumatiques et sur les rouleaux correcteurs. Toutes les parties mécaniques sont facilement accessibles pour l'entretien et le contrôle.

L'intérêt de la déshydratation mécanique est de réduire l'humidité de boue pendant la période pluvieuse.

L'autre méthode de déshydratation est la déshydratation naturelle ; cette méthode est faite par l'exposition de boues aux rayons solaires où les lits de séchage sont déversés à travers une vanne après l'arrivage de l'épaississeur. Dans le cas de déshydratation mécaniques, les boues déshydratées serrent épandues puis les stocks pour les valoriser à l'utilisation de l'agriculture.

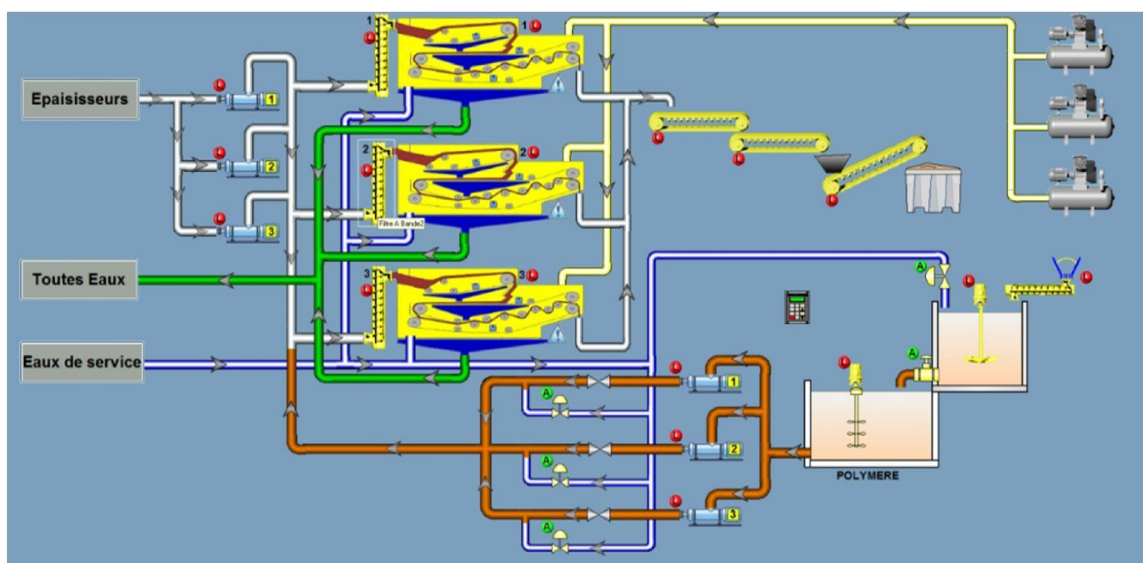


Figure II.9 : Vue en coupe du système de déshydratation mécanique.

CONCLUSION :

La concrétisation de l'investissement de réalisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de M'sila induit des impacts socio-économiques très importants tels que la protection de la nappe d'eau du Hodna contre la pollution domestique et industrielle. Cette nappe d'eau est la seule ressource en eau de la wilaya, alimentant en eau potable plus de 900.000 habitants la lutte contre les maladies hydriques ; la protection de l'environnement...etc. [11]

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 .

D'après les résultats concernant les paramètres de pollution, il est confirmé une charge polluante très élevée des eaux usées à leur arrivée au niveau de la STEP. Après les déférentes opérations de traitement appliquées, les eaux épurées sont claires et ont moins d'odeurs.

En comparant les eaux usées arrivant à la STEP et les eaux épurées, on constate que le traitement des eaux usées urbaines au niveau de cette STEP est efficace [16].

Cette dernière traduit le constat d'état de la STEP qui montre qu'elle fonctionne correctement.

Chapitre III :

Méthodes de maintenance appliqués

INTRODUCTION :

Aucune autre fonction dans une installation de production, à l'exception peut être de la recherche et du développement (bureau d'études), n'implique une aussi large gamme d'activités que celle de la maintenance. Dans le management de cette fonction se posent les problèmes de planning, d'approvisionnement, de personnel, de contrôle de qualité, de gestion et des problèmes techniques.

L'investissement dans la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité de l'équipement moderne de production augmente de façon notable leur durabilité et leur rentabilité. La maintenance planifiée préventive vise à diminuer la probabilité de défaillances cataclysmiques d'un système. Pratiquement, les gains anticipés de l'implantation d'un système simple de gestion en maintenance préventive peuvent être significatifs.

L'application d'une stratégie de maintenance préventive permet de planifier le maximum d'actions avec rigueur. Pourtant, un certain pourcentage d'actions restera aléatoire. Dans l'état actuel des connaissances, on est arrivé à planifier environ 60% des activités de maintenance du personnel [17].

La démarche de mise en place de la maintenance préventive est tout d'abord de faire participer les différents services aux travaux préliminaires pour pouvoir élaborer le plan de maintenance, c'est la constitution d'une structure de nomenclature de matériel de l'entreprise. Pour cette étape les méthodes ont besoin de la participation de la production, l'étude, la qualité, la comptabilité et la réalisation de la maintenance [17].

Pour ces raisons, dans ce chapitre on va présenter une méthode de travail qui permet d'élaborer un planning de maintenance préventive pour la station d'épuration de la ville de M'sila.

III.1 Méthodes de maintenance appliquées

III.1.1 Application de la maintenance préventive:

On aura dans la pratique deux formes de maintenance :

La maintenance préventive systématique et la maintenance préventive conditionnelle.

a. Maintenance préventive systématique:

Pour cette politique, on arrive à réduire le nombre de défaillance catalectique (et donc de leur couts) et améliorer la disponibilité de l'équipement, sa sécurité et sa durée de vie.

Cas d'application : la maintenance préventive systématique inclut les actions de maintenance requises par les dispositions légales et/ou réglementaires. Elle inclut au minimum la planification formelle, la description claire et précise du travail à effectuer (lubrification, changement de filtres, remplacement des roulements, etc.) et l'enregistrement du travail accompli. La maintenance préventive systématique s'applique à des mécanismes de dégradation dont l'évolution est globalement connue. Ceci explique qu'elle n'inclut pas d'observation préalable de l'état du bien. La maintenance préventive systématique se fera suivant un échéancier.

La maintenance préventive peut être appliquée dans les cas suivants :

- Equipements soumis à la législation en vigueur (sécurité réglementé) ;
- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves ;
- Equipements ayant un coût de défaillance élevé ;
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevés au cours de leur temps de service.

b. Maintenance préventive conditionnelle:

Cas d'application : tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Comme paramètres de mesure, ils peuvent être portés par exemple sur le niveau et la qualité d'huile, les températures

et les pressions, la tension et l'intensité du matériel électrique...etc. La connaissance du comportement est en temps réel à condition de savoir interpréter les résultats. A ce niveau l'information a un rôle fort intéressant à jouer. Par exemple : une société a introduit un système de gestion par microprocesseur pour améliorer ou installer un programme de maintenance conditionnelle .ce système de gestion comporte une centrale de mesure électrique portable, une imprimante et un analyseur de données. Les mesures s'effectuent avec un simple capteur. Les données recueillies sont transmises à une imprimante, soit déchargée dans un analyseur de données pour emmagasiner sur une bande magnétique ou sur disquette qui peut fournir les rapports de maintenance automatiquement. La méthodologie de mise en œuvre d'une maintenance préventive conditionnelle est comme le suit :

- Sélection des défaillances à prévenir (à partir des historiques ou d'une AMDEC) ;
- Sélection d'un paramètre physique ;
- Choix des capteurs ;
- Choix du mode de collecte des informations (par ronde ou par télésurveillance) ;
- Détermination des seuils (seuil d'admissibilité et le seuil d'alarme) ;
- Définition des procédures après alarme ;
- Organisation de l'intervention conditionnelle [06].

III.1.2.Opérations de la maintenance préventive:

Ces opérations peuvent être classées en quatre groupes d'action.

a. Entretien:

L'entretien comprend les opérations de la maintenance préventive tels que le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface qu'ils soient externes ou internes.

b. Surveillance:

Les termes ci-après sont représentatifs des opérations nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Inspection : c'est une activité de surveillances s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'a pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies.

Contrôle : c'est une vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement. Le contrôle peut :

- Comporter une activité d'information ;
- Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement ;
- Déboucher sur des actions correctives.

Visite : c'est une opération consistant en un examen détaillée et prédéterminée de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du premier niveau. .

c. Révision : c'est l'ensemble des actions d'examens, de contrôle et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien de contre toute défaillance majeur ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donnée.

d. Préservation

Mise en conservation : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de non-utilisation.

Mise en survie : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de manifestation de phénomènes d'agressivité de l'environnement à un niveau supérieur à celui par l'usage de référence.

Mise en service : c'est l'ensemble des opérations nécessaires, après l'installation du bien à sa réception, dont la vérification de la conformité aux performances contractuelles.

III.1.3.Application de la maintenance corrective:

La maintenance corrective n'est pas forcément celle qui est la moins coûteuse, d'abord parce que, pour une même intervention elle peut forcer à engager des moyens exceptionnels justifiés par la criticité de la défaillance, d'autre part parce que l'interruption non programmée du service ou de la production, peut avoir des conséquences préjudiciables pour l'entreprise.

La maintenance corrective est par définition imprévisible mais pas forcément imprévue :

a. Maintenance corrective «acceptée»:

La recherche permanente du meilleur rapport, usage/coût, peut conduire à accepter la défaillance d'un équipement avant d'envisager des actions de maintenance.

b. Maintenance corrective «palliative»:

Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelée couramment «dépannage», la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui doivent être suivies d'actions curatives.

c. Maintenance corrective «curative»:

Action de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise [06].

Cas d'application : l'action de maintenance effectuée suite à une défaillance permet le passage de l'état de dysfonctionnement, elle corrige l'erreur de système [02].

Préparation des actions de maintenance corrective : la préparation est une tâche d'anticipation des difficultés rencontrées sur le terrain, effectuée par un technicien qui connaît le terrain. Elle consiste à prévoir les paramètres d'exécution d'une tâche, à identifier les problèmes potentiels, à définir les besoins puis à rédiger les documents de préparation. La préparation d'une tâche corrective peut se faire avant la défaillance (cas d'une défaillance attendue avec préparation anticipée) ou après la défaillance (cas d'une défaillance non prévue avec préparation « à chaud ») [02].

III.1.4. Opérations de la maintenance corrective:

L'action de maintenance corrective effectuée suite à une défaillance permet le passage de l'état de dysfonctionnement à l'état de fonctionnement. Cette action comprend plusieurs phases.

Les opérations de la maintenance corrective peuvent être classées en trois groupes d'actions [02].

III.2. Défaillances et pannes**III.2.1 La défaillance:**

Cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise (norme NF EN 13306) [05].

III.2.2 Localisation de défaillance:

C'est l'action qui conduit à rechercher précisément les éléments par les quels la défaillance se manifeste.

Test : c'est une opération qui permet de comparer les réponses d'un système à une sollicitation appropriée et définies, avec celles d'un système de référence ou avec un phénomène physique significatif d'une marche correcte.

Détection : C'est l'action de déceler au moyen d'une surveillance accrue, continue ou non, l'apparition d'une défaillance ou l'existence d'un élément défaillant.

Dépistage : c'est une action qui vise à découvrir les défaillances dès leur début par un examen systématique sur des équipements apprenant en état de fonctionnement.

III.2.3 Modes principaux de défaillances:

Une fonction à quatre façons de ne pas être correctement effectuée :

- Plus de fonction : la fonction cesse à réaliser.
- Pas de fonction : la fonction ne se réaliser.
- Fonction dégradée : la fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances.
- Fonction intempestive : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée [05].

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 III-1-Modes de défaillance.

III.2.4. Les causes de défaillance:

Ce sont les raisons de la défaillance. Les raisons peuvent résulter d'au moins un des facteurs suivants : défaillance due à la conception, à la fabrication, à l'installation, à un mauvais emploi, par fausse manœuvre, à la maintenance. Il existe quatre types de cause amenant le mode défaillance :

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 III-2- Causes de défaillance.

III.2.5 Le mécanisme de défaillance:

Le mécanisme de défaillance correspond aux processus physiques, chimiques ou autres qui conduisent ou ont conduit à une défaillance.).

III.2.6 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.

III.2.7 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.

III.3. La panne:

État d'un bien inapte à accomplir une fonction requise, excluant l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou à un manque de ressources extérieures (n o r m e NF EN 13306). Après une défaillance, le bien est en panne, totale ou partielle. Une défaillance est un événement à distinguer d'une panne qui est un état.

III.3.1. Les modes de pannes:

Un mode de panne est la façon par laquelle est constatée l'incapacité d'un bien à remplir une fonction requise.

Tableau III.3: Tableau effets-cause-remèdes pour les équipements de la STEP de la ville de M'sila.

STEP de la ville de M'sila, Société :		Tableau effets-cause-remèdes/Equipment de STEP			Date :
Fonction (ouvrage)		Défaillances			Version :
Equipement		Effets (pannes /incidents)	Causes	Remèdes (solutions possibles)	Page :
Traitement primaire	Dégrilleurs grossiers et fins (1.2.3.4.)	Grincements de l'intercalage du râteau dans le champ de la grille.	-Les barres du champ de la grille sont courbées ou alignées. -Les dents du râteau sont pilées ou alignées. -Les jarrets de guide de la chaîne ne sont pas ajustés.	-Vérifiez le champ de la grille et si nécessaire alignez les barres courbées ou remplacez-les.	
		Grincements dans les Les roulements	-La tension de la chaîne n'est pas ajustée. -La position horizontale de l'arbre de transmission n'est pas adaptée. -Le graissage du roulement n'est pas vérifié.	-Vérifiez la tension de la chaîne et ajustez-la si nécessaire.	
		Usure de l'unité de roulements	-Fuite d'huile (flexible, raccord de joint).	-Vérifiez l'unité de roulement pour l'usure et remplacez-les si nécessaire.	
		Renvoi inférieur de la chaîne	-Les roues de la chaîne zigzaguent. -L'usure des pivots de roulements.	-Vérifiez les pivots de roulement pour l'usure et remplacer-les si nécessaire.	
		Arrêt de l'unité d'entrainements du dégrilleur	-Disjoncteur défectueux ou bloqué.	-Remplacez-le.	
		Couvercle de dégrilleur abimée	-Verrouillage endommagé.	-Remplacez le disjoncteur.	
		L'équipement vibre	-Mauvais ou nettoyage imparfait. -L'usure des Supports. -Montage mauvais.	-Vérifiez la planéité de la structure sur laquelle l'équipement est installé.	

	Convoyeur à bandes (1.2)	Bruit dans les organes de transmission	-L'usure des supports. - Engrenages et/ou coussinets usés de réducteur. -Présence de résidus métalliques dans l'huile de lubrification.	-Remplacez les supports avec les pièces de rechanges originales. -Procédez la vidange de l'huile avec et nettoyez les pièces.
--	--------------------------	--	---	--

Traitement primaire	Convoyeur à bandes (1.2)	Vitesse du ruban dégrilleur trop bas et/ou temps de démarrage trop long	-Chute de tension dans le réseau électrique d'alimentation ou voltage nominal du réseau électrique inférieur à celle du moteur. -Moteur électrique défectueux.	-Vérifier la tension du réseau électrique - Réparez ou remplacez le moteur électrique. - Réparez ou remplacez le moteur électrique.
		Le chariot ruban n'est pas libre de tourner ou faible transport de matériels	Des rouleaux usés ou la présence d'incrustations.	-Localisez le/les rouleaux usés et procéder à leurs substitutions avec des recharges originales -Prévoyez à un nettoyage soigné.
			Ruban usé.	-Procédez à la substitution avec des recharges originales
		Le moteur électrique vibre	Le moteur électrique est défectueux	- Réparez ou remplacez le moteur électrique.
		Bruit de fonctionnement anormal et vibration	-Défauts de positionnement ou denture -Quantité d'huile insuffisante.	-Vérifiez la position horizontale de l'arbre de transmission. -Vérifiez le niveau d'huile
		De l'huile s'échappe des réducteurs ou du moteur	Joint défectueux.	-Remplacez le joint
		De l'huile s'échappe du clapet d'évent	-Niveau d'huile incorrect. -Condition de fonctionnement défavorable.	-Vérifiez le niveau d'huile -Consultez la notice de constructeur
		Le réducteur est trop chaud	-Conditions de montage défavorables. -Défaut sur les réducteurs.	-Corrigez le raccordement /branchement -Adaptez le moteur à la tension du réseau -Remplacez le fusible
	Les pompes de relevage (1.2.3.4)	La pompe ne débite pas	-Pas assez de liquide dans le bassin. -La pompe tourne trop lentement. -Présence de saletés ou de cambouis dans la pompe. -Pompe mal placée sur son socle. -Sens de rotation erronée. -Tuyauterie de refoulement bouché	-Remplissez le bassin avec le liquide convenable -Démontez et nettoyez la pompe -Vérifiez les indications de fournisseur -Démontez la pompe et la nettoyez -Vérifiez les points de connexion /branchement -Vérifiez les filtres.
		Manque de pression de relevage	-Les palettes de la pompe restent collées. -Le liquide revient au réservoir sans avoir rempli ses fonctions.	-Nettoyez le système ou réparez /remplacez le si nécessaire. -Pièces mécaniques défectueuse (un clapet de retenue).
		Pression trop basse ou irrégulière	-Liquide trop froid. -Viscosité du liquide non appropriée. -Des pièces internes de la pompe se coincent.	-Réchauffez le système -Changer la viscosité de liquide Réparez ou nettoyez le système

		La pompe est brunante	-Tuyauterie d'arrivée obstruée ou déformée. -Fuite ou entrée d'air dans la tuyauterie d'arrivée. -Pièce de la pompe collée.	-Nettoyez ou réparez-le -Assurez que les tuyauteries plongées bien dans le liquide de réservoir. -Vérifiez si le liquide contient des particules solides
--	--	-----------------------	---	--

Traitement primaire	Dessableur/ Déshuileur (1.2)	Grincement	-Le graissage de l'unité d'entraînement n'est pas vérifié. -Le niveau d'huile n'est pas vérifié du moteur. -La lubrification de sol-dispositif n'est pas vérifiée.	-Vérifiez la lubrification.
		Arrêt du système	-L'interrupteur de fin course ou bouton d'arrêt d'urgence est bloqué. -L'alimentation est coupée.	-Vérifiez l'alimentation -Enlevez le blocus du raclage de surface pour la graisse
		L'unité ne démarre pas	-Le câblage électrique n'est pas correct. -La tension d'alimentation n'est pas adaptée -La turbine est bloquée	-Vérifiez le câblage et le branchement électrique. -Vérifiez l'interrupteur de fin de course. -Enlevez le blocage.
		Débit d'air nul ou insuffisant	-Le sens de rotation est erroné. -Le filtre d'aspiration est bouché.	-Vérifiez et assurer que le sens de rotation correspond à celui qui est indiqué sur le carter. protégeant le ventilateur du moteur. -Nettoyer ou remplacer la cartouche.
		Bruit anormal	-Le panneau d'insonorisation est endommagé. -La turbine frotte contre la carcasse. -L'unité travaille avec une pression et/ou dépression. supérieure à la valeur admissible. -Le roulement est usé. -L'unité n'est pas installée dans une position adaptée.	-Faire nettoyer l'intérieur de la machine par du personnel qualifié. -Remplacer le roulement. -Installer les unités sur des structures qui ne peuvent pas transmettre ou amplifier le bruit (réservoirs, plaques en tôles, etc.).
		Vibrations anormales	-Des dépôts se sont accumulés dans la turbine. -L'unité n'est pas fixée correctement.	-Remplacer la turbine. -Faire nettoyer l'intérieur de la machine par du personnel qualifié. -Fixer l'unité avec des dispositifs anti vibratoires.
		Arrêt de motoréducteur de La machine	-Le niveau d'huile du motoréducteur n'est pas vérifié. -La vis d'Archimède est endommagée ou usée. -L'auge de compacteur est colmatée.	-Vérifier la protection du moteur. -Vérifier le niveau d'huile du motoréducteur. -Vérifier l'auge pour colmatage. -Vérifier la vis d'Archimède est endommagée. -Vérifier le revêtement d'usure.

	Classificateur de sable	Un bruit fort	Les points est les pinces de fixation n'est pas vérifiés.	-Vérifier toutes les fixations. -Vérifier le revêtement d'usure. -Vérifier les déguilles si des corps étrangers (par exemple du fer, du bois, de grosses roches,...) sont y compris. -Vérifier les pinces de fixation. -Vérifier la vis d'Archimède.
		Déplacement de l'arbre de transmission	-L'arbre de transmission n'est pas ajusté. -Fuites.	-Vérifiez et ajuster l'arbre de transmission. -Réparez la pièce défectueuse.

Traitement primaire	Classificateur de sable	Les déchets transporté ne décharge pas	-L'entonnoir de décharge est colmaté.	-Nettoyez l'entonnoir.
		L'eau reste dans l'auge	-La passoire de l'auge n'est pas nettoyée.	-Nettoyez ou remplacez la passoire.
		Le canal de déversoir est bloqué	-Le tuyau de sortie est bouché.	-Débouchez la conduite de sortie du déversoir.
	Compartiment Anoxique (1.2.3.4.5.6.7.8)	Manque d'O ₂ dans des zones particulières au bassin.	-Les agitateurs ne sont pas réglés. -Les sens de rotation est erroné.	-Réglez les agitateurs et vérifiez les sens de rotation -Vérifiez le branchement électrique.
		La qualité des eaux traitées est mauvaise	- Les agitateurs ne sont pas réglés.	-Réglez les agitateurs et vérifiez le sens de rotation.
		Bruit inhabituels au niveau du réducteur	-Niveau d'huile trop bas -Corps étrangers dans l'huile (bruit irrégulier) -Endommagement occasionné par un blocage lors de la mise en service.	-Contrôler le niveau d'huile et vérifiez le remplacement des lubrifiants.
		Bruit inhabituel sur l'unité d'entraînement et débordement d'huile	-Paliers de l'unité d'entraînement non lubrifiés. -Jeu de paliers défectueux. -Vis de fixation est desserrés. -Niveau d'huile incorrect pour la forme de construction utilisée. -Suppression provoquée par une purge d'air insuffisante.	-Contrôler le niveau d'huile. -Contrôle et remplacement les lubrifiants. -Contrôlez les paliers et remplacez-les s'il est nécessaire.

Traitement secondaire	Compartiment d'aération (A.B.C.D)	Le réducteur est trop chaud	-Capot du ventilateur du moteur et/ou du réducteur fortement encrassé. -Niveau d'huile incorrect pour la forme de construction utilisée.	-Contrôler la forme de construction. -Contrôler le niveau d'huile.
		Le moteur ne tourne pas, l'aérateur ne démarre pas	-L'alimentation électrique du moteur est coupée. -La protection contre la surchauffe du moteur est activée.	-Vérifiez l'alimentation électrique.
		Le moteur tourne, l'aérateur ne démarre pas	-L'accouplement moteur/transmission est défectueux.	-Réparez l'accouplement.
		L'aérateur vibre fortement quand il est en service	-Les écrous de la plaque de base ne sont pas bien serrés -Le palier sur le moteur ou la transmission est défectueux	-Fixez a serrez les vis écrous -Réparez les paliers
		Recirculation insuffisant sur l'oxygène	Le temps d'aération est très long.	-Diminuez le temps de fonctionnement de l'aérateur.
		Aération très important	L'aérateur et la pompe de nitrate ne sont pas réglés.	-Vérifiez le fonctionnement de réducteur .

Traitement secondaire	Décanteur secondaire (1.2)	Le moteur ne tourne pas	-L'alimentation électrique du moteur est coupée. -La passerelle (couloir) n'est pas nettoyée.	-Contrôlez les fusibles et la protection du moteur, quant à la présence de défauts ou d'activation. -Nettoyez la passerelle et le couloir de l'ouvrage.
		Bruit inhabituels au niveau du réducteur	-Niveau d'huile trop bas. -Corps étrangers dans l'huile (bruit irrégulier)	-Contrôlez le niveau d'huile ou vidangez-le -Contrôlez la qualité de l'huile.
		Le moteur ne tourne pas suffisamment,	-L'accouplement moteur/transmission est défectueux. -Nettoyage insuffisant.	-Contrôler la forme de construction/montage -Consultez la notice de constructeur.
		Les boues remontent sur le clarificateur	-Le pont de décanteur est en arrêt.	-Vérifiez l'alimentation électrique/fonctionnement du moteur.
		Raclage de surface inopérant	-Les lames de racleur ne sont pas réglées.	-Réglez les lames et contrôlez le fonctionnement de clarificateur.
	Bassin RAS/SAS (1.2.3.4) (1.2)	La pompe ne débite pas	-Pas assez de liquide dans le bassin. -La pompe tourne trop lentement. -Présence de saletés ou de cambouis dans la pompe. -Pompe mal placée sur son socle. -Tuyauterie de refoulement bouché	-Contrôlez la qualité de boues. -Démontez et nettoyez la pompe. -Vérifiez les indications de fournisseur. -Démontez la pompe et la nettoyez. -Vérifiez les points de connexion /branchement.
		Pression trop basse ou irrégulière	-Liquide trop froid. -Des pièces internes de la pompe se coincent ou usées.	- Nettoyez le système ou réparez /remplacez le si nécessaire -Contrôlez le niveau de boues.
		La pompe est brunante	-Tuyauterie d'arrivée obstruée ou déformée. -Fuite ou entrée d'air dans la tuyauterie d'arrivée. -Pièce de la pompe collée.	Nettoyez ou réparez-le -Assurez que les tuyauteries plongées bien dans le liquide de réservoir. -Vérifiez si le liquide contient des particules solides
		Usure excessive de pièces internes de la pompe	-Présence d'impuretés abrasives ou de cambouis dans le liquide. -Pression restant constamment au-dessus du maximum prévu pour la pompe.	-Nettoyez et soignez les pièces internes de pompe. -Contrôlez le niveau de boues dans le bassin. -Consultez les recommandations du constructeur.
		Diminution de l'efficacité de traitement biologique	-La pompe RAS n'est pas réglée.	-Vérifiez les paramètres de réglage de pompe.

		Mouse jaune sur la surface du bassin d'aération	-La pompe SAS n'est pas réglée.	-Vérifiez les paramètres de réglage de pompe.
--	--	---	---------------------------------	---

CONCLUSION :

La maintenance préventive planifiée des équipements de la STEP doit être réalisée d'une manière efficace pour améliorer la qualité et le coût d'équipements et renforcer la production.

Pour atteindre cet objectif, nous avons présenté un ensemble d'étapes qui permet de réorganiser les opérations de maintenance préventive dans un plan, c'est le planning de maintenance préventive afin d'assurer le fonctionnement de l'équipement pendant sa durée de vie totale, en minimisant au maximum les probabilités de pannes et le coût de maintenance.

Chapitre IV :

**Proposition d'un planning de maintenance
pour la STEP de la ville 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, à analyser 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 diagnostic.

Ce chapitre est consacré à cette méthode d'analyse qu'on devrait appliquer à 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. [18]

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) [19].

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.

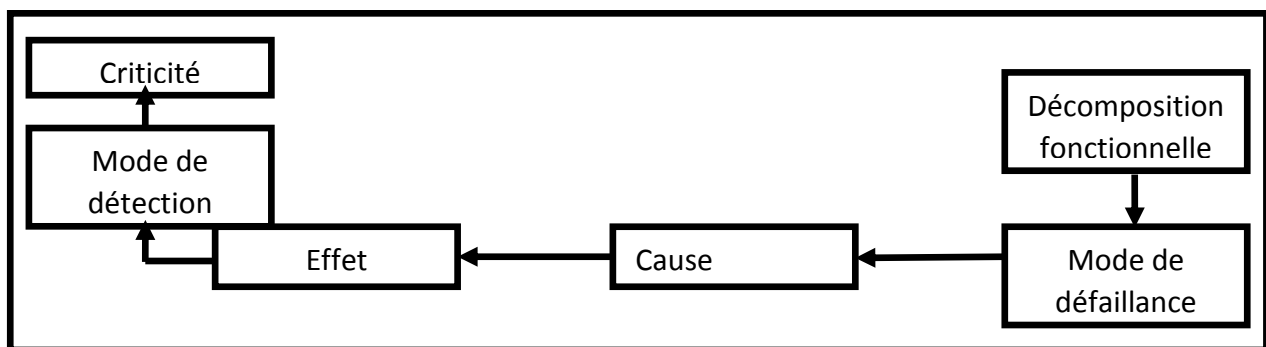


Figure IV-1 : Etapes d'une analyse de type AMDEC.

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 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 :

$$\text{Indice de criticité (C)} = \text{Indice de Gravité (G)} \times \text{Indice de fréquence(F)} \\ \times \text{Indice de non Détection (D)}$$

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)[19]

Fréquence F		Gravité G		Détection D	
1	Moins de 1 défaillance pour 3 ans	1	Sans dommage : n'influant 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-1- 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 une 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, les 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-2 - 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'alimentation 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 contrainte - cisaillement	-Arrêt de dé grilleur	- contrôle périodique	1	3	1	3

Dessableur –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'extraie pas -arrêt intempestif du moteur	-Pas d'énergie électrique -pas de sable dans le flux d'entrée	Ne sèche pas le sable	- Contrôle visuel et - relais thermique	1	2	2	4
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	-L'alimentation électrique du moteur est	-arrêt de moteur	-relais thermique				

	fonctionne pas.	coupée. - La passerelle n'est pas nettoyée			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'Epaississeur								
Equipement	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'épaississement	-relais thermique -contrôle journalier	1	2	1	2
Epaississeur	L'épaississeur ne fonctionne pas correctement.	- La position des lames n'est pas réglée. -Déformation des racleurs	-influer sur l'opération de l'épaississement	- Contrôle Visuel périodique	1	2	1	2
Déshydratation mécanique								
Equipement	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-3- 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	Chaine d'entraînement	Chaine de transport	Vérifier la tension de la chaine Vérifier pour l'usure, la déformation et la fixation	mensuelle
		Champ de la grille	Barre de la grille	Vérifier pour l'usure, la déformation et la fixation	hebdomadaire
		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 chaine	Roulements à brides	Graisser les roulements	Mensuelle
	Moteur électrique	Chaine d'entraînement	Chaine de transport	Vérifier la tension de la chaine, Vérifiez pour l'usure, la déformation et la fixation	mensuelle
	Convoyeur à bandes	Station de tension de la chaine	Roulements à brides	Graisser les roulements	Trimestrielle

				Vérifier la tension de convoyeur	Mensuelle
Poste de relevage	Capteur de niveau : Ultrasonique	-	-	Nettoyage des sondes	Journalière
	Pompe submersible de relevage		-	Vérifier l'entrée et la sortie du poste de relevage	Trimestrielle
				Contrôler et vérifiez et le refroidissement	Trimestrielle
	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	Les parois et le fond du bassin		Nettoyer les parois et dégager le sable	Périodiquement
	Pont racleur	Machine	Bouton d'arrêt d'urgence	Contrôler le fonctionnement	Journalière
				Vérifier les fissures Serrer les boulons du racleur	4 fois/ jour
	Pont racleur	Racleur à caoutchouc	Lame de tôle	Vérifier pour l'usure	Journalière
		Unité du câble trainant	-	Vérifier pour l'usure et la fixation	semestrielle

Déssableur/ Déshuileur		Siege palier	Potence de trainement	Assurer la lubrification	semestrielle
	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 boite 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	Machine	Roulement	Graisser les roulements	Chaque 1200 heure

	compacts	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 nitrates		Graisser les roulements	Chaque 3000 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
	Clarificateur			Contrôler les bruits	Journalière

Décanteur secondaire		Moteur Réducteur		Contrôler l'intensité absorbée Dépoussiérer les plaques à bornes	
				Graisser les roulements de moteur	Chaque 4000 heure
		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 Contrôler l'intensité absorbée	Journalière
				Contrôler et vérifier et le refroidissement	Trimestrielles
				Contrôler visuellement l'armoire électrique	Hebdomadaires
	Moteur			Contrôler l'intensité absorbée Contrôler visuellement les câbles de branchement du moteur	Journalière
				Contrôler et mesurer la résistance d'isolation de la bobine de moteur Contrôler si les vis et écrous sont serrés au couple prescrit	Chaque 4000 heure
	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	Semestrielles
				Contrôler et vérifier et le refroidissement	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 Dépasser 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 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.

CONCLUSION GENERALE

Le travail mené dans ce mémoire a permis d'établir un planning de maintenance pour la station d'épuration de la ville de M'sila, ce planning représente l'un des documents indispensables du service de maintenance pour n'importe quelle unité de production. Ce projet se base sur un inventaire des équipements et une fiche d'AMDEC puis un outil de diagnostic (tableau effets-causes-remèdes).

Au début, nous avons exposé en détail le travail à réaliser. Nous avons commencé par l'élaboration d'un inventaire d'équipements qui présente une meilleure classification rapide des équipements, puis nous avons établi la fiche d'AMDEC qui présente un moyen efficace d'identification des points sensibles de l'installation en y affectant des actions de maintenance ou de contrôles plus rigoureux. Ensuite nous avons proposé un planning de maintenance préventive à l'aide de l'AMDEC qui aura permis à déterminer les composants les plus critiques, qui demandent donc plus de surveillance et d'entretien.

Et pour évaluer ce planning de maintenance, nous avons proposé un modèle d'étude économique pour un équipement dans la STEP qui montre l'efficacité du planning proposé, par contre nous ne pouvons pas évaluer le planning totalement puisque les documents et les factures nécessaires ne sont pas accessibles (le gestionnaire est une entreprise privée).

Donc la maintenance est avant tout un outil de développement et d'adaptation technologique. Les responsables de gestion de la STEP doivent se préoccuper à effectuer un entretien plus efficace par l'élaboration de planning de maintenance préventive.

Ce document est un outil de référence et de base qui peut être consulté, sur un sujet particulier, ou encore dans sa globalité. Il est rempli de renseignements concrets et utiles donnant au gestionnaire un aperçu des pratiques de l'industrie en matière de maintenance des installations hydrauliques. Il vise à aider les personnes concernées à appliquer de bonnes méthodes de maintenance en s'assurant de la pleine utilisation des ressources, internes et externes.

Pour être et demeurer compétitive, une STEP doit produire toujours mieux (qualité) et au coût le plus bas. Pour minimiser ce coût, on épure plus vite et sans interruption des produits sans défaut afin d'atteindre l'épuration efficace et maximale par unité de temps.

ANNEXE : Normes de la maintenance annexes

Code	Désignation
FD	Fascicule de Documentation
EN	Norme européenne (Européen Norme)
NF	Norme Française
X	Domaine qualité
Norme	Description
FD X 60-000	Maintenance industrielle-Fonction maintenance, fascicule de documentation
NF EN 13306	Maintenance, terminologie de la maintenance, homologuée (versions française et anglaise)
NF X 50-501	Maintenance, états de référence des biens : vocabulaire des activités de rénovation et de reconstruction, Homologuée

BIBLIOGRAPHE

- [01] PASCAL, Vrignat. Génération d'indicateurs de maintenance par une approche semi- paramétrique et par une approche markovienne. Thèse de Doctorat, Université d'Orléans, French, 2010. 163 p.
- [02] CHAFAI, Mahfoud. Management de la maintenance industrielle, L'office des Publications Universitaires (OPU), Alger, 2015, 317 p.
- [03] RAMADE, F, Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Paris, Ediscience international, 2000,689 p.
- [04] RAMADE, F. Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Paris, 3^{ème} édition, Dunod, 2002,690p
- [05] NASRI, M'barek. Maintenance des installations industrielles, Ellipses Edition Marketing, 2014, 252p.
- [06] BELHOMME, A. Cours stratégie de la maintenance, Forges les eaux (<http://btsmiforges.free.fr/>), 2011, 67 p.
- [07] KESSIRA, Mohamed. Valorisation des eaux usées épurées en irrigation, Synthèse Internationale du Projet (S.I.P), Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), Alger, 2013, 14 p.
- [08] L'Office National de l'Assainissement (ONA). La réutilisation des eaux épurées en Algérie : situation et perspectives, Document technique, Alger, 2011.
- [09] L'Office National de l'Assainissement (ONA), l'unité de M'sila, 2015.
- [10] Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de M'sila (D.R.E),2014/2015.
- [11] DRE, Réalisation d'une station d'épuration des eaux usées à M'sila, Rapport de présentation.2009, 41 p.
- [12] DRE, Description et notes de processus, Avril 2008,43 p.
- [13] DRE, manuel d'exploitation, volume 01, 2009.
- [14] BABI Bahjat ,Vijio Citect 7.2 (Schneider Electric), Fenêtres de supervision , STEP de la Ville de M'sila ,2013.
- [15] INTERECO Belt presse, Filtre à bande EDOM de 1500 à 2500 largeur de bande, fiche technique www.iterco.it

- [16] BOUZROURA, Meriem. Contribution à l'étude du rendement des traitements utilisées dans la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville de M'sila, Mémoire de master académique Université de M'sila, M'sila, 2014, 88 p.
- [17] ARCADIO, P, et Sincero, SR. Physical–chemical treatment of water and wastewater, Boca Raton, London, New York, Washington, IWA Publishing, 2003, 249 p.
- [18] MATECKI Elsa. Réduction des plans de maintenance pour des stations d'épuration Mémoire de master ingénierie, Université Henri Poincaré, Nancy I, France, 2012, 45.
- [19] <http://qualite.comprendrechoisir.com/comprendre/amdec> 2015.