

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE 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
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

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

Domaine : Sciences de la Terre et l'Univers (S.T.U.)

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie appliquée : hydrogéologie

Intitulé du thème :

*Contribution à l'évaluation de l'épuration des eaux usées de la région
De Sfisef par les Roseaux*

Présenté par :

M^{lle} DARNAMOUS MERIEM

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury	: Dr MAHTOUGUI MOUHAMAD SAMIR	MCB (UDL_SBA)
Examineur	: Mme BOUCENNA NAWEL	MAA (UDL_SBA)
Promoteur	: Dr CHADLI AMINA	MCB (UDL_SBA)

Année universitaire 2019 – 2020 Session : «septembre 2020»



Remerciement :

En premier lieu, je remercie Dieu qui nous a procuré ce succès.

A travers ce modeste travail, je tiens à remercier vivement mon promoteur Mme CHADLI pour avoir honoré en acceptant de m'encadrer et pour ses précieux conseils et orientations, ainsi que sa confiance tout au long de la préparation de ce projet.

J'exprime également ma gratitude à tous les professeurs et les enseignants qui ont collaboré à ma formation depuis mon premier cycle d'étude jusqu'à la fin de mon cycle universitaire. Sans omettre bien sûr de remercier profondément tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent travail.

Enfin, et bien avant tout, que mes chers parents et familles, trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères et les plus profonds en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement afin de m'assurer cette formation de master dans les meilleures conditions.



Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire qui est la conséquence de longues années d'études, en premier lieu à :

** ma très chère MERE, à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien afin de me voir parvenir à ce que je suis devenu aujourd'hui.*

** Mon cher PERE qui ma donné la volonté de réaliser et de finir ce travail.*

**A mes très chères soeurs mamai et fatima ,khadija,*

**A mes très chers frères khalad.*

**A mon cher future époux Toufik et sa famille.*

Je dédie également ce travail à tous mes amis avec lesquels je partage tous les souvenirs inoubliables.

Résumé :

Les eaux usées posent un risque majeur de pollution pour l'environnement. Le degré de risque dépend de la nature de leur pollution.

Dans ce travail on présente différents procédés de traitement pour des zones rurales puis l'épuration des eaux usées par Filtres Plantes De Roseaux pour la commune sfisef., qui constitue notre zone d'étude, comptait une population d'environ **30700**habitants en 2013 et atteindra **40000 habitants** à l'horizon **2030**. Les eaux usées rejetées par cette population ont débit (**5700m³/j**) en **2030**. Ces eaux usées risquent de polluer drastiquement la vallée sfisef et particulièrement le barrage **de Bohnifai** et les eaux sous terraines de la région, d'où la nécessité d'installer une station d'épuration appropriée pour protéger la zone.

Mot clés : Milieu rural, pollution épuration, eaux usées, Filtres Plantes De Roseaux , Sfisef.

Abstract :

Wastewater poses a major risk of pollution for the environment. The degree of risk depends on the nature of their pollution.

In this work we present different treatment processes for rural areas and then wastewater treatment by filters plants reeds for the municipality of Sfisef. which is our study area, had a population of about 30700 inhabitants in 2013 and will reach 40000 inhabitants by 2030. Wastewater discharged by this population has a (5700m³/j)day in 2030. This wastewater is likely to pollute the Sfisef valley drastically, particularly the Bouhnifiai dam and the groundwater of the region, hence the need to install an appropriate treatment plant to protect the area.

Keywords : Rural environment, pollution treatment, wastewater, filters plants reeds , , Sfisef.

ملخص

تعتبر مياه الصرف الصحي من مخاطر التلوث الرئيسية على البيئة. تعتمد درجة الخطر على طبيعة تلوثها.

في هذا العمل نقدم تقنيات معالجة مختلفة للمناطق الريفية وعلى سبيل الذكر تصفية مياه الصرف الصحي بواسطة تقنية الترشيح بالقصب لبلدية سفيزف. ، التي تشكل منطقة دراستنا ، كان عدد سكانها حوالي 30.700 نسمة في عام 2013 وسيصل إلى 40.000 بحلول عام 2030. يبلغ معدل التدفق لمياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها من قبل هؤلاء السكان (5700 متر مكعب في اليوم) في عام 2030. خطر مياه الصرف الصحي الذي يلوث وادي سفيزف بشكل كبير وخاصة سد بوحنفية والمياه الجوفية للمنطقة ، ومن ثم الحاجة إلى " تركيب محطة معالجة مناسبة لحماية المنطقة.

الكلمات المفتاحية: البيئة الريفية ، تنقية التلوث ، مياه الصرف الصحي ، تقنية الترشيح بالقصب ، سفيزف .

Plan de travail

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table de travail	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

Partie bibliographique

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre01 : présentation du Zone d'étude

1-1-Introduction.....	3
1-2-Situation géographique.....	3
1-3-Conditions topographiques du centre.....	4
1-4-Situation climatique.....	4
1-4-1- Intensité des pluies.....	4
a)-Pluie maximale de 24 heures	4
1-4-2-Détermination des intensités pluviales.....	4
1-4-3- Température.....	5
1-4-4-Le vent.....	5
1-5-Géologie du site d'étude.....	5
1-6- la disponibilité de l'eau.....	6
1-6-1- Répartition à l'échelle du globe terrestre.....	6
1-6-2-Situation en Algérie(Potentiel hydrique).....	6
1-6-3-Situation à Sidi Bel Abbes (potentiel hydrique).....	8
1- 6-4- Situation à Sfifef	8
a)-du réseau d'AEP.....	8
b)- Réseau de distribution.....	9
1-7-Estimation de la population.....	9
1-8- Estimation des rejets.....	10

Plan de travail

1-8-1-Débit journalier en eau potable.....	10
1-8-2-Volume journalier rejeté en eau usées.....	11
9-conclusion.....	11

Chapitre 02 : généralités sur Eaux Usées

2-1- Introduction.....	12
2-2- Définition des eaux usées.....	12
2-3 -Origine des eaux usées.....	12
2-3-1-Les eaux usées domestiques.....	12.
2-3-2-Les eaux industrielles.....	12
2-3-3-Les eaux agricoles.....	13
2-3-4-Les eaux pluviales.....	13
2-4-Composition des eaux usées	13
2-4-1-Les matières en suspension.....	14
2-4-2-Les micropolluants organiques et non organique.....	14
2-4-3-Elément traces.....	14
2-4-4-Les micropolluants organiques.....	14
2-4-5-Les substances nutritives.....	15
2-5- La pollution des eaux	15
2-5-1-Pollution minérale	15
2-5-2-Pollution microbiologique	15
2-5-3 Pollution chimique	15
2-5-4Pollution physique	16
2-5-5- Pollution par le phosphore	16
2-5-6- Pollution par l'azote.....	16

Plan de travail

2-6- Les paramètres de pollution.....	16
2-6-1- Les paramètres organoleptique	16
a)-La couleur.....	16
b)- odeur	16
2-6-2-Les paramètres physiques	16
a)-La température	17
b)-Conductivité	17
c)- La turbidité.....	17
d)-Les matières en suspension (MES)	17
e)-Les matières décantables.....	17
2-6-3-Les paramètres chimiques	18
a)-Le potentiel d'Hydrogène (pH)	18
b)-Oxygène dissous.....	18
c)-Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours(DBO5).....	18
d)-La demande chimique en oxygène (DCO)	18
e)-Carbone total organique (COT)	18
f)-L'azote	19
g)-Nitrites (NO^{2-}).....	19
h)-Nitrates (NO^{3-}).....	20
2-6-4-les paramètres microbiologique.....	20
a)-Virus.....	20
b)-Bactérie.....	22
c)-Les protozoaires.....	24
d)- Les helminthes.....	25
2-7-système d'assainissement.....	28

Plan de travail

2-7-1-Le système unitaire	28
2-7-2- Le système séparatif.....	29
2-8- L'équivalent habitant (EH).....	30
2-9- Les normes algériennes de rejet d'effluents.....	30
2-10- Conclusion	31

Chapitre 03 : d'épuration et réutilisation des eaux usées

3-1-Introduction.....	32
3-2- Les filtres d'épuration des eaux usées.....	32
3-2-1- Les techniques Intensives classiques.....	32
a)- Les lits bactériens.....	33
b)- disques biologiques.....	34
c)- Les boues activées.....	34
d)- Les techniques de bio filtration.....	35
3-2-2- Les filtres de traitement extensif.....	36
a)- Lagunage naturelle.....	37
b)- Lagunage aéré.....	40
c)- Lagunage à microphytes (Les filtres Plantes de Roseaux).....	41
1- Définition microphytes.....	41
2- caractéristique générales sur les roseaux (phragmites communs plebiscites).....	41
3- Le rôle des roseaux dans le processus épuratoire des eaux.....	42
4- Le rôle des micro-organismes.....	43
5- les matériaux.....	43
3-3- Choix de l'épuration biologique.....	44

Plan de travail

3-4-Rôle des stations d'épuration.....	45
4-5-La réutilisation des eaux usées épurées.....	45
3-5-1-Définition.....	45
3- 5-2- L'objectif.....	45
3-5-3- Applications.....	46
1-Bilan mondial.....	46
2- Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie.....	46
2- 1-La réutilisation indirecte.....	47
2-2-La réutilisation directe.....	47
3-6- Avantages de la réutilisation des eaux usées épurées.....	47
3-7- Risques liés à la réutilisation des eaux usées.....	48
3-8-conclusion.....	48

Partie expérimentale

Chapitre 04: Matériels et méthodes

4-1-Introduction	49
4-2-1'épuration par les filtres plantes roseaux.....	49
a)-Définition.....	49
b)-Domaine d'application.....	49
4-3- type de filtre plante.....	49
a)- Dimensionnement.....	50
b)- Alimentation.....	50
c)-L'eau brute.....	51

Plan de travail

4-4- Prélèvement et échantillonnage.....	51
4-5- Condit de Transporte.....	52
4-6- Matériel utilise pour experimental	52
4-7- Analyses et mode opératoire.....	53

Chapire05 : Résultats et discussion

5-1- Introduction.....	55
5-2- Résultat des paramètre physique d'échantillon.....	55
a)- pH.....	55
b)- La température	55
5-3- Résultat des paramètre microbiologiques d'échantillon.....	56
a)- Recherche et dénombrement des coliformes.....	56.
b)- Recherche des streptocoques.....	57
c)- Recherche vibrion cholérique	58
d)- Recherche salmonella.....	59
conclusion générale	60

Bibliographie

Biblio-Net

Annexe

Liste des figures

Figure 01: situation administratif de la commune de sfisef.....	3
Figure 02 : Coupe géologique d'un forage d'eau à Sfisef	6
Figure 03: Histogramme d'évolution de la disponibilité de l'eau potable en Algérie.....	8
Figure 04 : photo qui représente le virus poliomyélite.....	22
Figure 05 : bactéries résistantes.....	24
Figure 06 : une amibe de l'embranchement amoebzoa.....	25
Figure 07 : Helminthe vu au microscope électronique.....	26
Figure 08 : Réseau d'assainissement unitaire.....	29
Figure 09 : Réseau d'assainissement séparatif.....	30
Figure 10 : Schéma de principe d'une station d'épuration par lit bactérien	33
Figure 11 : Fonctionnement station avec disque biologique	34
Figure 12 : principe d'un disque biologique.....	34
Figure 13 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration par boue activée.....	35
Figure 14: Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration à bio-filtre.....	36
Figure 15 : Le principe d'épuration des eaux usées par lagunage naturelle.....	39
Figure 16 : Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel.....	39
Figure 17 : image montrant la vus de dessus de lagunage aéré.....	41
Figure 18 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration avec Filtre plantés de roseaux.....	43
Figure 19 : arbre de décision pour le choix de filière d'épuration des eaux.....	45
Figure 20 : Répartition par secteur et localisation des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux résiduaires urbaines.....	46
Figure 21 : bac Témoin.....	50
Figure 22 : bac Témoin avec les roseaux.....	50
Figure 23 : Variation du ph de l'eau a 1 ^{er} étage et l'eau 2 ^e étage.....	55
Figure 24 : Variation des températures de l'eau a l'étage1 et l'étage2.....	56

Figure 25 : Variation de pourcentage des coliformes en l'eau a étage1 et étage2.....	57
Figure 26 : Variation de pourcentage des streptocoques en l'eau a étage1 et étage2.....	58
Figure 27 : résultats des Recherche vibron cholérique.....	58
Figure 28 : résultats des Recherche salmonella.....	59

Images

Image 01 : point de prélèvement l'eau brute.....	51
Image 02 : photo sur oued Malah.....	51

Liste des tableaux

Tableau 01: Calcul de la pluie maximale journalière sur une série de pluies maximales.....	4
Tableau 02: Répartition mensuelle des températures moyennes de la région de Sfisef sur la période 1999 – 2010.....	5
Tableau 03: Evolution de la disponibilité de l'eau potable en Algérie.....	7
Tableau 04 : Caractéristiques des Adduction: Hydraulique et EPDEMIASidi Bel-Abbés.....	8
Tableau 05 : Ouvrages de stockage.....	9
Tableau 06 : Données sur l'évolution de la population de Sfisef jusqu'à l'horizon 2030.....	10
Tableau 07 : Evolution des besoins en eau pour la ville de Sfisef jusqu'à l'horizon 2030...	10
Tableau 08: L'effet des virus des eaux usées.....	21
Tableau 09 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées.....	23
Tableau 10 : Les parasites pathogènes dans les eaux usées.....	27
Tableau 11: Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales) (source : journal officiel n° 93-160 juillet 1993)	31
Tableau 12: table sur la dimensionnement de pilote.....	50
Tableau 13 : des figures sur Matériel de laboratoire.....	52

Abréviation

ADE : Algérienne des eaux

A.E.P : Alimentation en Eau Potable

°C : Degré Celsius.

CE : Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Cm: La charge massique exprime en kg DBO5 / kg MVS.j.

CO2: gaz de carbone.

COT : Carbone total organique.

Cv : La charge volumique exprimé en (Kg DBO5/Kg MVS.j) .

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

hab :habitant

HA :Hectare

EH : l'équivalent habitant

E.P.D.E.M.I.A :réglementer l'alimentation en eau(distribution, services) si le même que l'ADE

PVC :Matière plastique(chlorure de polyvinyle)

K: constant de la biodégradabilité.

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MMS : matière minérales sèche (mg/l).

MO: matière organique.

MVS : matière volatile en suspension (mg/l).

Norg: Azote organique.

NH₄: l'azote ammoniacal (mg/l).

NH₃ : ammoniac (mg/l).

NO₂-: nitrites (mg/l).

NO₃-: nitrates (mg/l).

NT: Azote Total.

ONA : Office National d'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

PO₄-3: orthophosphates (mg/l).

REUE :Réutilisation des eaux usées Epurées

r : coefficient global de réduction

QEU : Le débit des eaux usées

QC : Débit moy de consommation

Qrej : Le Débit journalier d'eaux usées rejetées

Qj : le débit journalier d'eau brute à traiter (m³.j-1).

STEP: Station d'Épuration.

T° : Température.

VBA : volume de bassin d'aération (m³).

Introduction

Introduction générale

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource très recherchée. Dès lors, les collectivités locales sont contraintes de prendre cette ressource en compte dans leur plan d'aménagement et d'améliorer les installations d'épuration existantes. (Djeddi Hamsa,2007)

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques.

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin. (Hassaine Soulaf et Boulenou AR hamza,2018)

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population. Les capacités d'autoépuration sont jugées dépassées ce qui pousse les chercheurs à développer plusieurs techniques pour épurer ces effluents. L'installation des systèmes d'épuration en aval des réseaux d'assainissement constitue une des solutions, sinon la seule capable de préserver les ressources en eau. Outre la dépollution des effluents, ces installations permettent la mobilisation d'un volume important d'eau apte à être réutilisé dans plusieurs domaines.

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en oeuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration souhaité.

L'objectif de notre travail est de promouvoir des techniques simples de réduction des paramètres de pollution des effluents domestiques dans les zones rurales, afin de mettre au point des stratégies de dépollution de ces eaux et ainsi préserver leur environnement.

L'amélioration du niveau de vie implique une augmentation de la consommation d'eaux potable, qui à son tour engendre un volume d'eaux usées de plus en plus important. Pour y remédier à ce phénomène il faudrait épurer les eaux usées domestiques, avant de les renvoyées vers les rivières ou la mer. Ceci, permettrait de les réutiliser, sans danger, dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux. En zone rurale, où le nombre d'habitants et les moyens financiers des communes sont restreints, il faudrait choisir et

Introduction générale

concevoir, en fonction des spécificités de celles-ci, des procédés adaptés pas trop chers et efficaces pour y remédier à ce phénomène.

Dans notre cas le rejet des eaux usées de-là zone rurale SFISEF préjudice au barrage Bouhanifia qui se trouve en aval de celui-ci. Pour résoudre ce problème,

nous avons proposé Dans Notre étude une solution qui consiste à concevoir, et réaliser un petit modèle pour traiter les eaux usées par la technique de filtration des plantes roseaux.

L'objectif de cette étude est l'analyse l'efficacité de traitement lors du modèle de filtration des eaux usées par des plantes roseaux pendant 10 jours. Pour mener à bien ce travail, Nous avons jugé utile de diviser ce mémoire en cinq chapitres :

Le premier chapitre, recherche bibliographique, la présentation de la zone d'étude, qui est la ville de SFISEF, dans la wilaya de Sidi bel abbes : Situation géographique, occupation du sol, démographie, climatologie, situation hydraulique.

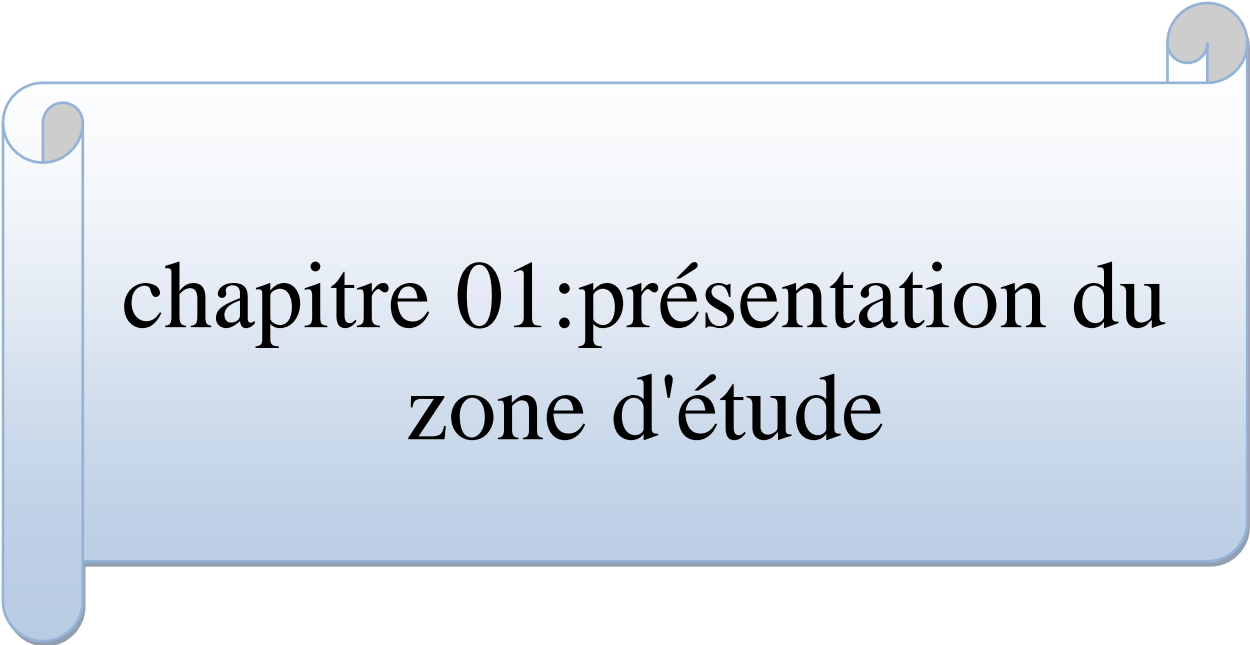
Le deuxième chapitre récapitule les généralités sur les eaux.

Le troisième chapitre est dédié à généralités sur les différents types d'épuration des eaux usées et leurs réutilisations

Le quatrième chapitre matériels et méthodes, cinquième chapitre résultats et discussions. Et nous terminerons par une conclusion



Partie bibliographique



chapitre 01 : présentation du
zone d'étude

1-Introduction

Pour notre projet de fin d'étude nous avons choisi la localité de sfisef qui se trouve entre la wilaya de sidi bel abbés

Notre choix a porte sur cette zone rurale car n'est pas dotée d'un système dépuraton et l'urbanisation se développe d'une manière très accélérée, qui génère des volumes d'eaux usées importants. Pour mener notre étude et choisir une technique parmi d'autre la connaissance de la zone d'étude et plus que nécessaire.

2-Situation géographique

La ville de sfisef est Situé dans une cuvette à l'est du Djebel Oulad-Slimane et au sud du djebel Guétarnia entre Sidi Bel Abbés et Mascara, à une altitude de 550 mètres²,et 175 hectares superficie d'environ de Sidi Bel Abbas (Rapport,2006).

Situation administratif, la commune de sfisef est limitée :



Figure 01: situation administratif de la commune de sfisef (Rapport,2006).

3-Conditions topographiques du centre

Les conditions topographique du centre de Sfifef sont favorables aux écoulements gravitaires et ne présentent pas de contraintes de nature. La partie ancienne du centre est bâtie régulièrement aux règles générales d'urbanisation.

Le centre est bâti en piedmonts de la partie sud ouest des monts de Beni chougrane (forte de Guetarnia).

Les pentes au niveau de l'ancien village et une partie de ZHUN ne dépassent pas 7%, tandis que dans la partie Nord, elles sont assez fortes, ce qui posera un problème de pressions fortes dans les nœuds bas du réseau d'AEP (Rapport, 2006).

4-Situation climatique

. Le climat du centre est généralement semi-aride sec et froid (classification de koppen)

4-1- Intensité des pluies

Au préalable, nous avons déterminé la pluie maximale de 24 h (document, direction d'hydraulique de Sidi Bel Abbas).

a)- Pluie maximale de 24 heures:

Au niveau du centre de sfifef existe une station de mesure pluviométrique : coordonnées en $x=233,700$, $y=218,800$. Code :40502(bassin côtiers), les résultats sur une série de pluies Maximales traitées sur 50 ans sont indiqués dans tableau 01 suivant:

Tableau 01: Calcul de la pluie maximale journalière sur une série de pluies maximales (document, direction d'hydraulique de Sidi Bel Abbas)

Station	Altitude	Pluie moy. annuelle	Pluie max. journalière	B	Cv	Période
SFISEF	Mètre	mm/an	mm/j			Ans
	525	491	52.4	0.33	0.42	50

4-2 Détermination des intensités pluviales

Pour la détermination des intensités pluviales en zone urbaine, on a utilisé la loi intensité, durée, fréquence relative à la zone nord-ouest et mise au point par l'ANRH en 1981.

$$I\% = P_{24h}(t/24)0.33$$

Avec I% : intensité fréquentielle en mm

P24h : pluie maximale journalière à la fréquence considérée.

t : temps d'averse en heures.

4-3- Température :

. Les observations recueillies à la station de Sidi Bel Abbès sur la dernière décennie, ont pu situer la température moyenne annuelle de la région autour de 16.12 °C.

Le tableau 02 donne la répartition mensuelle des températures moyennes de la région de Sfifef sur la période 1999 – 2010

Tableau 02: Répartition mensuelle des températures moyennes de la région de Sfifef sur la période 1999 - 2010 (source: station météorologique de Sidi Bel Abbès).

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aout.
T(°C)	22,7	18	12,5	8,1	7,2	9,5	10,7	12,3	16,8	22,1	26,3	27,3

4-4-Vent

Selon la rose des vents de la station météorologique de Sidi Bel-Abbès, les vents dominants de la région sont principalement du secteur sud et ouest, avec des vitesses respectivement de 31 et 17 m/s.

5-Géologie du site d'étude

Selon une description géologique effectuée lors de la réalisation d'un forage d'eau à Sfifef (figure 02), un ancien terrassement, relativement plat, formé jusqu'à une profondeur de 17 m par des grès argileux avec des passages de grains de quartz, suivi de couches de sable argileux, sable à graviers calcaire, de marnes argileux et de marne grise, de sable très fins et de marnes.

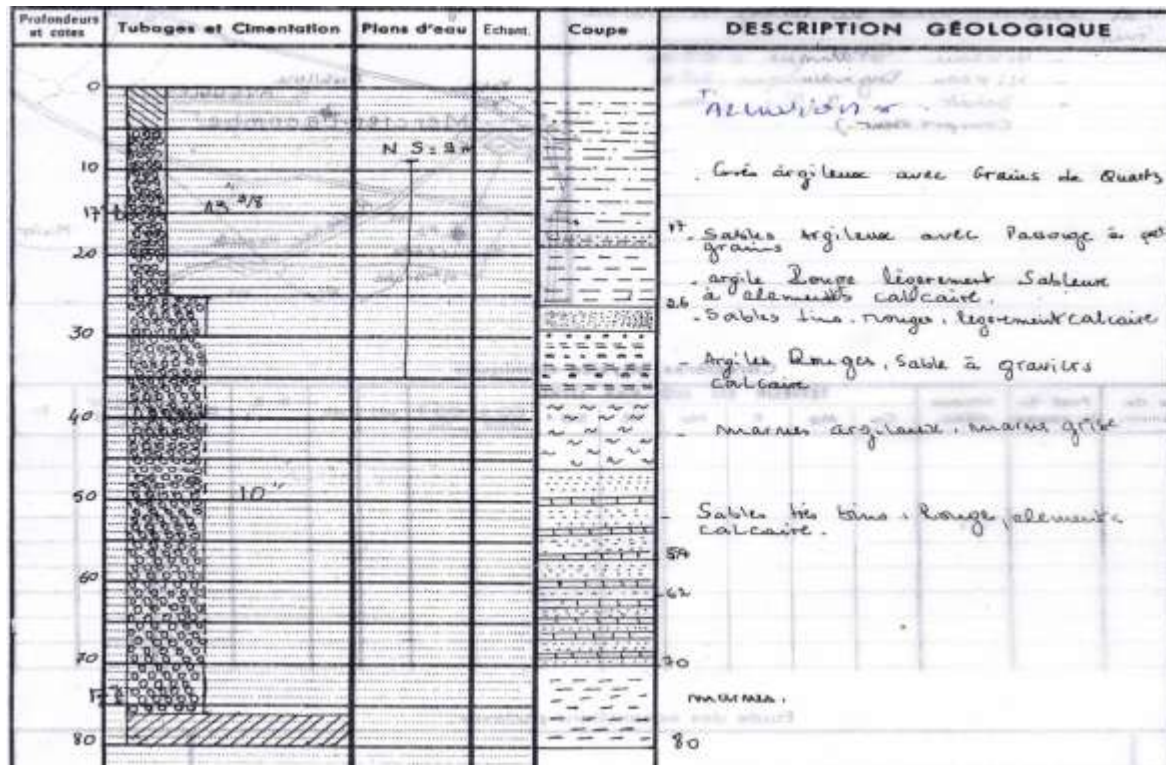


Figure 02 : Coupe géologique d'un forage d'eau à Sfisef (document, direction d'hydraulique de Sidi Bel Abbès).

6- la disponibilité de l'eau

6-1- Répartition à l'échelle du globe terrestre

La surface terrestre est recouverte à 71% par des étendues d'eau. Mais plus de 97% du volume d'eau présent sur notre planète sont salés ou saumâtres, par contre l'eau douce représente 3% des réserves mondiales d'eau, dont 69% sont gelés dans les glaciers et les neiges éternelles, et 30% est « cachée » sous la terre. Ainsi, moins de 1% de l'eau de notre planète constitue l'eau douce de surface et la vapeur atmosphérique (Daussy et al., 2008).

6-2- Situation en Algérie (Potentiel hydrique)

Le potentiel hydrique Algérien est estimé à 17 milliards de m³/an. La répartition spatiale de ces ressources dépend de la caractéristique géographique de l'Algérie. Sa superficie de 2.4 million de Km² se compose d'une diversité géographique et climatique :

Le nord composé de régions côtières et sub-littorales, les régions des hauts plateaux sont semi-arides, le sud et son vaste ensemble saharien possède un climat aride ou hyper aride. Il en résulte une répartition spatiale des ressources en eau estimée à :

. 12Milliards de m³ dans les régions Nord.

. 5,2 Milliards dans les régions sahariennes.

L'Algérie dispose actuellement de soixante-dix (66) barrages pour une capacité de stockage de sept (07) milliards de m³. Ce nombre devrait croître au vu des chantiers déjà engagés et être portée à quatre-vingt-dix-sept (97) barrages, d'une capacité de stockage de neuf (09) *milliards de m³*.

Pour éviter l'épuisement des ressources, il faut aussi voir l'eau comme une ressource « renouvelable », au sens où sa consommation doit être réfléchie afin de la protéger.

Les moyens d'épurer et de réutiliser les eaux usées sont devenus une autre alternative à développer afin de protéger la ressource eau et de valoriser les sources d'eau non conventionnelles.

De ce fait, la réhabilitation et la réalisation de station d'épuration permettent le traitement des eaux usées.

En Algérie, le traitement a concerné en premier lieu l'agglomération côtières font l'objet de traitement avant rejet. Le nombre de stations d'épuration atteint à ce jour les cent deux(102) unités, d'une capacité de 600 millions m³ par an. Pour améliorer le dispositif, 40 Stations doivent voir le jour bientôt, portant la capacité d'épuration à 1.2 *milliards de m³* par an à l'horizon 2020. Ce dispositif a un effet double : un impact écologique et un effet de préservation de la ressource eau.

Les eaux usées épurées sont une alternative pour développer la mise en valeur des terres, en particulier, celles dans les régions déficitaires en eau. Elles seraient aussi une solution pour recharger artificiellement les nappes phréatique en situation de surexploitation et les nappes côtières connaissant une salinisation (Mokhtar,2013).

Tableau 03 : Evolution de la disponibilité de l'eau potable en Algérie (ADE ,2015).

Année	1962	1990	1995	1998	2000	2020
M³/habitant	1500	720	680	630	500	430

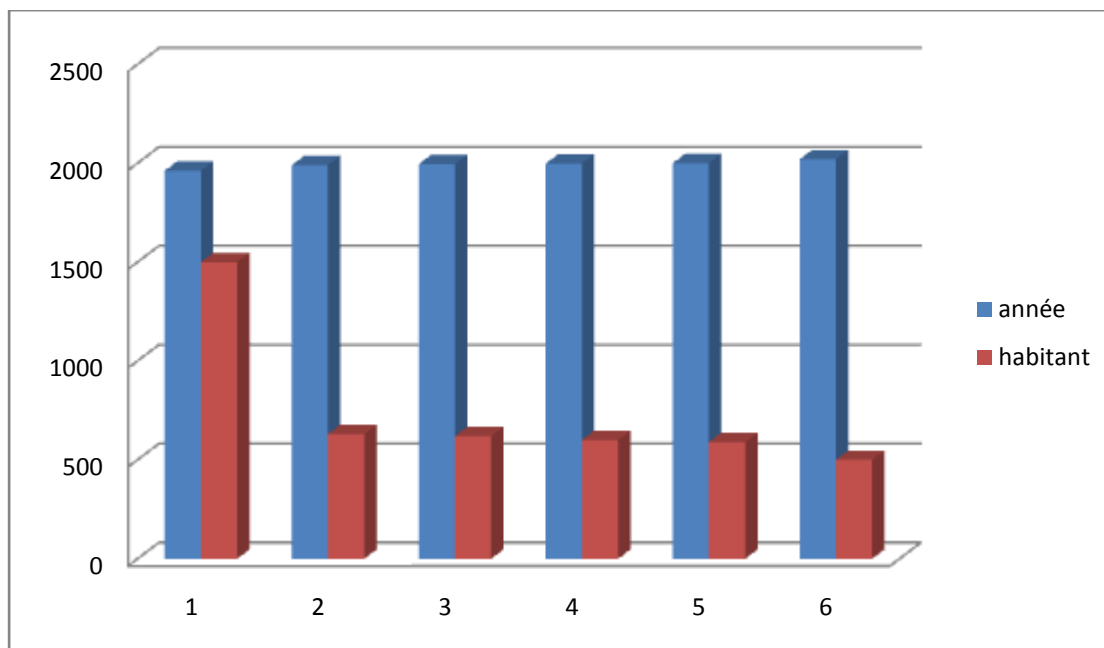


Figure 03 : Histogramme d'évolution de la disponibilité de l'eau potable en Algérie.

6-3-Situation à Sidi Bel Abbes (potentiel hydrique) :

La wilaya est alimentée en eau potable par des nappes souterraines. Le mélange adductif se fait à partir des principales nappes phréatiques de Tanira et de Sidi Ali Ben Youb. Cependant, son adduction actuelle par l'aération importante qu'elle fait subir à l'eau, à son arrivée dans les divers réservoirs, risque de la rendre entartrant. Cette eau nécessite avant sa distribution un assainissement (ADE,2015).

6-4 Situation à Sfisef

a)-réseau d'AEP

Tableau 04 : Caractéristiques des Adduction (Hydraulique et EPDEMIA Sidi Bel-Abbés).

Station	Nature	Diamètre	Longueur	Arrive
Forage(F2)	Acier	150	2368	STP « Sidi Yahia »
Forage(F3)	Acier	100	1956	R 400m3+ ST Rep CJA
Bâche800 m3	Fonte	250	616	R2*750m3
STP(SP 0)	Acier	350	1000	STP(SP 1)
STP(SP1)	Acier	350	8500	STP(SP2)
STP(SP2)	Acier	350	11250	R400+R2*750+StRep M.B.Brahim

b)-Réseau de distribution

Une bonne partie du réseau de distribution actuel est en PVC de diamètres différents qui varient entre 63 à 160 mm, se trouve généralement dans les nouvelles constructions ou dans les parties rénovées de l'ancien village, aussi il faut ajouter qu'un linéaire très important du réseau a été rénové en fonte, un tronçons de 01 Km en acier est actuellement en état de rénovation.

Tableau 05 : Ouvrages de stockage (Hydraulique et EPDEMIAS Sidi Bel-Abbés).

Dénomination	Capacité(M3)	Cote-NGA(M)
R-2*750 m3	1500	620
R-400m3+500m3	900	610
R 500m3(Nouveau)	500	620
Bâche	800	560

7-Estimation de la population

Les données du dernier recensement de 2013 indique que la population de SFISEF est de 30700 hab. avec un taux d'accroissement de 1.56 % (document, 2008).

L'évolution future de la Population à différents horizons est déterminée par la formule suivante:

$$P = P0 * (1 + tx)n$$

Avec:

P : population future

P0 : population résidente à l'année considérée comme référence.

n : nombre d'années séparant l'année de référence et l'année prise en compte.

tx : taux d'accroissement.

L'évolution de la population jusqu'à l'horizon 2030, fixée arbitrairement dans cette étude, est résumée dans le tableau suivant:

Tableau06: Données sur l'évolution de la population de Sfisef jusqu'à l'horizon 2030(document, 2008).

Horizons	L'actuel	Court terme	Moyen terme	Long terme
Années	2013	2020	2025	2030
Population	30700	34213	36966	39941

8- Estimation des rejets

Le débit des eaux usées est estimé à 80% des besoins en eau de la population. Sachant que la dotation hydrique pour la ville de Sfisef est de 180 l/j/hab, le débit de consommation est donnée par (document, direction d'hydraulique de Sidi Bel Abbes):

$$Qc = q * N$$

Avec:

Qc: Débit de consommation (m³/j)

q : Dotation hydrique (l/j/hab)

N : Nombre d'habitants

Le Tableau résume les calculs de l'évolution des besoins en eau de consommation pour la ville jusqu'à l'horizon 2030.

Tableau07: Evolution des besoins en eau pour la ville de Sfisef jusqu'à l'horizon 203

Année	2013	2020	2025	2030
Population P (hab)	30700	34213	36966	40000
Débit moy de consommation QC (m ³ /j)	5526	6158,34	6653,88	7200

Le débit des eaux usées (QEU) est estimé 80% du débit d'alimentation:

$$QEU = 80\%QC..$$

8-1-Débit journalier en eau potable

Le débit journalier en eau potable de l'agglomération sera donné par la somme des consommations obtenues pour chaque type de consommateur et pour chaque usage. Débit de consommation journalier en m³/j :

$$Q_c = \text{dotation} \times \text{nombre de consommateur} / 1000$$

La dotation = 180 l/ha/j, le nombre de consommateur = 40000 hab d'où :

$$Q_c = (180 \times 40000) / 1000 = \mathbf{7200 \text{ m}^3/\text{j}} \text{ pour l'horizon } \mathbf{2030}$$

8-2- Volume journalier rejeté en eau usée

Connaissant les consommations en eau potable et en tenant compte des taux de raccordement au réseau d'assainissement et de réduction, il est possible d'estimer le débit d'eau usée qui sera admis à la station d'épuration. Le taux de réduction est habituellement estimé à 80 %, ce qui conduit à un coefficient global de réduction. Le Débit journalier d'eaux usées rejetées sera:

$$r = 0,80$$

$$Q_{rej} = 7200 \times 0.8 = \mathbf{5760 \text{ m}^3/\text{j}} \text{ pour l'horizon } \mathbf{2030}$$

9-Conclusion

D'après l'étude faite dans ce chapitre nous concluons que la zone d'étude est une région connaîtra une augmentation démographique significative, correspondant à une augmentation du volume de consommation d'eau donc le volume de rejet aussi augment mais il n'y a pas de station d'épuration

1-Introduction

Les eaux de surface constituent un écosystème ou règne une communauté d'êtres vivants qui établissent des relations et interaction entre eux et leurs milieux. Dans ce fragile équilibre, un seul facteur de l'écosystème est modifié, et c'est l'équilibre qui est perturbé.

C'est ainsi que la présence ou la surabondance d'un élément dans un écosystème dont il est normalement absent constitué une pollution. Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants. Ces polluants s'ils se retrouvent directement dans les milieux naturels perturbent les écosystèmes (Mokhtar Sellami,2013).

2-Définition des eaux usées

Les eaux usées sont utilisées pour des usages domestiques, industriel ou même agriculteur, constituant donc un effluent pollue qui sont rejetées dans un émissaire dégout. Ils regroupent les eaux usée domestique (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les eaux industriels (eaux usées des usines) (Boumont et al.,2004).

3-Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

3-1- Les eaux domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau .elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatique et germes fécaux appelées eaux noires (soufiya, 2009).

3-2- Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leur caractéristiques varient d'une industrie a l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métallique. Selon leur origine industrielle elles également contenir :

- .des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- .des hydrocarbures (raffineries) ;
- .des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- .des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ; .des matières radioactives (centrale nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations (Hebri Fatiha et Guellil Mama, 2015).

3-3-Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et pesticides. Elle est la cause essentielle de pollution diffuses.les eaux agricoles issues de terres cultivées charges dénigrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (Metahri Mohammed Said , 2012).

3-4-Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues ou sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritux, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhiculés. Les eaux de pluies collectées normalement a la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station dépuraton, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique (Hebri Fatiha et Guellil Mama,2015).

4-Composition des eaux usées

Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes) en fonction de leur caractéristique physique, chimique, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes :

les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (Baumont et al ,2004).

4-1- Les matières en suspension

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées et 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, 1997).

4-2- Les micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimal dans les eaux usee.la voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées.il peut donc y avoir une contamination de la chaine alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes (Baumont et al, 2004).

4-3-Éléments traces

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques ($\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces (Cauchi,1996).

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments (Faby,1997).

4-4- Les micropolluants organiques

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales :eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc.

Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitement désinfection des effluents par le chlore. (haloformes)(Xanthoulis,1993).

4-5-Les substances nutritives

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportion très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100mm peut apporter à l'hectare :

- *de 16 à 62 kg d'azote,
- *de 2 à 69kg de potassium,
- *de 4 à 24 kg de phosphore,
- *de 18 à 208 kg de calcium,
- *de 9 à 100 kg de magnésium,
- *de 27 à 182 kg de sodium.(Faby,1997)

5- Les pollutions des eaux usées

5-1-Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (Mayet J,1994).

5-2-Pollution microbiologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Baumont s Camard J P, Lefranc a , Franconi ,2004).

5-3-Pollution chimique

Est créé généralement par les déversements des établissements industriels. Elle est plus ou moins nocive, selon la nature des substances dissoutes dans l'eau (exemple : pollution par les phénols) et selon les concentrations de ces substances.

5-4-La pollution physique

Résulta de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries (Vaillant , Paris, 1974).

5-5-Pollution par le phosphore

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais, agroalimentaire (Rodier Jean,1996).

Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (Rakrek Zakaria,2013).

5-6- Pollution d'azote

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires. L'azote existe sous deux formes : la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2) et nitrates (NO_3) (Rakrek Zakaria,2013).

6- Les paramètres de pollution des eaux

6-1 : Les paramètres organoleptiques

a)- La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (Rejsek, 2002).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (Rodier J, 2005).

b)-Odeur :

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur .Toute odeur dans une eau est due a une fermentation des matières organiques (Jean,Beadry, 1992).

6-2 :Les paramètres physiques**a)-température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

De plus en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l' eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Rodier et al.,2005).

b)-conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire entre deux électrodes.la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Rejsek,2005).

c)- Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension(MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale (Rejsek,2005).

d)- Matières en suspension(MES)

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état à colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau (Dekhil wahiba,2012).

e)- Matières décantables

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales. Les matières décanales sont les matières des grands tailles, entre 40 micromètres et 5 millimètre et qui se déposent sans traitement physique et chimique (Dekhil wahiba ,2012).

6-3- Les paramètres chimiques**a)- pH**

Le ph d'une eau représente son acidité ou son alcalinité dont le plus important est habituellement la concertation en an hydrique de carbone liée à la minéralisation totale (Xanthoulis, 1993).

b)-Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée .En effet, la forte présente de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène (Xanthoulis, 1993).

c)-Demande biologique en oxygène (DBO5)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentent dans les eaux par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendent 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organique carbonées (Xanthoulis, 1993).

d)-Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents matières fécales). . Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure (complexant des chlorures), à chaud pendent 2h (Mekhalif Faiza, 2009).

e)-Carbone organique total(COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par les procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène(DCO) et la demande biologique en oxygène(DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixes ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous(DSO) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et DCO (Tarmoul,2007).

f)- L'azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄.

Azote Kjeldahl= Azote ammoniacal + Azote organique.(Gaujous, 1995).

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux.

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH₃ et l'ammonium NH₄⁺, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température.

L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène (Tarmoul, 2007).

g)- Nitrites (NO²⁻)

Les ions nitrites (NO₂⁻) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH₄⁺) et les ions Nitrates (NO₃⁺). Les bactéries nitrifiantes (Nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification.

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

h)- Nitrates (NO_3^-)

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 des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates(NO_3^-) (Rodier,2009).

6-4-Les paramètres microbiologiques

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille ; les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Baumont et al,2004).

a)- les virus

Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus nombreux il faut citer les entérovirus, les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (Tab, 08). Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries (Belaid, 2010).

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
Virus de l'hépatite A	Hépatite A		Ingestion
Virus de l'hépatite E			
Rotavirus	Vomissement, diarrhée	à 85 000	Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Adénovirus	Maladie respiratoire, conjonctivite, vomissement, diarrhée		Ingestion
Astrovirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion / inhalation
Réovirus	Affection respiratoire bénigne et diarrhée		
Entérovirus :			Ingestion
Poliovirus	Paralyse, méningite, fièvre	182 à 492 000	
Coxsackie A	Méningite, fièvre, pharyngite, maladie respiratoire		Ingestion
Coxsackie	Myocardite, anomalie congénitale du cœur (si contaminé pendant la grossesse), éruption cutanée, fièvre, méningite, maladie respiratoire		Ingestion
Echovirus	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre		Ingestion

Tableau 08 : L'effet des virus des eaux usées (Baumont et al, 2009).

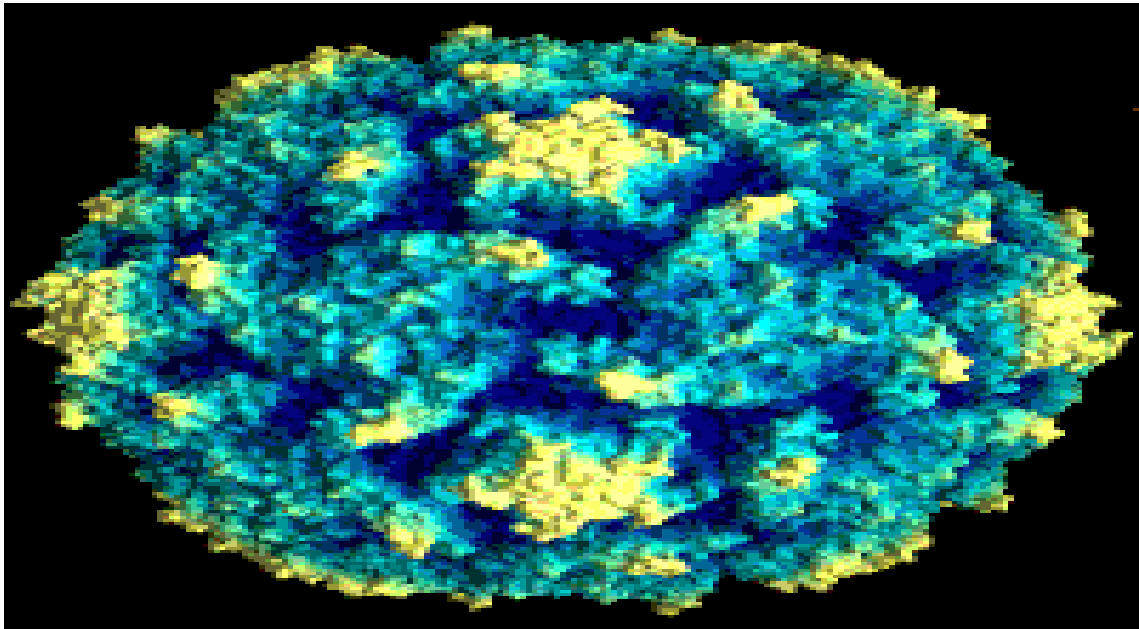


Figure 04:photo qui représente le virus poliomyélite .source (Site 01)

b)-Les bactéries

Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées (Tab, 09). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont la plupart sont proteus et Entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 UFC/l. Parmi les plus détectées sont retrouvées, les Salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux (Belaid,2010).

Tableau 09 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées (Baumont et al., 2009).

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
Salmonella	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	23 à 80 000	Ingestion
Shigella	Dysenterie bacillaire	10 à 10 000	Ingestion
E. coli	Gastro-entérite		Ingestion
Yersinia	Gastro-entérite		Ingestion
Campylobacter	Gastro-entérite	37 000	Ingestion
Vibrio Choléra	Cholera	100 à 100 000	Ingestion
Leptospira	Leptospirose		Cutanée/Inhalation/Ingestion
Legionella	Légionellose		Inhalation
Mycobacterium	Tuberculose		Inhalation



Figure 05 : bactéries résistantes source(Site02)

c)-Les protozoaires

Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires (Tab, 10). Ces parasites sont très persistants. Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voir même plusieurs années (Campos, 2008). Plusieurs protozoaires pathogènes ont été identifiés dans les eaux usées (Gennaccaro et al., 2003). Parmi les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne, *Giardia lamblia* et *Cryptosporidium parvum*. En revanche, 10 à 30 kystes, est une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires (Campos, 2008).



Figure 06 :une amibe de l'embranchement amoebozoa source (Site 03)

d)- Les helminthes

Les helminthes sont des parasites intestinaux, fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10³ germes/l. Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire.(Toze, 2006)

Les helminthes pathogènes rencontrés dans les eaux usées sont : *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata* (Tab, 10). L'analyse des risques sanitaires liés aux agents pathogènes susceptibles d'être transportés par les eaux usées est le fondement des recommandations proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1989 (OMS, 1989).

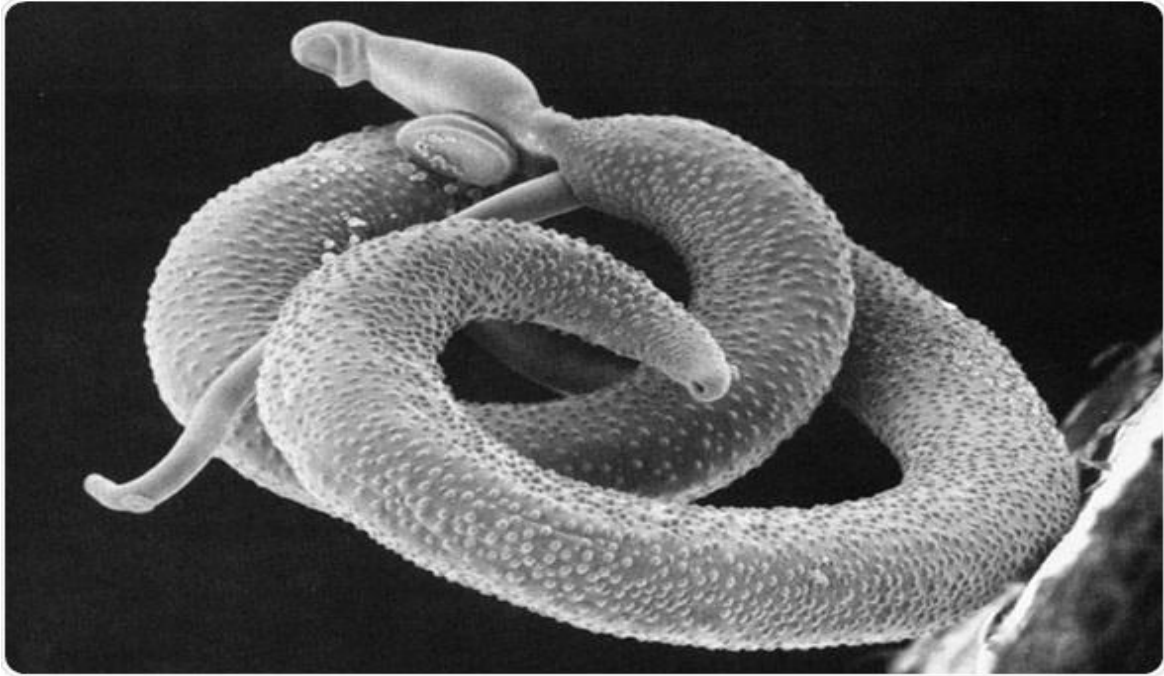


Figure 07:Helminthe vu au microscope électronique. Source :(Site 04)

Tableau 10 : Les parasites pathogènes dans les eaux usées (Baumont et al., 2009).

Organisme	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre	Voies de contamination Principales
Protozoaires			
Entamoeba histolytica	Dysenterie amibienne	4	Ingestion
Giardia lamblia	Diarrhée, malabsorption	125 à 100 000	Ingestion
Balantidium coli	Diarrhée bénigne, ulcère du colon	20-52	Ingestion
Cryptosporidium	Diarrhée	0.3 à 122	Ingestion
Toxoplasma gondii	Toxoplasmose : ganglions, faible Fièvre		Inhalation / Ingestion
Cyclospora	Diarrhée, légère fièvre, perte de poids		Ingestion
Microsporidium	Diarrhée		Ingestion
Helminthes			
Ascaris	Ascariase : diarrhée, troubles Nerveux	à 111	Ingestion
Ancylostoma	Anémie	6 à 188	Ingestion / Cutanée
Necator	Anémie		Cutanée
Tænia	Diarrhée, douleurs musculaires		Ingestion de viande mal cuite
Trichuris	Diarrhée, douleur abdominale	10 à 41	Ingestion
Toxocora	Fièvre, douleur abdominale		Ingestion
Strongyloïdes	Diarrhée, douleur abdominale , nausée		Cutanée

7-Systèmes d'assainissement

Les principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement sont :

Le système unitaire ;

Le système séparatif.

7-1. Le système unitaire

Dans le système unitaire, les eaux pluviales et les eaux usées urbaines sont évacuées dans la STEP par une canalisation commune.

L'avantage de ce système est le coût plus faible que le séparatif pour la gestion des connections vers la STEP.

L'inconvénient est que le dimensionnement des canalisations doit être suffisamment important pour éviter les inondations et permettre d'évacuer un débit pluvial important au moins jusqu'au bassin d'orage.

De plus, lors d'évènements pluvieux importants dans un tel système, le volume d'eau drainé vers la STEP peut devenir trop important et ainsi dépasser la capacité de celle-ci.

Le trop-plein, composé d'eaux usées et d'eaux de ruissellement, est détourné vers le déversoir d'orage puis est traité partiellement, soit directement rejeté dans le cours d'eau récepteur provoquant une pollution ponctuelle du milieu récepteur. La dilution des eaux usées avec les eaux de pluie a un effet sur l'efficacité du traitement (Aoulmi Sofiane,2007).



Figure08 : Réseau d'assainissement unitaire : Source (Site 05)

7.2. Le système séparatif

Dans le système séparatif, l'évacuation des eaux usées urbaines (ménages privés, artisans et industries) se fait dans une canalisation distincte de celle des eaux pluviales.

Ces dernières sont rejetées directement dans le récepteur aquatique sans passer par la station d'épuration.

Le système séparatif permet de pallier aux problèmes de surcharge de la STEP lors d'évènement pluvieux. (Aoulmi Sofiane, 2007)



Figure09 : Réseau d'assainissement séparatif Source (Site 06)

8-L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (Metahri Mohammed Saïd, 2012.).

9-Les normes algériennes de rejet d'effluents

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides. Les normes de rejets sont présentées dans le tableau suivant

Tableau11 : Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales)
(source : journal officiel n° 93-160 juillet 1993).

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
Ph	-	5.5 à 8.5
MES	mg/l	30
DBO5	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Phosphates	mg/l	2
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	5
Cadmium	mg/l	0.2
Fer	mg/l	5

10-Conclusion

Compte-tenu des éléments présents dans les eaux usées, la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et l'environnement, et poser des problèmes d'ordre technique en bouchant les conduites et les systèmes d'irrigation par exemple. D'un point de vue sanitaire, la quantité de contaminants qui parvient dans l'environnement se nomme la charge excrétée. Sa composition dépend de la population à l'origine de la production des eaux usées, et notamment de la proportion d'individus infectés et des conditions d'hygiène (Mokhtar Sellami,2013).

1-Introduction

Ce chapitre présente les différentes techniques d'épuration des eaux usées et un bilan mondial de la réutilisation des eaux usées épurées, la situation de la réutilisation de ces eaux en Algérie, les avantages et les risques liés à ce type de réutilisation

2-Les filtres d'épuration des eaux usées

On distingue couramment les techniques dites intensives des techniques dites extensives.

Les techniques intensives visent à la maîtrise des mécanismes épuratoires : elles les isolent et les modélisent, de manière à permettre un contrôle des opérations. Les techniques intensives classiques, comme les boues activées, les disques biologiques et les lits bactériens, exploitent les propriétés de bactéries aérobies, soit libres dans des bassins munis d'aérateurs, soit fixées sur des supports. Ces techniques sont particulièrement utilisées dans le traitement des effluents des agglomérations de plus de 2000 équivalents-habitants (EH). (A.G.SADOWSKI,2008)

Du côté des techniques extensives, on reconstitue des écosystèmes artificiels simplifiés. Il s'agit de faire intervenir l'ensemble des processus de dégradation présents naturellement dans un écosystème. Avec les techniques extensives, on reproduit le principe de l'auto-épuration, mais dans des écosystèmes artificiels optimisés, de façon à protéger l'écosystème naturel. L'appellation « extensive » provient du fait que ces techniques nécessitent de grandes surfaces pour être pratiquées. La surface minimale requise est de 3 à 5 m² /EH. L'extensive offre des techniques d'épuration qui sont des solutions tout à fait adaptées aux collectivités rurales (moins de 2000 EH) et aux zones d'habitat dispersé. (Hélène Peeters, 2014).

2-1-Les techniques Intensives classiques

Ils sont qualifiés de systèmes classiques d'épuration biologique plus ou moins mécanisés (Awa Sarr,2005)..

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs-Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. (Site 07)

quatre grands types de procédés sont utilisés :

- Les lits bactériens

disques biologiques ;

- Les boues activées ;

- Les techniques de bio filtration

a)- Lit Bactérien

L'épuration sur lit bactérien est le plus ancien procédé biologique. Des bactéries sont cultivées sur un substrat neutre, comme de la pierre concassée, de la pouzzolane (sable volcanique), du mâchefer ou du plastique. On fait passer l'effluent sur le substrat. La difficulté consiste à trouver la bonne vitesse du flux d'eau, qui ne doit pas être trop rapide (pour permettre la dégradation bactérienne) ni trop lente (pour une bonne évacuation de MES en excès).

Une épuration sur lit bactérien est plus efficace qu'un traitement à boues activées car elle élimine non seulement les virus et les bactéries (respectivement 30 à 40 % et 50 à 95%) mais aussi les oeufs d'helminthes (20 à 90 %)(Kesbi Rafika,2016)

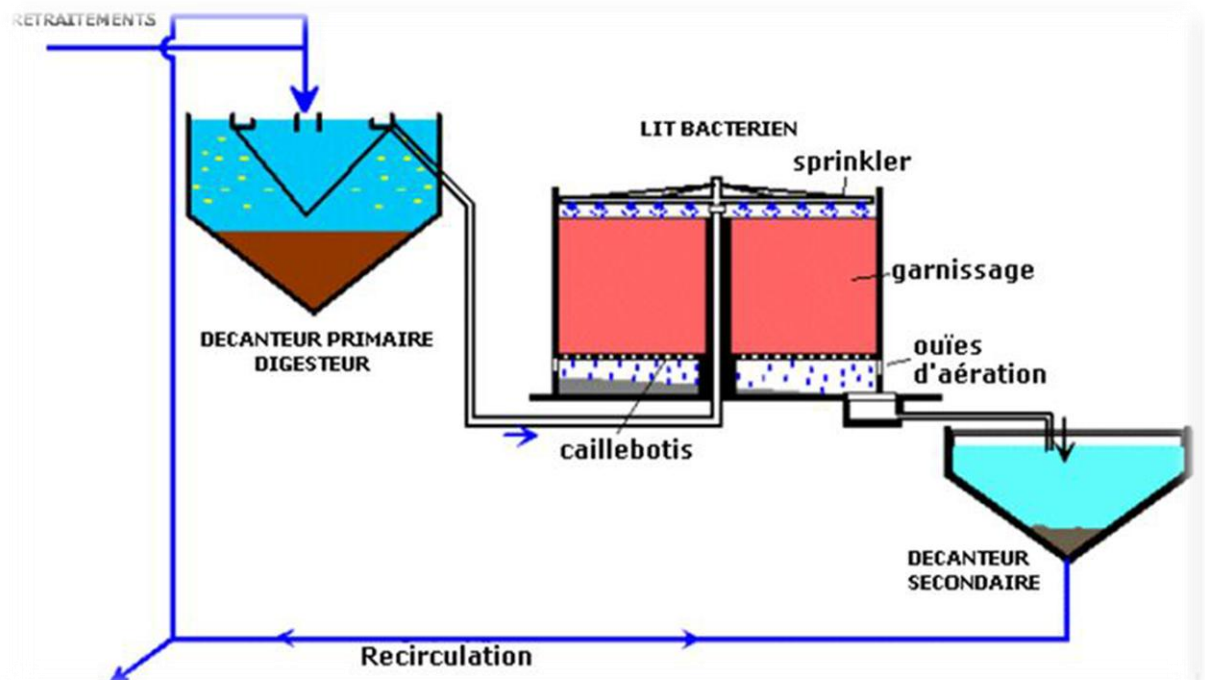


Figure 10 : Schéma de principe d'une station d'épuration par lit bactérien (.Karima Allaoui ,2009)

b)- Les Disques Biologiques

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe horizontal sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émerision, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent. Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées (Kesbi Rafika,2016).

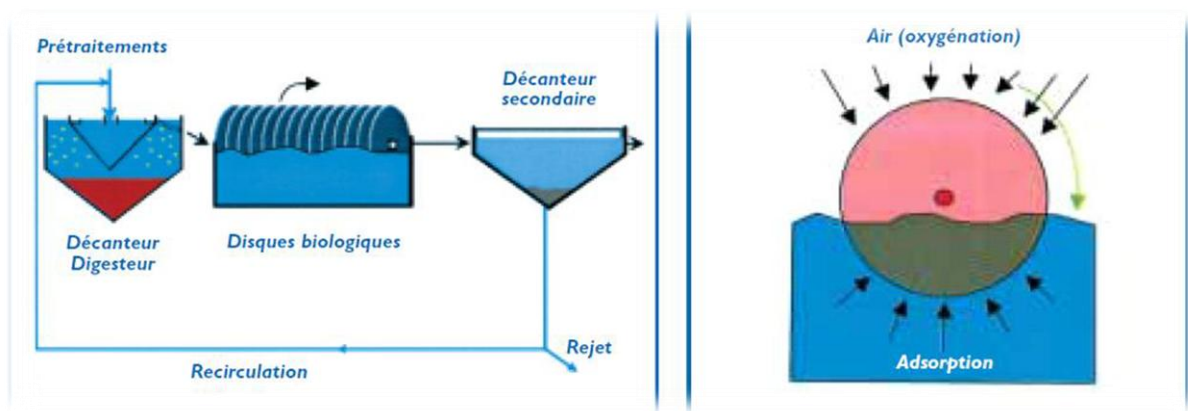


Figure 11 : Fonctionnement station avec disque biologique . **Figure 12**: principe d'un disque biologique.(Site 07)

c)- Les Boues Activées

Le principe des boues activées autant que le lagunage aéré réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels. Le procédé consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides, bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Après prétraitement, les eaux usées sont dirigées vers un bassin d'aération où elles sont mises en contact avec une biomasse responsable de l'épuration. Dans ce réacteur, la pollution dissoute est transformée en flocon de boues par assimilation bactérienne. Les flocons peuvent alors être séparés de l'eau traitée par décantation. La boue décantée est recerclée afin de permettre le réensemencement du bassin d'aération. Périodiquement, les boues en excès sont extraites pour rejoindre le système de traitement des boues. Dans le bassin d'aération, la fourniture en oxygène est

assurée par des organes électromécaniques : aérateurs de surface (turbine ou brosse), ou insufflation d'air (supsresseur + diffuseurs immergés). Le fonctionnement synopé (marche/arrêt) des aérateurs assure les réactions d'élimination de l'azote par nitrification (marche de l'aération - transformation de l'azote ammoniacal en nitrates), puis par dénitrification (arrêt de l'aérateur - transformation des nitrates en azote gazeux). L'installation d'un brasseur dans le bassin d'aération autorise en permanence un bon contact entre les bactéries et la pollution à éliminer. L'azote et le phosphore jouent un rôle important pour le bon fonctionnement de ce système, car leur déficit peut provoquer le foisonnement des boues activées caractérisé par un gonflement de ces dernières.(Hassaine Soulaf et Boulenouar Hamza,2018).

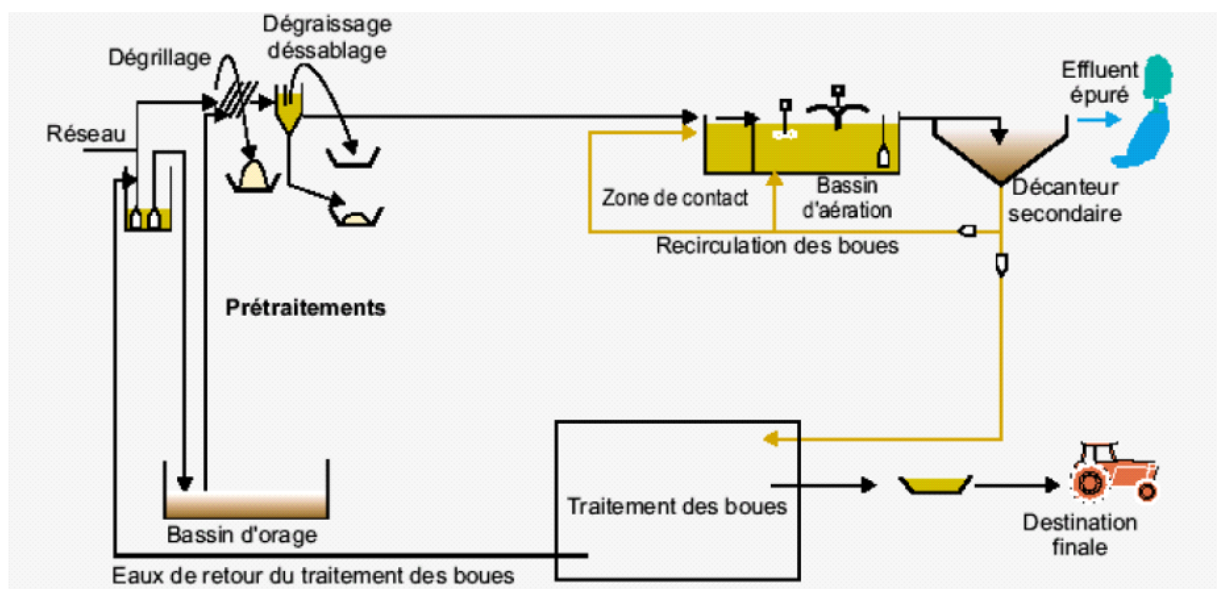


Figure 13: Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration par boue activée(Awa Sarr,2005)..

d)- Les biofiltres

Après le prétraitement et généralement une étape de traitement physico-chimique, les eaux usées sont traitées sur un étage de bio filtres. Ce traitement consiste à faire transiter les eaux usées dans une cuve contenant un matériau (plastique par exemple) filtrant immergé, support du développement d'un film biologique. Le film biologique permet donc l'assimilation de la pollution et la filtration de la boue produite d'où le terme "bio filtre". Les besoins en oxygène sont assurés par insufflation d'air (air procédé). Plusieurs fois par jour, un lavage à l'eau traitée (eau de lavage) et à l'air (air de lavage) est nécessaire. Les eaux sales (eaux de nettoyage) retournent en tête de traitement afin que les boues biologiques soient piégées dans

le décanteur primaire (ou bien subissent un traitement primaire physico-chimique).(Awa Sarr,2005).

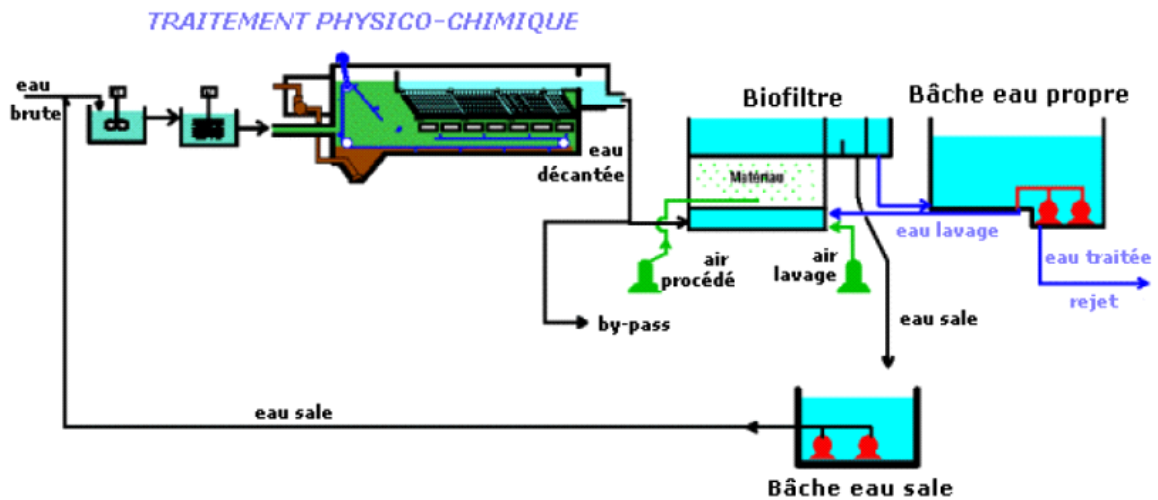


Figure 14: Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration à bio-filtre(Awa Sarr,2005).

2-2-Les filtres de traitement extensif :

Les filières de traitement extensif des eaux usées sont des procédés particulièrement bien adaptés aux petites collectivités (moins de 2000 EH) ainsi qu'à l'assainissement autonome (zones d'habitat dispersé) .(Hélène Peeters ,2014).

Ce sont les stations dites rustiques ou naturelles, utilisant les potentialités épuratrices des organismes vivants, végétaux ou animaux, aquatiques ou non. Pour ces systèmes, l'épuration des eaux usées se fait par voie naturelle.

Tant au niveau des particuliers qu'au niveau des pouvoirs publics, les mentalités changent et l'épuration extensive des eaux, par son intégration paysagère exceptionnelle, est de nature à améliorer le cadre de vie et est parfois l'occasion pour une communauté locale (commune, association ...) de manifester son engagement environnemental et de sensibiliser la population. Longtemps traités comme des ouvrages d'infrastructure pure, les projets de construction ou de remise à niveau de stations d'épuration font l'objet d'une évolution récente qui intègre plusieurs données nouvelles(Hélène Peeters,2014).

-La sensibilisation du grand public aux thèmes environnementaux et particulièrement la préservation de la nature et la valeur de l'eau,

-Ces projets prennent une dimension politique, ils ne sont plus cachés, mais au contraire valorisés, voire visités dans une logique de tourisme industriel, ils sont donc soumis à une exigence de représentation nouvelle, à la fois technologique et écologique (Hélène Peeters,2014)..

Dans ce type de traitements extensif des eaux usées il existe six filières majeures (Direction de l'eau et de l'assainissement Lille Métropole,2003).:

- Lagunage naturelle
- Lagunage aéré
- Lagunage à microphytes(Les filtres Plantes de Roseaux)

Le système d'épuration le plus répandu en Afrique, demeure le système extensif à culture libre, par lagunage naturel ou bassin de stabilisation (l'ONEA ;2004).

a)-Lagunage Naturelle

Le lagunage naturel est une dépression ou excavation naturelle ou artificielle dans laquelle s'écoulent naturellement les eaux usées brutes ou décantées pour ressortir, sans intervention extérieure d'aucune sorte, dans un état répondant aux normes de rejet des eaux (l'ONEA ;2004).

C'est une technique repose donc, sur la capacité d'autoépuration des milieux aquatiques stagnants, et le rayonnement solaire constitue l'unique source d'énergie (Direction de l'eau et de l'assainissement Lille Métropole,2003).

Le principe de ce traitement, dans ce type de procédé repose sur la dégradation de la matière organique en présence d'oxygène par les bactéries. L'apport d'oxygène est assuré par les échanges avec l'atmosphère au niveau du plan d'eau et par les végétaux à chlorophylles (ex : algues photosynthétiques,...). (l'ONEA ;2004).

Trois types de bassins sont utilisés dans le lagunage

- les lagunes profondes ou bassins anaérobies (2 à 5 m) fonctionnant en anaérobiose avec un temps de séjour de 1 à 2 jours. Ils sont utilisés pour dégrader la matière organique et assurer une bonne décantation. Ils reçoivent des charges organiques importantes de plus de 100 g DBO5/ m3 /jour ;

• les lagunes à faible profondeur ou bassins facultatifs (1 à 1.5 m) fonctionnant en aérobiose en surface avec un temps de séjour de 5 à 30 jours. Ils permettent une élimination de la DBO ;

Dans les bassins facultatifs, se produisent les phénomènes biochimiques suivants (Selmi Bachir, 1999) :

- dans la zone inférieure du plan d'eau, les bactéries anaérobies stabilisent la matière organique en deux phases : une partie de cette matière, sous l'influence des enzymes de certaines bactéries, est décomposée en nitrates et phosphates ; l'autre partie de la matière est, par un autre groupe de bactéries, transformée en méthane, gaz carbonique et ammoniac ;
- Dans la zone supérieure, la matière organique est dégradée par l'oxygène et les bactéries aérobies ; cette transformation, produit du gaz carbonique, des nitrates et des phosphates. Les bactéries aérobies, très avides d'oxygène, recherchent le supplément d'oxygène nécessaire à leur vie et leur reproduction auprès des algues de surface, lesquelles, par photosynthèse, produisent de l'oxygène.
- Ainsi, la destruction des matières organiques dans les bassins facultatifs s'opère grâce à une association des bactéries anaérobies et aérobies.
- Les lagunes de finition ou de maturation améliorent le traitement des effluents issus des bassins facultatifs ou d'un autre bassin de maturation. Ils sont aérobies avec une profondeur ne dépassant pas souvent 1 m. Les temps de séjours sont de 5 à 7 jours (Selmi Bachir, 1999).
- Du fait de sa rusticité, de son entretien facile avec un personnel plus ou moins qualifié et de son caractère économique ne nécessitant pas d'équipements trop sophistiqués, il est approprié aux pays en voie de développement (l'ONEA ; 2004).



Figure 15 : Le principe d'épuration des eaux usées par lagunage naturelle(Site08)

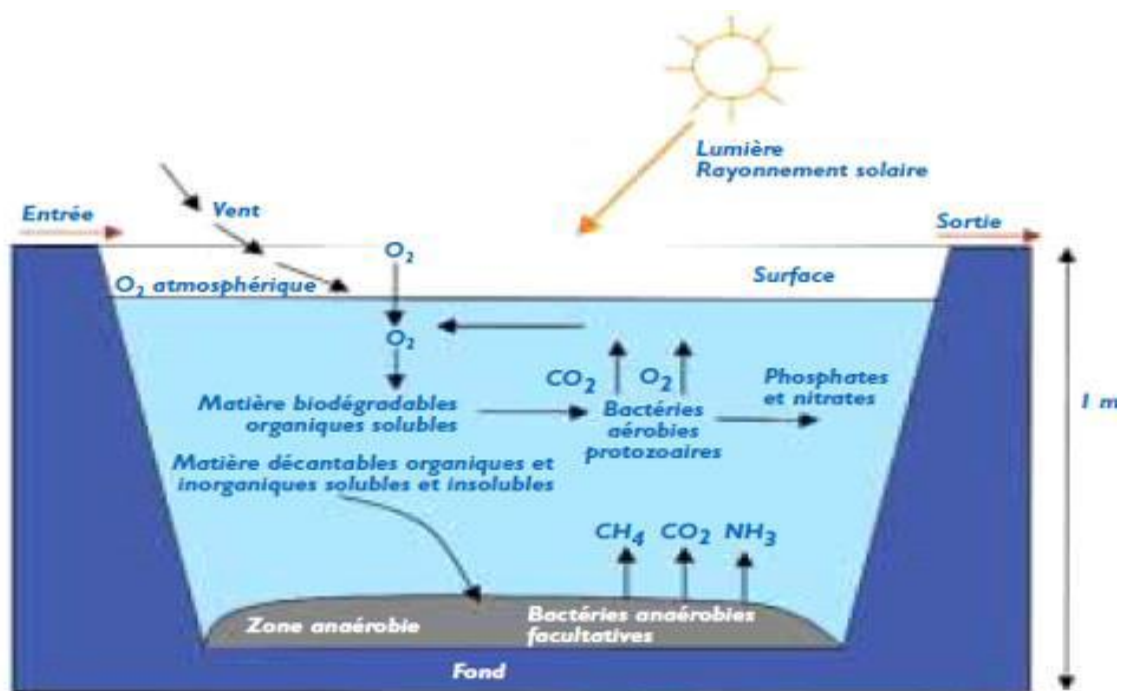


Figure 16: Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel (Site 09)

b)- Lagunage Aéré

Le lagunage aéré est un grand réacteur, extérieur, aérobique et mélangé. Les aérateurs Mécaniques fournissent l'oxygène et maintiennent les organismes aérobies suspendus et Mélangées avec l'eau usée pour atteindre un taux élevé de dégradation de la matière organique et d'élimination des nutriments

Le mélange et l'aération accrues des unités mécaniques signifient que les bassins

Peuvent être plus profonds et tolérer des charges organiques beaucoup plus élevées qu'un Lagunage simple. L'aération accrue favorise une meilleure dégradation organique et Élimination des microbes pathogènes. Aussi, parce que l'oxygène est apporté par les unités mécaniques et non pas par la photosynthèse, les bassins peuvent fonctionner dans les climats plus nordiques.(Bouassaba Fatima Zohra,2013)

Les eaux à traiter devraient être contrôlées et prétraitées pour enlever les ordures et les particules grossières pouvant endommager les aérateurs

Puisque les unités d'aération mélangent le bassin, un bassin de décantation est exigé pour séparer l'effluent des solides. Le faible besoin en surface (comparée à une lagune de maturation) signifie qu'il est approprié pour le milieu rural et périurbain. Le bassin devrait être construit avec une profondeur de 2 à 5 m, et devrait avoir un temps de rétention de 3 à 20 jours . (Bouassaba Fatima Zohra,2013)

Pour empêcher l'infiltration dans le sol, le bassin devrait avoir un revêtement qui peut être de l'argile, de l'asphalte, de la terre compactée ou tout autre matériel imperméable. On peut utiliser le déblai pour construire une digue de protection du bassin contre les ruissellements et l'érosion (Bouassaba Fatima Zohra,2013)



Figure 17 : image montrant la vue de dessus de lagunage aéré Source : (Site10)

c)- Lagunage à microphytes(Les filtres Plantes de Roseaux)

1-Définition

le terme macrophytes désigne l'ensemble des plantes aquatique visible a l'œil nu, telles que les roseaux. De tels végétaux permette la dégradation des composés polluants présents dans leur milieu, caractéristique utilisée depuis les années 80 dans les stations d'épuration particulières, dites à macrophytes ou à filtres plantés de roseaux

les filtres plantés interviennent dans plusieurs dispositifs de traitement des effluents ils contribuent à éliminer les matières organiques et impuretés présentes dans les eaux usées ils sont parfois appelés « lits de séchage plantés »(Site12)

2-caractéristique générales sur les roseaux (phragmites communs plebiscites)

les roseaux sont les végétaux les plus fréquemment utilisés en épuration. Leur croissance rapide et leur aptitude à développer un système racinaire dense, facteur de démultiplication végétale, ne sont pas étrangères à cette préférence. Néanmoins, ils ne sont pas les seuls à pouvoir être utilisés dans le cadre d'une filtration à partir de végétaux. D'autres plantes de zone humide sont également utilisées pour la phytoépuration de l'eau. De même on trouve aussi des espèces ligneuses comme les saules et les aulnes qui, de par leur constitution et leur développement, assurent une meilleure épuration de l'eau traitée, ménageant encore un peu plus les milieux récepteurs sensibles (Medjoub Tourai,2014).

3- Le rôle des roseaux dans le processus épuratoire des eaux

Les roseaux ont un système racinaire très développé. Ces racines, spécialisées dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux contenus dans le sol, accumulent des réserves et permettent à la plante de se fixer au substrat

Au cours des processus d'absorption, les racines libèrent des glucides, des enzymes et d'autres nutriments, utilisables par les micro-organismes. L'intense réseau racinaire favorise donc la fixation des bactéries épuratrices sur les rhizomes, elles abritent donc une flore bactérienne importante, qui se nourrit des effluents et dégrade la matière organique.

Toute une population de bactéries, champignons et autres micro-organismes se concentre ainsi autour de la racine : on estime que les bactéries, dans cette zone privilégiée, sont 20 à 10000 fois plus nombreuses que dans le sol nu. Ces micro-organismes vont favoriser la minéralisation de l'azote et du phosphore, qui seront alors disponibles pour la plante, ainsi se crée une étroite coopération entre plantes et micro-organismes

Cette partie du sol où des organismes vivants sont associés est appelée la rhizosphère. L'activité microbienne au niveau de cette rhizosphère dépend de différents facteurs, comme la teneur en eau et en oxygène. Les bactéries fixées au niveau de cette rhizosphère sont aérobies elles ont besoin d'oxygène pour dégrader la matière organique

Outre leur implication, via leur système racinaire, dans la dégradation de la matière organique, les roseaux ont une action mécanique : le vent, ils cassent la croûte qui se forme à leur pieds (dans le cas d'un filtre vertical seulement), ce qui permet de limiter les phénomènes de colmatage et de garantir la perméabilité du filtre en surface. Cette protection est possible grâce aux racines tubulaires (rhizomes traçants) et aux nouvelles tiges qui poussent à travers le massif filtrant et boues accumulées. Les roseaux colonisent la totalité des casiers dès la deuxième année de fonctionnement (Medjoub Tourai, 2014)

-L'intense réseau racinaire favorise la fixation des bactéries épuratrices sur les rhizomes.

Enfin, les roseaux offrent également une protection contre les faibles températures et protègent les bactéries contre l'action des rayons ultraviolets du soleil, qui sinon les tueraient (Daloz A, 2007)

4- Le rôle des micro-organismes

Le principal rôle des micro-organismes est, comme dans tout procédé de traitement biologique, la dégradation de la matière organique. Ce sont eux qui assurent les différents processus d'oxydation et de réduction. Ils génèrent grâce à la dégradation de la matière organique l'énergie nécessaire à la biosynthèse. Ils minéralisent les composés azotés et phosphorés, et les rendent ainsi assimilables par les plantes. Ils assurent également les réactions de nitrification/dénitrification. Ils ont besoin d'un support de fixation pour se développer et ne pas être entraînés par les eaux usées (Medjoub Tourai, 2014)

5- les matériaux

les couches de matériaux posés dans les lits, filtrent automatiquement les matières en suspension présentes dans l'eau usée à traiter, leur rendement dépend des caractéristiques hydrodynamiques, de la granulométrie et du type des matériaux utilisés. L'optimisation et le choix des matériaux de remplissage sont imposés par l'épaisseur et le type de filtre utilisé (vertical ou horizontal). On doit avoir une filtration efficace tout en évitant le colmatage et la migration des particules entre les différentes couches ainsi les matériaux utilisés seront des granulats silicatés, roulés, lavés et calibrés. Le pourcentage de fines est réduit pour chacun des matériaux filtrants (Branchu Ph, et al, 2007).

La composition du matériau de remplissage influence également sur le traitement par la suppression des virus et l'élimination non négligeable, de coliformes fécaux et bactéries lors d'un écoulement non saturé dans 60 à 90 cm du milieu sableux (Van Cnyk S et al, 2004)

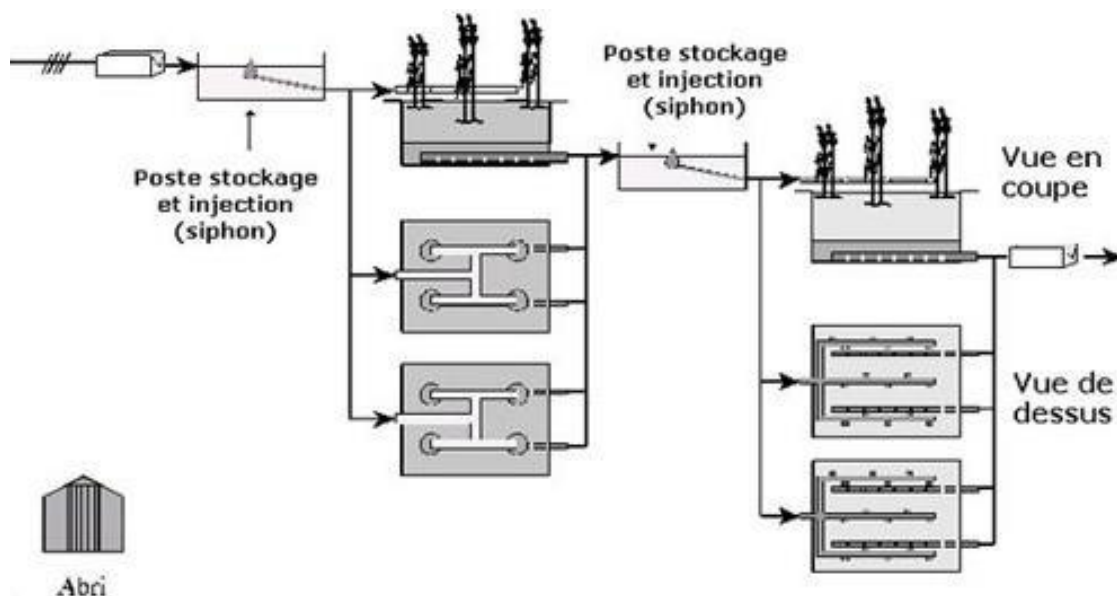


Figure 18 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration avec Filtre plantés de roseaux. (Hélène Peeters, 2014).

3-Choix de l'épuration biologique

Après avoir défini le degré d'épuration nécessaire à la protection du milieu récepteur, le projecteur doit effectuer le choix d'un procédé d'épuration parmi les différentes techniques actuellement disponibles. Il existe en effet de nombreux types d'installations qui sont susceptibles d'assurer une épuration convenable. Le choix d'une technologie d'épuration devra prendre en compte les conditions de mise en œuvre et d'utilisation qui peut varier très sensiblement en fonction de plusieurs paramètres.

L'épuration biologique fait appel à plusieurs procédés (lagunage, épandage, lits bactériens, boues activées, disques biologiques). Le choix d'une méthode par rapport à une autre repose sur (Fascicule Technique,2013) :

- L'importance de la charge polluante à traiter ;
- La qualité de l'effluent requise ;
- La disponibilité du terrain ;
- La nature du sol ;
- Le climat ;
- Le contrôle et l'entretien ;
- Le facteur économique. (Fascicule Technique,2013).
- Mise en situation urbaine du projet dans une logique de développement à long terme.
- Définition précise de l'emprise foncière affectée au projet pour en assurer l'intégration.

Prise en compte paysagère et architecturale dans la définition et l'implantation des ouvrages, de leurs accès, avec leurs impacts sur l'environnement, ainsi que dans l'estimation du coût des ouvrages. L'optimisation énergétique est une valorisation des matières (cycles)(Hélène Peeters,2014).

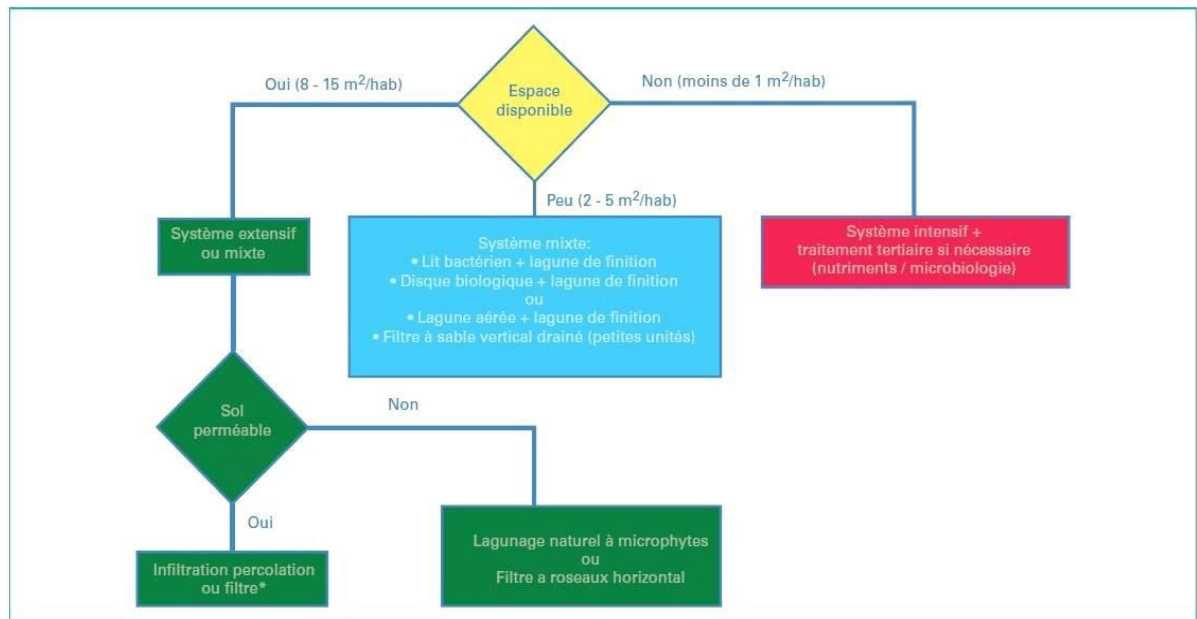


Figure 19 : arbre de décision pour le choix de filière d'épuration des eaux (Site 11)

4-Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

Traiter les eaux.

Protéger la santé publique.

Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (Benzaoui et El Bous, 2009).

5-La réutilisation des eaux usées épurées

a)-Définition

Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques. (Tabet Mouna, 2015)

b)-L'objectif

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. (Tabet Mouna, 2015)

c)- Applications

1-Bilan mondial

La réutilisation de l'eau est essentiellement utilisée pour l'irrigation (70%), mais aussi essentiellement par des utilisations qui ne nécessitent pas de l'eau potable (usages industriels à environ 20% et usages domestiques pour environ 10%) (Abibsi Nadjjet,2011)

Le recyclage de l'eau est d'abord pratiqué pour les eaux résiduaires internes des industries : certaines industries recyclent leur eau, qui fonctionne ainsi en circuit fermé. Les entreprises peuvent ainsi viser à réduire leur consommation de 40% à 90%. Mais le procédé est aussi utilisé pour les eaux usées municipales secondaires : l'eau récupérée après traitement en station d'épuration reçoit un traitement supplémentaire afin d'être utilisée, essentiellement pour des usages qui ne nécessitent pas une eau potable : irrigation, réalimentation des nappes phréatiques, utilisations industrielles... (Abibsi Nadjjet,2011)

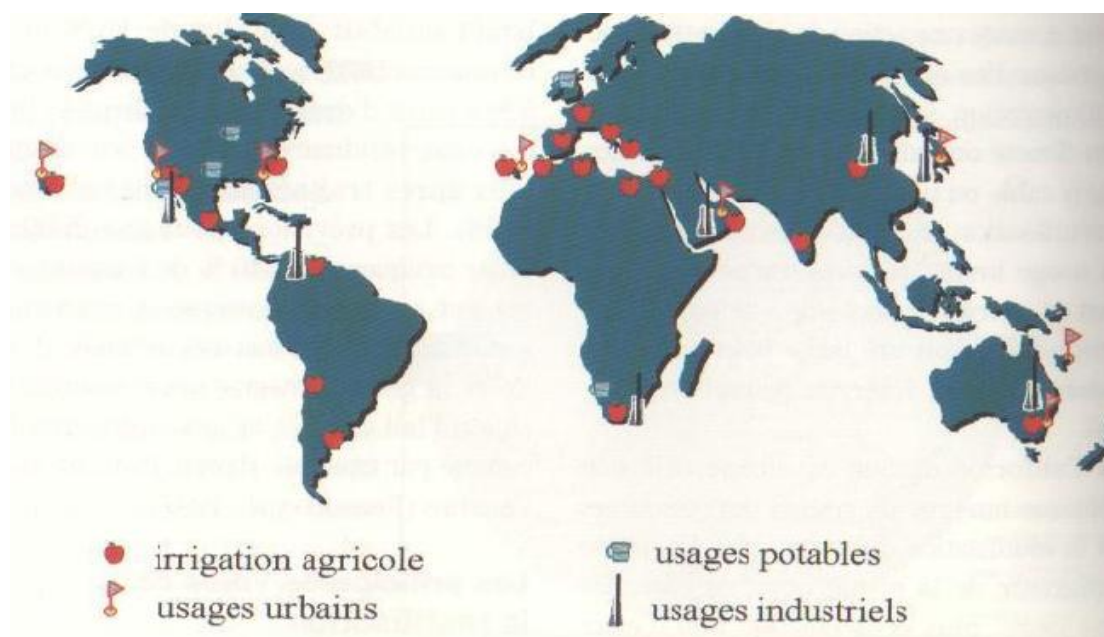


Figure 20 : Répartition par secteur et localisation des expériences mondiales les plus importantes en réutilisation des eaux résiduaires urbaines.(Abibsi Nadjjet,2011)

2- Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie

Actuellement l'Algérie se penche vers cette technique et sa réutilisation en agriculture. Ceci nécessite dans un premier temps d'identifier et de quantifier les volumes d'eaux usées rejetés par les agglomérations à travers le pays. Le volume d'eaux usées rejetées annuellement par les agglomérations dépassant 20.000 habitants est estimé à 58 300 m³ par an. La

réutilisation des eaux usées pour l'irrigation concerne en priorité les zones déficitaires en eau naturelle qui devient de plus en plus rare (Yazid B, 2014).

Un vaste programme consiste à réutiliser les eaux usées épurées en aménageant des périmètres à l'aval de chaque station d'épuration et lagune. Le potentiel de cette ressource est estimé à 750 millions de m³ et atteindra le volume de 1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020. (Tamrabet L, 2011).

Le nombre de STEP en cours d'étude et de réalisation est de 12 pour l'irrigation de plus de 8 000 hectares (ha) de terres agricoles.

Le potentiel de la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles évolue d'une manière significative et le nombre de stations concernées sera de 25 STEP à l'horizon 2014 (ONA, 2011).

2-1- La réutilisation indirecte

Elle se fait après passage de l'eau dans le milieu naturel (oued, rivière, lac, barrage etc...). Sur les 75 stations d'épuration exploitées en Algérie à travers les 43 wilayas, 14 seulement sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture. A la fin de 2011, le volume réutilisé est estimé à 17 millions de m³ par an pour ces 14 STEP et plus de 10 000 ha de superficie agricoles sont irrigués (ONA, 2011).

2-2-La réutilisation directe

La mobilisation des eaux usées épurées est très faible actuellement, le seul ouvrage existant est celui situé à l'aval de la station d'épuration de Bordj Bou Arreridj d'une capacité de 2 500 m³/jour destiné à l'irrigation d'un périmètre de 100 hectares de superficie. Selon le programme 2009-2013, ce volume sera de 554 512 m³/jour (Benbraïka, 2013).

6- Avantages de la réutilisation des eaux usées épurées

La réutilisation des eaux usées permet de fournir des quantités d'eau supplémentaires et d'assurer l'équilibre du cycle naturel de l'eau et une protection de l'environnement (Ouanouki,2009).

Elle constitue en outre, une alternative aux rejets dans les milieux récepteurs qui peuvent présenter des capacités d'absorption limitées. Par ailleurs, le contenu de ces eaux en fertilisants, notamment l'azote, le potassium et le phosphore incite les agriculteurs à les utiliser. L'utilisation des eaux usées traitées peut également prévenir l'eutrophisation et éviter

la croissance des algues dans les étendues d'eau fermées, telles que lacs et étangs (Yazid,2014).

7- Risques liés à la réutilisation des eaux usées

Les eaux usées sont soumises à diverses sources de contaminants, limitant ainsi leur potentiel de réutilisation (BRGM, 2010). Elles peuvent contenir un grand éventail de constituants biologiques, organiques et inorganiques, dont certains peuvent être nocifs pour la santé et la sécurité des êtres humains en fonction de leur concentration et de la durée d'exposition (Us Nrc, 2012). Cependant, le niveau de préoccupation va surtout varier en fonction de l'usage qui est fait des eaux usées traitées, et donc des risques de contact entre ceux-ci et la population (Us Nrc, 2012). Les risques liés à la réutilisation des eaux usées sont :

-Le risque microbiologique ;

-Le risque chimique ;

-Le risque environnemental.

8- Conclusion

On peut dire qu'à partir d'une eau usée et grâce aux procédés d'épuration, il est possible d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualités différentes. A chacune de ces qualités on peut faire correspondre un usage particulier. Il est clair que les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont actuellement considérés comme non dangereux.



partie expérimentale

1-Introduction

L'objectif principal de ce travail est de faire les analyses physique et microbiologique des eaux usées de ville Sfisef filer par plante roseaux, cela pour l'efficacité d'élimination de la matière minérale. Les analyses ont été faites au laboratoire d'hygiène.

2-l'épuration par les filtres plantes de roseaux

a)-Définition

La phyto-épuration est un système de traitement des eaux usées en utilisant le pouvoir épurateur des plantes. Ces plantes sont des microphytes et /ou des macrophytes. Elle est souvent appelée lagunage à microphytes ou lagunage aéré et lagunage à macrophyte ou filtres plantés. (Site 14)

b)-Domaine d'application

les filtres plantés de macrophytes sont mis en œuvre dans une gamme de capacité optimum entre 200Eq/hab. et 1200Eq/hab., cette gamme est modulable .peut aller de 50eq/hab jusqu'à 2000Eq/hab. (Étude, 2008)

3- type de filtre plante de roseaux

Il existe deux types de filtres : les horizontaux et les verticaux.ils diffèrent par leur mode d'alimentation, par le sens de l'écoulement de l'eau et par les conditions aérobies de traitement pour notre étude nous choies L'épuration des eaux usées par filtre plantes horizontale.

Pour réaliser ce travail le matériel utilisé est le suivant :

a)- Dimensionnement

1 ^{er} étage	2 ^e étage
<p>↓</p> <p>-5cm de gravie (fin de 2-8mm)</p> <p>-Couche de transition : 2cm de granulométrie adaptée (8-16mm)</p> <p>↓</p> <p>-Couche de drainage : 2cm (16mm)</p>	<p>↓</p> <p>-5cm de sable (0,25mm<d <0,40mm)</p> <p>- Couche de transition : 2cm de granulométrie Adaptée(8-16mm)</p> <p>↓</p> <p>- Couche de drainage : 2cm (16mm)</p>

Tableau 12 : table sur le dimensionnement de pilote



Figure 21 : bac Témoin(darnamous M,2020)



Figure 22 : bac Témoin avec les roseaux(darnamous M,2020)

b)- Alimentation

1^{er} étage :

L'alimentation du filtre doit permettre une répartition homogène des eaux brutes sur toute la surface du filtre. (Étude, 2008)

2^e étage :

Le deuxième étage est alimenté avec des eaux ayant subies une première filtration dans le 1^{er} étage. Les règles de conception, en termes d'alimentation, sont globalement semblables au 1^{er} étage.(Étude 2008)

c)-L'eau brute

point de prélèvement des eaux usées a l'oued Melah pour Aliments les bacs



Image 01:point de prélèvement l'eau brute (darnamous M,2020)



Image 02 :photo oued Malah (darnamous M,2020)

4- Prélèvement et échantillonnage

En application aux recommandation de prélèvement, d'échantillonnage et de conservation et en rapport avec notre objectif de déterminer la pollution microbiologique et qui nécessite deux prélèvement, nous avons procédé à un échantillonnage ponctuel et ce, à partir d'une prélèvement manuel dans chaque 5 jour effectué le

16/08/2020 dans sortie étage1 et étage2

23/08/2020 dans sortie étage1 et étage2

Les analyse regroupent la mesure de la paramètre in situ (température et le pH) ainsi que les paramètres au laboratoire (les coliformes, les Streptocoque , vibriion cholérique, salmonella)

5-Condition de Transporte

D'une façon générale, le transport à la température de 4°C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante. Avant de prélèvement stérilisation les flacon leur arrivée au laboratoire dans un temps ne dépassent pas 24heure(6h pour prélèvement biologique).(site13)

6-Matériel utilise pour expérimental






				
L'étuve	Tableau de Indice Npp	Réfrigérateur	Bec benzène	PH mètre

Tableau 13 : figures sur Matériel de laboratoire**7-Analyses et mode opératoire****7-1- Méthodes des analyses physiques**

a)-Potentiel d'hydrogène ;

b)-Température ;

a)- pH et T°(Instrumental)**1-Allumer l'instrument****2-Régler le bouton en bas à gauche sur la température du liquide a mesuré.****3-Plonger la sonde dans l'échantillon.****4-Laisser le chiffre indiqué sur l'appareil stabilise et résultat.****7-2-Méthodes des analyses microbiologiques**

a)- Recherche et dénombrement des coliformes totaux

b)- Recherche des streptocoques fécaux

c)- Recherche vibrion cholérique

d)- Recherche salmonella

a)- Recherche et dénombrement des coliformes

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les germes coliformes dont les CF, Elle se réalise en deux étapes :

–La recherche présomptif des coliformes sur milieu Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésole (BCPL).

– La recherche confirmatif des CF sur milieu Schubert (Abouelouafa M et al, 2002).

b)- Recherche des streptocoques

Les SF sont dénombrés en milieu liquide à l'aide de deux bouillons de culture (milieu de

Rothe et le milieu Eva-Litsky). Cette méthode fait appel à deux tests consécutifs à savoir: test

de présomption suivi du test de confirmation (Abouelouafa M et al, 2002)

c)- Recherche vibriion cholérique

- Bouillon au sélénite acide de sodium

- milieu culture gélose nutritive alcaline biliee-GNAB à la boite pétrie(annexe 03)

d)- Recherche salmonella

- un flacon rempli de Bouillon au sélénite acide de sodium avec 10 jute de additif SFB

- de milieu culture gélose Hektoen (annexe 04)

1-Introduction

Dans ce chapitre nous avons présenter les résultats des analyses physiques et microbiologique.

2-Résultat des paramètres physiques de l'eau dans dix jours de filtre planent Roseaux

2 -1-pH

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau. Les eaux usées ont un pH voisin de 7. Le plus souvent compris entre 6,5 et 8,5. Le graphe suivant illustre la variation de pH entre les eaux de 1^{er} étage et les eaux de 2^e étage . Plus le pH est bas, plus la solution est dit acide.

Les résultats des analyse montre que le pH varie entre 7,9 et 8,8 qui répond la norme comprise entre 6 à 9

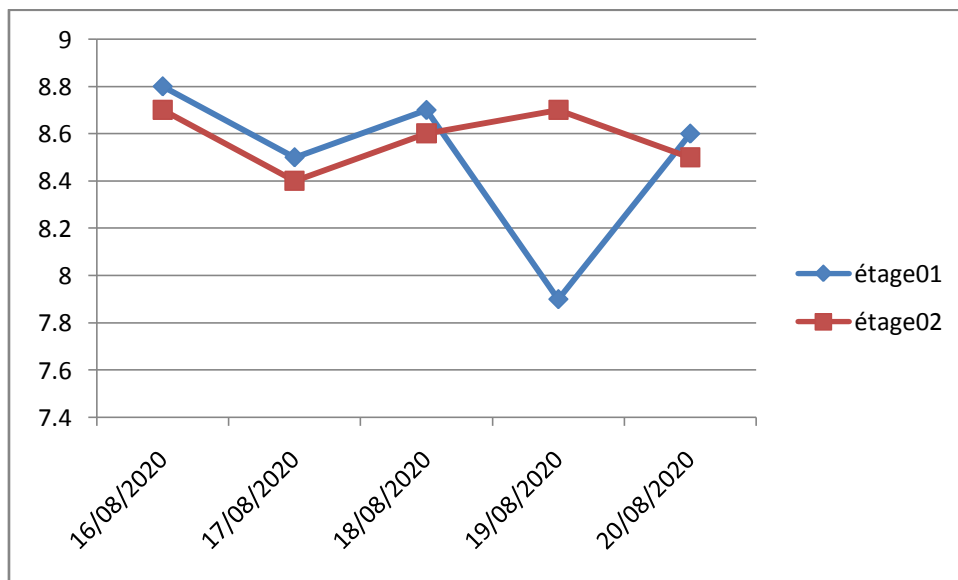


Figure 23: Variation du pH de l'eau a 1^{er} étage et l'eau 2^e étage

2-2 –Température :

La temperature s'accompagne toujeur d'une modification des propriétés de l'eau, et affecte la qualité,parce que l'eau chaude diminue la concentration en oxygène dissous,done notre résultat montre que la température de l'eau au niveau de l'étage1 est supérieure à celle de l'eau au l'étage2 dans les 10 jours de filtration est reste cependant conforme aux normes car la moyenne de la température est de 30°C

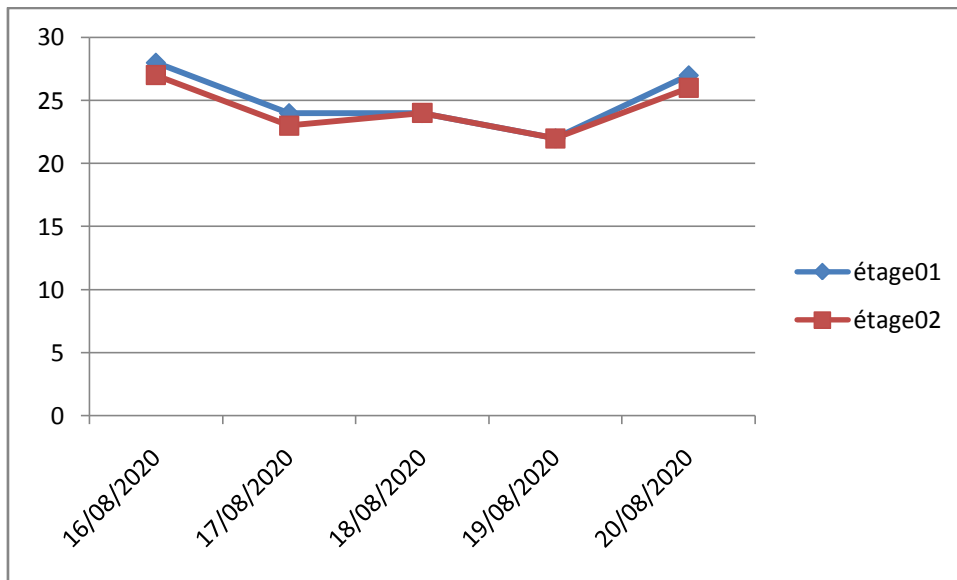


Figure 24 :Variation des températures de l'eau de l'étage1 et l'étage2

3- Résultat des paramètres microbiologie de l'eau dans dix jours de filtre planent Roseaux :

3-1-Recherche des coliformes :

La recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau, les coliformes sont donc des indicateurs d'une pollution fécale. les résultats obtenus pour les coliformes montre qu'il y a élimination importante de ces dernières entre l'eau a 1^{er} étage et l'eau a 2^e étage pendant les dix jours de filtration. En effet, avec un pourcentage 35% à 1er étage en Cinquième jour de prélèvement qui diminue à 28% dans dixième jour de prélèvement. et même pour deuxième étage on observe 22% en Cinquième jour est diminuée à 18% dans dixième jour, l'analyse de figure 25 montre que les coliformes est diminuée à travers les jours de filtration .

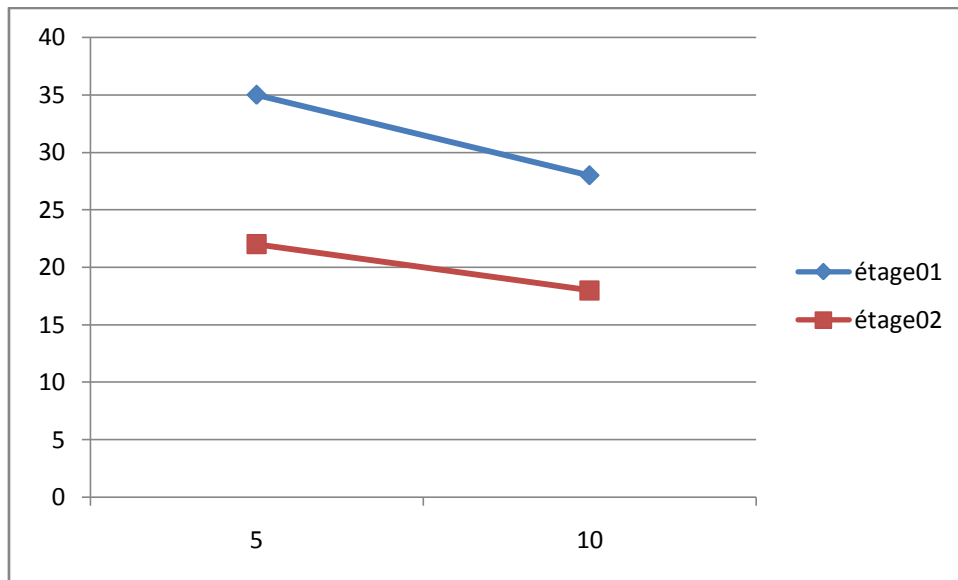


Figure 25: Variation de pourcentage des coliformes en l'eau à l'étage1 et l'étage2

3-2- Recherche Streptocoque :

Les streptocoque sont des microorganismes à l'origine de nombreux troubles, Les concentrations en streptocoques fécaux sont dans les milieux naturels autres que ceux spécifiquement pollués par le bétail, inférieures à celles des coliformes fécaux, les résultats obtenus pour les Streptocoque montre qu'il y a élimination importante de ces dernières entre l'eau à 1^{er} étage et l'eau à 2^e étage pendant les dix jours de filtration . En effet, avec une pourcentage 7% à 1^{er} étage en Cinquième jour de prélèvement et diminue à 4% dans dixième jour de prélèvement. et même pour deuxième étage on observe 5 % en Cinquième jour est diminue à 3% dans dixième jour , l'analyse de figure 26 montre que les Streptocoque est diminue a travers les jours de filtration

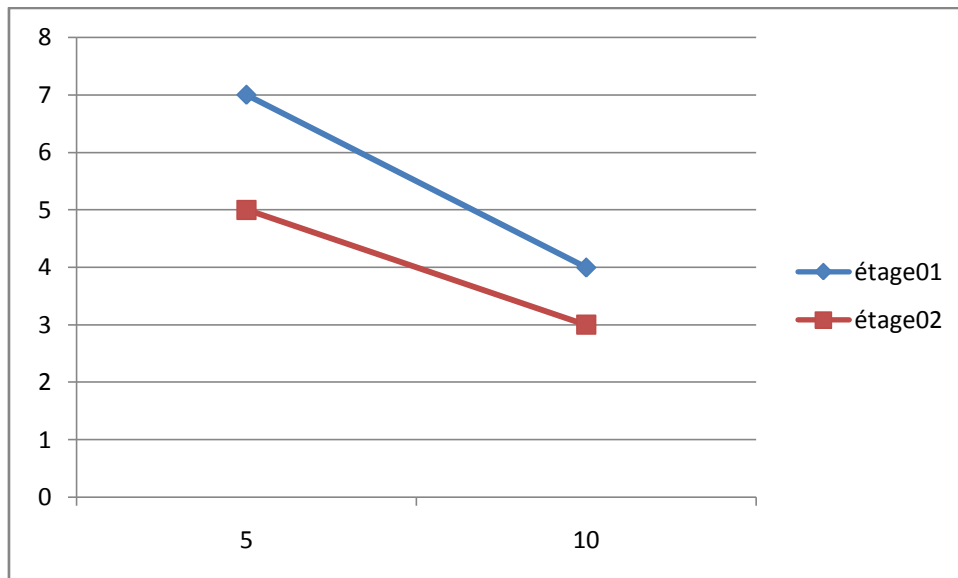


Figure 26 :Variation de pourcentage des streptocoque en l'eau à l'étage1 et étage2

3-3-Recherche vibrion cholérique :

vibrion cholérique c'est les agents responsables du choléra ,ce forme des bacilles mobiles, habitat le milieu marin . on observer dans le figure 27 absents des bacilles donc le résultat d'étude pour la Recherche vibrion cholérique est nul et pour les colonies qui on observe sont des autre bactérie

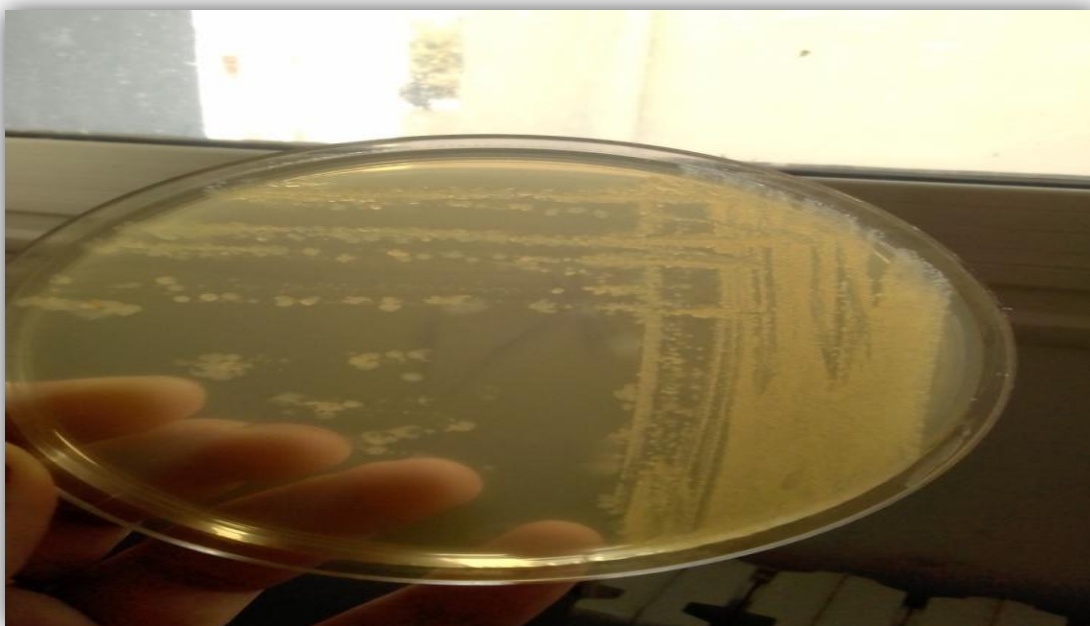


Figure 27 : résultats des Recherche vibrion cholérique

3-4- Recherche salmonella :

salmonella sont des Bactéries ou bacille toxique qui attaque les cellules d'un hôte et provoque des maladies on observe dans le figure 28 absents des cellules vert a sons noire donc la Recherche salmonella est nul

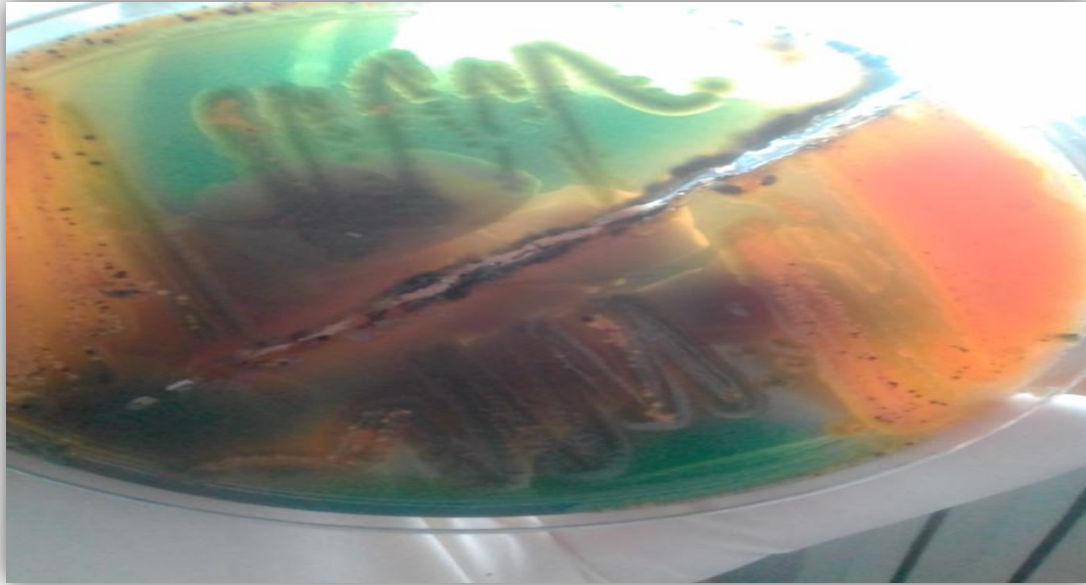


Figure 28: résultats des Recherche salmonella

Conclusion générale

L'Algérie est classée dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques au regard du seuil de rareté fixé par la banque mondiale à 1000 m³/habitant/an. La forte croissance démographique, l'urbanisation massive et le développement des activités industrielles ont généré une production importante d'eaux usées qui peuvent constituer une ressource en eau non négligeable suite à son recyclage

Nous nous sommes intéressés dans ce travail, sur le procédé filtre planté de roseaux qui est une technique « rustique » et fiable. Beaucoup de collectivités voient en ce procédé une solution adaptée pour l'épuration des eaux usées de petites capacités. Cette filière de traitement ne nécessite pas de moyens techniques importants. La gestion des boues produites est facilitée (une seule extraction sur plusieurs années en fonction de la charge). Il n'en demeure pas moins qu'un suivi et un entretien régulier sont nécessaires au bon fonctionnement des filtres.

L'objectif de notre travail est de traiter les eaux usées par la technique de filtration de plantes Roseaux. D'autre part, d'étudier l'efficacité des plantes Roseaux pour éliminer les matières organiques.

Après avoir examiné l'état du lieu et recenser toutes les données sur la région, nous avons étudié la variante de paramètres microbiologique et physique dans les eaux usées filtrées par des plantes Roseaux

La majorité des paramètres de la pollution comme l'odeur, la couleur et les coliformes et Streptocoque dans la dixième jour de filtration on observe une diminution par rapporte au cinquième jour de filtration on peut maintenant dire que les plantes Roseaux sont efficaces pour filtrer les eaux usées

Enfin, et à la lumière de ces résultats des analyses microbiologiques obtenus, on peut être utilisée la technique de filtration de plantes Roseaux comme solution temporaire pour éviter la contamination de l'eau de barrage Bouhnifai.

Bibliographique

Abibsi Nadjet, 2011 « Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (PHYTOEPURATION) pour l'irrigation des espaces verts application a un quartier de la ville de Biskra », Mémoire de magister option Hydraulique urbaine

Abouelouafa M., El Halouani H., Kharboua M. et Berrichi A. (2002).

Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: canal principal et Oued Bounaïm, *Acte édition*, Rabat, vol 22 (23), 143-150.

AERM., (2007). Lagunage aéré – Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse p 1/10.

A.G.SADOWSKI.,(2008).cours sur l'épuration des eaux. MISEAD-ENGEES

Aharoni A., Joksimovic D. and Melin T. (2008). Water reclamation and reuse implementation and management issues. *Desalination*, 218, 13–23.

Aoulmi Sofiane, Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W. Ain Defla), thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique, 2007

Asano T. (1998). Irrigation with reclaimed municipal wastewater : California experiences. CIHEAM Options Méditerranéennes, Bari (Italy). 119-132.

. **Asano T. (1998).** Wastewater reclamation and reuse. Ed, Water quality management library, 1475 P.

Aulicino E. A., Mastrantonio A., Orsini E., Bellucci C., Muscillo M. and Larosa G. (1996). Enteric viruses in a wastewater treatment plant in Rome. *Water, Air, and Soil Pollution*, 91: 327-334.

Awa Sarr.,(2005). Mécanismes d'élimination de l'azote et du phosphore dans les eaux usées domestiques traitées par lagunage sous climat sahélien possibilités et limites de leur réutilisation comme fertilisants en agriculture urbaine à Ouagadougou. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur de l'équipement rural à la direction des études et des services académiques.

Banzaoui N et Elbouz F. (2009)- Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem.Ing. chimie.Univ. de Annaba

Baumont S., Camard J.P., Lefranc, A. et Franconi A. (2004). Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France, 176 p.

Bibliographique

- Baumont S., Camard J. P. et Lefranc A. (2009).** Réutilisation des eaux usées épurées :risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), 222p.
- Belaid N. (2010).** Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques, thèse de doctorat, Université de Limoges, 236p.
- Benbraïka A. et Ghedab R. (2013).** La tarification des couts relatifs à l'eau en Algérie.*Revue des Sciences Humaines*, 29, 7-21.
- Bixio D., De Heyder B., Chikurel H., Muston M., Miska V., Joksimovic D., Schäfer A.I., Ravazzini A., Aharoni A., Savic D. and Thoeve C. (2005).** Municipal wastewater reclamation: where do we stand? An overview of treatment technology and management practice. *Water. Science. Technology*, 5(1) 77–85.
- Bouassaba Fatima Zohra,2013.** « étude et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées de l'agglomération urbaine de Sfisef (wilaya de sidi bel abbes) » in Mémoire Diplôme Master en Hydraulique
- Branchu Ph,Rollin C, Grange D et all,2007.** traitement de surverses des roseaux unitaires par temps de pluie expérimentation à l'échelle du pilote par filtres verticaux planté de roseaux Ed Novatech
- Campos C. (2008).** New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse. *Desalination*, 218, 34–42.
- Cauchi,Hydvrard,Nakache,Schwartzbrod, Zagury, Baron , Carre, Courtois, Denis, Dernat, Seguret(1996) .** La réutilisation des eaux usées après épuration . *Technique , Sciences et méthodes,2 :81-118*
- Daloz Alexandre,26janvier2007.** l'épuration des eaux usees par filtre plantés, Mémoire de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon Formation continue au développement durable et équitable.
- Daussy Alice. Maxime Guérin .InesGuth .Yoann Oubdesselam,(2008) .** Le Dessalement De La Mer à Malte Et En Israël. Université de technologie Compiègne. Picardie en France.
- Dekhil Wahiba,(2012) .**Traitement des eaux usees urbaines par boues activées au niveau de la Ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectuée par la station d'épuration

Bibliographique

des eaux usées ONA. Master de Chimie et microbiologie de l'eau. Université Mohamed El Bachir El ibrahimi de Bordj Bou Arreridj.

Direction de l'eau et de l'assainissement Lille Métropole., (2003). Filière d'épuration des eaux usées adaptés aux petites collectivités feuille.

Direction de l'hydraulique De La Wilaya De Sidi Bel Abbes. « Etude du shema direction D'AEP du centre de Sfisef ,Rapporte élaboré par B.H.G 02/2006,Mission D

Djeddi Hamsa , 2007. « L'utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines », mémoire de magistère , université Mentouri Constantine ,département des sciences de la nature et de la vie.

document, direction d'hydraulique de Sidi Bel Abbes..

document, direction de planification et de l'aménagement du territoire Recensement 2008).

Ecosse D. (2001). Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. «Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens, 62 p.

Eddabra R. (2011). évaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du grand Agadir : isolement, caractérisation moléculaire et antibioresistance des espèces du genre *vibrio*, thèse en co-tutelle, de l'université ibn zohr faculté des sciences d'Agadir et de l'université de Strasbourg Ecole doctorale science de la vie et de la sante, 146p

Étude 2008 .Filtres plantés de roseaux Réalisation et fonctionnement dans le Morbihan

FabyJ.A 1997 :l'utilisation des eaux usées en irrigation. Office internationale de l'eau.

FAO, (2000). Water quality management and pollution control in the Near East : An overview. Regional workshop on water quality management and pollution control in the Near East. Cairo (Egypt).

Fascicule Technique., (2013). Procédés de traitements des eaux usées adaptés aux petites communautés moins de 5000 personne raccordés aux réseaux public d'assainissement. p78

Froese K. L. (1998). Health effects associated with wastewater treatment, disposa land reuse.*Water Environ. Research*, 70(4):962-968.

Bibliographique

Garban B., Ollivon D., Teil M.J., Blanchard M., Blanchoud H., Motelay-Massei A., Chesterikoff C., Hanselin L., Rolet J., Le Genti J. Et Chevreuil M. (2003). Activités humaines et transferts de polluants organiques persistants (POP). Laboratoire Hydrologie et Environnement, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 36 p.

Gaujous D., (1995). La pollution des milieux aquatique .Edit. Lavoisier Technique et documentation Paris.217p

Gennaccaro A.L., McLaughlin M.R., Quintero-Betancourt W., Huffman D.E. and Rose J.B. (2003). Infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in final reclaimed effluent. *Application. Environnement. Microbiology.* 69, 4983–4984.

Hans Brix, 1987. treatment of wasterwater in the rhizosphere of wetland plants the root-zone method, botanical insitue, universitiy of Arhus Risskov Denmark, IANBWPRC

Hassaine Soulaf et Boulenou AR hamza, 2018. Contribution à l'étude d'un système d'épuration des eaux usées des petites localités ,Cas d'El Khemis –wilaya de Tlemcen in mémoire diplôme de Master en Hydraulique ,Option Technologies de Traitement des Eaux

Hebri Fatiha, Guellil Mama. Contribution à l'étude de l'efficacité du traitement Des eaux usées de la STEP de La Ville de Sidi Bel Abbes Mémoire de Master, université DJILALI LIABES de Sidi Bel Abbes ,2015, pp 6

Hélène Peeters., (2014). Les filières de traitement extensif des eaux usées : Des procédés en expansion dans le secteur de l'épuration Centre d'expertise en traitement et gestion de l'eau. CEBEDEAU

Jayle Stéphane ., (2008). Les filières d'épuration pour les petites collectivités. p23.
Jean, Beadry, (1992) ,« Chimie des eaux », le griffon d'argile

Jiries N. G., Al Nasir F. M. and Beese F. (2002). Pesticide and heavy metals residue in wastewater, soil and plants in wastewater disposal site near Al-Lajoun Valley, Karak, Jordan. *Water, Air and Pollution*, 133:97-107.

Karima Allaoui (2008-2009). « modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées », mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister, université d'Annaba..

Bibliographique

Kesbi Rafika,2016 Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent in Mémoire du Diplôme de Master En Hydraulique

Mayet.J,(1994) . La pratique de l'eau, Traitement aux points d'utilisation, le Moniteur)2ème Edition, p382,Paris.

Medjoub Tourai,2014. « Etude, Conception et dimensionnement d'une STEP par filtres plantés de roseaux des eaux usées des zones éparses de la commune de Terny » in Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique

Mekhalif Faiza,2009 .Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement . Mémoire de magister .Présente a l'université du 20 Aout 1955 Skikda Faculté Des Science

Mémoire d'école inter- états d'ingénieurs cas du centre de formation de l'ONEA (2004) .Comparaison de filières intensives et extensives d'épuration des eaux usées à Ouagadougou (BURKI NAFASO)

Metahri Mohammed Saïd. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2012, pp 172.

Miquel G. (2003). La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Office Parlementaire nd'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Tome I, 198 p

Mokhtar Sellami,2013 .La convergence des programmes nationaux de recherche sur la problématique de la sécurité alimentaire en Algérie (Agriculture, Eau, Ressources halieutique, biotechnologie, zones arides)

OMS (1989). L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture : recommandation a visées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève.

OMS (1997). Aspects sanitaires et nutritionnels des oligo-éléments et des éléments en traces. Editions de l'OMS, 366 p.

OMS (2006). WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, Wastewater use in agriculture, 222p.

ONA (2011). Descriptif de fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Guelma, Ministère des Ressources en Eaux, Office National de l'Assainissement, Algérie,64p.

Bibliographique

- Ouanouki B., Abdellaoui N. and Ait Abdallah N. (2009).** Application in agriculture of treated wastewater and sludge from a treatment station. *European Journal of Scientific Research*, 27 (4), 602-619.
- Peasey A., Blumenthal U., Mara D. and Ruiz-Palacios G. (2000).** A review of policy and standards for wastewater reuse in agriculture: A latin american perspective. *Well*. n° 68 part II. 74 p.
- Rakrek Zakaria.** La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Master Hydraulique, Université de Tlemcen, 2013.
- Rapport, 2006** étude du schéma directeur d'AEP du centre de Sfisef mission D (dossier d'avant projet)
- Rejsek , (2002) .** analyse des eaux ,aspect réglementaire et techniques, édition scréréen CPDP A quitaine ,Bordeaux.
- Rejesk.F,(2005) .** « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaire techniques pédagogique d'aquitaine
- Rodier Jean,** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, DUNOD, PARIS, 1996.
- Rodier J.** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, 2005, pp 1008-1043
- Rodier J,(2009) .** « l'analyse de l'eau » 9ème édition,Dunond ,Paris. .
- Saggai Mohamed Mounir,02/11/2004.** contribution à l'étude d'une système dépuraton à plantes Macrophytrs pour les eaux usées de la Ville de Ouargla, Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Magister agronomie Saharienne , Université Ouargla.
- Selmi Bachir., (1999).** Guide technique de l'assainissement. SATIN Marc.2ème édition ;p680.
- Sheikh B., Cooper R.C. and Israel K.E. (1999).** Hygenic evaluation of reclaimed water used to irrigate food crops: a case study. *Water Science and Technology*, 40(4-5)261-267.
- Soufiya,(2009).**Valorisation agricole et énergétique des boues issues de l'épuration des eaux usées de la Ville de Marrakech. Mémoire De Stage De Fin D'études. Licence

Bibliographique

Sciences et Technique en Eau et Environnement .Université Cadi Ayad Faculté des Sciences et Technique Marrakech.

Tabet Mouna, 2015 . « Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration »,in THESE Doctorat 3ème cycle en Sciences Biologiques Option Santé, Eau et Environnement

Tamrabet L. D., Goléa H., Bouzerzour (2002). La réutilisation des eaux usées en agriculture: insuffisances et solutions des méthodes de traitement des effluents en Algérie, Monastir, Tunisie, 295-302p

Tamrabet L. (2011). Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. Thèse de doctorat. Université Hadj Lakhdar –Batna, Institut de Génie Civil, d'Hydraulique et d'Architecture, 147p.

Taramoul.F,(2007) .Mémoire ; « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel » . Tribune de l'eau n° :563/3.Ed. CEBEDOC, pp :2732.

Toze S. (2006). Reuse of effluent water benefits and risks; Agricultural Water Management 80, 147–159.

UMR ECOBIO. (2009). Traitement des effluents d'élevage par l'utilisation de la lombrifiltration complétée d'un lagunage par une zone humide artificielle.6553.AgroParisTech ENGREF. Mémoire, Institut national de recherche agronomique de Rennes.

Us Nrc, 2012 Water Reuse: Potential for Expanding the Nation's Water Supply Through Reuse of Municipal Wastewater, Washington, National Academies Press, 262 p.

Vaillant J R. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris, 1974

Van Cuyk S, Siegrist RL, Lowe K et al,2004, evaluating Microbial purification during soil treatment of wastewater with multicomponent tracer and surrogate-tests Vadose zone processes band chmical transport-Havery

Veron Michel, 2017. Leading Auto Shocks & Struts Manufacturerleacree.comCollective Photo-Reims Leacree's Autotech.

Bibliographique

. **Xanthoulis D.** Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires, Tribune de l'eau n° :563/3, Ed, CEBEDOC, 1993, pp: 27-32.

. **Yang Y., Zhang F.S., Li H.F. and Jiang R.F. (2008).** Accumulation of cadmium in the edible parts of six vegetable species grown in Cd-contaminated soils. Environnement. Management, 90 :1117–1122.

Yazid B. (2014). Évaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon « *Allium cepa* ». Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, 158p.

BIBLIO-NET

Site 01 :<http://vac607-jjr.e-monsite.com/pages/science/les-differents-vaccins.html>(consulté 10/08/2020)

Site 02 :www.planetesante.ch(consulté 10/08/2020)

Site 03 :<http://fr.m.wikipedia.org>(consulté 10/08/2020)

Site 04 :www.cnrs.fr2(consulté 10/08/2020)

Site 05:<http://www.siarnc.fr/le-metier-de-la-collecte-et-du-transfert-des-eaux-usees>(consulté 10/08/2020)

Site 06:<http://www.siarnc.fr/le-metier-de-la-collecte-et-du-transfert-des-eaux-usees>(consulté 10/08/2020)

Site 07 : Guide de procédés d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités., (1991). Relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. N° 91/271 Mise en œuvre de la directive du Conseil

Site 08 :<https://assainissement.ooreka.fr/comprendre/lagunage-eaux-usees>.(consulté 14/05/2020)

Site 09: (https://fr.m.wikipedia.org/wiki/épuration_des_eaux) (consulté 14/05/2020).

Site 10 : (www.isma.fr/produits/lagunage-aere/) consulté 14/05/2020

Site 11 :(<http://www.wikiwater.fr/a24-1-epuration-des-eaux-usees-par.html>)consulté 14/05/2020

Site 12 : (usées<http://www.eiffagetraavauxpunlics.com/genie-civil>) consulté 14/05/2020

Site 13 :infos/qr/eau-traiter-eaux-usees-procedé-boeue-activé, consulté le (09/09/2020).

Site 14 : <http://fr.m.wikipedia.org>(consulté 10/09/2020)

Annexe

Annexe01



Image 01 : photo sur les eaux brutes de oued Malah

Annexe 02:

Méthodes des analyses microbiologie en laboratoire d'hygiène :

- Recherche Streptocoque
- Recherche des Coliformes
- Recherche vibron cholérique
- Recherche salmonella

1- Recherche et dénombrement des coliformes

a)-Prélever :

* 50ml de l'eau épure que l'on met dans un flacon rempli de Bouillon de BCPL D/C avec un cloche



Image 02 : photo sur flacon rempli de Bouillon de BCPL D/C avec un cloche et l'eau épure

Annexe

*10ml de l'eau épure que l'on met dans un chaque 5 tube à essai rempli de Bouillon de BCPL D/C avec un cloche

*1ml de l'eau épure que l'on met dans un chaque 5 tube à essai rempli de Bouillon de BCPL D/C avec un cloche



Image 03 : photo sur les tubes remplis de Bouillon de BCPL avec des cloches et l'eau épure

b)- Agiter pour rempli les cloches

c)- Incuber à 37°C pendant 48h



Image 04 : photo sur le résultat après incubation

Annexe

d)- Noter les tubes positif (virage du couleur + dégagement de gaz)et se référer à la tableau de NNP

e)- Repiquer chaque tube positif sur un milieu Schubert +cloche

f)- Incuber à 37°C pendant 24h

g)- La lecteur du milieu (Visage du couleur+dégagement du gaz)

h)-Ajouter le huile de Kovaks au chaque tube positif

e)-Noter le nombre de tube Schuber positifs et se référer au tableau représentatif.

2-Recherche Streptocoque

a)-Prélever :

* 50ml de l'eau épure que l'on met dans un flacon rempli de Bouillon de Rothe D/C avec un cloche

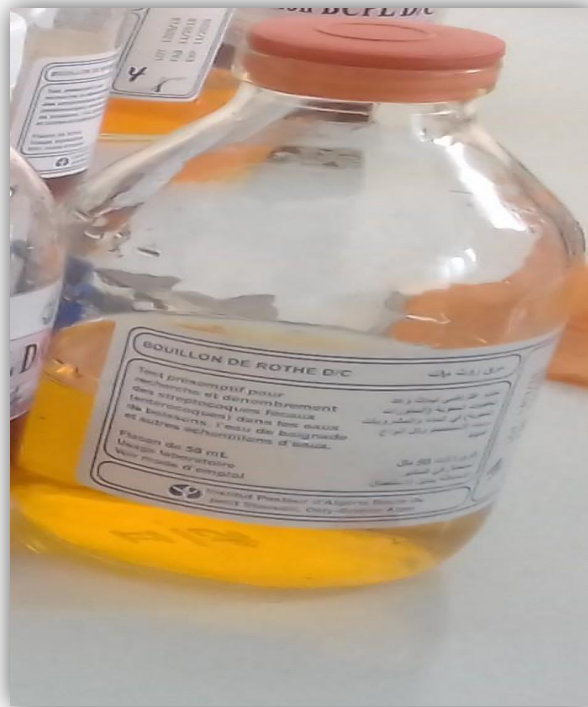


Image 05 :photo sur un flacon rempli de Bouillon de Rothe D/C avec un cloche et l'eau épure

*10ml de l'eau épure que l'on met dans un chaque 5 tube à essai rempli de Bouillon de Rothe D/C avec un cloche

*1ml de l'eau épure que l'on met dans un chaque 5 tube à essai rempli de Bouillon de Rothe D/C avec un cloche

Annexe

b)- Agiter pour rempli les cloches



Image 06 : tube à essai rempli de Bouillon de Rothe D/C avec un cloche et l'eau épure

c)- Incuber à 37°C pendant 48h

d)- Noter les tubes positif (virage du couleur + Trouble)et se référer à la tableau de NNP

e)- Repiquer chaque tube positif sur un milieu rempli de Bouillon EVA LITSKY



Image 07 :photo sur milieu de Bouillon EVA LITSKY

f)- Incuber à 37°C pendant 24h

g)- La lecteur du milieu (Visage du couleur+ Trouble)

Annexe

3- Recherche vibrion cholérique

a)- préparation de milieu culture gélose nutritive alcaline biliee-GNAB à la boîte pétrie



Image 08 :photo sur milieu culture gélose nutritive alcaline biliee-GNAB à la boîte pétrie

b)- Prélever 400ml de l'eau épure que l'on met dans un flacon rempli de Bouillon au sélénite acide de sodium

c)- Agiter

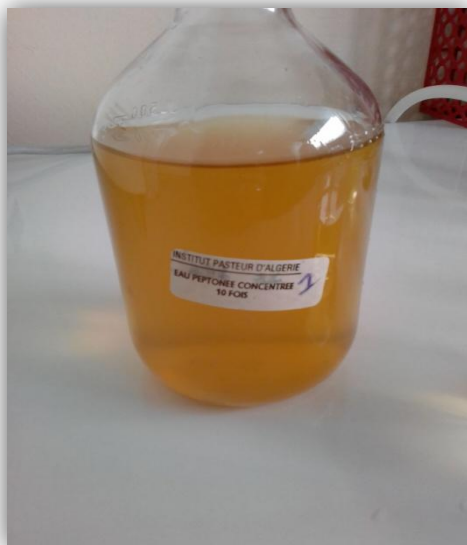


Image 09 :photo sur flacon rempli de Bouillon au sélénite acide de sodium avec l'eau épure de 1^{er} étage et 2^e étage

Annexe

d)- Incuber à 37°C pendant 24h



Image 10 :photo sur les résultats des flacon après incubation

e)- Ensemencer en masse a boites de Pétri avec 1ml d'échantillon qui a la surface de bouteille



Image 11 : photo sur l'ensemencer a boites de Pétri avec l'eau qui incube

Annexe

f)- Incuber à 37°C pendant 24h

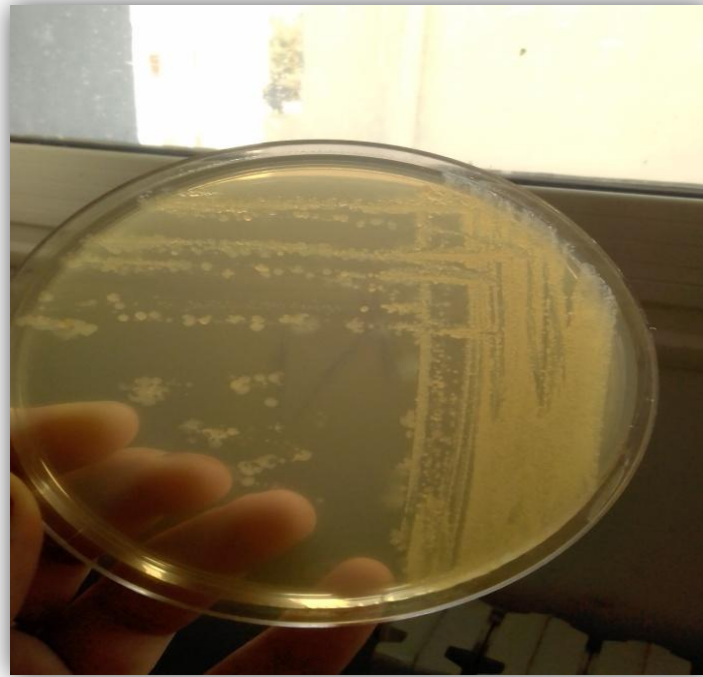


Image 12 :photo sur résultat de boites Pétri après

4-Recherche salmonella

a)- préparation de milieu culture gélose Hektoen

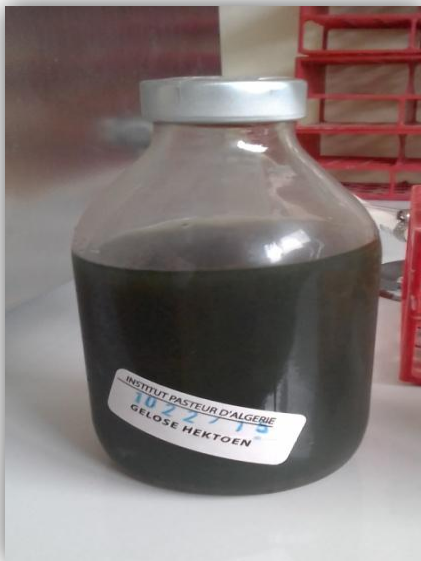


Image 13 :photo sur préparation de milieu culture gélose Hektoen

Annexe

b)- Prélever :

* 200ml de l'eau épure que l'on met dans un flacon rempli de Bouillon au sélénite acide de sodium avec 20 jute de additif SFB(double concentre)

*100ml de l'eau épure que l'on met dans un flacon rempli de Bouillon au sélénite acide de sodium avec 10 jute de additif SFB(simple concentre)

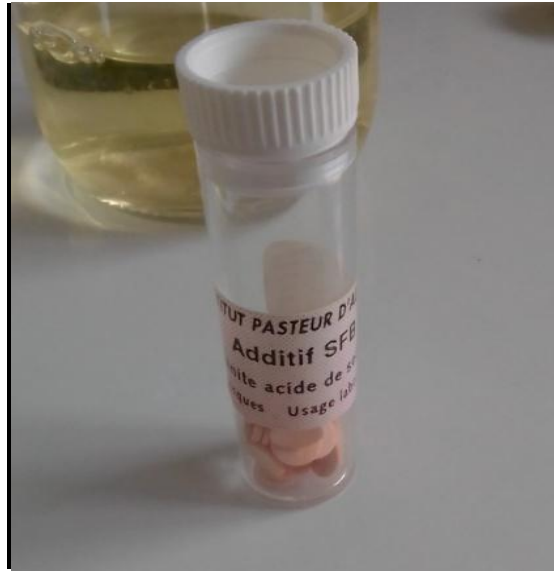


Image 14 :photo sur additif SFB

■

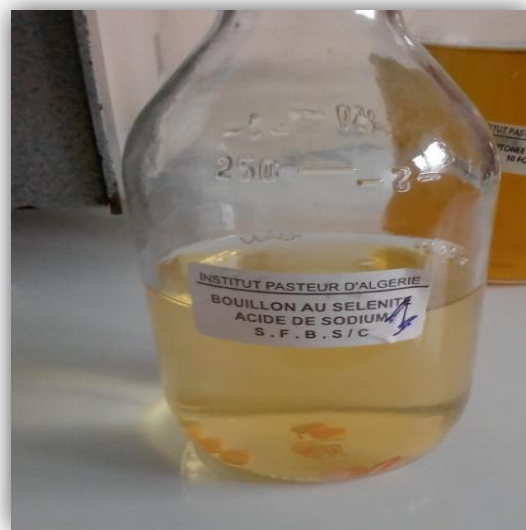
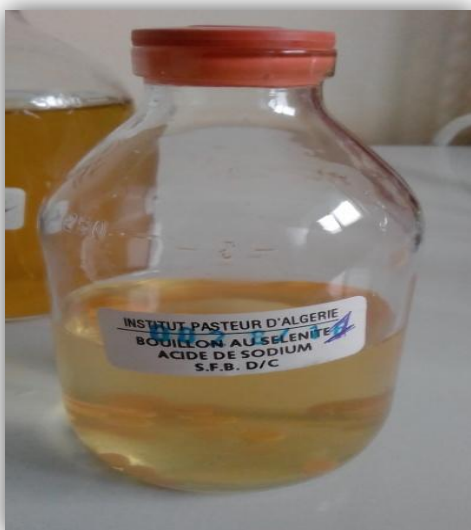


Image 15 :des photos sur flacon rempli de Bouillon au sélénite acide de sodium avec 20 jute de additif SFB (D/C) et 10 jute de additif SFB (S/C)

Annexe

c)- Incuber à 37°C pendant 24h



Image 16 :photo sur les résultats des flacon après incubation

d)- Ensemencer en masse a boites de Pétri avec 1ml d'échantillon



Image 17 : photo sur l'ensemencer a boites de Pétri avec l'eau qui incube

Annexe

f)- Incuber à 37°C pendant 24h



Image 18 :photo sur résultat de boites Pétri après incubation

Annexe

Annexes03

Tableau01 :Table de Npp

WILAYA DE SIDI BEL ABBES
SECTEUR SANITAIRE DE SJISTF
Laboratoire d'hygiène

Indice Npp : Combinaisons de résultats positif et négatifs
Obtenus.

Nombre de tube donnant une réaction positive			Indice Npp
Flacon de 50 ml	5 tubes de 10ml	5 tubes de 1ml	
00	00	01	01
00	00	02	02
00	01	00	01
00	01	01	02
00	01	02	03
00	02	00	02
00	02	01	03
00	02	02	04
00	03	00	03
00	03	01	05
00	04	00	05
01	00	00	01
01	00	01	03
01	00	02	04
01	00	03	06
01	01	00	03
01	01	01	05
01	01	02	07
01	01	03	09
01	02	00	05
01	02	01	07
01	02	02	10
01	02	03	12
01	03	00	08
01	03	01	11
01	03	02	14
01	03	03	18
01	03	04	22
01	04	00	13
01	04	01	17
01	04	02	22
01	04	03	28
01	04	04	35
01	04	05	43
01	05	00	24
01	05	01	35
01	05	02	54
01	05	03	92
01	05	04	161
		05	≥ 240

Annexe

Tableau 02: Résultats du pourcentage des germes

	Pourcentage	Coliformes	Streptocoques
16/08/2020	Etage01	35%	7%
	Etage02	22%	5%
23/08/2020	Etage01	28%	4%
	Etage02	18%	3%