N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUEALGÉRIENNEDÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENTDES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : ***Sciences agronomiques***

Spécialité : Eau et Environnement

Intitulé du thème :

TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES EAUX USEES CAS DE LA STEP DE SIDI BEL ABBES.

Présenté par : **Mr**ALLAM Hamza
MelleLARIK Kheira

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mr**	MELALIH Ahmed	(**M.A.A**/UDL/SBA)
Examinateur : **Mr**	RAHMANI Abdelkader	(**M.A.A**/UDL/SBA)
Promoteur :**Mr**	REGUIG Mohamed Mokhetar	(**M.A.A**/UDL/SBA)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin »

Dédicace

Du profond de mon cœur , je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers

A MA CHERE MERE

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect , mon amour éternel pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être .

Je vous remercie pour tout le soutien de l'amour que vous me portez depuis enfances et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera pour toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. puisse dieu, le très haut , vous accorder santé , bonheur et longue vie.

A LA MEMOIRE DE MON PERE

Ce travail est dédié à mon père , décédé trop tôt , qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études

J'espère que ,du monde qui est le sien maintenant ,il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme . puisse dieu, le tout puissant , l'avoir en sa sainte miséricorde .

A ma famille et mes proches .

Allam hamza

Dédicace

A mes très **chers parents** , source de vie d'amour et d'affection

A mes chères sœurs et leurs enfants , source de joie et de bonheur

A mon frère unique

A tous ceux qui de près ou de loin , ont collaboré à la réalisation de ce travail , en guise de reconnaissance .

Larik Kheira

Remerciement

Nous remercions avant tout le Seigneur Dieu tout Puissant de nous avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de la réalisation de ce modeste travail et le bonheur de lever nos mains vers le ciel et de dire “merci mon Dieu“.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur monsieur REGUIEG MOHAMED MOKHTAR, pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses orientations et ses conseils judicieux ,et nous adressons également nos respectueux remerciements à tous les membres du jury qui vont juger ce modeste travail et nous faire profiter de leurs connaissances et remarques constructives :

Nos sincères remerciements au chef de la STEP de Sidi Bel Abbes et le personnel du laboratoire de cette station pour leurs précieuses aides et pour leurs éclaircissements et à toute l’équipe de la STEP de SBA. Et aussi à tous les responsables et agents de l’ONA de SIDI BEL ABBES qui nous ont beaucoup aidés au cours de ce travail.

Tous nos remerciements et notre estime vont à tous les enseignants du la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de Sidi Bel Abbes.

Enfin, nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

La préservation des ressources hydriques contre la pollution et la pénurie de l'eau est l'un des problèmes majeurs qui pèse dans le monde entier. Pour mieux préserver cette richesse, de nombreux pays procèdent à l'épuration des eaux usées (domestiques et /ou industrielles) et à leur réutilisation. La culture de l'épuration de l'eau en Algérie est très nouvelle, elle est régie par l'office national d'assainissement (ONA), crée en 2001 sous la tutelle du ministère des ressources en eau qui dirige plusieurs stations d'épuration. Dans ce travail, nous nous sommes intéressés au suivi des performances épuratoires d'un système de traitement des eaux usées par boue activée dans la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes. L'objectif de cette étude est de mesurer, pendant une période de trois semaine , les charges polluantes reçue et rejetées dans un milieu récepteur (l'Oued Mekerra) par la station d'épuration de Sidi Bel Abbes, pour en évaluer son efficacité. Le contrôle de la station comportera le suivi de l'ensemble des paramètres physico-chimiques permettant de justifier le bon fonctionnement des installations et leur fiabilité. Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 96.81% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 3 semaine (DBO5) est respectivement de 94.68% et 90.05%, par contre l'élimination du nitrate, nitrite, L' ammonium et le phosphate est très faible, les concentrations résiduelles restent toujours très élevées dans l'effluent traité.

Mots clés : traitement – eaux usées – boue activée – station d'épuration – Sidi Bel Abbes – efficacité.

الملخص

إن الحفاظ على الموارد المائية من التلوث وندرة المياه هو إحدى المشاكل الرئيسية التي تواجه العالم. وبغية الحفاظ على هذه الثروة بشكل أفضل، تقوم بلدان كثيرة بتنقية مياه الصرف الصحي (المحلية و/أو الصناعية) وإعادة استخدامها. ثقافة معالجة المياه في الجزائر جديدة جدا، وهي تخضع للخدمات الصحية الوطنية، التي أنشئت في عام 2001 تحت وصاية وزارة الموارد المائية التي تدير عدة محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي. في هذا العمل، ركزنا على مراقبة أداء تنقية نظام معالجة مياه الصرف الصحي الطينية تفعيلها في محطة المعالجة في مدينة سيدي بلعباس. والهدف من هذه الدراسة هو قياس الحمولة الملوثة التي تم تلقيها وتسربها في بيئة استقبال من قبل محطة معالجة سيدي بلعباس، على مدى فترة 3 اسابيع، لتقييم فعاليتها. وستشمل مراقبة المحطة رصد جميع البارامترات الفيزيائية والكيميائية لتبرير التشغيل السليم للمرافق وموثوقيتها. وتظهر النتائج عوائد تنقية مرضية 96.81%من المواد المعلقة. معدل الانخفاض في الطلب على الأكسجين الكيميائي والطلب على الأكسجين البيولوجي لمدة 5 أيام هو 94.68% و 90.05٪ على التوالي، نتائج القضاء على النترات، النتريت، الأمونيوم والفوسفات منخفضة جدا، والتركيزات لا تزال مرتفعة جدا في النفايات السائلة المعالج

الكلمات المفتاحية: المعالجة - مياه الصرف الصحي - الطين المنشط - محطة معالجة مياه الصرف الصحي - سيدي بلعباس -الكفاءة

Abstract

The preservation of water resources against pollution and water scarcity is one of the major problems facing the world. To better preserve this wealth, many countries are purifying wastewater (domestic and/or industrial) and reusing it. The cultivation of water purification in Algeria is very new, it is governed by the national sanitation office, created in 2001 under the tutelage of the Ministry of Water Resources which runs several sewage treatment plants. In this work, we focused on monitoring the purifying performance of a mud wastewater treatment system activated in the treatment plant in the city of Sidi Bel Abbes. The objective of this study is to measure, over a period of Tree weeks, the pollutant loads received and released into a receiving environment by the Sidi Bel Abbes treatment plant, to assess its effectiveness. The control of the station will include the monitoring of all the physical and chemical parameters to justify the proper operation of the facilities and their reliability. The results show satisfactory purifying yields of 94.68% of suspended materials. The rate of reduction in chemical oxygen demand and biological oxygen demand for 3 days is 96,81% and 90.05% respectively, against the elimination of nitrate, nitrite, ammonium and phosphate is very low, concentrations still remain very high in the treated effluent.

Keywords: treatment - wastewater - activated mud - sewage treatment plant - Sidi Bel Abbes - efficiency.

Sommaire

Dédicace.....I

Remerciement.....III

Résumé..... IV

الملخص..... V

Abstract..... VI

Sommaire.....**Erreur ! Signet non défini.**

Liste d'abréviations..... VIII

Liste des figures XI

Liste des tableaux..... XII

Introduction Générale 1

I. Chapitre 01 : La Situation de L'eau en Algérie.....1

Partie 01 : la situation de l'eau en Algérie 2

Partie 02 : situation de l'eau dans la wilaya de sidi bel abbés 8

II. Chapitre 2 : Les Eaux Usée et Leur Traitements.....24

Partie 01 : généralités sur les eaux usées.....25

partie 02 :traitements des eaux ussée.....31

III. Chapitre 3 : Procédé d'épuration des Eaux Usée par Lagunage Naturel 42

1-Le lagunage naturel 43

IV. Chapitre 4 : Matériel et Méthode.....54

Partie 1 : descriptions la station d'épuration de sidi bel abbèse 55

Partie 2 : Les analyses physico-chimiques 56

V. Chapitre 5 : Résultats Et Discussion 68

Conclusion générale.....82

Bibliographie 83

Liste des abréviations

Hab: Habitant

CNES : Conseil National Economique et Social

AEP: Alimentation en eau potable

Pot : Potentielles

ANB : Agence national des barrages

PMH : petite et moyenne hydraulique

MRE : Ministère des ressources en eau

GPI :Grands périmètres d'irrigations

OPI :offices de périmètres irrigués

NE : nord-est

NO :nord-ouest

ADE : Algérie des eaux

DHW : Direction d'hydraulique de la Wilaya

APC : Assemblée populaire communale

l.s-1 : litre par second

ENIE :Entreprise Nationale Des Industries Electroniques

PH : potentiel d'hydrogène

EUI : eaux usées industriels

MES : matière en suspension

DBO : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

FAO : Food and Agriculture Organization

E.coli :Escherichia coli

EH : équivalent habitant

EUI : Eau Usée Industrielle

MO : matières oxydables

MA : matières azotées

MP :matières phosphorées

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONU: Organisation des Nations unies

STEP : Station d'épuration

INRS : Institut national de la recherche scientifique

CH_4 : Methane

REUE : réutilisation des eaux usées épurées

Cl^2 : le chlore gazeux

O^3 :L'ozone

CSHPF : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

ONA: Office National de l'Assainissement

MRE : ministère des ressources en eau

Kw : Kilowatt

T : température

CE : conductivité électrique

JORA :Journal officiel de la République algérienne

cm : Centimètre

mm : Millimètre

m^3 : Mètre cube.

m^2 : Mètre carré.

g : Gramme.

C° : Degré Celsius H : Heure N° : Numéro

ml : Millilitre

% : Pourcentage

NH^{+4}: l'azote ammoniacal

NH^3: ammoniac

NO^{-2}: nitrites

NO^{-3}: nitrates

O_2: oxygène dissouts.

CO_2: gaz de carbone.

SBA : Sidi Be**l** Abbes

CEMAGREF : Centre National du Machinismes agricole, du génie rural, des eaux et forêts.

Liste des figures

Figure 1: Les principales ressources superficiel de la région de Sidi Bel Abbes……10
Figure 2: Alimentation en eau potable dans la région de Sidi Bel Abbés(Bennabi et al, 2016)…… 16
Figure 3: Dégrilleure…… 33
Figure 4: un tamiseur ……34
Figure 5: traitements des eaux usée (Rodart et al, 1989)…….. 38
Figure 6: classification des bactéries selon le type de nutrition et d'énergie utilisé lors de la minéralisation (PELMONT J,1993) …… 44
Figure 7: Bactéries ……. 45
Figure 8: Bassin n°1: La minéralisation par les bactérie(PELMONT J, 1993)…….. 46
Figure 9: Bassin n°2 : Le rôle des plantes(PELMONT J, 1993)…….. 47
Figure 10: Protozoaires (CEMAGREF .1985……..48
Figure 11: Les rotifères(CEMAGREF .1985)……. 49
Figure 12: LesCopépodesCEMAGREF .1985)……. 50
Figure 13: Les Cladocères CEMAGREF .1985)…….. 51
Figure 14: Bassin N°3 : Le rôle du zooplancton CEMAGREF .1985)……. 51
Figure 15: station d'épuration de sidi Bel Abbés (Allam et Larik) ……55
Figure 16: lieu de prélèvement de l'eau brute (Allam et Larik)……. 57
Figure 17: pH mètre portatif (photo de Allam et Larik)…….. 60
Figure 18: spectrophotomètre (Allam et larik)…… 62
Figure 19: réacteur DCO (Allam et Larik) …… 62
Figure 20: Etuve (Allam et Larik) ……. 64
Figure 21: ENCEINTE DBO (Allam et Larik)…… 63
Figure 22: : flacon d'incubation (Allam et Larik) ……63

Figure 23: : oxytope (Allam et Larik)…… 66
Figure 24: capsule vide……. 66
Figure 25: capsule remplie avec échantillon beau activé…… 67
Figure 26: Image représente les eaux brutes et les eaux épurées (Allam et Larik)…… 71
Figure 27: Variations mensuelles du PH…… 72
Figure 28: Variations mensuelles de la température ……73
Figure 29: Variation mensuelles de la matière en suspension ……. 74
Figure 30: Variations mensuelles de la demande biochimique en oxygène..... 75
Figure 31: Variations mensuelles de la demande chimique en oxygène……76
Figure 32: Variations mensuelles d'Ammonium…….. 77
Figure 33: Variations mensuelles du nitrit ……..78
Figure 34: Variations mensuelles du Nitrate …….. 79
Figure 35: Variations mensuelles du Phosphate…… 80

Liste des tableaux

Tableau 1: La répartition des ressources hydrauliques……3
Tableau 2: La répartition de des volumes d'eau, selon l'origine de la ressource(CNES,2000)…….. 3
Tableau 3: potentiel en eau superficielle dans la wilaya de Sidi Bel Abbes (Bekhdaiet et al, 2009)……. ……9
Tableau 4: Barrages exploités par la wiliaya de Sidi Bel Abbes ……. 9
Tableau 5: Volumes exploités par la nappe de RAS EL MA. (DHW, 2013)……..13
Tableau 6: Volumes exploités par la nappe de TENIRA. (DHW, 2013)……. 13
Tableau 7: Volumes exploités par la nappe de SFISEF (DHW, 2013)…….. 14
Tableau 8: Ressources renouvelables utilisables, SBA……. 15
Tableau 9: répartition de la surface agricole irriguée……. 17
Tableau 10: Les principaux consommateurs d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environs (DHW, 2012)……. 18
Tableau 11: Estimation (m/j) des besoins de consommation d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environs (DHW, 2012)…… 18
Tableau 12: Paramètres mesurés et leurs appareils d'analyse…….. 58
Tableau 13: Résultats des analyses hebdomadaire (STEP de SBA 2021)……. 69
Tableau 14: résultats des analyses quotidiennes (STEP de SBA 2021)…… 70

Introduction Générale

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être Classée comme un patrimoine universel qui doit être protégée, défendue et traitée comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé, son alimentation ; elle l'est Également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en Dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

Bien qu'apparemment inépuisable, l'eau est très inégalement répartie sur la planète.

Tous les pays auront, à court ou à long terme, à faire face au problème de sa raréfaction. La

Mobilisation des eaux superficielles a été de tous les temps une préoccupation majeure des

Pouvoirs publics (Devaux, 1999 ; Ecosse, 2001).

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement elles peuvent engendrer dégraves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sou forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physicochimiques et biologiques

En ce qui concerne la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi la station d'épuration de Sidi bel Abbes comme exemple dans le cadre de notre projet de fin d'étude.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la station d'épuration de la ville de Sidi bel Abbes en matière d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO, DBO5), les MES, la turbidité, les composants azotées, le phosphore, le pH et la température de l'eau.

Pour cela nous avons suivi le déroulement de ces opérations d'épuration sur trois périodes comme précisé dans la partie expérimentale.

I. Chapitre 01 : La Situation de L'eau en Algérie

Partie 01 : la situation de l'eau en Algérie

Introduction

En Algérie comme dans la plupart des pays des sud de la méditerranée, l'eau est un facteur limitant du développement de la l'agriculture et source de tensions sociales.

En effet, moins de 600m³ d'eau potable par habitant ont été mobilisés annuellement en Algérie (Mebarki, 2009).

Le territoire algérien s'étend sur 2,4 millions de km². La majeure partie du pays (87%) est un désert où les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèle d'importantes ressources fossiles d'eaux souterraines (PNUD, 2009). Le potentiel des ressources en eau renouvelables est localise dans le Nord de l'Algérie qui englobe les bassins tributaires de la Méditerranée et les bassins fermés des Hauts Plateaux (Lazri, 2011).

A cet effet, notre pays est considéré parmi les pays pauvres en ressources hydriques, au regard de seuil de rareté de 1000m³ par habitant/an fixé par la banque mondiale (Mebarki, 2009).

1-*Ressources en eau :*

Les ressources en eau de l'Algérie sont actuellement, relativement bien connues, mais la sécheresse qui sévit depuis plus de 20 ans a amené les services du secteur de l'eau à actualiser leurs évaluations de la pluviométrie dans chaque région. Les potentialités sont actuellement évaluées à 16,3milliardsdem³ qui se décomposent comme suit:

- 9,8 milliards de m³ d'eau superficielle ;
- 1,5 milliards dem³ d'eau souterraine dans la région Nord ;
- 5 milliardsdem³ d'eau souterraine dans la région du Sahara septentrional.
- Les potentialités en eau du pays s'élèvent à environ 16,8 milliards m³, dont 80 % seulement sont renouvelables (70 % pour les eaux de surface et 10 % pour les eaux souterraines) et sont localisées dans la frange nord du pays (Loucif, 2003).

Les ressources non renouvelables concernent les nappes du Sahara septentrional qui seraient exploitées comme un gisement et qui se traduit par un abattement continu du niveau de ces nappes. La répartition des ressources hydrauliques se présente comme suit :

❖ **Tableau 1: La répartition des ressources hydrauliques.**

	Ressources			
	Superficielles	Souterraines	Total	
	Milliard m³		Milliard m³	%
Nord	12	1.9	13.9	82
Sud	1.5	1.4	2.9	18
Total	13.5	3.3	6.8	100
%	(80)	(20)	(100)	(100)

❖ **Tableau 2: La répartition des ressources hydraulique**

(HAMLAT, contrubition av 2014)

Selon les estimations de l'agence nationale de ressources en eau, les volumes d'eau utilisés s'élèvent à environ 4 milliards de m³, soit près du quart du potentiel .

Le tableau représente La répartition de ces volumes, selon l'origine de la ressource :

	Millions m	%
Barrages de régulation	932	24
Lacs collinaires	28	1
Puits et forages	2044	51
Sources, prise au fil de l'eau	950	24
Total	3954	100

Tableau 3: La répartition de des volumes d'eau, selon l'origine de la ressource

(CNES,2000)

L'utilisation des eaux se répartit à raison de 55,3% pour l'agriculture (2,1 milliards de m³), 34,2 % pour l'AEP (1,3 milliards de m ³) et 0,5 % pour l'industrie (0.4 milliards de m³) (CNES 2000).

1-1 L'utilisation des ressources en eau

Les ménages, l'industrie et l'irrigation sont les principaux consommateurs d'eau en Algérie (tableau 9).L'utilisation de l'eau pour la production de l'énergie est marginale et n'induit pas de consommation, puisque l'eau est restituée au milieu après turbinage (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003). En2002,la distribution globale d'eau aurait atteint 3,3 milliards de m³, répartis comme suit:

- Usage domestique :1300millions de m ³ ;
- Irrigation : 1800 millions de m ³ ;
- Industrie : 200 millions de m ³.

2-La problématique de l'eau en Algérie

Le constat communément admis et expliquant la rareté de l'eau en Algérie énumère généralement les causes suivantes:

- Une sécheresse récurrente ;
- Une utilisation irrationnelle de cette ressource ;
- Un réseau d'alimentation devenu vétuste ;
- Un développement industriel sans souci de la préservation des ressources naturelles;
- Un envasement des barrages important ;
- Une panne quasi générale des stations d'épuration ;
- Un système de gestion archaïque et un système de tarification qui ne répond plus aux enjeux actuels.

Entre temps la situation devient de plus en plus préoccupante si l'on se réfère à une demande croissante pour satisfaire:

- Une agriculture en plein développement, particulièrement en irrigué;
- Une industrie en redéploiement ;
- Une consommation des ménages et des collectivités en croissance constante et plus exigeante en quantité et en qualité d'eau.

Le problème de la disponibilité de la ressource est aggravé entouré par:

- Son inégale répartition spatiale, celle-ci n'est pas toujours disponible là où il y a des potentialités de développement;
- Les risques de pollution qui rendraient inutilisable le peu de ressources dont dispose le pays ;
- Les longues séquences de sécheresse, comme celle observée depuis maintenant près de deux décennies et qui engendrent des défaillances graves dans l'approvisionnement en eau domestique, industrielle et agricole (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction Générale des Forêts, 2004)

3-Politique hydrique en Algérie

A partir de la décennie 1980, le secteur a pu bénéficier d'un plan hydraulique national destiné essentiellement à définir les priorités, les objectifs et les moyens d'une politique en la matière.

Ce plan avait dégagé des orientations nouvelles : après la priorité quasi-exclusive accordée à la grande hydraulique, il a préconisé une relance de la petite et moyenne hydraulique (PMH) qui s'est traduite par la multiplication des forages, des lacs collinaires des dérivations d'oueds.

3-1 Barrages :

- Les barrages ont été longtemps le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles.

Depuis 1962, de nombreux barrages ont été réalisés, la capacité totale des barrages des 5 bassins hydrographiques est de 6,45 milliards de m³ en 2008. Sur la base des projets en cours, l'Algérie disposera d'un parc de grands ouvrages de mobilisation de la ressource, composé de 72 barrages faisant passer la capacité de mobilisation à 7,40 milliards de m³ (Hamlat, 2014).

- Les barrages en Algérie ont longtemps été le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles. Le premier barrage a été construit à Meurad, dans la wilaya de Tipaza. Quant au deuxième (réalisé en terre à Tlélat), il possède une capacité de 800 000 m³ et une hauteur de 27 mètres.
- Depuis 1999 à nos jours, l'État algérien a énormément investi dans la construction d'une quarantaine de barrages pour arriver à un nombre de 65

barrages en exploitations en 2013, 163 petits barrages (d'une hauteur ne dépassant pas les 12 Mètres et destinés à des fins agricoles) et 400 retenues collinaires (MRE, 2014)

3-1Les retenues collinaires

Les retenues collinaires sont des petits barrages dont la capacité varie entre quelques centaines et quelques millions de m³.

En 1979, il y avait 44 barrages collinaires totalisant une capacité de 21 hm³/an.

Considéré comme la petite hydraulique, ce type d'ouvrage ne retient l'attention qu'à partir de la décennie 1980. Après cette période 667 retenues collinaires ont été réalisées. Leur capacité de stockage avoisine les 90 millions de m³.

La gestion et l'exploitation des retenues relève que 80 % de ces ouvrages sont opérationnels et que les eaux mobilisées sont utilisés à (CNES, 2000):

- 75 % (81.000.000 m³) pour l'agriculture (maraîchage, arboriculture et céréaliculture),
- 4 % pour l'élevage;
- 1 % pour l'alimentation en eau potable ;
- 20 % des retenues ne sont pas exploitées pour des raisons diverses, notamment l'absence d'exploitant, de structure de gestion, de matériel d'irrigation ou de disponibilité de terres à proximité.

A partir de 1982, le secteur de l'hydraulique avait lancé un grand programme d'études et de réalisation de retenues collinaires au profil des petites exploitations agricoles et des zones de piémont du Nord du pays, ce qui a permis la construction de 667 retenues collinaires avec une capacité de stockage qui avoisine 90 Hm^3. Ces retenues collinaires ont été destinées principalement à l'usage agricole avec près 79 % de volume mobilisé.

3-2 Les Forages

En 1985, le nombre de forages exploités était d'environ 5500. En 1999, plus de 2000 forages ont été encore réalisés dans le Nord du pays, fournissant un volume de 1 milliard de m³ répartis entre l'alimentation en eau potable pour 852 millions de m³ et l'irrigation pour 147 millions de m³.

Par ailleurs, 742 forages auraient été également réalisés dans le sud et mobiliseraient un volume annuel de 221 millions de m³ pour l'alimentation en eau potable et 505 millions de m³ pour l'irrigation (CNES, 2000).

3-4 Superficies irriguées

Les études pédologiques ont montré que le potentiel des terres irrigables atteint environ 850 000 ha, soit 11 % des terres arables (7,5 millions ha) (Loucif, 2003).

En Algérie, les zones irriguées sont classées en :

- Grands périmètres d'irrigations (GPI), infrastructure moderne d'irrigation, desservis essentiellement par de grands barrages, de taille supérieure à 3 000 ha environ ;
- Petits et moyens périmètres (PMH) d'irrigation, s'étendant entre la centaine et quelques milliers ha, avec réseaux modernes ou traditionnels d'irrigation, desservis à partir de petits barrages, dérivations d'oueds ou de forages ;
- Les secteurs d'irrigations individuelle, desservis à partir de puits, de sources ou par épandage de crue.
- Les superficies irriguées s'élevaient en 1989 à 378 000 ha; en 1995, elles ont atteint 454 000 ha (y compris les épandages de crues), soit 50 % du potentiel irrigables et se répartissent comme suit (Loucif, 2003)

38 000 ha (8,4 %) périmètres gérés par les offices de périmètres irrigués (OPI) et irrigués à partir des barrages,

- 142 000 ha (31,3 %) dans les wilayas du sud,
- 274 000 ha (60,3 %) à travers la petite et moyenne hydraulique (PMH) dans le Nord.

La superficie irriguée n'a pratiquement pas évolué de 1960 à 1970. Au cours de 1980-84, environ 40 000 ha nouveaux ont été mis en irrigation, soit 8 000 ha/an ; 10 000 ha existants ont en outre été réhabilités.

4- Gestion durable de l'eau en Algérie

La définition de la gestion intégrée des ressources en eau formulée par le Partenariat mondial pour l'eau fait désormais autorité. Elle établit que « la gestion intégrée des ressources en eau est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux »(WWAP, 2009).Actions de la gestion intégrée des ressources en eau, programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau (WWAP, 2009)

> L'objectif principal de la politique de l'eau en Algérie, c'est d'abord assurer la durabilité des ressources en eau disponibles et son gestion intégré dans les différentes programmes de développement, ce qui permet à prendre de gérer les ressources en eau dans une perspective de développement durable et maitriser sa rareté mais aussi ses excès, ainsi assurer l'alimentation en eau potable pour la consommation humaine, pour l'agriculture et pour l'industrie, d'autre part préserver la qualité de l'environnement (Agence national des barrage, 2001)

Cependant, pour préserver la qualité de l'environnement dans une perspective de gestion durable des ressources en eau dans notre pays, un programme de réalisation des stations d'épuration a été lancé, surtout pour les agglomérations de plus de 100.000 habitants et les agglomérations situées en amont des barrages(en exploitation ou en construction) plus particulièrement dans les villes côtières dont les effluents font l'objet de traitement avant rejet dans la mer (Slamani, 2018).

Partie 02 : situation de l'eau dans la wilaya de sidi bel abbés

1- *Ressources hydriques de la wilaya de SBA*

1-2 Ressources en eau superficielle

Les eaux de surface de Wilaya de Sidi Bel Abbes sont très variables dans le temps et dans l'espace.au sud, où il rarement, les apports en eau de surface sont très irréguliers, alors que dans le nord de la région, ces apports sont plus ou moins importantes et moins réguliers avec une certaine disparité entre l'est et l'ouest du territoire national (Bekhdaiet et al,2009)

Le tableau représente le potentiel en eau superficielle dans la wilaya de Sidi Bel Abbes

Sous bassins	Potentiel	Ouvrage et mobilisation
Mekkera	25à30 Hm^3 /an	Cheurfa 2(Mascara)
Melghir	10à15 Hm^3/an	Bouhanifia(Mascara
Chott Cherghui	4à8 Hm^3/an	Nappe Chott Chergui

❖ **Tableau 4: potentiel en eau superficielle dans la wilaya de Sidi Bel Abbes (Bekhdaiet et al, 2009).**

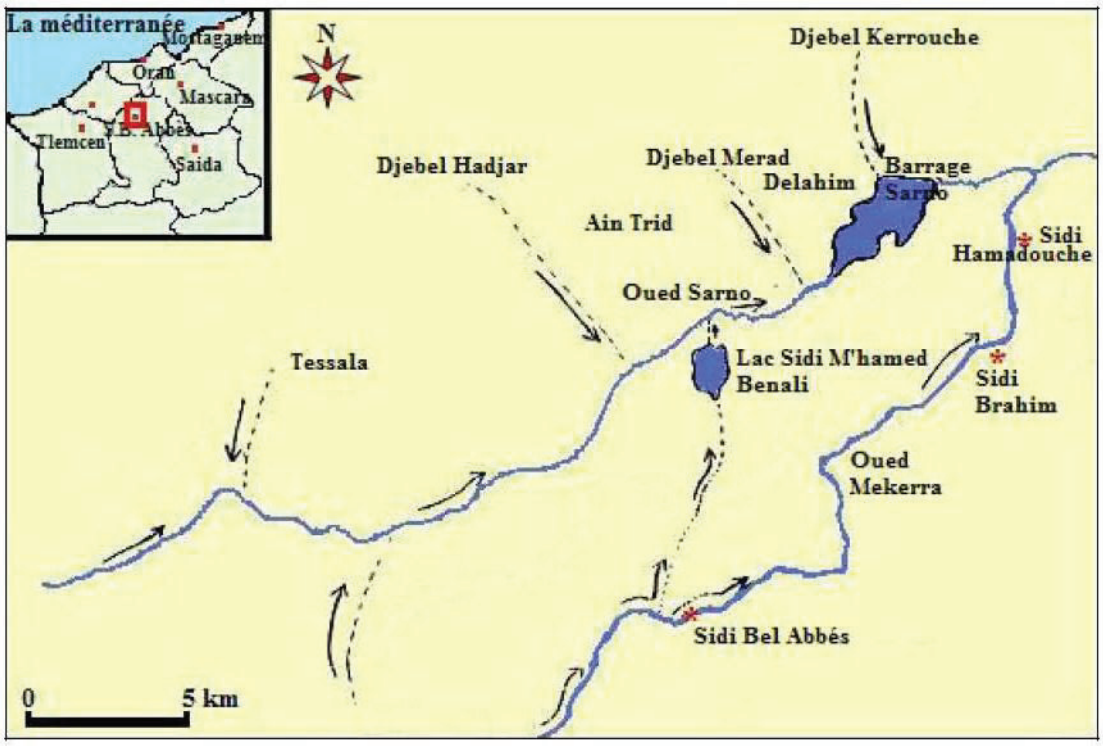
Elles concernent les eaux du barrage du Sarno, du petit barrage d'écrêtement dans la commune de Tabia de onze retenues collinaires et de six sources. Pour l'alimentation en eau potable, la wilaya de Sidi Bel Abbes : barrage sidi Abdelli, barrage Bouhanifia et barrage Cheurfa (Bennabi, 2012).

Le Tableau représente les Barrages exploités par la wilaya de Sidi Bel Abbes et leurs capacité et l' apport moyen annuel

Barrage	Localisation du barrage	Capacité du barrage (mm)	Volume disponible 2010_2011(Hm)	Apport moyen annuel (Hm)
Sidi abdelli	Tlemcen	110	82 ,77	61
Bouhanifia	mascara	75	50,31	38 ,8
Chorfa	Mascara	70	28 ,11	30
Sarno	Sidi bel abbés	22	6	10

Tableau 4 : Barrages exploités par la wilaya de Sidi Bel Abbes (Bennabi, 2014).

Cette figure représente les principales ressources superficiel de la région de sidi bel abbés



❖ **Figure 1: Les principales ressources superficiel de la région de Sidi Bel Abbes (Bennabi et all 2012)**

A -L'oued Mekerra

L'oued Mekerra de la Wilaya Sidi Bel Abbes :

- La longueur totale vers le haut = 170 km.

- La longueur de la partie OUED MEKERRA qui traverse le chef

-Lieu de wilaya de Sidi Bel Abbes sur une distance de 9 km.

L'OUED MEKERRA passe par les communes suivantes : Ras-El-Ma (Ain Tandamin), Alhoussiba, Moulay Slisan, Sidi Ali BenYoub, Tabia, Boukhanefis, Sidi Khaled, Sidi Lahcen, la ville de Sidi Bel Abbes, Sidi Ibrahim, Sidi Hamadouche, Boudjebaa. Et Dar Bouhriz, Sig (wilaya de Mascara) ((ASSAL et ZOUICHE)

B -Lac Sidi Mohamed Benali

- ***Introduction***

Le lac Sidi Mohamed Benali, est considéré comme l'une des plus importantes réserves naturelles de l'ouest algérien. Il est situé à 1,7km au nord de la ville de Sidi Bel Abbes, il a une superficie de 26 Ha, une contenance de 3 millions de m³ et sa profondeur atteint 30m. Cet important écosystème, vu son rôle et son impact à l'échellerégional, en matière d'écologie et de loisir, doit être considéré comme une réserve naturelle à protéger et à développer((DPRH))

Position géographique :

Le lac de Sidi Mohamed Benali est alimenté par en grande partie par un canal de 5km crée dans les années 1945 entre l'oued Mekerra et l'oued Sarno. Ce canal est destiné à diminuer les débits de crue de l'oued Mekerra, et donc d'éviter les risques d'inondation au niveau de la ville de Sidi Bel Abbes. (Amar Y et al)

Le lac se trouve en face de djebel : Tessala, Hadjar, Meraei, Kerrouche situé respectivement à des altitudes 584, 759,613 et 809m. Il représente un bassin versant Sud qui alimente le lac par ruissèlement le souvent pendant les périodes pluvieuses.

Le lac est assis sur un sol imperméable, forme des roches sédimentaires argileuse et calcaires (El Badaoui 2016)

C-Barrage Sarno

- ***Introduction***

Le bassin versant d'oued Sarno présente une superficie de 260Ha et une première de 88km avec une longueur de talwag de l'ordre de 38km. Le potentiel de ce sous bassin est de l'ordre de 1 Hm^3/an présentant ainsi un apport moyen de 10millions m³/an. L'oued Sarno connait en général deux à trois crues par an, dans l'ordre de 10m³/s (Bennabi, 2014).

- **Situation Géographique**

Le bassin versant de l'oued Sarno est situé entre les premières coupes du Tessala et les coteaux tertiaires alignés entre Sidi Brahim et Sidi Ali Boussidi. Le bassin versant occupe une superficie de 254km² comprise entre les altitudes 410m et 1023m.

Le bassin versant de l'oued Sarno est limité au NE par djebel Kerrouche, au NO par djebel Merad et djebel Hajar, et au sud par oued Mekerra. ((Berrezoug)D-Retenues collinaires

- 09 Retenues collinaires sont en exploitation, elles ont été réalisées durant la période 1985–2009, elles mobilisent un volume de 297.030 m³.
- 03 petits barrages à SIDI HAMADOUCHE, TESSALA II et ZEROUALA. Ces derniers mobilisent un volume de 203.600 m³.

La capacité globale de ces 12 retenues collinaires est de l'ordre de 12 Hm³ susceptibles d'irriguer une superficie globale de 2.700 hectares à travers la wilaya de sidi bel abbés. (ADE, 2013)

1-2 Ressources en eau souterraine

A- Les Nappes

- **La nappe de la plaine de Sidi Bel Abbes**

La nappe phréatique de Sidi Bel Abbes est contenue dans des dépôts caillouteux limoneux. C'est une nappe libre, d'une superficie de 730 Km², avec une capacité annuelle de 27 000*103 m3. Elle est contenue dans des terrains alluviaux, à l'exception du chenal aquifère porté par des agglomérats entre Sidi Khaled et Sidi Bel Abbés, où la nappe devient semi-captive. Sa profondeur est de l'ordre de 15 à 30 m et est alimentée directement par les pluies, ainsi que par infiltration latérale et par les oueds en périodes de crues. (DHW, 2013)

- **La nappe de Sarnot**

C'est une nappe libre, portée par des terrains alluviaux. La qualité de ses eaux est relativement de moyenne à mauvaise. (DHW, 2013)

- **La nappe de Sidi Chaib**

C'est une nappe libre à captive, portée par des terrains formés de grès albiens, son potentiel est estimé à 7.7millions de m³ dont la qualité des eaux est relativement de bonne à passable. (DHW, 2013)

- La nappe de Ras El Ma

C'est une nappe libre à captive, portée par des terrains formés de grès barrémiens. Sa capacité est évaluée à 2.4millions de m³ la qualité de ses eaux est relativement bonne.

Tableau 5: Volumes exploités par la nappe de RAS EL MA.

Commune	Volume exploité (m³/j)
RAS EL MA	1865
OUED S'BAA	720
RDJEM DEMOUCHE	216

Tableau 6: Volumes exploités par la nappe de RAS EL MA.

(DHW, 2013)

- **La nappe de Tenira**

Localisée à 24km, au Sud du chef-lieu de la wilaya, cette nappe d'eau souterraine, au potentiel estimé à 10 millions de m³, sert à l'approvisionnement de la ville de Sidi Bel Abbes, en premier lieu et TELAGH, en seconde lieu. La qualité de ses eaux est relativement de bonne à passable. (DHW, 2013).

Commune	Volume exploité (m³/j)
TENIRA	1600
BEN ACHIBA	270
HASSI DAHOU (BOUAICHE)	250
OUED SEFIOUNE	878

Tableau 7: Volumes exploités par la nappe de TENIRA.

(DHW, 2013)

- **La nappe de Sfisef**

La vallée de SFISEF, allongée dans la direction Est-Ouest sur 15km environ, possède un remplissage alluvial quaternaire .Celui–ci contient une nappe qui est située entre 10 à 15 m de profondeur et qui s'écoule vers l'Est. (DHW, 2013)

Commune	Volume exploité (m^3/j)
SFISEF	16167
M'CID	1555.2

Tableau 7: Volumes exploités par la nappe de SFISEF (DHW, 2013)

- **La nappe de Melghir**

Elle est libre à captive, portée par des terrains barrémiens. La qualité de ses eaux est relativement de médiocre à mauvaise. (DHW, 2013)

- **Nappe de Chott-Chergui**

C'est une nappe captive, portée par des terrains calcaires et située à l'extrémité Sud de la wilaya, sa capacité est évaluée à 60 millions de m^3, avec une qualité d'eau relativement bonne. Actuellement elle est très peux exploitée. (DHW, 2013).

B-Forages et puits :

B-1 Les Puits Réalisés

Les 45 puits sont réalisés à travers la wilaya, destinés à alimenter en eau potable les communes suivantes : Sidi Ali Benyoub, Sidi Brahim, Ain- Kadda, Lamtar, Sidi Dahou, donnant un apport hydrique de 1729,7 m^3/j.

Les 02 puits sont destinés à l'irrigation, donnant un apport hydrique de 1159,3 m^3/j. Et 01 puits destiné à l'alimentation de l'industrie, en arrêt à cause de la remontée du sable.

B-2 Les Forages Déclarés .

A la fin 2009, le nombre de forages déclarés s'élève à 105 dont 99 sont exploités donnant un apport hydrique de 31.953,20 m^3/j soit une moyenne de 323 m^3/j par forage.

- Pour le centre de ville, 13 forages donnant un apport hydrique de 5.966 m^3/j dont 04 forages en arrêt provisoire.
- La commune de SFISEF, 03 forages donnant un apport hydrique de 1.043 m^3/j dont 01forage en arrêt à cause de la remontée de sable.
- La commune de M'cid, 04 forages donnant un apport hydrique de 1.555 m^3/j dont 01 forage en arrêt (Problème d'électricité "APC").

- La commune de TILMOUNI, 03 forages donnant un apport hydrique de 692 m ³/j dont 01 forage en arrêt (pompe grillée).
- La commune de Ain El BERD, 04 forages donnant un apport hydrique de 1.205 m ³/j dont 01 forage en arrêt à cause de la remontée de sable (ASSAL et ZOUICHE, 2018)
- **Adduction**

L'insuffisance des eaux de consommation et leurs qualités est un problème très urgent. La source d'AIN MEKAREG pourrait fournir la totalité de son débit sans gêner l'irrigation des terres de CHANZY( ).

Les Ponts et Chaussées ont déjà fait l'étude d'une nouvelle canalisation pouvant amener un débit double depuis la source jusqu'aux réservoirs.

La ville possède 2 réservoirs de mélange et de reprise de 2500 m3 chacun. L'eau est ensuite pompée de là vers 3 autres réservoirs de 3000 m3 chacun, situés au lieu dit "Le Télégraphe".

La construction du dernier d'entre eux vient d'être terminée récemment ainsi que sa mise en service.

Ces 5 réservoirs sont regroupés au même lieu. Le réseau de distribution vient d'être refait entièrement, les travaux sont terminés. (ASSAL et ZOUICHE, 2018)

❖ **Le Tableau représante les Ressources renouvelables utilisables, SBA.**

Nom unité hydrogéologique	Superficie (Km2)	Ressources renouvelables utilisables (Hm3/an)	
		Année moyenne	Année sèche
Nappes ayant fait l'objet d'une modélisation			
Plaine de Sidi Bel Abbes	1211	133	3,4

Tableau 8: Ressources renouvelables utilisables, SBA (ASSAL et ZOUICHE, 2018)

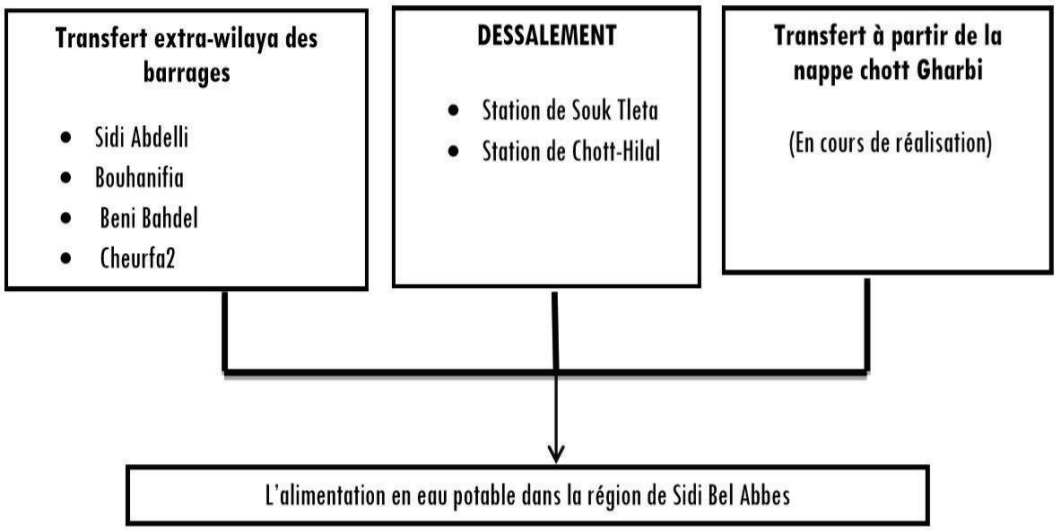
4-Diagnostic de la gestion des ressources en eau dans la région de Sidi Bel Abbés

En 2007-2008, les ressources effectivement mobilisées ont été de l'ordre de 64608 m3par jour dont 46 % couvrent les besoins uniquement de la ville de Sidi Bel Abbés.

Vu le manque des ressources en eau superficielle dans la région de Sidi Bel Abbés, les gestionnaires ont fait appel à des transferts extra wilaya à partir des barrages Sidi Abdelli,

Bouhanifia, Chaurfa 2 et Beni-Bahdel.Les eaux souterraines de la région sont issues des principales nappes: Nappe de la plaine de Sidi Bel Abbés, nappe de Sfisef, nappe de Melghir (Ténira), nappe d'Ain El Berd et la nappe de Sidi Ali Benyoub.

. En période de 2004-2011, la région de Sidi Bel Abbés a subi une nouvelle orientation dans le domaine de la distribution en eau potable à partir des barrages extra wilaya et de la nappe de chott el Gharbi, la Figure 2 illustre les différentes étapes de l'alimentation en eau dans la région :



❖ **Figure 2: Alimentation en eau potable dans la région de Sidi Bel Abbés(Bennabi et al, 2016)**

2-1 Besoins en eau potable

Les ressources mobilisées dans la région sont de l'ordre de 64608 m³ par jour pour couvrir les besoins en eau potable qui sont évalués à plus de 110835 m³ par jour (BENNABI et al, 2014). Ces disponibilités sont réparties selon leur provenance comme suit :

31425 m³ par jour provenant des eaux souterraines (puits et forages) ;
33 183 m³ par jour provenant des eaux de surface (sources, barrages et retenues collinaires).

2-2 Besoins en eau pour l'agriculture

Les besoins en eau d'irrigation sont estimés en moyennes à : 5000 m³/ha/an, les principaux atouts de la zone d'étude restent lier aux potentialités dont elle dispose, à savoir une surface agricole utile qui est évaluée à 358780 Ha représentant environ 39 % de la superficie totale de

la région (BENNABI et al, 2014) Selon la Direction des Services Agricoles, la surface agricole irriguée a totalisé 6160 ha durant l'année 2013, elle est répartie comme suit

❖ **Tableau 9: répartition de la surface agricole irriguée**

Cultures	Superficies (Ha)
Céréaliculture	45
Culture maraîchère	3120
Arboriculture	2020
Culture fourragère	245
Culture industrielle	210
Autres (vignobles)	520

❖ **Tableau 10: répartition de la surface agricole irrigué (BENNABI et al, 2016)**

2-3 Besoins en eau pour les industries

Les grandes unités, telles que l'OROLAIT, l'ENIE et la PMA sont localisées au chef-lieu. L'activité industrielle dans la région de Sidi Bel Abbés a toujours évolué en tenant compte des potentialités hydriques restreintes avec une certaine variabilité dans le volume mobilisé. La Figure 2 met en évidence la fluctuation quantitative de l'eau mobilisée durant une décennie. Ce volume est de l'ordre de 0,40 Hm3 en 1999, il passe par la suite à 1,5 Hm^3 en 2002.en l'an 2003, le volume mobilisé a baissé de 18 % ; pour atteindre 3,7 Hm^3 en 2007. En cette période, l'évolution industrielle fait face à une sècheresse installée qui a conduit à une baisse importante du volume d'eau en 2013 de l'ordre de 1,30 Hm^3 ((KALALIZ)

3- Situation actuelle de la consommation en eau

Les consommations actuelles des principaux sites situés au niveau de la ville de wilaya de Sidi Bel Abbes sont représentées dans les tableaux N°17 et N°18. La forte concentration de la population est au niveau de la ville de Sidi Bel Abbes d'où la consommation en eau potable et les rejets en eaux usées sont importantes ((Amar)

Le Tableau illustre Les principaux consommateurs d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environs

	SBA	S. Lahcène	S. Brahim	Amarnas	Tilimouni	Zérouala	Total
Population (Hab.)	217380	18000	9900	7700	7680	640	265300
Nombre d'élèves	46069	4189	2332	363	1330	787	56070
Université	01	-	-	-	-	-	01
Résidants cités Univ.	18116	-	-	-	-	-	18116
Stagiaires CFPA (lits)	2 * 950	300	-	-	-	-	2200
Hôpital (lits)	616	-	-	-	-	-	616
Polycliniques (lits)	02 * 10	05	-	-	-	-	25
Centre de Santé	13	-	01	01	01	-	16
Salle de soin	03	02	01	3	03	02	14
Maternité (lits)	114	-	-	-	-	-	114

Tableau 11: Les principaux consommateurs d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environ (DHW, 2012)

Tableau 12: Estimation (m/j) des besoins de consommation d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environs

Communes	Population	Ecoles	Université + CFPA	Résidents : cités Universitaires	Hôpital + maternité	Polyclinique Salle de soins	Abattoir
Sidi Bel Abbes	43476	4606	1785	363	292	02	1000
S. Lahcène (m^3/j)	2700	418	45	-	02	01	-
S. Brahim (m^3/j)	1485	233	-	-	-	02	-
Amarnes (m^3/j)	155	136	-	-	-	02	-
Tilmouni (m^3/j)	152	133	-	-	-	02	-
Zérouala (m^3/j)	696	78	-	-	-	01	-
Totale (m^3/j)	50664	5604	1380	363	249	10	1000

Tableau 13: Estimation (m/j) des besoins de consommation d'eau de la ville de Sidi Bel Abbes et ses environ (DHW, 2012)

II. Chapitre 2 : Les Eaux Usée et Leur Traitements

Partie 01 : généralités sur les eaux usées

-1 / Introduction :

Les eaux usées sont une mixture diluée provenant de différents rejets à savoir : résidences, commerces, industries et autres places publiques.

Avant le choix d'une filière de traitement, il est essentiel de connaître sa composition, qualité et caractéristiques de ces eaux usées.

A travers ce chapitre, nous essayerons d'offrir un aperçu général sur la provenance, les caractéristiquement ainsi que le traitement des eaux usées.

-2 / Les sources des eaux usées

Nous distinguons quatre grandes catégories d'eaux usées :

- Les eaux domestiques.
- Les eaux industrielles
- Les eaux agricoles
- Les eaux pluviales

2 .1.La pollution domestique

2-1 Les eaux usées domestiques se composent :

Des eaux vannes d'évacuation des toilettes

Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, des salles de bain,

Les polluants présents dans ces eaux sont constitués par des matières organiques dégradables, des matières minérales, et des germes pathogènes.

2.2. La pollution industrielle :

Les caractéristiques de ces eaux sont directement liées au type d'industrie concernée.

Une épuration commune des eaux usées industrielles avec les eaux domestiques peut s'envisager à condition que la nature des pollutions soit identique et exempte de substances toxiques.

2.3 .La pollution agricole :

En milieu rural, les pluies provoquent le lessivage des terres agricoles, entraînant engrais et pesticides vers les cours d'eau ou les nappes. Elles ont un caractère fertilisant très important.

2-4 .La pollution des eaux pluviales :

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier en début de pluie, du fait :

- De la dissolution des fumées dans l'atmosphère ;
- Du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière ;
- Du lessivage des zones agricoles

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales dissoutes ou en suspension, ou des éléments toxiques.

3. Les caractéristiques des eau Ussé :

La pollution provient de l'introduction dans un milieu, de substances conduisant à son altération. Elle se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur (Gaujous, 1995).

3/1 Paramètres physiques

3.1.1.Température

La température agit, comme un facteur physiologique, sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz en particulier l'O_2 dans l'eau, ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques (Thomas, 1995).

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur, ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (Gaujous, 1995).

Elle influe également sur la décomposition de la matière organique, le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques (Slimani, 2003)

3.1.2.Odeur

L'eau d'égout fraiche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (Ladjel, 2006).

Les paramètres d'odeurs disposent d'une référence de qualité pour les eaux d'alimentation et les eaux brutes. Les eaux usées industriels (EUI) se caractérisent par une odeur de moisi (Bordet, 2007).

Une odeur nauséabonde indique une eau qui commence à fermenter par stagnation soit dans le réseau d'égout soit avant le rejet (Aoulmi, 2007).

3.1.3.Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible (Thomas, 1995).

3.1.4.Les matières en suspension

Elles sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (Faby et Brissaud, 1997).

Les matières en suspension (MES) comprennent toutes les matières minérales de type sable ou organiques de type mucilagineux, qui ne sont pas solubles dans l'eau. La teneur en matières en suspension est obtenue par la pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Elles sont exprimées en milligramme par litre (Gaid, 1984).

3.1.5.Turbidité

La turbidité caractérise le degré de non transparence de l'eau. Elle traduit la présence de MES (Vilaginés, 2005). Elle indique la présence plus ou moins importante de MES d'origine organique ou minérale (Bechac et al, 1984). Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale (Rejsek., 2005).

3.2.*Paramètres chimiques :*

3.2.1.Potentiel hydrogène (pH)

Le PH représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Le pH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8.Au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle (Dali et Zouaoui, 2007).

Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 8. Au-dessous de ce seuil, l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations, et peut conduire à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites. Avec un pH supérieur à 8, au contraire, une eau est trop alcaline (Bouziani, 2000).

Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elles n'influent pas sur le pH du milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur du pH (Rodier et al, 1996).

3.2.2.Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu, d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (Resjek, 2002).

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées (Thomas, 1995).

3.2.3.Demande biologique en oxygène (DB05) :

La demande biochimique en oxygène DBO, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie (Bontoux, 1993). Elle s'exprime en mg d'O_2/l.

Par convention la DBO5 est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation à une température de 20°C (Bourier, 2008). Plus la valeur de la DBO5 est faible, plus est meilleure la qualité de l'eau (Anonyme, 2003) : dans les eaux pures, elle est inférieure à 1 mg d'(O_2)/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre (Gomella et Guerree, 1978).

3.2.4.Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité totale de la pollution oxydable. Elle correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir, grâce à des réactifs chimiques puissant, pour oxyder les matières contenues dans les effluents (Rodier et al, 2009). Elle est exprimé en mg d'oxygène par litre d'eau (Doré, 1989).

3.2.5.Notion de biodégradabilité

La connaissance de la valeur de la DCO est indispensable pour la réalisation de la DBO. Ces deux paramètres sont liés par le rapport de biodégradabilité. Il est à noter que la DCO n'est pas un paramètre de caractérisation de l'eau potable (Cardot et Gilles, 2013).

D'après Grosclaude, (1999), la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO5.

Le rapport DCO/DBO5 indique l'indice de la biodégrabilité d'une eau (Koller, 2009).Pour qu'une pollution dégradable, le rapport doit être inférieur à 2,5 (Rodier et al, 2009). La biodégradabilité est exprimée par un coefficient :

$$K = DCO/DB05$$

Si:

K< 1.5 l'effluent est biodégradable.

K< 2.5 l'effluent est moyennement biodégradable.

K > 2.5 l'effluent n'est pas biodégradable (LADJEL, 2006).

3.2.6.L'Oxygène dessue

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (Ladjel, 2006).

3.2.7.Autres éléments

- Azote

L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire (BECHAK et al,1983).

Il rentre dans la composition des molécules organiques des êtres vivants. Les bactéries présentes dans le milieu transforment cet azote organique en différentes formes. (Rouba, 2009)

- Phosphore

Dans les eaux naturelles et usées, l'élément phosphore se trouve majoritairement sous la forme d'anions phosphates. On peut répertorier les ortho phosphates,les phosphates hydrolysables et les phosphates organiques à l'état dissous ou particulaire. Leur présence est le fruit de l'utilisation de détergents et de lessives phosphatés, l'emploi abusif d'engrais et la non maitrise des effluents d'élevage. Le phosphore n'est pas toxique pour la faune et la flore mais il est responsable de la prolifération des algues. En conséquence, son rejet est normé(Cardot et Gilles, 2013)

- **Potassium**

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K2 O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins (Faby et Brissaud, 1997). Il faut noter cependant que, s'il existe, un excès de fertilisation potassique conduit à une fixation éventuelle du potassium à un état très difficilement échangeable, à une augmentation des pertes par drainage en sols légers, à une consommation de luxe pour les récoltes ((FAO)

- Métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute.Leur présence est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (Tchiomogo, 2001).

3.3.: les caractéristiques biologiques

Les eaux d'égout domestiques, par leurs natures, contiennent d'énormes quantités de micro-organismes. Les caractéristiques biologiques des eaux d'égout sont liées à la présence de ces micro-organismes. L'ingénierie sanitaire doit avoir une grande connaissance des :

- **Principaux groupes de micro-organismes présents dans les eaux usées ;**

a) Organismes pathogènes ;

b) Organismes utilisés comme indicateurs de pollution.

La matière excrémentielle contient une myriade de micro-organismes, plus de 320 milliards par habitant et par jour. La plupart d'entre eux sont non seulement inoffensive, mais sont indispensables au bon fonctionnement des procédés d'épuration biologique.

partie 02 :Traitements des eaux usées

Introduction

C'est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable (Anonyme 1, 2004).

1-Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matière en suspension ...etc.).

Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, …etc.).

De la disponibilité du site.

Des conditions économiques (cout de réalisation et d'exploitation).

Des facilités d'exploitation, de gestion et d'entretien (BEKKOUCHE et ZIDANE, 2004).

2. Les stations d'épuration :

2-1 Définition

Une station d'épuration est un centre de traitement de l'eau qui peut remplir deux missions distinctes :

- recycler les eaux usées en éliminant les polluants avant leur rejet dans leur milieu naturel
- rendre les eaux naturelles propres et sans danger pour la consommation humaine.

Elle est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel.

- Il existe plusieurs filières de station d'épuration selon le type et la quantité du pollution à traité .

2.2 .<u>Procédé d'épuration des eaux ussé</u> :

Les différents procèdes épuratoires sont décrits dans l'ordre classiquement adopte en épuration

<u>Prétraitements</u> : dégrillage, dessablage, déshuilage.

<u>Traitement primaires</u> : procèdes décantation physique, procèdes décantation chimique

<u>Traitement secondaires (biologique)</u> : épuration biologique des matières organiques.

<u>Traitement tertiaires</u> : azote, phosphore, désinfection, traitement des boues

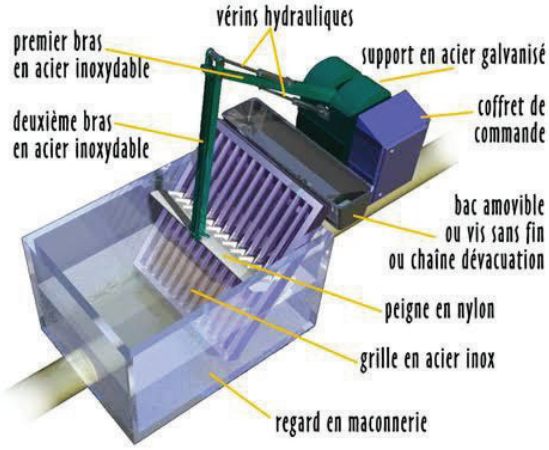
2-2-1 Prétraitement :

Le prétraitement est un l'ensemble d'opérations physiques et mécaniques destinées à Extraire de l'eau brute. Ils ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont Susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. S'il s'agit de déchets volumineux

(dégrillage), Des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage déshuilage) (Badia-Gondard,2003).

- **Dégrillage :**

Le dégrillage est une opération indispensable pour éliminer de gros objets susceptibles de gêner le fonctionnement des procédés situés en aval. Il permet **de séparer et d'évacuer les matières volumineuses, amenées par l'effluent à traiter. L'efficacité de ce traitement dépend essentiellement de l'écartement des barreaux des grilles qui sont de trois types: - Dégrillage fin (écartement 3 à 10 mm). - Dégrillage moyenne (écartement 10 à 25 mm). - Dégrillage grossier (écartement 50 à100 mm) (Satin et all, 2010)**



❖ **Figure 3: Dégrilleur (satin et All, 2010)**

Tamisage :

Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles.Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro tamisage (mailles > 0.3mm) et un tamisage (mailles < 100µm)

Figure 4: un tamiseur (satin et ALL,2010)

- **Dessablage**

Le dessablage consiste en l'élimination des sables présents dans l'effluent brute pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage et permet de réduire la production des boues et d'éviter de perturber les autres étapes de traitement, en particulier, le réacteur biologique (Satin et al., 2010).

- **Déshuilage et dégraissage**

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre de figer les graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite (Dégréement, 1989). La rétention environ 80% de la matière grasse lorsque la température est inférieure à 30°C (Dégréement, 1995).

2-2-2Traitement primaire :

Le traitement primaire constitue une pré-épuration non négligeable pour garantir la qualité du rejet en milieu naturel. Il fait appel à différents procédés physiques et chimiques. Les matières décan tables se déposent au fond ou flottent à la surface par différence de densité ou après l'adjonction de produit agglomérant les matières, accélérant leur flottation ou leur sédimentation (Satin et Selmi, 2006). Le traitement primaire élimine plus de la moitié des matières en suspension jusqu'à 60% et de la matière organique de l'ordre de tiers de la DBO5 entrante (Degrement, 1989).

- .**Procédés de décantation physique :**

Décantation

La décantation a pour principe d'éliminer les particules en suspension par gravitée, les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage (Vilaginés,2010). L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation, ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées. Ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension. La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable (Daloz, 2007).

Flottation

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient (Vilaginés,2010). Pour l'extraction des particules en suspension, on fait appel à des techniques de clarification et d'épaississement par insufflation d'air. Les bulles d'air s'accrochent aux particules fines à éliminer en les ramenant à la surface de l'eau (Satin et al., 2010). Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspensions et réduit d'environ 30% de la DBO5 et de la DCO (Vilaginés, 2000)

- **Procédés de décantation chimique**

La coagulation concerne des colloïdes et des particules très petites. Par contre, au niveau des particules plus grosses, nous parlerons de floculation. Ces processus sont considérés comme des traitements préparatoires. De nombreuses séparations solide-liquide, la décantation et la flottation permettent d'éliminer 75% de la DBO5 et jusqu' à 90 % des matières en suspension (Edeline, 1992).

Cette technique comporte une première phase d'adjonction d'un réactif qui provoque l'agglomération des particules en suspension, puis une accélération de leur chute au fond de l'ouvrage (Daloz, 2007

La coagulation est utilisée pour agglomérer les particules de très petite taille. Les MES souvent de très petite dimensions, sédimentent difficilement, pour faciliter leur prise en masse, on utilise des agents chimiques appelés coagulants. L'ajout de ces coagulants permettent l'accroissement de la taille des MES et une décantation plus rapide, déstabiliser les suspensions colloïdales, la réduction de la turbidité et la concentration en polluants dissous par précipitation (Gregorio et al., 2007).

Floculation La floculation permet l'agglomération des particules de colloïdes granulaires lorsqu'elles favorisent les contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération. Cette floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules formée par la coagulation (Gregorio et al., 2007).

D'après Mouchet (2000), La formation du floc étant amorcée par l'introduction du coagulant, il est nécessaire d'accroître son volume, sa masse et sa cohésion. Une bonne floculation est favorisée par :

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible.

- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau.

- Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau.

- L'emploi de certains produits appelés floculant ou adjuvant de coagulation

. Les adjuvants les plus utilisés sont :

- Floculant minéraux : silice activée ;

Floculant organiques (polymères à haut poids moléculaires) d'origine naturelle tel que l'alginate ou d'origine synthétique (poly électrolyte anionique, cationique ou non ioniques).

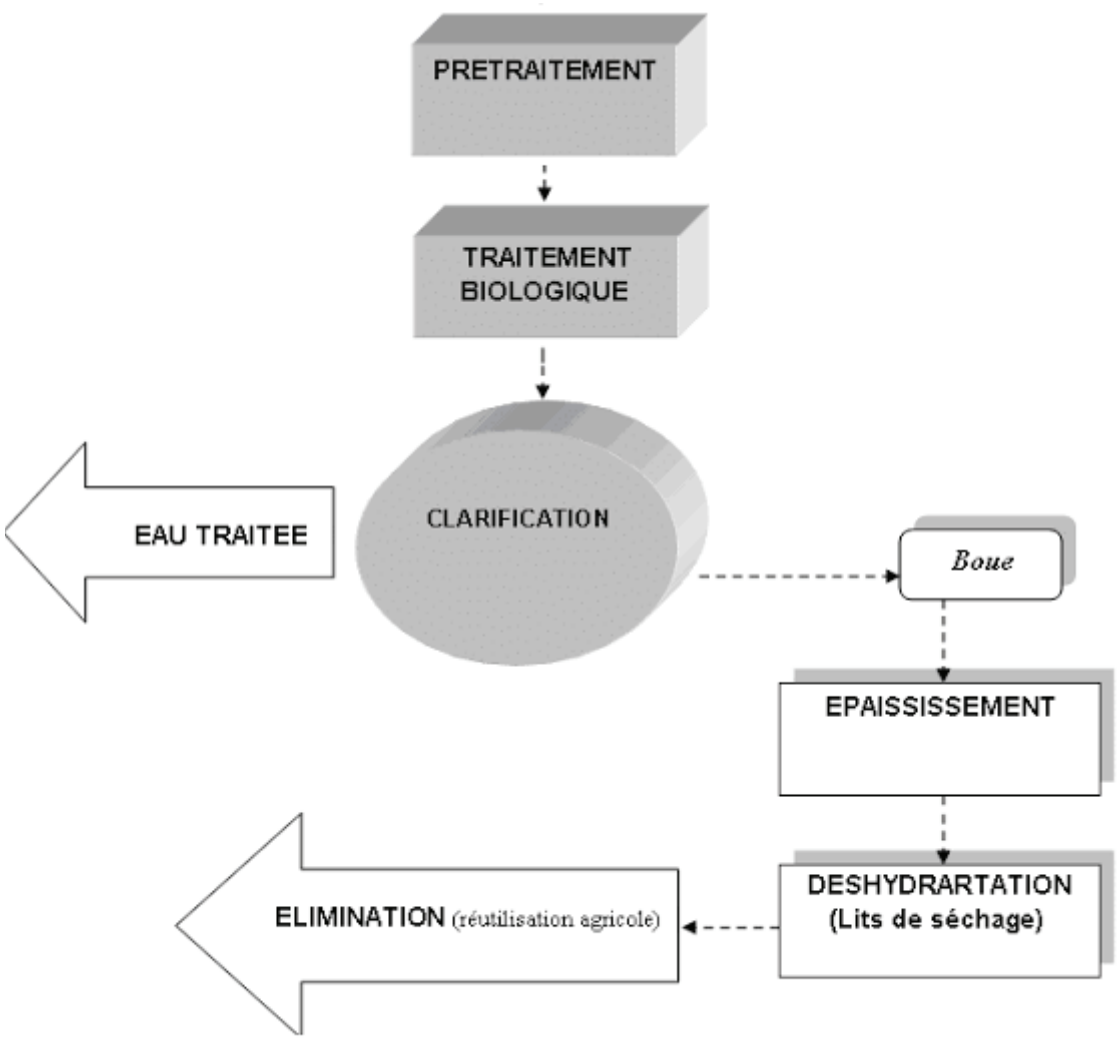
2-2-3 bTraitement secondaires (biologique)

Le traitement biologique consiste à l'utilisation de la flore bactérienne dans les eaux usées pour dégrader les matières organiques polluantes. Il constitue le second grand stade de l'épuration des eaux de raffinage. Ce stade est destiné initialement à éliminer la DBO5 et la DCO qui subsiste après l'épuration physico-chimique (Koller, 2009). dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

a-**Boues activés** : Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur. (Céline PERNIN 2003).

b-**Lit bactérien :** Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 (Rodart et al, 1989)

Figure 5 illustre les différentes traitements des eau usées



- **Figure 5: traitements des eaux usée (Rodart et al, 1989)**

III. Chapitre 3 : Procédé d'épuration des Eaux Usée par Lagunage Naturel

Introduction :

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies, impliquant un large éventail de micro-organismes (essentiellement des algues et des bactéries). Les mécanismes épuratoires et les micro-organismes qui y participent sont, fondamentalement, les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières (Pearson, 2005).

1-Le lagunage naturel

Parmi les divers procédés d'épuration des eaux usées, dont l'application dépend des caractéristiques des eaux à traiter et du degré de dépollution souhaité, figure le lagunage naturel. Un certain nombre de travaux récents ont porté sur le système de lagunage (A .CHAIB, juin 2004)

1-1Principe de fonctionnement :

Le traitement des eaux usées par lagunage est réalisée grâce un équilibre biologique, auquel participent des **bactéries, du zooplancton, des algues et** éventuellement **des plantes.**

La fraction majeure des matières en suspension de l'eau brute décante dans le premier bassin ; Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution est fourni par les algues (photosynthèse) .Le zooplancton consomme les algues. Eventuellement, les plantes peuvent filtrer l'eau en sortie avant rejet. L'ensemble de ces phénomènes apparait généralement dans trois bassins en série, ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires.

Le lagunage naturel peut être utilisé en traitement tertiaire pour affiner la qualité de l'eau traitée par une boue activée (exemple : pour la désinfection) (A .CHAIB, juin 2004)

2-les organismes vivants et leur rôle dans l'épuration des eaux usées :

Bassin n°1 : La minéralisation par les bactéries :

Les eaux usées débarrassées des gros objets et des graisses passent alors dans le premier bassin. Dans une station de lagunage, ce bassin est généralement le plus grand. Dans ce bassin, l'élimination des déchets passe par deux voies :

La voie physico-chimique : naturellement des réactions chimiques ont lieu dans l'eau entre les différents éléments minéraux déjà présents. Ces réactions tendent vers une certaine neutralité entre les différents composés ;

La voie microbiologique : C'est le moyen le plus efficace où les déchets organiques sont progressivement dégradés par les bactéries.

Ce sont les bactéries qui jouent le rôle principal dans l'épuration des eaux en éliminant la matière organique par un processus connu sous le nom de **minéralisation** : Cela consiste à dégrader de la matière organique complexe en composés minéraux simples grâce à l'activité d'un enchainement de micro-organismes (dans l'eau : essentiellement constitué de bactéries).

- **Minéralisation**

Matière organique ⟶ *Matière minérale*

Cette minéralisation de la matière organique par les différentes bactéries permet la production d'eau, de sels minéraux (NH_{4+}, NO_{2-}, NO_{3-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}) et de gaz (CO_2, H_2S,CH_4, NH_3 ...), qui vont progressivement se diriger vers le second bassin. (PELMONT J,1993)

2-1 Mémento sur les bactéries :

2-1-1Définition : Ce sont des micro-organismes unicellulaires et procaryotes (une seule cellule sans noyau). Généralement, par une simple division cellulaire qu'elles se reproduisent et sont capables de résister à des conditions défavorables sous forme de spores. Présentes sur le globe depuis 3,5 milliards d'années, les bactéries sont les plus anciennes formes de vie mais aussi les plus abondantes car ayant réussi à coloniser tous les milieux (PELMONTJ,1993)

Energie / **Nutriments**	**Lumière**	**Oxydation**
Substances minerals	Photo-lithotrophe	Chimio-lithotrophe
Matières organiques	Photo-organotrophe	Chimio-organotrophe

Figure 6: classification des bactéries selon le type de nutrition et d'énergie utilisé lors de la minéralisation (PELMONT J,1993)

a-<u>Les bactéries exogènes</u> : Ce sont les bactéries qui arrivent avec les effluents : elles sont de bonnes indicatrices de la pollution microbiologique. Malgré une très grande diversité, certaines de ces bactéries peuvent être pathogènes (c'est-à-di reporteuses de maladies) ; il convient donc de les éliminer au fil de l'épuration afin d'éviter toute contamination bactériologique en aval dans le milieu récepteur. Avant même d'arriver dans la station de lagunage, les changements de milieux successifs vont entraîner la forte diminution de leurs effectifs.(PELMONT J , 1993).

Figure 7: Bactéries(PELMONT J, 1993)

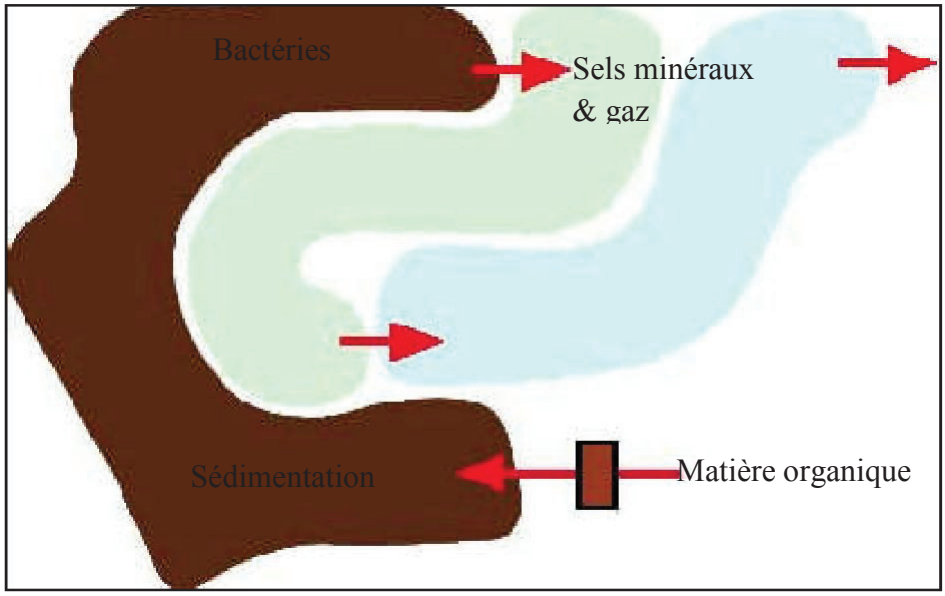
C-Les bactéries endogènes : Elles se présentent naturellement dans les bassins grâce à l'ensemencement naturel, vont jouer un rôle pour dégrader la matière organique. Selon les caractéristiques physico-chimiques des eaux, les espèces les mieux adaptées à leur milieu de vie vont rester présentes dans les bassins. La grande diversité des espèces de bactéries présentes dans les bassins correspondent à des adaptations des micro-organismes aux changements de conditions : qualité de l'eau, résistance à la pollution....(PELMONT J,1993)

On distingue alors trois types de bactéries endogènes dans les bassins :

- **Les bactéries anaérobies strictes**: Elles vivent enfouies dans les sédiments où, dans une profonde tranche d'eau désoxygénée. Elles n'utilisent pas le processus de la respiration (l'oxygène est un poison pour leur métabolisme) mais celui de la fermentation. La minéralisation

est alors caractérisée par une forte production de gaz souvent malodorant.

- **Les bactéries aérobies strictes :** Elles ont obligatoirement besoin d'oxygène pour respirer. Elles sont alors présentes dans la tranche d'eau bien oxygénée et dégradent la matière organique dissoute présente en suspension
- **Les bactéries aérobies et anaérobies facultatives :** Elles sont moins exigeantes envers le taux d'oxygène dissout. Certaines tolèrent des variations alors que d'autres vivent insensiblement quelque soit l'oxygénation de l'eau. La répartition de ces bactéries est relativement homogène sur toute la tranche d'eau avec des concentrations plus importantes aux zones les plus favorables pour chaque espèce (afin d'éviter toute compétition) (PELMONT J, 1993)



❖ **Figure 8: Bassin n°1: La minéralisation par les bactérie(PELMONT J, 1993)**

Bassin n°2 : Le rôle des plantes :

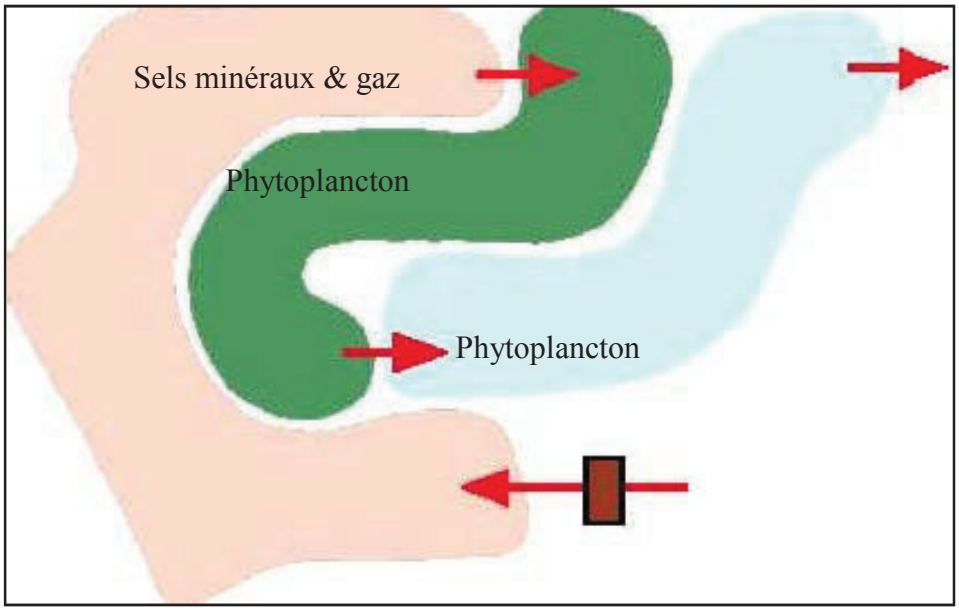
Après la première action menée par les bactéries pour dégrader la matière organique, les plantes vont intervenir pour fixer les produits issus de la minéralisation. L'eau arrive donc dans ce deuxième bassin : Ce bassin est plus petit avec une profondeur moins importante. Cette faible profondeur est importante pour permettre l'action du soleil : Rôle bactéricide des

ultra-violets, mais surtout, ici, pour permettre la photosynthèse et donc favoriser les phénomènes aérobies

.Les nutriments présents (sels minéraux, dérivés des lessives et dans une moindre mesure des engrais minéraux issus de l'agriculture) et le CO_2 (déchet de la respiration de certaines bactéries) vont être assimilés par les plantes pour permettre leur croissance. Ces organismes autotrophes vont transformer, directement grâce à l'énergie solaire, les différents sels minéraux et le CO_2 en tissu organique (sucres) pour la plante et en oxygène évacué dans le milieu extérieur : c'est le phénomène de la **photosynthèse. (PELMONT J, 1993)**

Equation globale de la photosynthèse :

Sels minéraux + CO_2 + H_2O $\xrightarrow{\text{Sucres (développement algal)}}$ + H_2O + O_2



❖ **Figure 9: Bassin n°2 : Le rôle des plantes(PELMONT J, 1993)**

- Le choix des plantes utilisé pour l'épuration des eaux peut être très variable selon les facteurs d'implantation de la station de lagunage ; que ce soit pour des raisons économiques, esthétiques ou, selon les types de pollutions traitées, on distinguera alors deux types de lagunages naturels classés selon les types de végétation :

Bassin N°3 : Le rôle du zooplancton

Le rôle du zooplancton est d'assurer la finition de l'épuration des eaux. Ils vont jouer un rôle important comme consommateur de micro-algues, et donc comme régulateur de ces

populations phytoplanctoniques.(CEMAGRER .1985)

- **Les protozoaires :**

Ces organismes unicellulaires sont les principaux prédateurs des bactéries. Ils sont présents toute l'année sans manifester d'évolution numérique majeure. Quelques exemples de protozoaires : flagellés (peranema, astasia, bodo...), ciliées (paramécies, vorticelles, aspidisca, pleuronema...).

Figure 10: Protozoaires (CEMAGREF .1985)

- **Les Métazoaires**

Ces organismes pluricellulaires, d'une complexité plus grande, sont représentés dans les derniers bassins de la station de lagunage sous trois groupes dominants :
Les rotifères :

Ce sont des vermidiens microscopiques de 200 mm à 1 mm de forme très hétérogène. Ils représentent plus de 2 000 espèces regroupées en 22 familles.

❖ **Figure 11: Les rotifères(CEMAGREF .1985)**

. Ce sont essentiellement des microphages consommateurs de bactéries, de micro-algues et de matière organique qui permettent une efficace clarification des eaux. Parfois présents dans les premiers bassins, ils peuvent vivre dans des eaux très peu oxygénées supportant de très grandes variations de la qualité du milieu. Leur reproduction très efficace est particulièrement étonnante : il n'y a que des femelles se reproduisant par parthénogenèse (reproduction asexuée). Elles produisent de 10 à 40 œufs ovovivipares à la fois CEMAGRER .1985)

-Les Copépodes :

Ce sont des petits crustacés (de 0,5 à 4mm.) présent à la surface de l'eau qui sont de très efficaces prédateurs : ils consomment pêle-mêle du phytoplancton, des jeunes larves d'insectes et des cladocères...

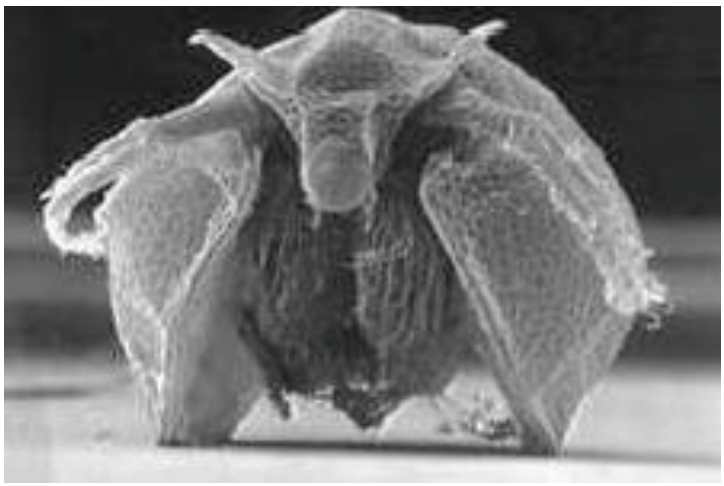
Dans les eaux douces, on peut distinguer 2 groupes de copépodes : les Calanoïdes phytoplanctonivores à longues antennules et les Cyclopoïdes à courtes antennules (zooplanctonivores pour les plus gros).

❖ **Figure 12: LesCopépodesCEMAGREF .1985)**

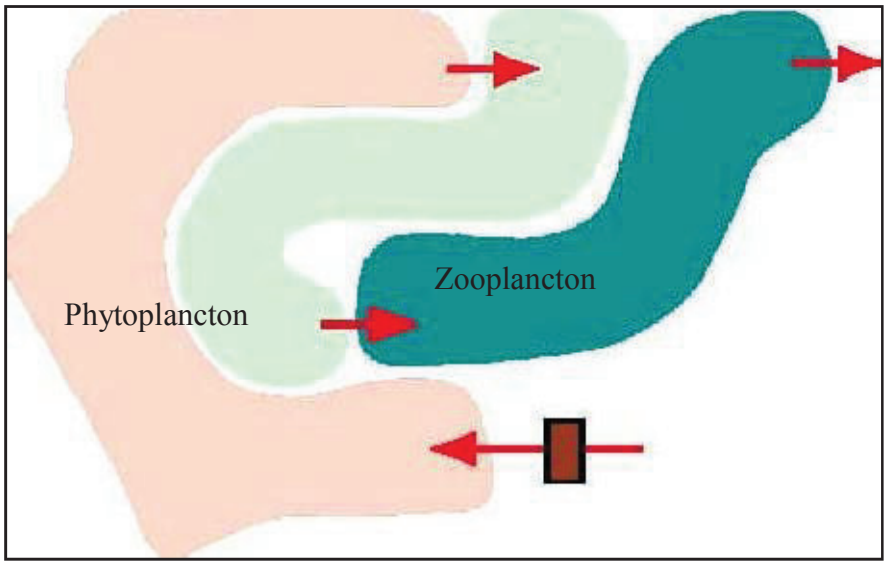
-<u>Les Cladocères</u> :

Ce sont des petits crustacés herbivores et détritivores de 0,2 à 3 mm. Ils jouent un rôle important dans la station de lagunage et particulièrement dans les derniers bassins pour diminuer le taux de matière en suspension (filtration de la biomasse phytoplanctonique) et ainsi augmenter la luminosité. Cependant, leur mode de nutrition et leur respiration a tendance à diminuer le taux d'oxygène dissout. Leur taille relativement importante (facilitant leur pêche) et leur richesse protéique font des cladocères des organismes facilement valorisables en aquaculture.

Ces filtreurs efficaces, surtout représentés par le groupe des Daphnies, sont équipés de nombreuses pattes thoraciques munies de peignes pour prélever les particules alimentaires (phytoplanctons, matières organiques...), ainsi que de branchies pour filtrer l'oxygène dissout. Les cladocères se déplacent grâce à leurs antennes, mais cela n'est vraiment pas suffisant pour fuir les nombreux prédateurs présents.



❖ **Figure 13: Les Cladocères CEMAGREF .1985)**



❖ **Figure 14: Bassin N°3 : Le rôle du zooplancton CEMAGRERF.1985)**

3-Les différents types de lagunage :

Le lagunage est fortement dépendant des conditions climatiques essentiellement de la température, du vent, la pluviométrie et l'ensoleillement. Le rendement épuratoire varie selon la taille, la forme et le nombre de bassin qui est fonction du temps de séjour et des conditions climatiques locales. Selon que les lagunes soient artificiellement aérées ou pas, on distingue deux types de lagunages :

Le lagunage naturel :

Ce sont des bassins artificiels et imperméabilisés, de faible profondeur pouvant recevoir des effluents bruts ou prétraités et où la recirculation des boues biologiques décantées n'est pas réalisée, et la concentration de la biomasse épuratrice reste faible. Alimentées d'effluents à traiter, les lagunes naturelles sont nommées étangs de stabilisation , que l'on classe en fonction des filières de développement des bactéries en trois catégories : anaérobies, aérobies ou facultatifs (mixtes).

Le lagunage aéré :

Ce sont de vastes bassins constituant un dispositif très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans les étangs, en apportant de l'extérieur par insufflation d'air ou oxygénation au moyen d'aérateurs de surface, l'oxygène nécessaire au maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices.

Bien que théoriquement elle ne s'impose pas, une recirculation de l'eau traitée et parfois des boues biologiques en tête de lagune est souvent pratiquée. Elle permet d'améliorer le mélange complet et d'assurer une meilleure répartition de la biomasse.

Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale .

Conclusion :

Le lagunage est fortement dépendant des conditions climatiques (essentiellement de la température), et la qualité des rejets peut donc varier selon les saisons. L'emprise au sol est relativement importante. Les coûts d'investissement sont non seulement dépendants du prix du terrain, mais aussi de la nature du sol. Sur un sol perméable, il sera indispensable d'ajouter un revêtement imperméable, et dans ce cas, l'investissement peut s'avérer onéreux, voire difficilement abordable. Malgré ces défauts, le lagunage reste une technique efficace (également pour l'azote, le phosphore et germes pathogènes) bon marché, ne nécessitant pas de construction en dur (génie civil simple) et s'intégrant parfaitement au paysage. De plus, aucun apport d'énergie n'est requis si le terrain est en pente. Au sein du lagunage naturel et par les processus biologiques qu'ils créent, les organismes jouent un rôle distinct mais complémentaire dans l'épuration des eaux usées en formant un parfait équilibre biologique naturel.

IV. Chapitre 4 : Matériel et Méthode

Partie 1 : descriptions la station d'épuration de sidi bel abbèse .

1-Description des installation :

La station d'épuration de sidi bel abbés fonctionne sur le bas d'un procédé à boues activées avec aération prolongé à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente.

❖ **Figure 15: Station d'épuration de sidi Bel Abbés (Allam et Larik)**

1-1 La nature des eaux usées

Les eaux admises à la station d'épuration sont des eaux domestiques ou industrielles obligatoirement prétraitées au niveau des unités industrielles.

1-2 La filière de traitement des eaux usées :

- Déversoir d'orage
- Dégrillage grossier : largeur de la grille : 1,50m
  Inclinaison : 70%
- Relevages des eaux brutes : Nombre de pompes :4
- Dégrillage fin mécanisé : largeur de grille : 2m
  Profondeur :1,50 m
- Dessabler –déshuileur 2unités : largeur :4m
  Langueur :15m
- Décantation primaire : diamètre : 24m
  Surface : 380 m
- Basin d'aération prolongée : 2 unités volume : 172,5m
  Longueur : 49,5m
  Largeur : 16,5m
- Décantation secondaire (2unités) : diamètres : 36m
  Surfaces : 908m
  Profondeur d'eau : 5045m
- Recirculation des boues
- Extraction des boues en excès
- Stabilisation des boues
- Epaississement des boues : diamètres :16m
  Hauteur :4m
- Déshydratation des boues sur lits de séchage

Partie 2 : Les analyses physico-chimiques

La partie principale de ce travail c'est de réaliser à des analyses physico-chimiques des eaux usées de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes dans deux stations. L'une est située en amont (à l'entrée) et l'autre se localise en aval (à la sortie) de la STEP. Ce suivi des eaux d'égout permet de contrôler l'efficacité de la station dans l'élimination de la matière nuisible.

Les analyses ont été faites au laboratoire de la STEP de Sidi Bel Abbes . Les paramètres physico-chimiques étudiés dans le STEP sont la température (**T**), pH potentiel d'hydrogène, la conductivité électrique (**CE**), les matières en suspension (**MES**), la demande chimique en oxygène (**DCO**), la demande biochimique en oxygène (**DBO5**), les nitrates et les nitrites, l'ammonium, l'azote total. (ASSOBHE, 2013)

1-Echantillonnage

Les analyses s'effectuent chaque heure ″ de 9h à 16h ″ à raison de deux échantillons de 200ml par heure.Le premier échantillon d'eau est prélevé à l'entrée de la station (E), c'est une eau brute qui n'a pas subi de traitement et le second échantillon est prélevé à la sortie (S) situé au niveau du bassin de clarification ; c'est une eau épurée. Une fois acheminés vers le laboratoire, c'est deux échantillons vont servir à l'analyse de (PH, T) puis verser dans deux récipients appropriés pour établir en fin de journée deux échantillons composites (E et S) sur lesquels seront réalisées les mesures de conductivité, turbidité et salinité. D'autre paramètre comme la couleur et l'odeur sont aussi déterminés. Chaque jour, deux prélèvements de 1 litre sont également échantillonnés au niveau des unités d'aération (Unité 1 et unité 2) qui vont servir pour la détermination de l'indice de Mohlman (Step de SBA, 2021).

❖ **Figure 16: lieu de prélèvement de l'eau brute (Allam et Larik)**

2-Les analyses physico-chimiques de l'eau

Les analyses physico-chimiques des eaux usées ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration de la wilaya de Sidi Bel Abbés pour la détermination des paramètres mesurés .

Le tableau n°10 nous indique les Paramètres mesurés et leurs appareils d'analyse

Paramètre	Symbole	Unité	Appareil d'analyse
Température et pH	T° et pH	°C	pH-mètre de paillasse et pH-mètre portable
Matières en suspension	MES	-	Centrifugeuse
Nitrate	NO_3^-	mg/l	Spectrophotomètre
Nitrite	NO_2^-	mg/l	Méthode au réactif de Zambelli par UV-visible
Ammonium	NH_4^+	mg/l	Méthode spectrométrique manuelle
Phosphate	PO_4^{3-}	mg/l	-
Demande Biochimique en oxygène	DBO_5	mg/l	Méthode par Manométrie
Demande Chimique en oxygène	DCO	emg/l	Thermoréacteur DCO

❖ **Tableau 14: Paramètres mesurés et leurs appareils d'analyse**

2-2Les analyses quotidiennes

- PHet Température

C'est deux paramètres sont mesurés chaque heure « de 9h à 16h » pour les échantillons de 200ml (sortie et entrée) par le PH-mètre.

/PH (Acidité / potentiel hydrogène)

La détermination de l'acidité et la neutralité ou la basicité de l'eau'est effectuée par la mesure du pH-mètre. Cette mesure doit se faire sur place (directement après le prélèvement).

Détermination des pH et Température :

Appareil : pH Mètre (pH 510)

Electrode: Electrode de pH combinée

Mode opératoire:

❖ Etalonnage de l'appareil :

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 où pH = 4.

❖ **Figure 17: pH mètre portatif (photo de Allam et Larik)**

- **Matières en suspension**

La mesure de la masse des matières flottantes en suspension contenues dans les eaux, permet de contrôler le fonctionnement des ouvrages de traitement. Les matières en suspension ont été mesurées par centrifugation et par filtration sur filtre en fibre de verre puis pesée.

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande partie des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée avec les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et une mauvaise odeur. Cependant. Elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (Faby, 1997)

2-3Les analyses hebdomadaires des eaux

Certains tests ne sont réalisés une fois par semaine (tous les Mardi) car le coût des réactifs et le temps que prend la manipulation, empêchent leur mise en évidence d'une façon quotidienne.

- Ammonium

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.

- Nitrite

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température (Rodier., 2009).

- Nitrate

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais leurs teneurs élevées provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (Rodier., 2009).

- Phosphate

Dans les eaux résiduaires, le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (orthophosphates, poly-phosphates) mais aussi sous forme de composés organiques.

Le phosphore total est dosé après minéralisation du prélèvement (Rodier, 2009).

N.B : La lecture des résultats d'ammonium, nitrite, nitrate et le phosphore se fait par le

Spectrophotomètre Atomique.

Figure 18: spectrophotomètre (Allam et larik)

- **Détermination de la demande chimique en oxygène DCO:**
  - ❖ **Appareillages:**

- Spectrophotomètre
- Réacteur (CR 2200)
- Adaptation de tube **DCO** sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml Poire à pipete

❖ **Réactifs:**

Produit chimie de la **DCO** sur une bouteille (tube de réactif **DCO**)

- **Mode opération:**

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif **DCO**.
- Placer le tube bouché dans le réacteur **DCO** et chauffer deux heures à 150 °C.
- Lire la **DCO** directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre

Figure19: réacteur DCO (Allam et Larik)

. Détermination des matières en suspension (MES) :

La mesure de la masse des matières flottantes en suspension contenues dans les eaux, permet de contrôler le fonctionnement des ouvrages de traitement. Les matières en suspension ont été mesurées par centrifugation et par filtration sur filtre en fibre de verre puis pesée.

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande partie des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée avec les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et une mauvaise odeur. Cependant. Elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures

- **Appareil :**
- Etuve chauffé.
- Température : 105 °C.
- Matériels: Fiole, capsules, filtres, rampe de filtration, dessiccateur, balance électrique

Figure 19: Etuve (Allam et Larik)

❖ **Mode opératoire** :

- Dans des eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.
- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable.
- Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avecde l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.
- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105 °C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre.

❖ **Formule :** M.E.S = (P1 –P2) x 1000000 / 100 = (P1 –P2) x10000.

Avec :

P1 : Poids de filtre en vide.

P2 : Poids de filtre en plein

Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) :

❖ Appareillages:

- Matériel courant de laboratoire.
- Flacons d'incubation à bouchons rodés de 150 ml.
- Enceinte réglable à 20° C.
- Matériel nécessaire pour le passage de l'oxygène dissous.

❖ **Figure 20: ENCEINTE DBO (Allam et Larik)**

❖ **Figure 21: : flacon d'incubation (Allam et Larik)**

Figure 22: : oxytope (Allam et Larik)

- **Mode opératoire:**

L'échantillon est placé sous agitation dans un flacon incubateur hermétiquement relie à manomètre à mercure lors de la biodégradation des matières organiques. Les micros organismes consomment l'oxygène de l'aire contenu dans le flocon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon.

Cette dépression est transmise au manomètre à mesure et la consommation en oxygène et lue sur l'échelle monomérique.

Figure 23: capsule vide (Allam et larik)

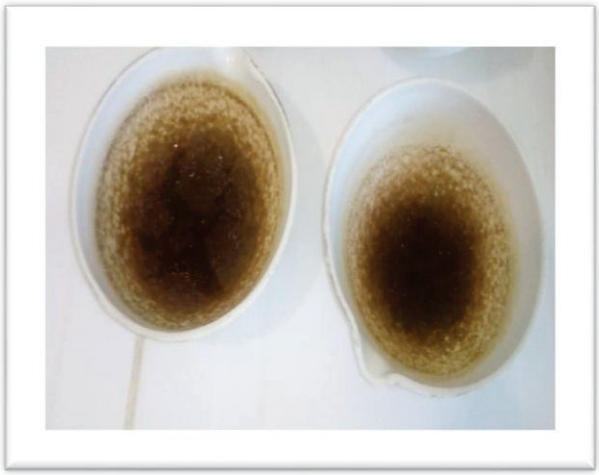


Figure 24: capsule remplie avec échantillon beau activé (Allam et Larik)

nous avons utilisé les tableaux sur lequel sont traduits les différentes valeurs des différentes

V. Chapitre 5 : Résultats

Et Discussion

Introduction:

Les résultats des analyses physico-chimiques mesurées au niveau du laboratoire de la STEP de sidi bel abbés durant la période de 3 semaines d'expérimentation (du 21 Février 2021 au 4 mars 2021), ces résultats ont été mise à notre disposition par les agents de la STEP. On a couplé les résultats pour comparer seulement aux normes de chaque paramètre si elles existent (tableau 23), et pour évaluer les rendements et l'efficacité du fonctionnement de la STEP.

L'évolution hebdomadaire de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau brute et de l'effluent traité est portée dans les tableaux.

NB : nous avons utilisé les tableaux sur lequel sont traduits les différentes valeurs des différentes paramètres (tableau 13et14).

- ***Résultats et discussion***

Afin de percevoir facilement les données relatives aux différents résultats obtenus durant les analyses effectuées, nous avons regroupé toutes les informations dans les tableaux récapitulatif ci- dessous (tableau 13et 14) .

	Première semaine (21 février /25 Février 2021)		**Deuxième semaine (28 février/ 04 Mars 2021)**		**Troisième semaine (07Mars /11Mars 2021)**		NORMES	
	entrée	**sortie**	**entrée**	**sortie**	**entrée**	**sortie**	OMS	Algérienne
DBO5	246	18 ,5	335	7,9	390	38,4	30	35
DCO	627mg /L	29 mg/L	865	29	920	49	90	120
Nitrate (NO_3^-	0,02 mg/L	0,56	0,35	1,11	0,56	1,13	1	/
Nitrite (NO_2^-)	0,17 mg/L	0,56	0,19	0,57	0,22	0,56	1	/
Ammonium (NH_4^+)	121 ,36 mg/L	4,3	37,5	4,21	34,71	8,42	5	/
Phosphate (PO_4^{3-})	4,46 mg/L	6 ,69	3,13	8,37	3,76	5,56	2	/

Tableau 15: Résultats des analyses hebdomadaire (STEP de SBA 2021)

	Première jour (21février 2021)		**Deuxième jour (22février 2021)**		**Troisième jour (23février 2021)**		**Quatrième jour (24février 2021)**		MORMES	
	entrée	**sortie**	**entrée**	**sortie**	**entrée**	**sortie**	**Entrée**	**sortie**	OMS	Algérienne
PH	7,64	7,26	7,6	7,08	7 ,76	7,25	7 ,7	7,07	8,5	8 ;5
Température	15,4	16,4	17	16,01	16 ,9	16,6	14,8	15,3	30	30
MES	369	18	226	7	335	10	271	27	30	35

Tableau 16: résultats des analyses quotidiennes (STEP de SBA 2021)

- **Couleur et odeur :**

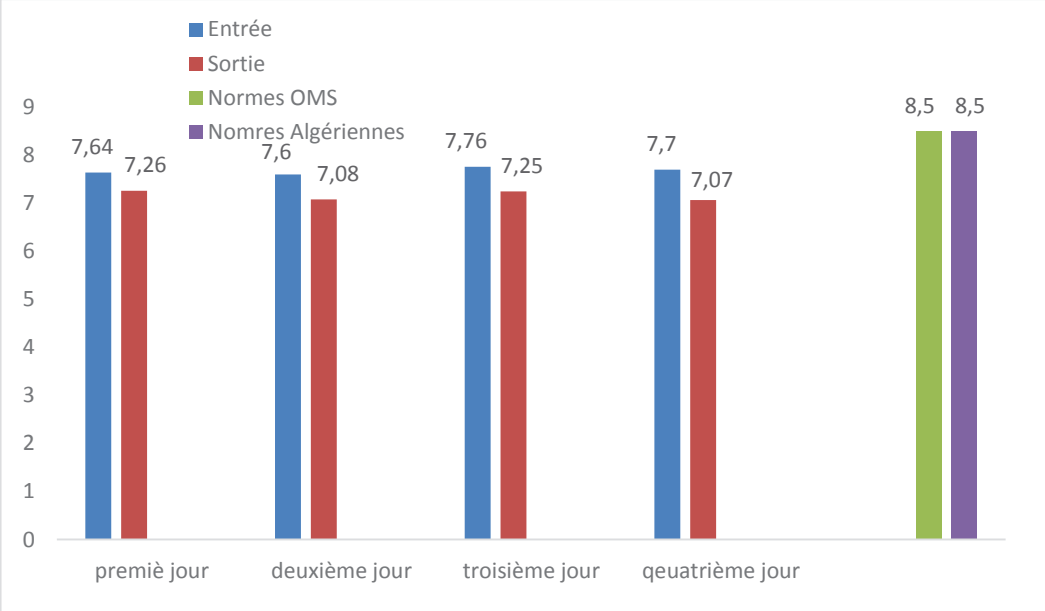
❖ **Figure 25: Image représentant les eaux brutes et les eaux épurées (Allam et Larik)**

D'après une simple observation d'œil , il est remarqué que l'eau à la sortie est plus claire , elle est moins claire au milieu et plus turbide (marron foncé) avant traitement. Ces observation indique la diminution des MES après traitement, il sont conformes aux normes algérienne de rejet (couleur claire) (jora 2013) , ce qui confirme l'efficacité du traitement dans l'élimination de la pollution particulière .

L'odeur des eaux usées brutes était désagréable .cette mauvaise odeur est due à l'existence soit de produits chimiques ou de matière organique en décomposition , ou de bactéries clostridium qui dégagent le H2S (sources de mauvaise odeurs) cette odeur disparait après traitement ceci est conforme aux norme algériennes de rejet (odeur inexistante pour les eaux traitées) (**jora , 1993**) (**Ait abdelouhab , 2001**)

Potentiel d'Hydrogène :

Le PH sert à quantifier la concentration en ions H de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique. Cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'une eau (**Franck, 2002).**



❖ **Figure 26: Variations mensuelles du pH**

Cet histogramme représente les variations de PH des eaux usées pendant quatre jours avant et après traitement .ces valeurs de PH des eaux usées brutes et épurées oscillent entre 7,07 et 7,64. Selon les normes cité de l'OMS et des normes algérienne nous pouvons constater que la station d'épuration permet de réduire le ph de 7,64 pour le premièr jour à 7,26

pour le deuxième jour de 7,6 à 7,08

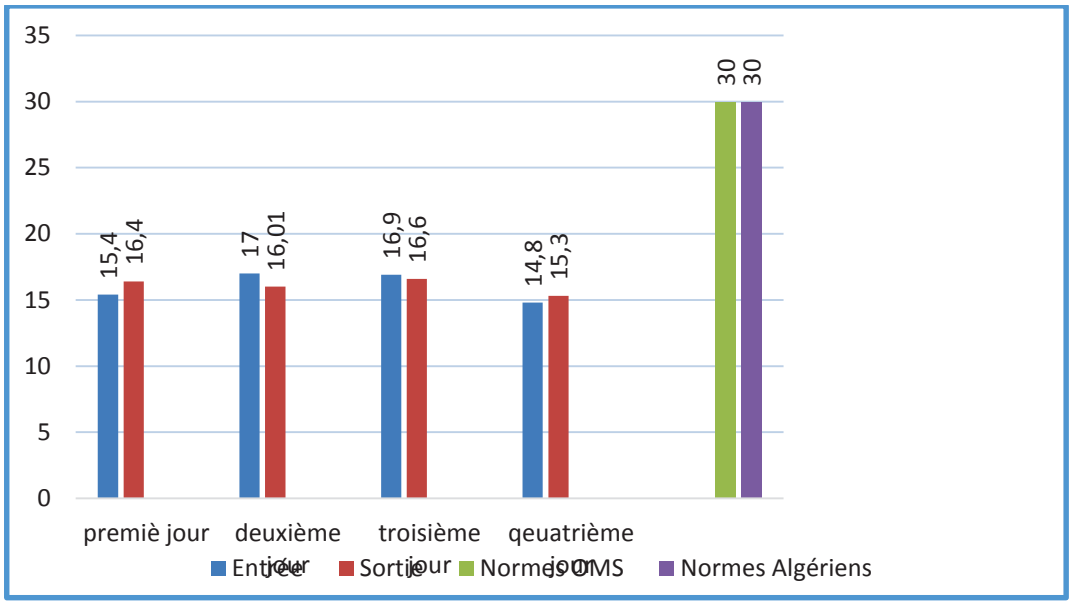
pour la troisième jour de 7,76 à 7,25

pour le quatrième jour de 7,7 à 7,07

Ces valeurs sont conformes avec les normes de rejet algériennes (6,5<ph<8,5) et OMS.

Température :

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz , dans la dissociation des sels dissous elle favorise aussi la formation d'une biomasse bactérienne importante .



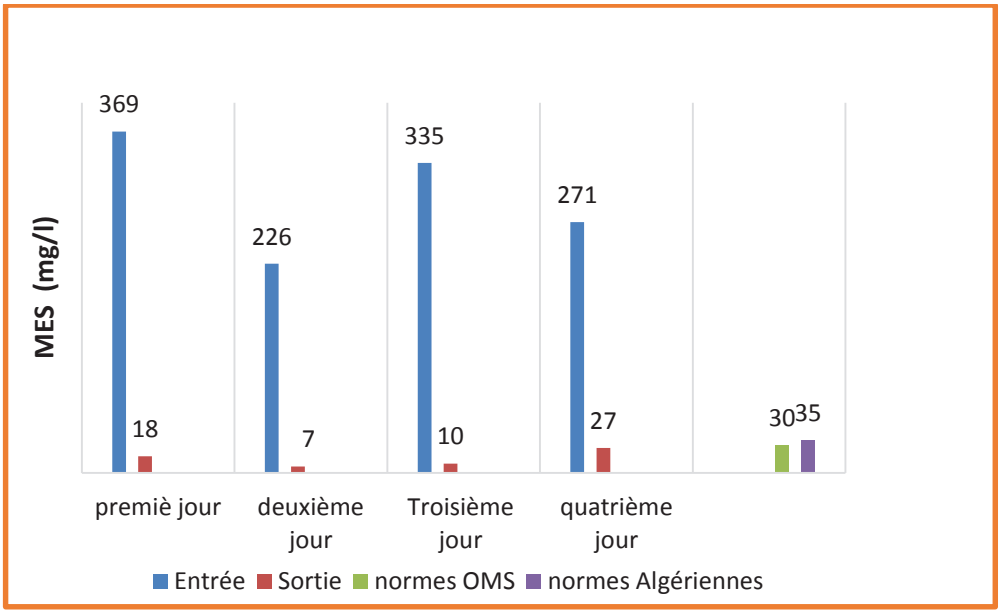
❖ **Figure 27: Variations mensuelles de la température**

Selon les résultats mensuels, les mesures de la température indiquent des degrés rapprochés allant entre 14 ,8 et 17,1°Respectivement à l'entrée et à la sortie .

On peut dire que l'épuration n'a pas eu d'influence sur la température car les fluctuations de ce paramètre abiotique dépendent des conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau.

Ces résultats restent dans un écart de température correspondant aux normes de rejets.

Matière en suspension



❖ **Figure 28: Variation mensuelles de la matière en suspension**

Selon les normes cité de OMS et de normes algérienne nous pouvons constater que les traitement de la station d'épuration permet de réduire la matière en suspension :

de 369 pour le premier jour à 18

pour le deuxième jour de 226 à 7

pour le troisième jour de 335 à 10

pour le quatrième jour de 271 à 27

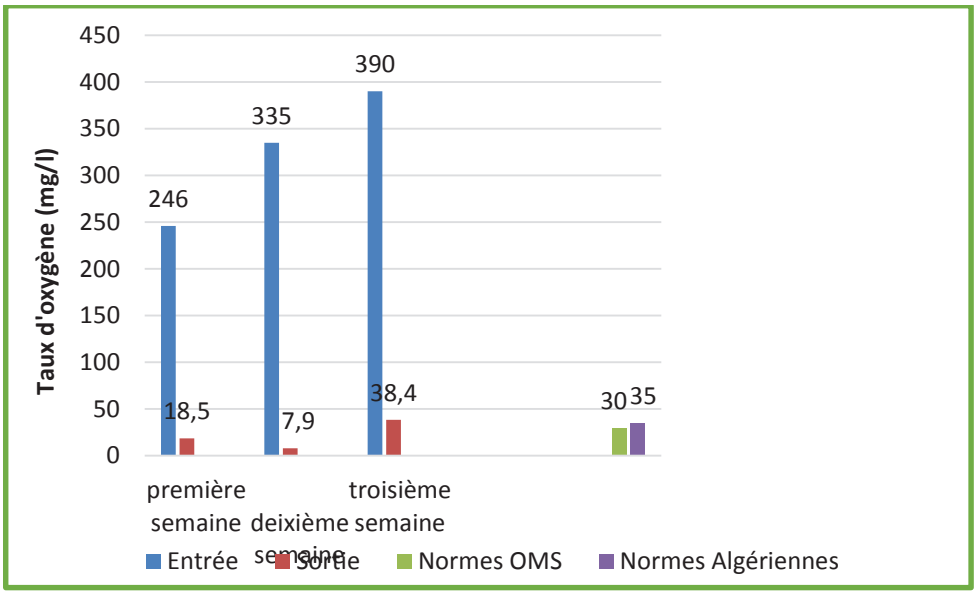
Les teneurs de matière en suspension , des prélèvement effectués au niveau de la STEP diminuent en allant des eaux brutes vers des eaux épurées .

Pour les eaux brutes ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet et sont liées souvent à la charge importante en matière organique et minérales .

en ce qui concerne les eaux épurées , le taux des MES diminue énormément elle se situent entre 7et27 mg/l ce qui donne une idée sur l'efficacité du traitement dans cette STEP , surtout si on considère que les norme des MES pour le rejet des eaux traitées et <20mg /l (**jora,1993**) . le rendement global de l'épuration pour ce paramètre atteint 96 ,81%.

Demande biochimique en oxygène :

La concentration organique des eaux usées , telle que mesurée par sa DBO5 , est une des plus importants critère utilisés dans la conception d'une installation de traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire , la charge organique l'installation de traitement est la DBO5 des eaux usées qui y sont amenées . pour déterminer l'efficacité du traitement et prévoir l'impact des effluents sur les eaux réceptrice , on effectue des tests de DBO5 avant et après le traitement (**Gaujous1995).**



❖ **Figure 29: Variations mensuelles de la demande biochimique en oxygène**

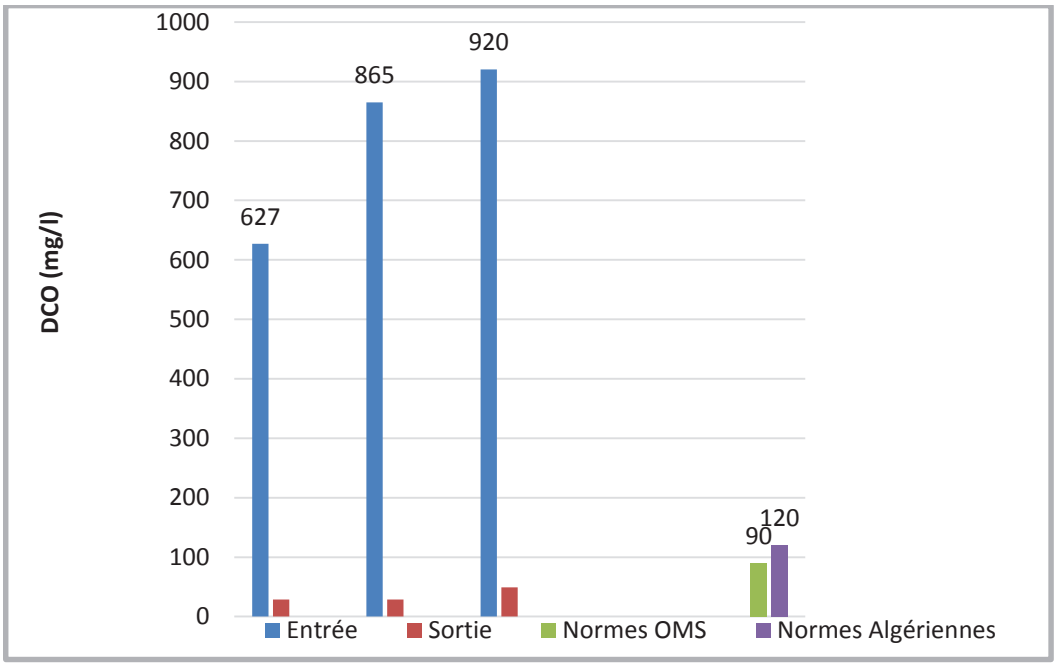
La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 246 et 390 mg O_2/l en durant le temps d'expérimentation (3semaine).la valeur élevé de la DBO5 au niveau de l'entrée de la station est tout à fait compréhensible , car les eaux usées domestique sont chargées en matières organique biodégradable . la valeur minimale enregistrée au niveau de la sortie pendant les trois semaines (7 ,9mgO2/L) indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est très acceptable

Ainsi, l'augmentation des concentrations de la DBO_5 de l'eau brute et traitée au cours du troisième semaine (390 et 38,4mgO_2/l) est en relation avec la charge en matières organiques biodégradable Selon BLIEFERT et PERRAUD,2009.Elle est associée au maximum à la prolifération bactérienne. Une diminution de la teneur en oxygène suite à la consommation de ce dernier par les microorganismes.

. Selon les normes cité de l'OMS et des normes algérienne nous pouvons constater que la station d'épuration permet de réduire le DBO de 246 pour la première semaine à 18,5 et pour la deuxième semaine de 335 à7,9 Ces valeurs sont conformes avec les normes de rejet algériennes et les normes EMS par contre pour la troisième semaine le DBO diminue de 390à 38,4 mais cette valeur dépasse les normes algérienne et norme MES .

Demande chimique en oxygène :

La DCO s'exprime en Mg/l d'oxygène et correspond à la quantité effective d'oxygène nécessaire pour oxyder dans les condition dans les conditions opératoire définis, les matières organique présentes dans un échantillon donné (Moll,2002) .



❖ **Figure 30: Variations mensuelles de la demande chimique en oxygène**

Les teneurs en DCO enregistrées au niveau de la STEP sont comprises entre 627mg/l à 925 mg/l et 29 mg/l à 46 mg/ respectivement à l'entrée et à la sortie avec un rendement d'abattement de la DCO est de94,58%.

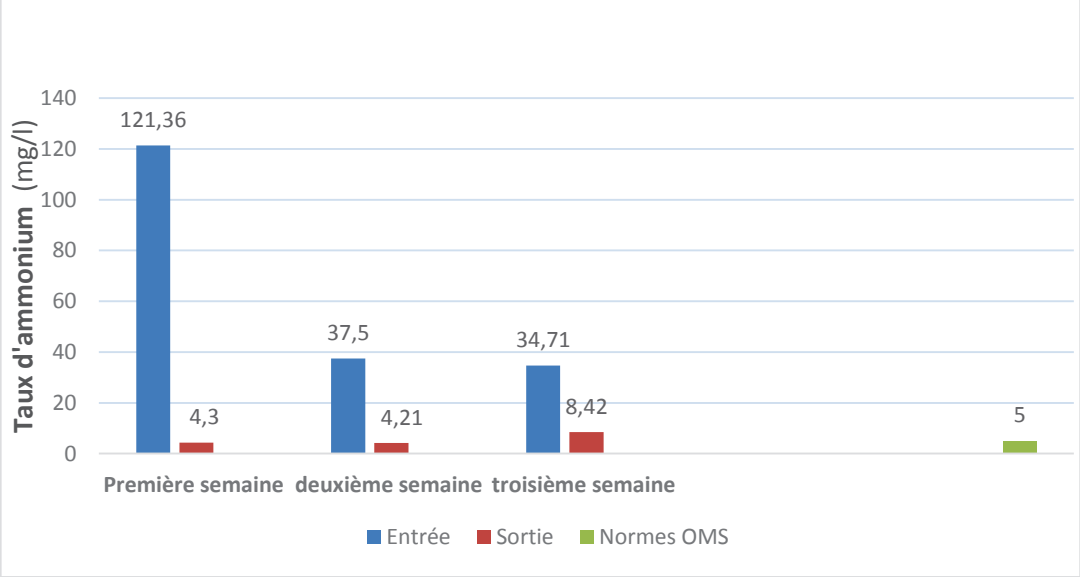
Tous les résultats obtenues respectent les normes algériennes et d'OMS .

L'abattement de la DBO_5, de la DCO et de MES nous permet d'estimer le taux d'épuration suite à la formulation suivante :

Abattement (%) = DBO_5+ DCO + MES/ 3

Dans le cas de notre travail, cet abattement correspond à la valeur de 96,34%, ce qui indique que les eaux usées ont subis une dépollution acceptable.

Ammonium



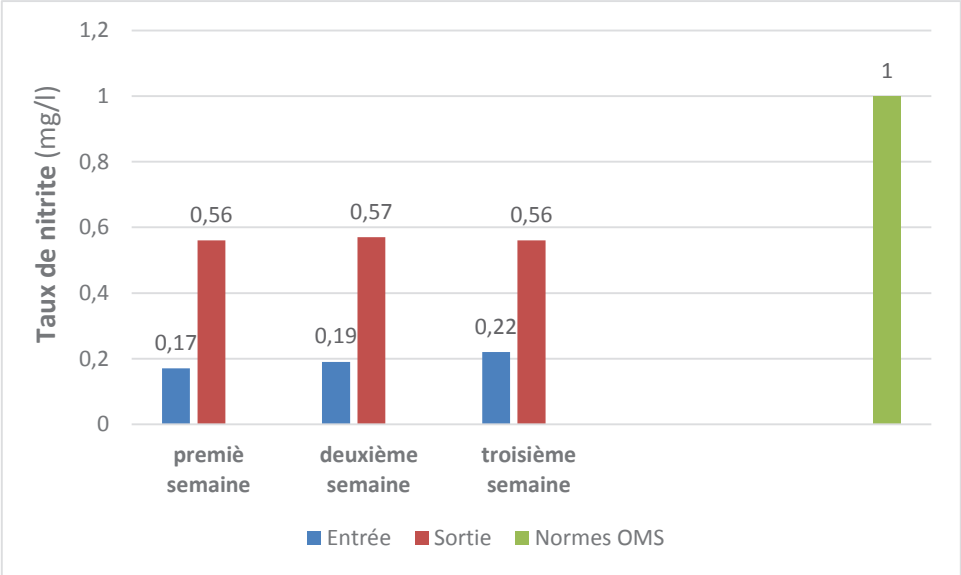
❖ **Figure 31: Variations mensuelles d'Ammonium**

Durant l'étude, les résultats d'analyse après traitement montrent que la concentration d'ammonium à l'entrée et à la sortie diminue. Ce qui indique que la station d'épuration fonctionne efficacement .Les concentrations obtenues au cours des analyses sont comprises entre les valeurs 31.02 et 59.33 mg/l, teneurs très élevées par rapport aux normes de rejet.

Pendant la première semaine , les teneurs observées à l'entrée de la STEP sont très importantes ainsi leur diminution. Cela justifie qu'à cette période, les pluies étaient absentes et le traitement de la station demeure efficace .Par contre, pendant la troisième semaine , le traitement des eaux usées est moins efficace du fait de la présence de faible pluviométrie,et l'élimination est très réduite de l'ammonium à cause des fortes pluies. Ces dernières, chargées en MES et autres particules permettent de perturber le fonctionnement de la station, c'est pour cela que l'épuration est faible. Ceci peut être justifié par une faible élimination d'ammonium

au niveau du bassin d'aération qui est due également à la dilution des bactéries responsable de cette dégradation .

Nitrite



❖ **Figure 32: Variations mensuelles du nitrit**

Les analyses physico-chimiques mensuelles du nitrite dans les eaux usées et les eaux épurées indiquent que toutes les concentrations sont conformes aux normes de rejet . .

La teneur en nitrite augmentée de 0,17 pour la première semaine à 0,56 ,la deuxième semaine de 0,19 à 0,57 ,et pour la troisième semaine de 0,22 à 0,56 .

Les nitrites sont les résultats de l'oxydation d'ammonium **(nitritation)**, puis elles se transforment en nitrates **(nitratation)**

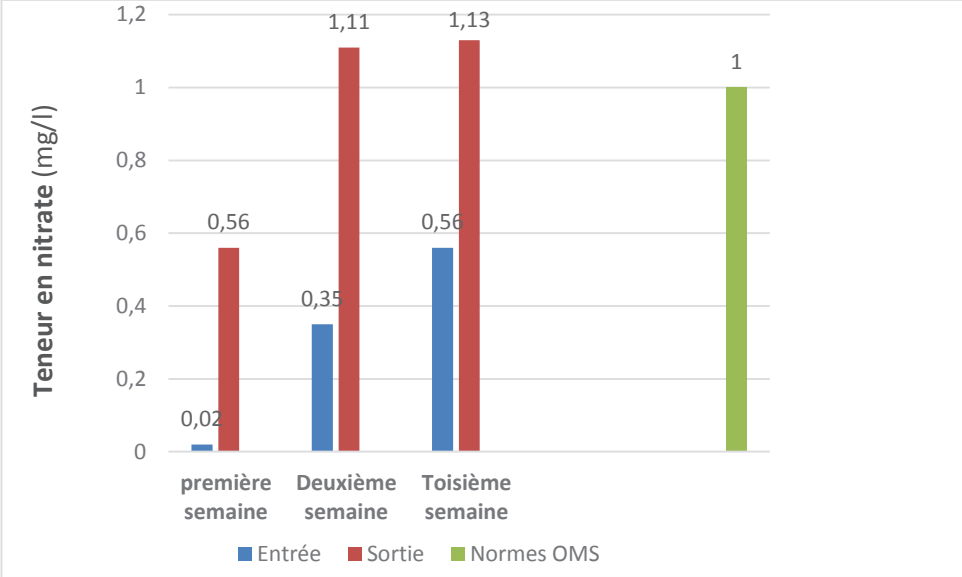
Bactéries Nitrosomonas

$2NH_4^+ + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$

Bactéries Nitrobacter

$2NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO_3^-$

Nitrate



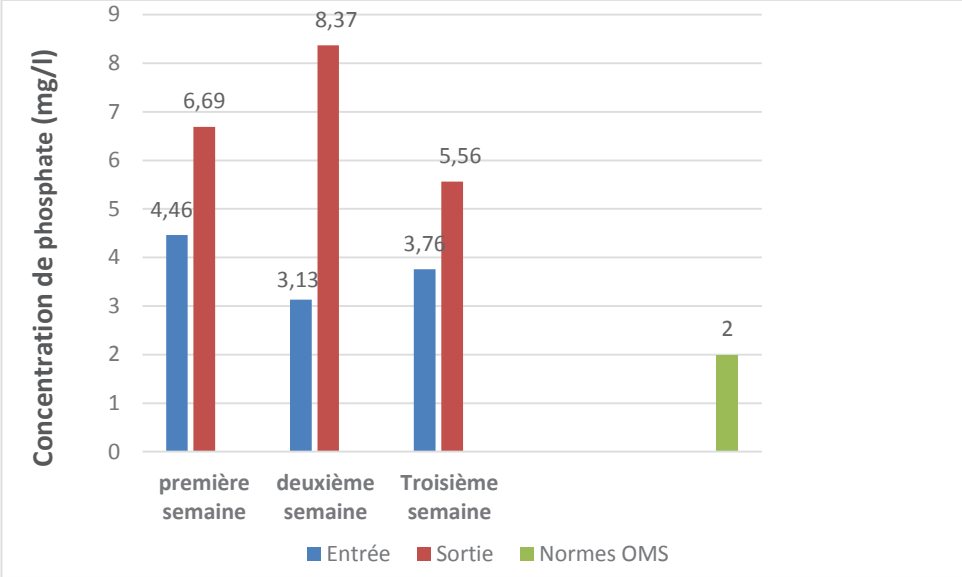
❖ **Figure 33: Variations mensuelles du Nitrate**

Dans cet histogramme, les résultats des analyses du nitrate montrent que les concentrations pendant la première semaine respectent les normes de rejet, par contre, celles du deuxième et de la troisième semaine ne sont pas aux normes,

Les valeurs des nitrates obtenues après analyses, varient entre 0.02 mg/l et 0,56 mg/l à l'entrée de la STEP. Par contre, à la sortie on constate que les taux de nitrates ont augmenté considérablement (de 0.02 mg/l à 1.13 mg/l)dans eaux traitées par rapport aux eaux brutes (figure 35).

Les concentrations pendant la première semaine respectent les normes de rejet, par contre, celles du de la deuxième et la troisième semaine dépassent les normes de rejet établies .

Phosphate



❖ **Figure 34: Variations mensuelles du Phosphate**

Cette figure représente les concentrations du phosphate avant et après le traitement.On remarque que ces teneurs dans l'effluent aqueux en sortie de ce traitement biologique varient entre 5,56 et 8.37 mg/l, valeurs très supérieures aux normes de rejet requises de **2 mg/l** . .On note que l'assimilation des bactéries n'est pas suffisante pour l'abattement du phosphore.

Conclusion générale

Nous nous sommes fixés comme objectif dans notre travail de contrôler le traitement des eaux usées par les procédés à boue activée utilisés par la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes. Les résultats obtenus durant la période de notre étude présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 96 ,81% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène DBO5 pendant Les trois semaines est respectivement de 94,68% et 90.05%, avec un taux d'épuration correspond à la valeur de 93,84%. Sachant que le volume épuré quotidiennement dans la STEP est de 6.000 à 7 .000 m3 et le débit moyen journalier est 28000 m3/J .

L'élimination du NO^{2-}, NO^{3-}, NH^{4+}et $PO4^{-3}$ est très faible, ces concentrations dépassent les normes des rejets sous l'effet de la pluviométrie qui influe négativement à la décantation secondaire. De ce fait un traitement tertiaire des effluents semble être nécessaire pour améliorer les rendements épuratoires de ces derniers paramètres. On peut dire généralement que le fonctionnement de la station d'épuration est acceptable.

Enfin, nous considérons que ce travail sur les performances épuratoires de la station d'épuration des eaux usées par boue activée de la ville de Sidi Bel Abbes, constitue une ébauche pour d'autres travaux qui devront examiner profondément l'efficacité du traitement au niveau de cette station et étudier la possibilité de la réutilisation de leurs eaux de sortie dans le domaine agricole (l'irrigation). Ceci passera évidemment par l'augmentation du nombre d'échantillons, par le prolongement de la période d'étude et par l'évaluation de la capacité de traitement de chaque niveau de traitement.

Bibliographie

1. **AmarY.kerfouf A.,bnyahya M et Bnali M., 2006.** diagnostic phytocologique du lac Sidi Mohamed Benali :proposition d'aménagement .8eme conférence ineternational de limmologie d'expression francaise (CIELF),Hammamet (Tunisie) ;65-149
2. **ASSAL N et ZOUICHE N .,2018.** contrubution A L'éTUDE de LA POLLUTION D'OUED MEKERRA DE LA WILLAYA DE SIDI BEL ABBES ,Master en Hydraulique ,Université djillali liabes de sidi bel abbes
3. **Anonyme 1.2004**.Dictionnaire larouses
4. **Aoulmi S,2007.**Conception de la station d'épuration dans la ville de zeddine (W.Ain Defla),Algerie :112
5. **Assal N.et zouiche N.** contribution A L'ETUDE DE LA POLLUTION D'OUED MEKERRA DE LA WILAYA DE SIDO BEL ABBES , master en hydraulique , université djilaliliyabes de sidi bel abbes
6. **A .CHAIB, juin 2004.**bio –épuration par lagunage naturel .Attachée de recherche ,CDER Bouzaréah .Bulletin des Energie Renouvelables, N5°
7. **Bordet,J.,2007** .L'eau dans son son environnement rural,édution JOHANET ,Paris ,317.
8. **Bourier, R.,2008**.les résseaux d'assainissement ,5éme édition lavoisier,édition TEC etDOC ,Paris:1013
9. **Bouziani M.2000**.L'eau de la pénurie aux maladie .Edition IBN-khaldoun .ORAN .247.
10. **Cardot C. et GillesA.,2013**.Analyse des eaux :réglementation ,Analyses volumétrique et spectrophotométrique ,stastique cours et exercices .EllipsesEdition Marketing S.A.Paris :92,199,223
11. **Badia-Gondard F .,2003.** L'assainissement des eaux usées .edition technicités :231
12. **Bechac J .BOUTIN P,MERCIER B, 1983.** Traitement des eaux usèes .2éme Edition

13. **Bekhdaiet A, B. S. (2009).** Synthese des ressources en eau souterraines de la plaine de sidi bel abbès .Agence national des ressources hydrique ,oran:30.
14. **BEKKOUCHE M et ZIDANE F, 2004.**Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ouargla par lagunage .Mem.lng.Hydraulique saharienne .Univ .d'Ouargla .
15. **Berrezoug Toufik , 2013**.Mobilisaton pluie-débit par le modele GR de basin versant d'oued sarno (Meekkera NW Algérie).Memoire de Magister en hydraulique :p10
16. **Bennabi faiza.** (2014). gestion intégrée desc ressources en eau dans la wilaya de Sidi bel abbès (Algerie Nord-ouest). These de doctorat /Université Djilali liabes SIDI BEL Abbès:62.
17. **Bouzidi A.B.Youcef A.Ilhem A.Ali L.Nadia B et Meliani H (2010).** *Copépodes* ,cladocére et Rotifères du lac Sidi M'hamed Benali (Algérie Nord-occidentale*)*.
18. **CEMAGREF.1985**.l'exploitation des lagunages naturels Guides technique à l'usage des petites collectivités .Groupement de lyon ,Division Qualité des eaux , pêche et pisciculture
19. **DEGREMENT 19 mémento technique des eaux** . mémoire technique de l'eau Edition technique et documentation, paris .
20. **CNES ,200** l'eau en Agérie :le grand défi de demain.CNES National report.alger .15th session , conseil National Economique et social , 5may.CNES.
21. **Céline P,2003** . épandages de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral .Etude des effet in situ et en mésocosmes sur la mésofaune du sol et la décomposition d'une litière de chene liège (Quercus suber L .) Ecole doctorale : science de l'environnement ,MARSEILLE (AIX-MARSEILLE) .Cinquantenaire , Paris :109-599
22. **Daloz A .(2007)** .L'épuration des eaux usées par les filtre plantés de macrophytes .Mémoire de fin d'étude .Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de lyon ,P .6
23. **Dali H et Zouaoui K.,2007**.Réutillisation des eaux usées épurées en irrigation ,Mémoire master ,Universitéd'Ouargla
24. **DEGREMENT ,1989.**Mémento technique de l'eau 8éme Edition , Technique et documentation .

25. **Doré M . 1989**.chimie des 1989.chimie des oxydants et traitement des eaux , Edition lavoisier , library :1475
26. **Edeline F., 1980**. L'épuration biologique des eaux usées résiduares : théorie et technologie , CEBEDOC,Liège :299
27. **El Badaoui Naima , 2016**.Etude de l'etat trophique et eco-toxicologique d'un molieu limnique : cas de sidi M'hamed Benali (Ouest algerien).these de doctorat : université djilali liabes :31.
28. **Faby J.A et Brissaud F.1997**.l'utillisation des eaux usées épurées en irrigation .(Office International de l'eau :76
29. **Franck R, 2002.**Analyses des eaux , aspects réglementaires et technique .Edition scérén CRDP AQUITAINE .BORDEAUX :165-239
30. **Gaujous D.1995**, la pollution des millieux aquatique :aide -mémoire.Edition technique et documentation lavoisier:220
31. **Gaid A.1993.** traitement des eaux usées urbaines , édition technique de l'ingénieur ,traitè environnement , France , volume C5220:1-28
32. **Gomella C et Guerre H.,1978**.les eaux usées dans les agglomérations urbain ou rurales (2) le traitement . Edition Eyrolles , parise : 277
33. **GREGORIO C ,PIERRE M .B, CRINI N.M ,TORRI G .2007.**Traitements et épuration des eaux industrielles polluées ,édition preses universitaire de Franche –Comté.
34. **Grosclaude G .,1999**. l'eau milieu naturel et maitrise Ed INRA , Paris
35. **HAMLAT. (2014).** contribution a la gestion des ressources en eau des bassins versants de l'oust algérien a l'aide d'un système informatiséniversité des sciences et de la technologie d'oran Mohamed BOUDIAF.
36. **jora,1993:JOURNAl** officiel de la REPEBLIQUE ALGERIENNE : annexe des valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur :7
37. **Ladjel F.,2006**.Exploitation d'une station d'é puration à boue activée niveau 2 . centre de formation au métier de l'assainissement .CFMA-Boumerdes :80
38. **Loucif, S. (2003)**. *les ressources en eau et leurs utilisations dans le secteur agricol en Algérie . revue HTE.W125.Mars2003.*
39. **Mebarki. (2009).** *traitement.*
40. **MRE. (2014).** Ministère des ressources , octobre 2014.
41. **RUral, M. d. (2004).** direction général des forèts

42. **Rouba K.,2009.**Actualisation et dimension de la station d'épuration lagune naturel et aéré de la commune d'EL Amria .Mémoire ingénieur d'état en hydraulique , université
43. **Rodart,1989 :**Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau potable .Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées ..Montpellier
44. **J Rodier ,1980** . L'analyse de l'eau
45. **PELMONT J,1993** .Bactéries et environnement : adaptations physiologiques .Collection Grenoble sciences .
46. **Satin M,Bourrier R ,Selmi B , 2010** .Guide technique de l'assainissement , *4éme édition , le moniteur référence téchnique*.
47. **Slimani R.,2003**.contribution à l'étude hygiénique des caractères physio-chimique des eaux epurées de la commune sidi bel abbes .et possibilité de leur valorisation
48. **Vilaginés,R.200**5. Eau , environnement et santé publique , 2éme édition ,paris :198
49. 200, C. (s.d.). l'eau en Agérie :le grand défi de demain.CNES National report.ALGER .15th session , conseil National Economique et social , 5may.CNES.
50. . **Slamani A. (2018**). analyses de la qualité physio-chimique des eaux epurées de la commune de Sidi Bel abbes , et possibilités de leur valorisation .
51. **Tchiomogo M .2001**.epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel .Mém.ing .Genie rurale .blida .132p
52. **Thomas O.1995**. Météorologie des eaux résiduaires , Tec et Doc, Ed lavoisier , cedeboc :135-192

Documents à consulter :

- Agence national des barrages, 2001
- ONA 2021
- ADE 2013
- DHW,2013