

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 de l'Univers (S.T.U.)

Filière : Géologie

Spécialité : Hydrogéologie

*Etude des performances épuratoires de lagunage aéré cas de la
station de traitement des eaux usées urbaines «Ras El Ma» Wilaya
de Sidi Bel Abbés*

Présenté par : M^{elle} : AISSANI soumia

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr : MELIANI Habibe (M.C.A.UDL.SBA)
Examineur : Mr : MHAMDIA Chafik (M.C.B.UDL.SBA)
Promotrice : M^{me} : CHADLI Amina (M.A.A.UDL.SBA)

Année universitaire 2019– 2020

Session : «septembre »

Remerciements

Tout d'abord je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon dieu et également ma promoteur « Mme CHADLI Amina » de m'avoir orienté et pour ces conseils judicieux, ses riches enseignements et sa constante disponibilité dans le but de mener à bien ce projet De fin d'études.

- ❖ Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement.*
- ❖ Mes remerciement vont également à :*
- ❖ Mes très chers parents.*
- ❖ Toute ma famille.*
- ❖ Tous mes frères et sœurs.*
- ❖ Tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation.*
- ❖ Tous mes amis de l'université.*

Aissani Soumia

المخلص

المياه المستعملة قادرة على جمع ونقل كمية كبيرة ومتنوعة من الملوثات العضوية المسببة للمرض عند الإنسان. مجموعة الأجسام المرضية الموجودة في المياه المستعملة تنعكس على الحالة الصحية.

في هذا العمل، اهتمنا برصد نجاعة معالجة مياه الصرف الحضرية بواسطة نظام أحواض التهوية المتواجدة بمنطقة رأس الماء ولاية سيدي بلعباس.

في هذه الدراسة التي أجريت على مدى ثلاثة أشهر، النتائج المتحصل عليها تبين أن هناك انخفاض ملحوظ للمعايير الفيزيوكيميائية للتلوث المدروسة وأظهرت النتائج الخاصة بدراسة المتغيرات الميكروبيولوجية لمياه الصرف عدم وجود ذلك.

بعض معايير التلوث تتوافق مع المعايير الجزائرية لتصريف مياه الصرف الصحي.

يتبين أن هذا النظام يمكن أن يستخدم كبديل صديق للبيئة و اقتصادي لمعالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة رأس الماء ولاية سيدي بلعباس

الكلمات المفتاحية : المياه المستعملة، أحواض التهوية، معايير التلوث، منطقة رأس الماء.

Résumé

Les eaux usées sont susceptibles de renfermer et véhiculer une grande variété d'un polluant organique et d'agent pathogène pour l'homme. Les organismes pathogènes présents dans les eaux usées d'une collectivité en reflètent l'état sanitaire.

Le traitement de l'eau usée a pour but principale d'éliminer ou détruire ces polluants et ces microorganismes.

Dans ce travail nous nous sommes intéressés au suivi des performances épuratoires d'un système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage aéré dans La région de Ras El Mas à Sidi Bel Abbés.

Lors de cette étude qui s'est étalée sur une période de trois mois, les résultats obtenus montrent qu'il y ait une réduction remarquable des paramètres physico-chimique de pollution étudiée. Les résultats concernant la recherche des paramètres microbiologique dans les eaux usées, a montré l'absence de celle-ci.

Certains paramètres de pollution sont conformes aux normes algériennes de rejet des eaux usées.

Il ressort que ce système peut être utilisé comme une alternative écologique et économique pour l'épuration des eaux usées dans la région de Ras El Ma.

Mots clés: les eaux usées, lagunage aéré, paramètres de pollution, Ras El Ma

Summary

Waste water is likely to contain and convey a wide variety of organic pollutant and pathogen for humans. Pathogens present in the Waste water of a community reflect the health status.

Treatment of Waste main goal is to eliminate or destroy these pollutants and microorganisms.

In This work we are interested in monitoring Treatment performance of a Treatment of urban Waste water aerated lagoon system in the context of Ras El Ma in Sidi Bel Abbés.

In This study which was conducted over a period of three months, the results show That There is a remarkable reduction of physicochemical parameters studied pollution. (The results concerning the research of microbiological parameters in Waste water, showed the absence of it.).

Some pollution parametres are consistent with the Algerian standards Waste water discharge.

It appears That This system Can be used as an environmentally friendly and economical alternative for Waste water Treatment in the region of Ras El Ma.

Key words : Waste water, lagunage, parameters of pollution, Ras El Ma

Liste des abréviations

DBO5 : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : demande biochimique en oxygène (mg/l).

PH : Potentiel hydrogène.

MES : Matière en suspension (mg/l) .

NH₄⁺ : Azote ammoniacal.

O₂ : Oxygène dissous

STEP : Station d'épuration.

ONA : office national de l'assainissement.

FAO: Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

OMS: Organisation Mondiale de la santé.

NTU : (ou UTN en français) correspond à l'Unité de Turbidité Néphélométrique.

T : température.

C° : degré Celsius.

Mg/l : Milligramme par litre.

Kg : Kilogramme.

L : litre.

% : pourcent.

Liste des tableaux

Tableau n°1: état des Points d'eau de consommation (FORAGE –AEP) Wilaya de Sidi bel Abbas.....	09
Tableau n°2: Précipitation moyennes (1985-2012).....	11
Tableau n°3: Températures moyennes mensuelles de la région Ras El Ma en 1985 à 2012.....	12
Tableur n°4: Principales sources de rejet dans la wilaya de Sidi Bel Abbés.....	22
Tableau n°5: données des stations d'épuration en Algérie.....	54
Tableur n°6 : Les données générales de la station dépuracion de Ras EL Ma.....	80
Tableur n°07 : Charge hydraulique de la station.....	81
Tableur n°08 : Charge polluante de la station.....	81
Tableur n° 09 : Qualité Des eaux épurées rejetés.....	81
Tableau n°10 : méthode de conservation des échantillons.....	114
Tableau n°11 : résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées avant et après le traitement pendent les mois : Janvier, Février et Mars.....	116
Tableau n°12 : Résultats des recherches bactériologiques durant la période d'étude.....	124

Liste des figures

Figure n°1: carte de localisation de la région des hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès.....	05
Figure n°2 : Les surfaces agricoles de Ras El Ma.....	08
Figure n°3 : Localisation de la commune de Ras El Ma.....	10
Figure n°4 : précipitation moyennes de Ras EL Mas.....	11
Figure n°5 : Régime saisonnier de Ras El Ma.....	12
Figure n°6 : Températures moyennes mensuelles de Ras El Ma.....	13
Figure n°7 : Diagrammes Ombrothermiques de Ras El Ma.....	13
Figure n°8 : Formations forestières au sud de Ras-El-Ma.....	17
Figure n°9 : l'eau usée se déversant dans la Rivier	24
Figure n°10 : coronavirus en microscop.....	30
Figure n°11 : parasites protozoaire.....	30
Figure n°12 : les helminthes dans les selles, analysent au microscope.....	31
Figure n°13 : Les bactéries lactiques	31
Figure n°14 : prétraitement des eaux usées.....	35
Figure n°15 : Schéma de fonctionnement d'un traitement par boues activées.....	36
Figure n°16 : Diagramme de traitement primaire (physique- chimique).....	38
Figure n°17 : procédés biologiques intensifs.....	40
Figure n°18 : procédés biologiques extensifs.....	41
Figure n°19 : traitement des eaux usées.....	42
Figure n°20 : Élimination biologique du phosphore.....	43
Figure n°21 : Élimination chimique du phosphore.....	44
Figure n°22 : Filtration tertiaire et désinfection.....	45
Figure n°23 : Rivière en eutrophie.....	46
Figure n°24 : filière de traitement par lagunage aéré.....	50
Figure n°25 : Déclivité du terrain permettant la circulation des eaux.....	51
Figure n°26 : processus d'épuration des lagunes.....	52
Figure n°27 : étape de nitrification et dénitrification.....	53
Figure n°28 : Evolution du nombre des STEP et stations de lagunage en Algérie.....	55
Figure n°29 : Evolution des capacités d'épuration en Algérie	56

Figure n°30 : Typologie des stations de lagunage en Algérie.....	57
Figure n°31 : les processus d'épuration des lagunes.....	61
Figure n°32 : bactéries anaérobies strictes.....	62
Figure n°33 : bactérie aérobie sporulées.....	63
Figure n°34 : Culture du phytoplancton (micro-algues).....	64
Figure n°35 : le zooplancton marin du Liban.....	64
Figure n°36 : schéma de phytoplancton	65
Figure n°37 : schéma de lagune facultative.....	67
Figure n°38 : schéma général de lagunage.....	68
Figure n°39 : schéma de lagunes microphytes.....	69
Figure n°40 : schéma de lagunes macrophytes.....	70
Figure n°41 : schéma de lagunes composites (mixte).....	70
Figure n°42 : la STEP de Ras EL Ma.....	77
Figure n°43 : localisation de la STEP de Ras El Ma.....	79
Figure n°44 : Entrée des eaux usées à la station.....	82
Figure n°45 : Relevage des eaux usées.....	82
Figure n°46 : le by-pass.....	83
Figure n°47 : Dégrillage.....	85
Figure n°48 : Dessablage.....	86
Figure n°49 : Déshuilage.....	87
Figure n°50 : bassin d'aération N°01.....	88
Figure n°51 : bassin d'aération N°02.....	89
Figure n°52 : Aérateur	89
Figure n°53 : bassin de finition.....	90
Figure n°54 : lits de séchage.....	91
Figure n°55 : station désinfection par chloration.....	91
Figure n°56 : sorite de l'eau traité dans l'oued MAKKERA.....	92
Figure n°57 : Les échantillons des eaux brutes et épurée.....	95
Figure n°58 : les deux tube de réactif DCO pour l'eau épurée et l'eau Brute.....	96
Figure n°59 : Thermo réacteur - HI839800.....	96
Figure n°60 : Spectrophotomètre.....	97
Figure n°61 : DBO-mètre.....	98
Figure n°62 : Etuve chauffée.....	99
Figure n°63 : Dessiccateur.....	99

Figure n°64: Balance électrique.....	99
Figure n°65: PH-mètre -HI2210.....	101
Figure n°66 : Oxy-mètre- HI9146.....	102
Figure n°67 : Turbidimètre –HI 93703.....	103
Figure n°68 : réactif d’Alcool polyvinylique et stabilisation minéral.....	104
Figure n°69 : Réactif de Nasser.....	105
Figure n°70 : éprouvette graduée.....	105
Figure n°71 : Eau Peptonée alcaline(EPA).....	106
Figure n°72 : Gélose GNAB.....	106
Figure n°73 : un tube d’EPA.....	107
Figure n°74 : une boîte de pétri.....	107
Figure n°75 : Bouillon au sélénite Acide de sodium.....	108
Figure n°76 : Gélose Hektoen.....	109
Figure n°77: Réactif d’Additif SFB.....	109
Figure n°78 : les variations des moyennes de température (C°).....	116
Figure n°79 : les variations des moyennes du pH.....	117
Figure n°80 : les variations des moyennes du l’oxygène dissous (O ₂).....	118
Figure n°81 : les variations des moyennes de la Turbidité.....	120
Figure n°82 : les variations des moyennes d’azote ammoniacal (mg/l).....	121
Figure n°83 : les variations des moyennes de MES.....	121
Figure n°84 : les variations des moyennes de la DBO ₅	122
Figure n°85 : les variations moyennes de la DCO (mg/l).....	123

Table des matières

- Liste d'abréviations
- Liste des figures
- Liste des tableaux

	Titre	Page
Introduction générale		01
PREMIERE PARTIE : synthèse bibliographique		
CHAPITRE I- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE		
1. Introduction.....		05
I.1.Les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès.....		05
I.2.Situation géographique de la zone d'étude.....		06
I.3. Caractéristique physique du milieu.....		06
I.3.1.Occupation du sol.....		06
I.3.2. Le climat.....		06
I.3.3.les sols.....		07
I.3.4. La végétation.....		07
I.3.5. Les ressources hydriques.....		08
I.4. Les paramètres climatiques.....		10
I.4.1.précipitation... ..		10
a)-Le régime mensuel.....		11
b) Le régime saisonnier.....		12
I.4.2.Températures.....		12
a)-Températures moyennes.....		12
b)- Diagrammes Ombrothermiques.....		13
I.5. Les aspects floristiques.....		14
I.6. Les aspects socio-économiques.....		14
I.6.1. Évolution et répartition dynamique de la population.....		15

I.6.2. Évolution des activités professionnelles.....	15
I.7. L'occupation des terres.....	16
I.7.1. L'état des sols.....	16
I.8. Contexte géologique régional.....	17
I.9. Conclusion.....	18

CHAPITRE II- GÉNÉRALITÉ SUR LES EAUX USÉES

1 .Introduction.....	20
II.1.Définition des eaux usées	20
II.2.Evolution des quantités d'eaux usées produites.....	20
II.3.Les sources de pollution hydriques.....	21
II.4. Origine et composition des eaux usées.....	22
II .4.1. Eaux usées domestiques.....	22
II.4.2.Eaux usées industrielles.....	22
II.4.3. Eaux usées pluviales.....	23
II.4.4. Eaux usées urbaines.....	23
II.4.5. Eaux de drainage.....	23
II.5. Risques de la pollution par les eaux usées	24
II.5.1. Risque sur l'environnement.....	24
a)- Effets sur le sol.....	24
b)- Effets sur les eaux souterraines.....	25
II.5.2. Risque sur la santé humaine.....	25
II.6. Caractéristiques des eaux usées.....	25
II.6.1. Paramètres physiques.....	25
II.6.1.1.Température.....	25
II.6.1.2. Odeur.....	26
II.6.1.3. Couleur.....	26
II.6.1.4 Les matières en suspension et les colloïdes.....	26
II.6.1.5. Turbidité.....	26

II.6.2. Paramètres chimiques.....	27
II.6.2.1. Potentiel hydrogène (PH).....	27
II.6.2.2. Conductivité.....	27
II.6.2.3 Demande biologique en oxygène (DB05).....	27
II.6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO).....	27
II.6.2.5. Notion de biodégradabilité.....	28
II.6.2.6. Oxygène dissous.....	28
II.6.2.7. Autres éléments.....	28
a)Azote.....	28
b)-Phosphore.....	28
c)- Métaux lourds.....	28
II.6.3. Paramètres biologiques.....	29
II.6.3.1. Virus.....	29
II.6.3.2. Protozoaires.....	30
II.6.3.3. Helminthes.....	30
II.6.3.4. Bactéries.....	31
II.7. conclusion.....	32
CHAPITRE III- LES MÉTHODES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES	
1. Introduction.....	34
III .1. Les méthodes de traitement.....	34
III.1.1. prétraitement.....	34
III.1.1.1. Dégrillage.....	34
III.1.1.2. Dessablage.....	35
III.1.1.3. Déshuilage dégraissage.....	35
III.1.2. Traitement primaire (Traitement physico-chimique).....	37
III.1.2.1. Décantation.....	37
III.1.2.2. Coagulation-floculation.....	37
III.1.2.3. Filtration.....	37

III.1.3.Traitement secondaire (épuration biologique).....	39
III.1.3.1. Procédés biologiques intensifs.....	39
a)- Les installations à cultures fixées.....	39
b)- Les installations à cultures libres.....	40
III.1.3.2.Procédés biologiques extensifs.....	40
III.1.4. Traitements tertiaires.....	41
III.1.4.1.Elimination de l'azote.....	42
III.1.4.2. Elimination du phosphore.....	43
a) - Principe de la déphosphatation biologique.....	43
b)- Principe de la déphosphatation chimique.....	44
III.1.4. 3. La désinfection.....	44
III.2.Qu'est- ce que Eutrophisation ?	45
III.2.1.L'eutrophisation, des impacts environnementaux et socio-économiques	46
➤ Des actions à mettre en place par tous !.....	47
III.3. Conclusion.....	47
CHAPITRE IV- L'ÉPURATION DES EAUX USÉES PAR LAGUNAGE AÉRÉ	
1. Introduction.....	49
IV.1.Définition.....	49
IV.2.Principe de fonctionnement.....	50
IV.2.1.Différent type de lagune aéré.....	51
IV.2.1.1.le lagunage aéré strictement aérobie.....	51
IV.2.1.2.le lagunage aéré aérobie/anaérobie facultatif.....	51
IV.2.2.Principaux mécanismes d'épuration dans la colonne d'eau	52
a)-La nitrification.....	53
b)-La dénitrification.....	53
IV.3.Statistique sur les stations d'épuration en Algérie.....	54
IV.3.1.Situation actuelle des eaux usées et leur réutilisation.....	55
IV.3.2.Typologie des stations de lagunage en Algérie.....	56

IV.4. Les facteurs intervenants dans l'épuration par lagunage aéré.....	57
IV.4.1. Les facteurs physiques et chimiques.....	57
IV.4.1.1. La géométrie et la conception.....	57
IV.4.1.2. Le temps de séjour.....	57
IV.4.1.3. Le pH.....	58
IV.4.1.4. La charge organique.....	58
IV.4.1.5. Oxygène dissous.....	58
IV.4.2. Les facteurs climatiques.....	59
IV.4.2.1. Radiations solaires.....	59
IV.4.2.2. Température.....	59
IV.4.2.3. Evaporation.....	60
IV.4.2.4. Le vent.....	60
IV.4.3. Les facteurs biologiques.....	62
IV.4.3.1. Les bactéries.....	62
IV.4.3.2. Les algues	63
IV.4.3.3. Le zooplancton.....	64
IV.4.3.4. Le phytoplancton.....	65
IV.5. Classification des lagunes.....	66
IV.5.1. Classification en fonction de l'environnement biologique.....	66
IV.5.1.1. Lagune aérobie.....	66
IV.5.1.2. Lagune anaérobie.....	66
IV.5.1.3. Lagune facultative.....	67
IV.5.1.4. Lagune de maturation.....	67
IV.5.2. Classification selon les types de végétation.....	68
IV.5.2.1. Lagune à microphytes.....	68
IV.5.2.2. Lagunes à macrophytes.....	69
IV.5.2.3. Lagunes composites (mixte).....	70
IV.6. Dysfonctionnement du lagunage aéré.....	71
IV.6.1. Détection des dysfonctionnements et conséquences.....	71

IV.6.2.Causes de dysfonctionnement.....	71
IV.6.2.1. Taux de charge.....	71
IV.6.2.2. Nature des effluents.....	72
IV.6.2.3.facteurs saisonniers.....	72
IV.6.2.4. Conception.....	72
IV.7.Avantages et performances du lagunage aéré.....	72
IV.8.Inconvénients du lagunage aéré.....	73
IV.9.Contraintes d'exploitation.....	73
IV.10.Comparaison entre le lagunage naturel et le lagunage aéré.....	74
a)-Superficie.....	74
b)-Temps de séjour.....	74
c)-Consommation d'énergie.....	74
IV.11.Conclusion.....	74
DEUXIEME PARTIE : expérimental	
CHAPITRE I- LAGUNE DE RAS EL MA	
1. Introduction	77
I. 1.présentation de la STEP de Ras El ma.....	78
I.1.1.Mode de fonctionnement de la station d'épuration par lagunage aérée.....	78
I.1.2.Plan de lagune.....	79
I.2.Les objectifs de traitement de notre STEP sont situées	80
I.3.Description de l'installation.....	80
I.3.1. D'ases de dimensionnement des ouvrages.....	81
I.4.Procédé de traitement.....	82
I.4.1. Filière eau.....	82
I.4.1.1.Le relevage.....	82
I.4.1.2.Le by-pass.....	83
➤ Principe de fonctionnement.....	83
I.4.2.Prétraitement.....	84

➤ Objectif de prétraitement.....	84
I.4.2.1.Ouvrage de réception.....	84
I.4.2.2.Dégrillage (Mécanisé et Manuel).....	84
I.4.2.3.Dessablage.....	85
I.4.2.4.Déshuilage-dégraissage.....	86
I.4.3.Traitement biologique.....	87
I.4.3.1.Bassin d'aération- première étape.....	88
I.4.3.2.Bassin d'aération -deuxième étape.....	88
I.4.3.3.Système d'aération pour le traitement biologique.....	89
➤ Aérateurs de surface.....	89
I.4.3.4.bassin de finition.....	90
I.4.4.Traitement des bous.....	90
I.4.4.1.Stations de la désinfection.....	91
I.4.4.2.Au niveau de laboratoire.....	91
I.4.4.3.sorite d'eau épurée.....	92
I.5.Conclusion.....	92

CHAPITRE II-MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Introduction.....	94
II .1.But principal.....	94
II .2.Prélèvement et échantillonnage.....	94
➤ Les objectifs de cette étape sont.....	94
II.3.Matériels et méthodes d'analyses.....	95
II .3.1.Paramètres étudiés	95
II.3.2.Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	95
a).Principe.....	95
b). Matériel utilisé.....	96
c).Mode opératoire.....	97
II.3.3.Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5).....	97
a).Principe.....	97
b). Matériel utilise.....	98
c).Mode opératoire	98

d).Expression des résultants.....	98
II.3.4.Détermination des matières en suspension (MES)	99
a). Principe.....	99
b). Matériel utilise.....	99
c).Mode opératoire	100
1) l'eau épurée.....	100
2) l'eau brute.....	100
d). Expression des résultats.....	100
II.3.5. Détermination du pH et de la Température.....	101
a). Principe.....	101
b).L'appareil utilisé.....	101
c).Mode opératoire	101
II.3.6. Détermination de l'oxygène dissous.....	102
a). Principe.....	102
b). L'appareil utilisé.....	102
c). Mode opératoire.....	102
II.3.7. Détermination de la Turbidité.....	103
a).principe	103
b) .L'appareil utilisé.....	103
c). Mode opératoire.....	103
II.3.8. Détermination de l'Azote ammoniacal.....	104
a). principe	104
b). Matériel utilise.....	104
c). Mode opératoire.....	105
II.4. Etude microbiologique.....	106
II.4.1. Analyses bactériologiques.....	106
II.4.1.1.Recherche des vibrions cholériques	106
a).Lieu de l'échantillon.....	106
b). Matériel utilise.....	106
c). Mode opératoire.....	107

d).Isolement.....	107
II.4.1.2.Recherche des salmonella.....	108
a). Matériel utilise	108
b).Mode opératoire.....	109
➤ Premier Enrichissement.....	109
➤ Deuxième enrichissement et isolement.....	109
c). Lecture des boites et Identification.....	109
II.5. le logiciel Zotero version 5.0.....	110
➤ Il permet notamment.....	110
II.6.Conclusion.....	111
CHAPITREIII- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	
1. Introduction.....	113
III.1.Prélèvement et conservation des échantillons.....	113
III.2.Paramètres à analyser.....	115
III.3.Les résultats généraux.....	116
III.3.1.Evolution de température.....	116
III.3.2. Evolution du pH.....	117
III.3.3.l'oxygène dissous (O ₂).....	118
III.3.4. Turbidité.....	119
III.3.5.Azote ammoniacale NH ₄	120
III.3.6. Matière en Suspension MES.....	121
III.3.7.Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	122
III.3.8.Demande chimique en oxygène (DCO).....	123
III.4. Résultats des analyses bactériologiques.....	124
III.5.Conclusion	124
Conclusion générale	126
-Référence bibliographique	
-Annexes	

Introduction

Générale

Introduction générale

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, sa survie et son alimentation; elle est également indispensable pour ses activités agricoles, industrielles et touristiques, et la qualité de son environnement.

Le nombre des stations d'épuration des eaux usées en Algérie atteindra 272 unités à la fin du quinquennat 2015-2019 contre plus de 166 actuellement, afin de garantir un meilleur cadre de vie aux citoyens.

En effet, avec l'expansion des villes, l'industrialisation et l'évolution des modes de Consommation, en sus, d'un climat de plus en plus aride que connaît le pays, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées chaque année. Actuellement, les eaux usées ne sont épurées qu'à 40 % et rejetées, le plus souvent (le reste), sans traitements et de façon directe en milieu naturel.

Face à la pénurie d'eau, due essentiellement à la baisse régulière du volume des Précipitations depuis ces dernières décennies, et dans un souci de préservation des Ressources d'eau encore saines et de protection de l'environnement et de la santé publique, l'Algérie adopte alors, un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service de plusieurs stations d'épuration.

Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux. Pour lutter contre la pollution des eaux naturelles, éviter les maladies d'origine hydrique et protéger le milieu récepteur on a recours à des solutions fiable telle que : la construction des stations d'épuration qui englobe les analyses et les contrôles périodiques des eaux des rejets depuis les années 80. L'Algérie a engagé un programme de réalisation des stations **(GHERIB, 2017)**.

En vue d'étudier l'efficacité des stations d'épuration par le lagunage aéré concernant l'abattement de la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi de travailler, dans ce projet de fin d'étude, sur la station d'épuration de RAS EL MA, nous nous sommes intéressés à faire une étude sur les performances épuratoires de la station de lagunage aéré, à partir de l'examen des résultats des analyses physique-chimique et microbiologique des eaux usées avant et après le traitement.

Notre étude est présentée en deux parties comme suit :

Première partie

- ❖ Présentation de la zone d'étude
- ❖ Les eaux usées
- ❖ Les méthodes de traitement des eaux usées
- ❖ Lagunage aéré

Deuxième partie

- ❖ Présentation de la station
- ❖ Matériels et méthodes
- ❖ Les résultats des analyses physicochimiques et Microbiologique, ainsi que leur interprétation.

Première partie :

Synthèse

bibliographique

CHAPITRE I-PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1 .introduction

Ras El Ma est une commune de la wilaya de Sidi Bel Abbès en Algérie, lors de la colonisation, la ville est nommée Bedeau, Les hautes plaines de la zone méridionale de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès font partie d'un vaste territoire steppique qui s'étend sur près de 360000 km² entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, dans un secteur qui reçoit des précipitations annuelles moyennes de 100 à 300 mm.

1.1. Les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès

Les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès sont localisées dans la partie occidentale des espaces steppiques algériens, immédiatement en contrebas du versant sud de l'Atlas tellien oranais. Chevauchant six communes à travers deux daïrate (arrondissement), Ras-El-Ma et Marhoum, elles sont limitées à l'est par la wilaya (département) de Saïda, à l'ouest par la wilaya de Tlemcen et au sud par les wilayat pastorales d'El-Bayadh et Naama (Figure 1). D'une superficie de 3961 km², elles représentent 40% du territoire de la wilaya.

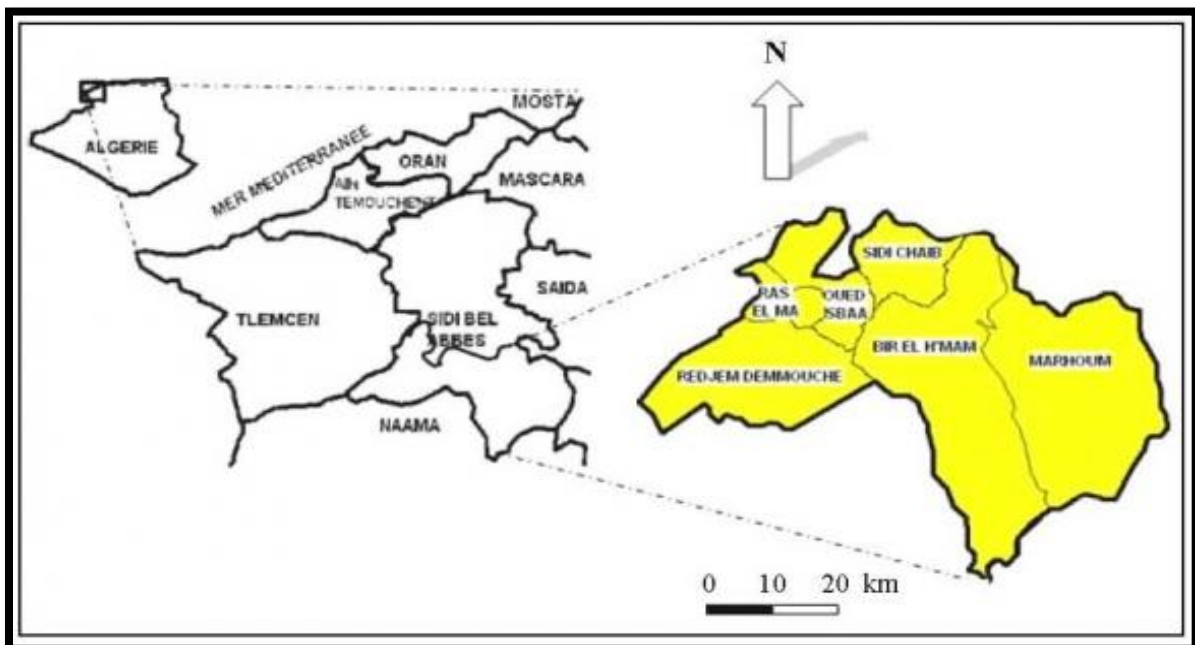


Figure n°01: carte de localisation de la région des hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès (METERFI et al., 2011)

Ces hautes plaines offrent un relief légèrement ondulé dont les altitudes s'abaissent progressivement vers le sud, passant de 1400 m au pied de l'Atlas Tellien à 1000 m près de la vaste dépression du chott chergui qui borde la partie méridionale de la région (ANAT, 1995).

I.2.Situation géographique de la zone d'étude

La commune de Ras El Ma est située dans la willaya de Sidi bel Abbes localisée sur la bordure méridional de la partie occidentale du bassin méditerranée elle est limitée au nord et au sud par les parallèles 34 et 35° de latitude nord et d'est en ouest de part et d'autre du méridien 2° de longitude ouest(ANAT, 1995).

Elle s'étend sur une superficie de 9150 km² et se divise en quatre ensemble géographiques naturels : les zones montagneuses, les plaines intérieures, l'atlas tabulaire et la zone steppique. La zone d'étude où se localise la commune de Ras El Ma s'étend sur une superficie de 3660 km² soit 40% de la surface total (ANAT, 1995).

I.3.caractéristique physique du milieu**I.3.1.Occupation du sol**

La commune de Ras El Ma totalise une surface de 12626 hectares répartis comme suit :

- Formations forestières dégradées : 750 hectares
- Terres improductives : 1507 hectares
- Surface agricole utile : 2805 hectares
- Surface irriguée : 21 hectares
- Formation de steppe : 25380 hectares.

La superficie agricole est dominée par les céréales (1420 hectares avec 450 ha de blé dur, 840 ha de blé tendre, 1400 ha d'orge et 111 ha d'avoine) avec un rendement moyen par hectare en quintaux respectif de 9.4 ; 8 ; 6,9 et 2 la jachère est très largement représentée et constitue des terrains de parcours très recherchés dans la région ce qui justifie la surface qu'elle occupe et qui avoisine les 1385 hectares (MOHAMMEDI, 1996).

I.3.2.Le climat

Le climat de la steppe a fait l'objet de plusieurs travaux, il est du type méditerranéen semi-aride inférieur à aride froid avec des précipitations moyennes annuelles de 271 mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid de -0,5 et une température moyenne maximale du mois le plus chaud de 34,5°C avec un coefficient pluvio thermique entre 24,5 et 27,7. La période de sécheresse est généralement supérieure à 7 mois d'avril à octobre (MOHAMMEDI, 1998).

L'indice xérothermique est évalué par BENABDELI (2000) et MOHAMMEDI (1996) à 135 situant la zone dans thermo-méditerranéen accentué avec un indice de sécheresse estivale de l'ordre de 1,29.

I.3.3. Les sols

Les sols calcaires et calciques et dominant caractérisés par une faible profondeur, une croûte calcaire, une teneur en matière organique très faible (inférieur à 1%) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croît et constitue une entrave au développement des plantes. La texture est à dominance sableuse imposant une faible stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu (**BENABDELI, 2000**).

I.3.4. La végétation

La végétation de la zone d'étude est représentée essentiellement par la steppe à alfa (*Stipa tenacissima*) à l'exception de quelques formations forestières basses dégradées, hétérogène et clairières (forêt, matorral et maquis bas à base de pin d'Alep, chêne vert, genévrier et quelques espèces buissonnantes du *Pinus halepensis* et du *Quercetum*. Elles n'occupent qu'une faible surface dont l'impact n'est pas important dans le fonctionnement de l'espace.

La steppe à alfa suivie par la steppe à armoise sont dominantes et impriment une physionomie à végétation. Les formations steppiques occupent dans la zone méridionale de la wilaya plus de 158000 hectares où 25380 hectares sont localisés dans la commune de Ras El Ma (**BENABDELI, 2000**).

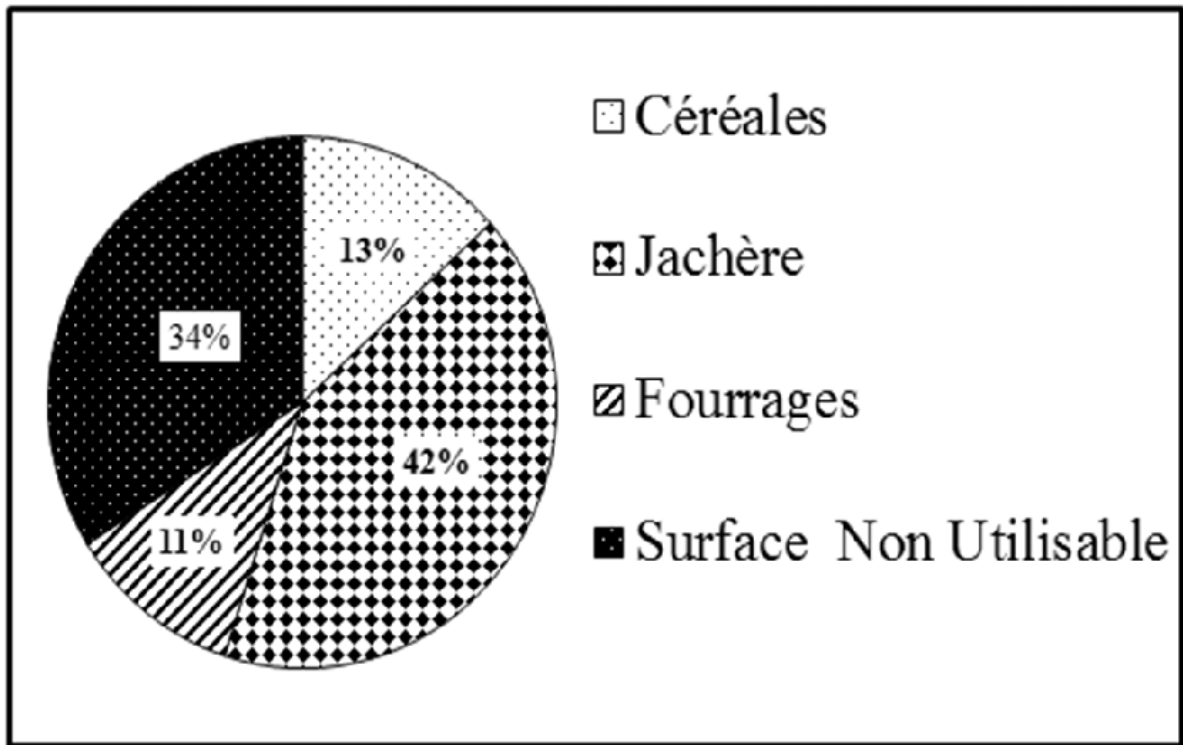


Figure n°02 : Les surfaces agricoles de Ras El Ma (METERFI et al ., 2011)

I.3.5. Les ressources hydriques

De par sa position à la limite supérieure du bassin versant de l'oued Mekkera, la partie occidentale (Ras-El-Ma et Redjem-Demouche) est drainée vers les plaines du nord de la wilaya, alors que les parties centrale et orientale manifestent plutôt un écoulement endoréique vers le sud. Les ressources hydrogéologiques sont représentées par les nappes profondes de Ras-El-Ma et de Sidi-Chaïb, dont les potentialités sont estimées respectivement à 5 et 2 Mm³/an. Elles sont exploitées par cinq communes sur les six que compte la région. Pour sa part, la commune de Marhoum, au sud-est, tire l'essentiel de son approvisionnement en eau de la nappe du chott Chergui, nappe très étendue située plus au sud, dont le volume exploitable est de 60 Mm³/an (ANAT, 1990).

Ces ressources sont mobilisées, pour l'alimentation en eau potable de la population et pour l'agriculture, par dix neuf forages, dont les trois quart sont concentrés au nord de la région (DSA, 2009). Avec un prélèvement total de 5 Mm³ par an (EPDEMI, 2005), 15 à 27 l/s sont disponibles pour les communes du nord (Ras-El-Ma, Oued-Sebaa et de Sidi-Chaïb) et 3 à 18 l/s pour celles du sud (Redjem-Demouche, Marhoum et Bir-El-H'mam). La production moyenne est de 3300 m³/jour, dont 2300 m³ pour les communes du nord et entre 300 et 350 m³ pour chacune des trois communes du sud. 80 % des prélèvements sont destinés à la consommation domestique, 18 % à l'agriculture et 2 % aux entreprises (ANAT, 1990). Par rapport à des besoins globaux estimés à 6200 m³/jour en 2010, le déficit de production s'élève à 53 %.

Tableau 01 : état des Points d'eau de consommation (FORAGE –AEP)

Willaya de Sidi bel Abbas (DHW ,2019)

Commune	EXPLO GESTIO	Nom du Forage	Nappe	Cordonnées Lambert			Prof (m)	Débit Init L/s	Débit d'ex L/S	Date de réalisation et de mise en service
				X	Y	Z				
Ras el ma	ADE	REM 1 (Dar El beid)	Ras el ma	176,45	137,74	1125,00	150,00	4,00	3,00	1976-1977
	ADE	REM 2(Znina)	Ras el ma	175,99	139,25	1133,00	180,00	4,00	2,00	1986
	ADE	Sidi hamlili F3	Ras el ma	174,44	143,06	1073,00	180,00	10,00	5,00	1996-1998
	ADE	Sidi hamlili F4	Ras el ma	175,62	142,70	1089,00	180,00	12,00	10,00	2007
	ADE	Sidi hamlili F2	Ras el ma	175,16	142,63	1081,00	160,00	6,00	2,00	1996-1998
Rdjem demouche	APC	Redjem demouche F1	Ras el ma	172,92	133,83	1148,00	300,00		3,00	1988
	APC	Redjem demouche F2	Ras el ma	178,11	131,75	1154,00	200,00	2,00	2,00	Réalisé 2009
Oued sbaa	APC	Titen yahia	Ras el ma	177,03	146,32	1069,00	155,00	20,00	10,00	1996-1997
	APC	Oued sbaa	Sidi chaib	189,96	151,37	1270,00	233,00	10,00	6,00	1989
	APC	Faraat Zit	Sidi chaib	176,00	146,50		150,00	5,00	4,00	Réalisé 2009

Dans ce tableur en observe les points d'eaux artificiel (forage, drain, puits...) aux eaux souterraines dans les régions de Ras el mas et Rdjem Demouche et Oued sbaa Chaque point d'eau est doté d'un code national (DHW ,2019).

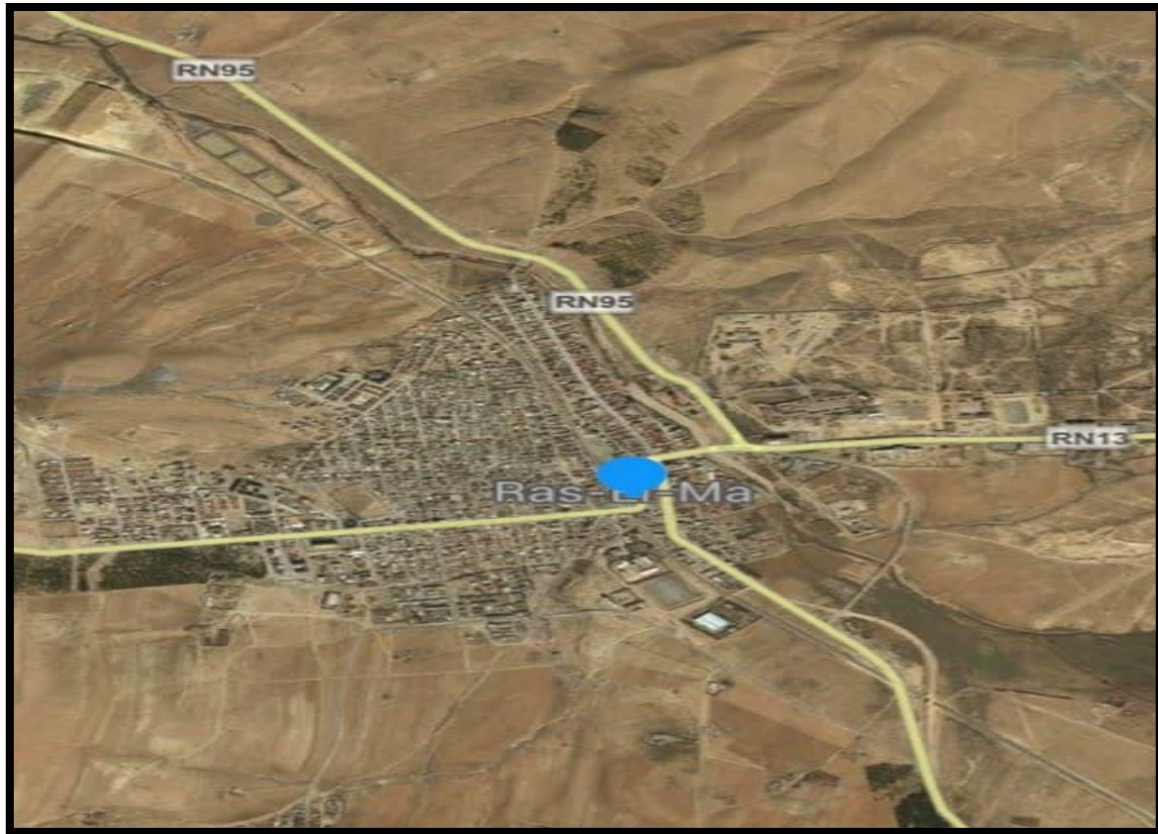


Figure n°03 : Localisation de la commune de Ras El Ma (GOOGLE EARTH, 2011)

I.4. Les paramètres climatiques

La région s'inscrit dans l'étage bioclimatique aride modéré à hiver froid (L, EREMBERGE, 1942). Elle constitue une zone tampon entre l'Algérie occidentale côtière et l'Algérie occidentale saharienne. Elle présente la particularité d'avoir toutes les caractéristiques du climat méditerranéen et d'être simultanément soumise aux influences continentales (B, METERFI ET K, MOUEDDENE, 2002).

I.4.1. précipitations

Les travaux sur la pluviosité en Algérie soulignent une aridité croissante dans les steppes, et tout particulièrement dans les steppes occidentales. Les précipitations, qui sont le facteur principal de l'alimentation des cours d'eau, ont une influence sur la variabilité des écoulements à toute les échelles de temps (MEDDI ET *al.*, 2009), ce qui leur confère une importance capitale sur les effets des crues et les inondations produits dans la région de Ras El Ma.

A l'examen de la distribution des pluies annuelles, on constate qu'elles offrent des variations spatio-temporelles dans le bassin de l'oued Mekerra. (METERFI ET *al.*, 2011).

a)-Le régime mensuel

Le régime mensuel de précipitations de Ras El Ma est caractérisé par deux maxima, en mars et en novembre, tandis que les précipitations estivales

Sont très faibles en juillet et août.

L'analyse des données climatiques de la période 1985-2012 révèle une diminution significative des précipitations, qui sont passées de 301 mm à seulement 159 mm, soit une diminution de 53 %.

Tableau n°02 : Précipitation moyennes (1985-2012)

(DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ,2010)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Au	Sep	Oct	Nov	Déc
précipitation en mm	15,1	12,5	25,1	16	17,5	8,1	5	7	13,1	20,1	9	7,1

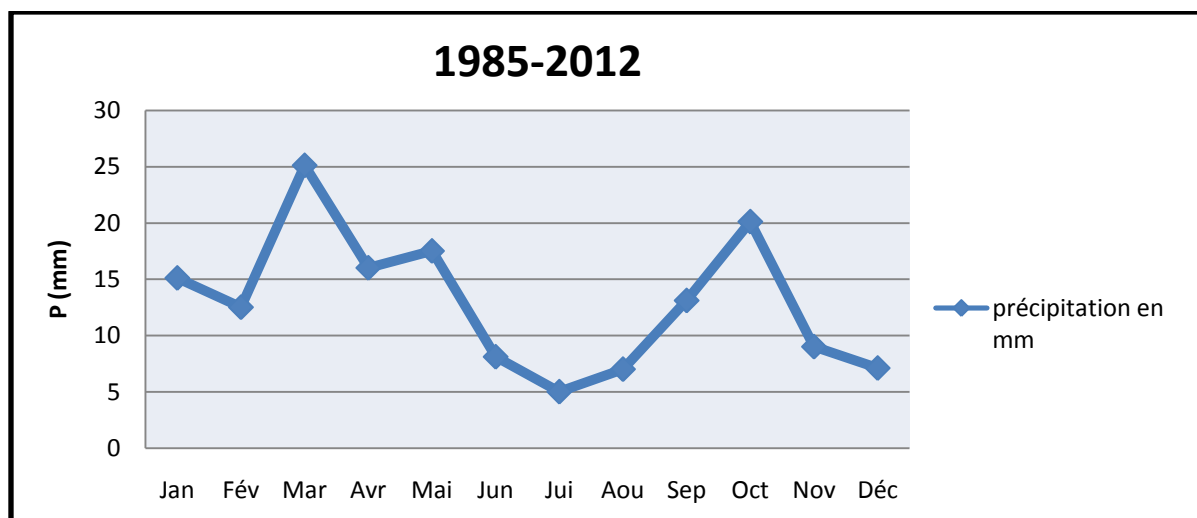


Figure n°04 : précipitation moyennes de Ras EL Mas (SOUMIA ,2020)

Nos résultats s'accordent avec ceux de HIRCHE ET *al.* (2007), qui soulignent une aridité croissante en steppe occidentale. La comparaison du régime mensuel de précipitations entre les deux périodes montre bien cette diminution très nette. Les travaux de BENLABIOD ET MEDJERAB (2014) confirment cette situation : les sécheresses intenses et de courte durée (3 mois) sont en augmentation alors que les sécheresses de moyenne durée (6-12 mois), bien que moins nombreuses, sont plus sévères.

b) Le régime saisonnier

La station de Ras El Ma se caractérise par une abondance pluviale au printemps et en automne et une sécheresse estivale (**Fig. n°05**) .D'après l'indicatif de Musset (**MUSSET, 1935**), le régime saisonnier est du type PAHE (printemps, automne, hiver, été).

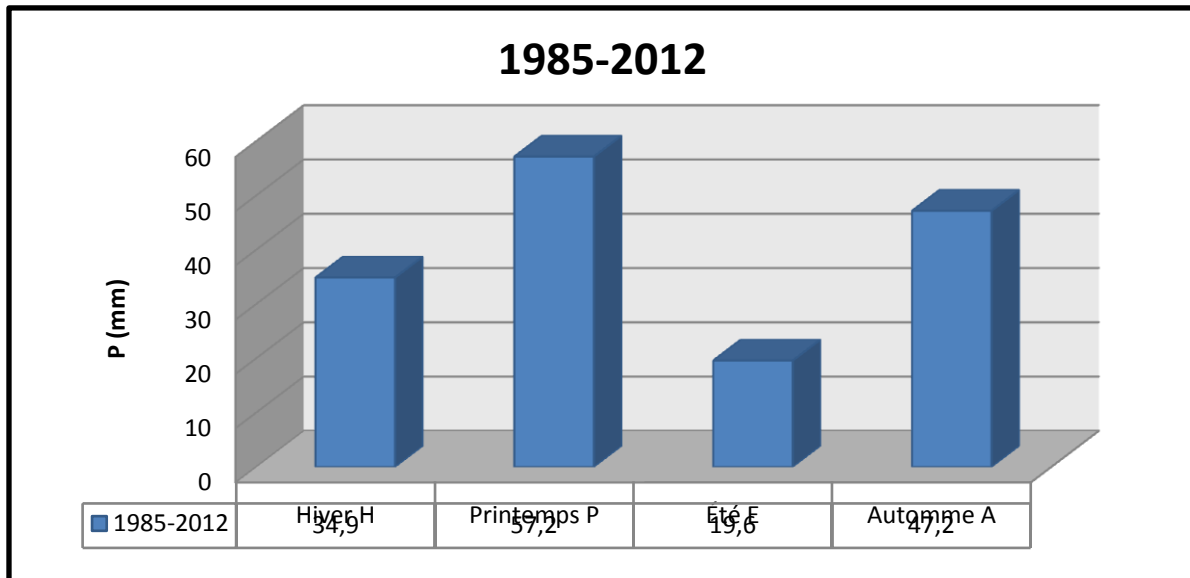


Figure n°05 : Régime saisonnier de Ras El Ma (SOUMIA ,2020)

Les différences saisonnières dans la période 1985-2012 sont assez marquées avec un rapport les précipitations en (mm) .La description du régime pluviométrique à l'aide du système HAPE (Hiver, Automne, Printemps, Eté) donne les tranches suivantes : H (34,9 mm) ; A (47,2 mm) ; P (57,2 mm) E (16,6 mm).

I.4.2.Températures

a)-Températures moyennes

La température est un facteur climatique écologique fondamental pour La vie du végétal. Or, on constate une augmentation de 1,6 °C des moyennes annuelles des températures, qui sont passées de 16,6 °C pour la période 1985-2012.

Tableau n°03 : Températures moyennes mensuelles de la région Ras El Ma en 1985 à 2012

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Au	Sep	Oct	Nov	Déc
Température en °C	10	11,5	12,5	14	17,5	23	26	27	21	16	10	11

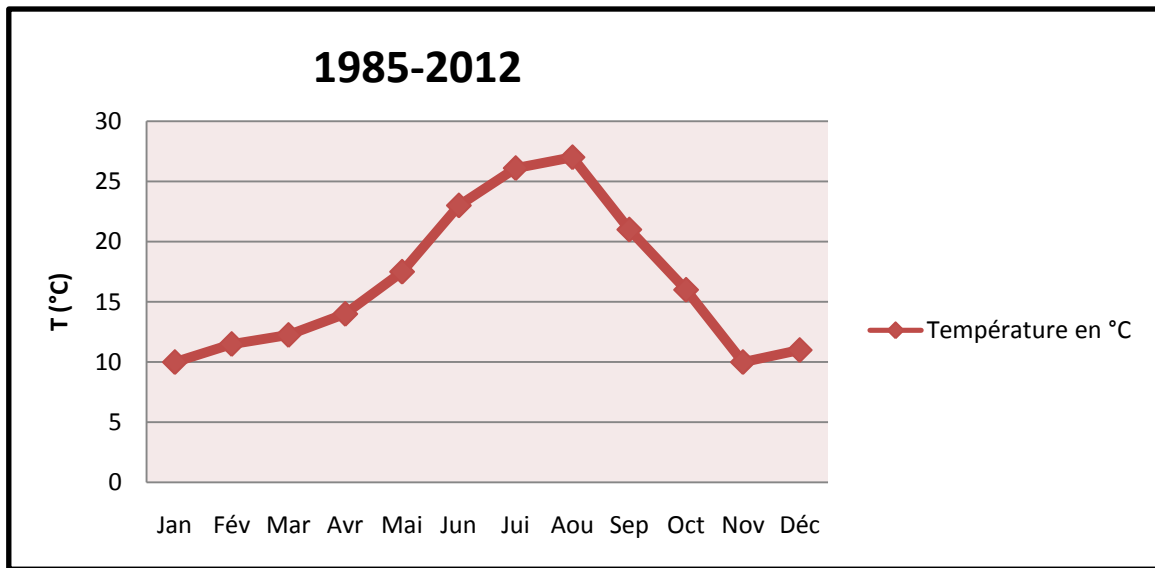


Figure n°06 : Températures moyennes mensuelles de Ras El Ma (SOUMIA ,2020)

Cette augmentation est particulièrement marquée pour la période estivale :

+4,3 °C pour le mois d'août, où les températures sont passées de 27,1 °C pour la période 1985-2012. Cela ne fait qu'accentuer les problèmes de sécheresse, comme le montrent le diagramme Ombrothermiques et favoriser l'augmentation des phénomènes de Steppe s'expliquant par les évolutions du couvert végétal en faveur des espèces xérophiiles (METERFI et al., 2011).

b)- Diagrammes Ombrothermiques

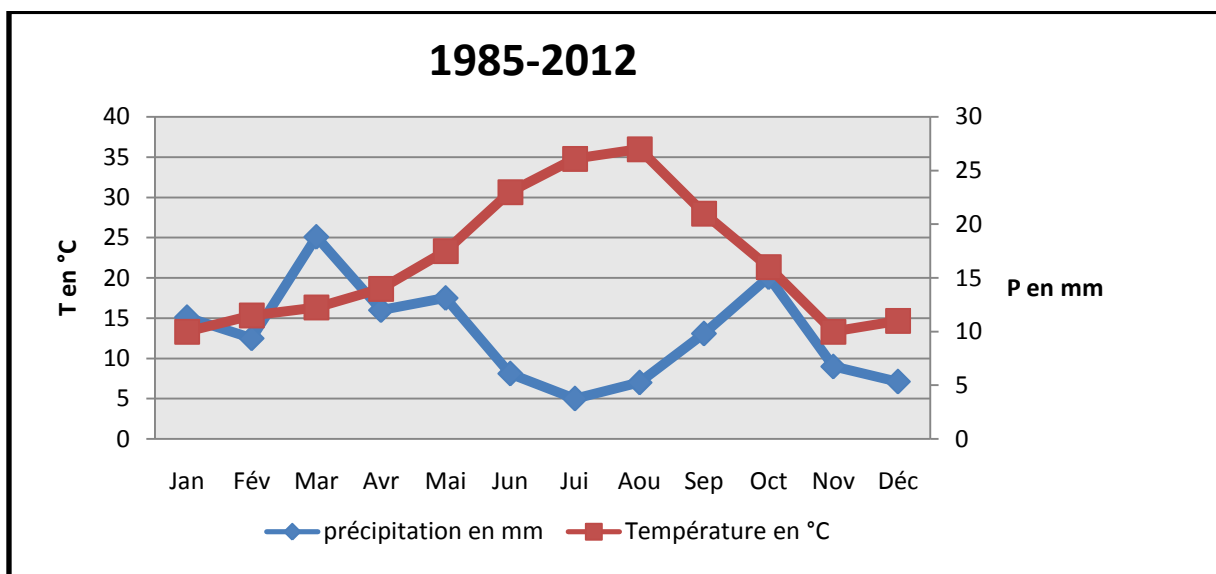


Figure n° 07 : Diagrammes Ombrothermiques de Ras El Ma (SOUMIA ,2020)

D'après les diagrammes Ombrothermiques de **BAGNOULS ET GAUSSEN (1953)** établis pour la station de Ras El Ma (Fig. n°07) afin de déterminer la durée de la période sèche, on constate une accentuation de la sécheresse, puisqu'actuellement, la région accuse une sécheresse de plus de six mois, d'avril à octobre, contre seulement six mois pour la période 1985-2012.

I.5. Les aspects floristiques

Les hautes plaines steppiques de Sidi-Bel-Abbès appartiennent au domaine des steppes très dégradées. La composition et la diversité du couvert végétal varient selon un gradient nord-sud. Au nord, se développent les formations graminéennes dominées par l'alfa (*Stipa tenacissima*).

L'alfa est présent sur moins de 10 % des superficies des communes de Ras-El-Ma et de Sidi-Chaïb, ainsi que de la partie nord de celle de Marhoum. Le sparte (*Lygeum spartum*) occupe près de 5 % de la commune d'Oued-Sebaa. Au sud, les steppes chamaephytiques à base d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) couvrent près d'un tiers de la commune de Bir-El-Hmam. D'autres groupements floristiques, associant des espèces psammophiles, *Stipa parviflora*, *Noaea mucronata*, *Peganum harmala* (ces deux dernières étant indicatrices de dégradation de la steppe et d'ensablement), et des espèces halophiles, *Atrypa reticulata* et *Salsola vermiculata*, se développent au sud de Marhoum et prédominent dans l'environnement immédiat du chott Chergui.

La réduction du couvert végétal s'accompagne d'une diminution de sa biodiversité. Des faciès de végétation cartographiés ont complètement disparu et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de dégradation. Les particularités écologiques et socio-économiques de la région des hautes plaines steppiques de Sidi- Bel- Abbés sont assez représentatives du territoire steppique algérien (**METERFI ET al ., 2011**).

I.6. Les aspects socio-économiques

L'étude de la structure démographique est essentielle pour comprendre la dynamique de l'utilisation des espaces. Elle a été possible grâce à l'exploitation des recensements effectués sur les six communes de la région en 1968, 1987 et 1998 et à celle des données de l'enquête sur l'emploi réalisée de 1998 et 2008, laquelle constitue la source la plus récente en matière d'indicateur démographique (**METERFI ET al ., 2011**).

I.6.1. Évolution et répartition dynamique de la population

Dans son ensemble, la population est passée de 16696 à 37699 habitants de 1966 à 1998 et sa densité a ainsi atteint 9,5 habitants au km². Durant la période 1966-1977, l'accroissement de la population a été l'un des plus faibles de l'Algérie du Nord, avec un taux annuel de 0,78 %. La situation s'est modifiée à partir de 1977, puisque la région a connu, durant les deux décennies suivantes, un taux d'accroissement annuel moyen (3,4 %) supérieur à la moyenne nationale (2,9 %) L'évolution démographique manifeste une grande hétérogénéité spatiale (**METERFI et al., 2011**).

Elle a été marquée par une forte concentration de la population dans les agglomérations, la part de la population urbaine passant de 37,5 % en 1966, à 56,5 % en 1977, 76 % en 1987 et 94 % en 1998. Un exode rural assez prononcé a contribué au fort recul des populations éparses, réduites à 2091 habitants en 1998. Ce recul est particulièrement net dans les communes du sud, migratoire annuel moyen pour ces populations est passé de 4,5 % entre 1977 et 1987 à 17,7 % entre 1987 et 1998. Cette disparité régionale a pour cause la dégradation des parcours des zones orientales (**ANAT, 1990**) et plus particulièrement ceux du sud.

I.6.2. Évolution des activités professionnelles

Selon les enquêtes sur le nomadisme de 1968, l'élevage, principale activité dans la région, était faiblement structuré dans les années 1960. On comptait alors 765 exploitants terriens (agro-éleveurs) et 120 propriétaires de troupeau, essentiellement nomades, possédant un cheptel ovin de plus de 10 unités. Les activités dans le domaine agricole ont connu une ascension régulière durant les décennies suivantes. Le nombre personnes impliquées dans l'agriculture a atteint 2066 en 1987 (**ANAT, 1990**), puis il a encore triplé, passant à 6467 en 2009.

Les activités agricoles, appuyées essentiellement sur l'élevage, associent des structures familiales traditionnelles, où l'élevage et l'agriculture constituent des moyens de subsistance, et des structures à caractère spéculatif. Selon les estimations de la DSA (2009), la région compte 417 grands troupeaux, dont les effectifs peuvent atteindre plusieurs centaines de têtes, qui sont placés sous la surveillance de trois à cinq personnes (propriétaire et bergers) (**METERFI et al., 2011**).

L'impact sur les parcours est direct, puisque les terres agricoles s'étendent au détriment des terres steppiques. Les autres secteurs d'activités connaissent, aussi, une augmentation fulgurante, en particulier dans le bâtiment, l'industrie, les services et l'administration qui regroupaient en 2008 un effectif de 12850 employés, soit le double de celui exerçant dans le secteur agricole.

I.7. L'occupation des terres

L'étude de l'occupation des superficies s'est limitée aux deux dernières décennies, pour lesquelles les données sont disponibles au niveau de l'Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire et de la Direction des Services Agricoles. Trois dates repères ont été retenues : 1987, 1999 et 2009 ; elles permettent d'analyser la répartition des espaces en fonction des différents types de couverture végétale. Tous les espaces ont subi une modification de leur superficie, en raison de l'évolution de la pluviométrie et des besoins vitaux des utilisateurs. Les forêts, essentiellement constituées de vieilles futaies de pin d'Alep et de formations dégradées (matorral et garrigue de chêne vert), ont perdu près d'un dixième de leur superficie sur une période de 22 ans. Ce sont les massifs forestiers du sud de la région qui ont subi la plus forte diminution, évaluée à 20 %. Le parcours en forêt reste une activité quasi permanente, le cheptel y trouvant des unités fourragères appréciées, évaluées entre 150 UF/ha pour les futaies âgées de pin d'Alep et 250 UF/ha dans les formations basses de chênes verts (METERFI., 2011).

I.7.1. L'état des sols

Les sols des régions steppiques se dégradent sous l'effet des actions éoliennes, de l'érosion hydrique et de la salinisation. L'observation de la surface des sols réalisée sur une dizaine de sites par commune, a permis d'évaluer l'importance de ces phénomènes.

Une couche de sables et de limons, dont l'épaisseur atteint parfois 15 cm, recouvre une grande partie des sols de Ras El Ma et Rdjem demouche Ils témoignent de l'intensité de l'érosion éolienne qui affecte le Sud-ouest algérien. Les vents, chauds et secs du sud, très fréquents en automne et au printemps, sont à l'origine des phénomènes de déflation et d'ensablement. (METERFI et al., 2011).



Figure n°08 : Formations forestières au sud de Ras-El-Ma.

(METERFI et *al.*, 2011)

Les particularités écologiques et socio-économiques de la région des hautes plaines steppiques de Sidi-Bel-Abbès sont assez du territoire steppique algérien. Cette région a toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif : plus d'un quart du cheptel de la wilaya s'y trouve, alors que les services de soutien à l'activité pastorale sont paradoxalement inexistantes. L'espace steppique est considéré, par tradition, comme un terrain de parcours ; il joue un rôle fondamental dans l'économie agro-pastorale de cette région, même s'il est soumis à des sécheresses récurrentes.

I.8. contexte géologique régional

Dans le plan structural, le territoire étudié embrasse la zone de plissements telliens (Nord) et la partie stable de plate-forme épihercynienne. On y distingue trois étapes structurales :

A- Paléozoïque supérieure.

B- Anté-Oligocène (du Trias au Paléogène) qui se caractérise par un plissement tellien,

C- Oligocène- Quaternaire qui surmonte en forte discordance angulaire les formations plissées du deuxième étage structural.

La région de Ras EL Ma est caractérisée par des terrains sédimentaires formés essentiellement de la succession stratigraphique suivant :

- Un Jurassique (couleur bleue sur la carte) représente par un faisceau puissant monotone de calcaire massifs, marnes, dolomies et grès.
- Un crétacé (couleur verte sur la carte) représente par des faciès continentaux ou lagunaires surmontés par des dépôts marins correspondant à des argilites, des schistes, des grès, des marnes et des calcaires.
- Un Quaternaire (couleur beige sur la carte) représente par des alluvions, sable et des limons sableux, des limons, des argiles, des gravelites argilo-sableuses, de cailloutis et des tifs **(METERFI et al., 2011)**.

I.9. Conclusion

Dans ce chapitre, on a établi les caractéristiques physiques de la région d'étude, Les paramètres climatiques et Les aspects socio-économiques le Contexte géologique.

La région de Ras El Ma a toujours été un terrain privilégié pour la pratique de l'élevage ovin extensif et reste un maillon fort dans l'économie agropastorale de l'Algérie, même si son écosystème est soumis à des sécheresses récurrentes.

CHAPITRE II-GÉNÉRALITÉ SUR LES EAUX USÉES

1. Introduction

L'eau usée est l'eau qui a été utilisée dans les activités domestiques agricoles et industrielles chargée en substances toxiques et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'ils ne causent pas de pollution de ces autres sources. Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur l'origine des eaux usées et leurs composition, et puis nous donnerons les paramètres physiques des ces eaux.

II.1.Définition des eaux usées

Les eaux usées constituent l'ensemble des déchets liquides produits par l'homme pour ses propres besoins et au cours de ses activités domestiques, agricoles et industrielles. Les eaux usées sont généralement chargées de débris divers, de matières minérales dissoutes et de « produits » organiques en suspension (**BOUZIANI, 2000**).

Les eaux usées constituent un milieu de culture pour de très nombreuses espèces de microorganismes pathogènes et à ce titre, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique surtout dans les pays où les conditions d'hygiène sont défavorables (**BOUZIANI, 2000**).

II.2.Evolution des quantités d'eaux usées produites

L'eau, source de vie, est indispensable pour tout être vivant. L'importance de cette richesse naturelle est d'autant plus remarquable dans les pays à climat aride ou semi-aride qui souffrent d'un déficit hydrique et d'une irrégularité des apports d'eau dans le temps et dans l'espace (**RODIER et al., 2005**).

Parallèlement, les besoins en eau de la population ne cessent de croître en raison de l'urbanisation galopante, du développement industriel et de l'extension de l'agriculture urbaine. Cet accroissement des besoins en eau potable se traduit naturellement par une augmentation du volume des rejets d'eaux usées (**BOUZIANI, 2000**).

2 milliards de litres d'eaux usées, utilisées par l'humanité, sont rejetées chaque jour dans les rivières et les mers, soit plus de 23 000 litres chaque seconde. A cause de fuites dans les canalisations, de déversements directs d'eaux sales dans la nature, du manque de stations d'épurations, chaque année ce sont 730 milliards de litres d'eaux usées qui sont rejetés. Une quantité bien supérieure à l'évaporation naturelle des océans dans l'atmosphère (1 milliards de litres d'évaporation / jour) (**RACHID, 2007**).

Dans les pays en développement ou émergents, 90 % des eaux usées sont rejetées dans le milieu naturel sans aucun traitement. Autant de pollution en plus dans la nature ! On comprend mieux le risque de pollution que cela entraîne et l'importance des stations d'épuration (**RACHID, 2007**).

Au Maroc par exemple, les volumes d'eaux usées rejetées sont en constante progression. Ainsi, ces volumes sont passés de 48 millions de m³ en 1960 à 129 millions en 1970, puis à 500 millions de m³ en 2000. Ces volumes atteindront respectivement 670 et 900 millions de m³ pour les années 2010 et 2020.

En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelque 550 millions de m³ correspond aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants. La capacité totale de traitement est de 4 millions de m³ équivalent-habitants pour une population de 2,5 millions d'habitants raccordés à un réseau, cela signifie que seulement 20 % de la population raccordée à un réseau d'assainissement bénéficie du traitement de ses eaux usées. Notons que 60 % de ces eaux sont rejetées soit loin des périmètres d'irrigation et des barrages soit en mer ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable. Ainsi, seulement 240 millions de m³ sont potentiellement utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet (**MADJOURI et AMOURIA, 2007**).

II.3. Les sources de pollution hydriques

Les rejets quotidiens d'eau usée domestique de la ville de Sidi Bel Abbés sont évalués à près de 30000 m³/jours, seule une partie est pompée vers la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbés, l'autre est déversé dans l'oued Makerra.

Toutes les catégories de sources de rejets d'eau usée existent dans la ville de Sidi Bel Abbés : agro-alimentaires, industrielles, domestiques et agricoles. Le tableau qui suit récapitule les sources de pollution hydriques (**MADJOURI et AMOURIA, 2007**).

Tableur n°04: Principales sources de rejet dans la wilaya de Sidi Bel Abbés
(Source : Inspection de l'environnement de la wilaya de Sidi Bel Abbés, 2005).

Sources	Rejet annuel en m ³
Fromagerie	547
Abattoir (2600 ovins 950 bovins/jour)	156
Abattage clandestin	312
Réseau assainissement	13500
Oued Makerra	15000
Orolait	50000
Station de service	12000
Eaux de la zone industrielle	15400
Rejets eaux usées	780000

II.4. Origine et composition des eaux usées

Suivant l'origine des substances polluantes, on distingue cinq catégories d'eaux usées :

II .4.1. Eaux usées domestiques

Ces eaux sont constituées par les eaux usées ménagères provenant des usages domestiques (eaux de bain et de lessive) et les eaux vannes (urines et fèces).

En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produit d'entretiens Ménagers. Elles présentent une bonne biodégradabilité (MADJOURI et AMOURIA, 2007).

II.4.2.Eaux usées industrielles

Les eaux industrielles ou résiduaires véhiculent souvent des produits chimiques toxiques (arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers métaux lourds). Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants.

Les quantités et les caractéristiques des eaux usées industrielles sont très variées, elles dépendent du type d'industrie et du niveau de traitement subi par les eaux usées avant leur rejet. Une aciérie par exemple, peut rejeter de 6.000 à 150.000 litres d'eaux usées par tonne d'acier produit (RODIER *et al.*, 2005).

Dans certains cas, avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution (**AZOUZZI et AIT YOUNS, 2012**).

II.4.3. Eaux usées pluviales

Les eaux pluviales et de ruissellement sont prises en compte dans le cas où le système de collecte des eaux usées est unitaire, ceci lors du traitement en station d'épuration. Les eaux de pluie sont susceptibles d'entraîner les polluants atmosphériques et de contaminer par infiltration et ruissellement les eaux superficielles et souterraines (**RADOUX, 1995**).

Les eaux pluviales peuvent constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles e vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds,...) (**BONTOUX, 1993**).

II.4.4. Eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines sont d'abord formées par un mélange d'eau usées domestiques et d'eaux usées industrielles. Il s'y ajoute une troisième composante formée par les eaux de pluie et les effluents des installations collectives (hôpitaux, commerces, casernes, etc.)(**RADOUX, 1995**).

II.4.5. Eaux de drainage

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisées comme engrais, par Suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissent la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- Apport des pesticides chlorés ou phosphores de désherbants et d'insecticides.
- En région viticole, apport du sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (**RICHARD, 1996**).
- En région désertique, c'est particulièrement le problème de salinité des eaux de drainage qui se pose.

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants provenant de différents usages domestiques, des activités industrielles et agricoles et les eaux de ruissellement.

II.5. Risques de la pollution par les eaux usées

La pollution de l'eau est altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique et l'environnement. Elle peut concerner les eaux superficielles ou souterraines, aussi il est risqué sur la santé publique (RODIER *et al.*, 2005).



Figure n°09 :l'eau usée se déversant dans la Rivier (RODIER *et al.*, 2005).

II.5.1. Risque sur l'environnement:

- Diminution de la teneur en oxygène dissous.
- Présence de produits toxiques.
- Prolifération d'algues.
- Modification physique du milieu récepteur.
- Présence de bactéries ou virus dangereux.

a)- Effets sur le sol

Ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité chimique et physique, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes prévus au niveau du sol sont :

- La salinisation,
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol,
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques,
- L'accumulation de nutriments (FAO, 2003).

b)- Effets sur les eaux souterraines

Dans certaines conditions, les effets sur les eaux souterraines sont plus importants que les effets sur le sol. La pollution des eaux souterraines avec des constituants de l'eau usée est possible par l'infiltration des ces dernière.

C- Effet sur les eaux superficielles:

Les rejets directs des eaux non épurées posent des problèmes d'eutrophisation des cours d'eau, de qualité de l'eau destinée à la production d'eau potable (norme d'un maximum de 50 mg/l pour l'azote) et de contamination microbiologique des zones de conchyliculture. (BAUMONT et AL. 2004).

II.5.2. Risque sur la santé humaine

Les eaux usées peuvent contenir des pesticides, des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites), et des éléments toxiques. Ils sont dangereux pour la santé humaine.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) considère que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement véhiculées par l'eau : des dizaines, voire des centaines de millions de personnes sont atteintes en permanence de gastro-entérites, 160 millions de paludisme et 30 millions d'onchocercose. Malgré les apparences, la transmission des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement et l'élaboration de normes sur les eaux de consommation vise à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue par un risque pour la santé (RODIER et al., 2009).

II.6. Caractéristiques des eaux usées

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Ces analyses sont réalisées par les méthodes dont les protocoles sont bien définis.

II.6.1. Paramètres physiques**II.6.1.1. Température**

La température régit la qualité d'oxygène dissous dans l'eau : quand la température augmente, l'oxygène dissous diminue.

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

II.6.1.2. Odeur

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (**LADJEL, 2006**). En effet, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en générale en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul parfois les déceler (**RODIER et al., 2009**).

II.6.1.3. Couleur

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

II.6.1.4 Les matières en suspension et les colloïdes

Les matières en suspension rencontrées dans les eaux sont très divers tant par leur nature que leurs dimensions. Elles sont caractérisées par :

- Matières organiques : particules organiques composées de micro-organismes et de produits de dégradation animaux et végétaux.
- Matières minérales : quartz, argiles et sels minéraux insolubles.
- Taille supérieure de 1m.
- Responsables du trouble de l'eau (**RODIER et al., 2009**).

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation (**RODIER et al., 2009**).

II.6.1.5. Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. l'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été efficace.

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire. Il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement (**ROUDIER et al., 2009**).

II.6.2. Paramètres chimiques

II.6.2.1. Potentiel hydrogène (PH)

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

II.6.2.2. Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu, d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (**CARDOT et GILLES, 2013**).

II.6.2.3 Demande biologique en oxygène (DB05)

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20°C et pendant 5 jours à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (**TARADAT ,1992**).

II.6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est l'un des paramètres utilisés pour quantifier la pollution organique d'une eau. Il s'agit d'une estimation indirecte des matières oxydables en l'occurrence la quasi-totalité des matières organiques et certains sels minéraux. La DCO permet le contrôle des eaux usées urbaines et des rejets industriels. La DCO, la DBO et les MES permettent de quantifier la pollution carbonée des eaux usées (**CARDOT et GILLES, 2013**).

II.6.2.5. Notion de biodégradabilité

La biodégradabilité d'un effluent aqueux traduit son aptitude à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient :

$$K = \text{DCO}/\text{DB05}.$$

Si:

$K < 1.5$ l'effluent est biodégradable.

$K < 2.5$ l'effluent est moyennement biodégradable.

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

II.6.2.6. Oxygène dissous

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

II.6.2.7. Autres éléments

a)- Azote

Il rentre dans la composition des molécules organiques des êtres vivants. Les bactéries présentes dans le milieu transforment cet azote organique en différentes formes (**LADJEL et BOUCHEFER, 2004**).

b)-Phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine (**LADJEL et BOUCHEFER, 2004**).

c)- Métaux lourds

Définissent les métaux lourds comme étant des éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires, notamment dans les boues où ils sont accumulés pendant les différentes phases de l'épuration. Leur origine est avant tout industrielle mais aussi diffuse (corrosion des tuyauteries) (**RODIER et al., 2009**).

L'utilisation de diverses substances chimiques pour les besoins du développement industriel a entraîné dans presque toutes les régions du monde, une dissémination dans le milieu naturel de différents types de résidus toxiques et de sels des métaux lourds.

Déversées généralement en faibles quantités, mais avec les années, plusieurs tonnes de métaux lourds se dispersent dans la nature et s'accumulent progressivement dans toute la chaîne alimentaire et dans les êtres vivants. La particularité de la pollution des eaux ou des aliments par les métaux lourds est son irréversibilité.

Parmi les substances chimiques très toxiques que l'on peut retrouver accidentellement dans l'eau, on distingue ; le plomb, le cadmium, le mercure, le cyanure, l'arsenic, le chrome, le nickel, l'antimoine, le sélénium (**BOUZIANI, 2000**).

II.6.3. Paramètres biologiques

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**).

II.6.3.1. Virus

Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines de 10^3 à 10^4 particules par litre.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus importants, on peut citer les entérovirus, les rotavirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A qui ont une durée de vie d'environ 3 mois (**DALI et ZOUZOU, 2007**).

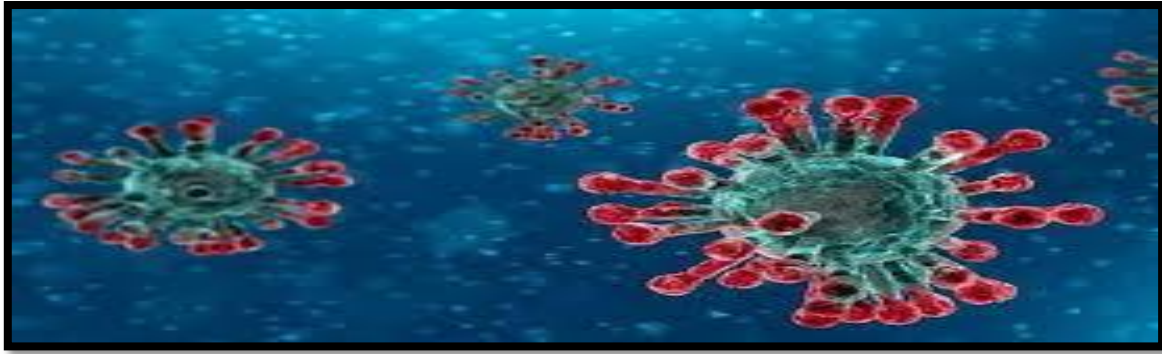


Figure n°10 : coronavirus en microscop site internet n°01

II.6.3.2. Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qui se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées.

On peut citer parmi ceux-ci *Entamoeba histolytica*, responsable de la Dysenterie amibienne (BOUTELLI et MENASRIA, 2008).

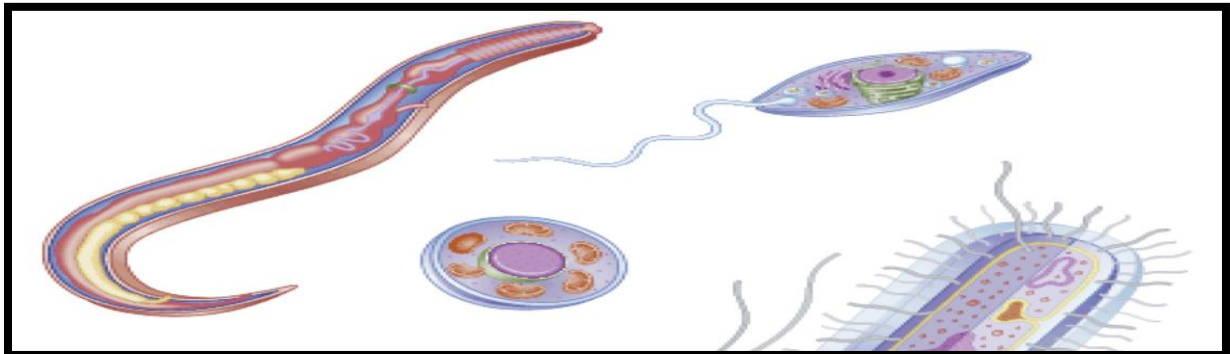


Figure n° 11 : parasites protozoaire site internet n°02

II.6.3.3. Helminthes

Les helminthes sont des organismes pluricellulaires de types vers. Ces infections constituent un problème de santé publique dans le monde entier, notamment dans les pays en voie de développement où elles causent de nombreux décès et invalidités (BOUTELLI et MENASRIA, 2008).



Figure n°12 : les helminthes dans les selles, analysent au microscope site internet n°02

II.6.3.4. Bactéries

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml, dont 103 sont pathogènes. Les plus connus sont les salmonelles responsables de la typhoïde et des troubles intestinaux, sans oublier les colibacilles qui ont une durée de vie de 2 à 3 mois et qui se multiplient dans l'environnement. Le dénombrement des bactéries dans les eaux usées traitées est tout aussi important que celui des helminthes lorsqu'une réutilisation agricole est envisagée (DALI et ZOUZOU, 2007).

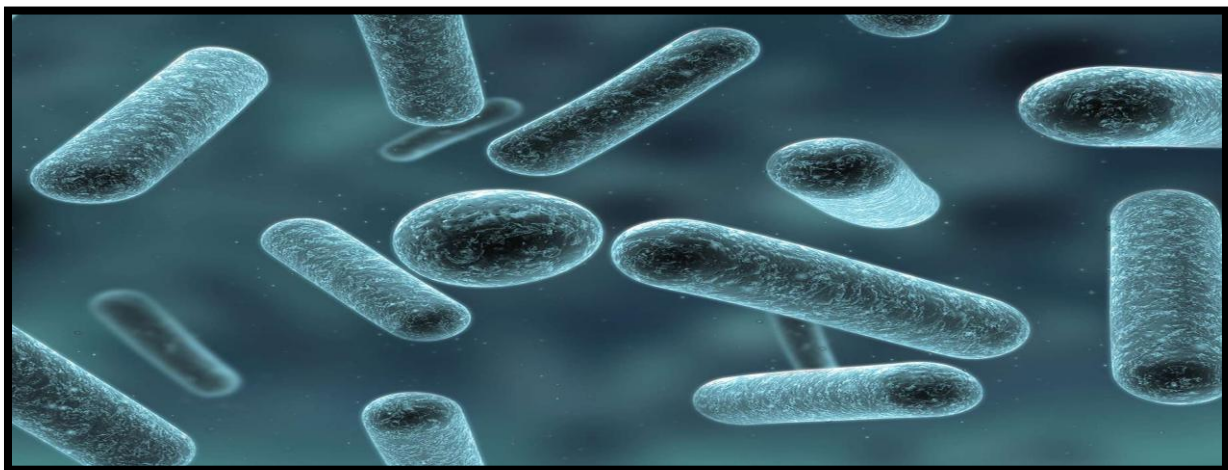


Figure n°13 : Les bactéries lactiques site internet n°03

II.7.conclusion

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre les origines et caractéristiques des eaux usées afin de trouver la méthode la moins coûteuse et celle qui présente une basse nuisance auditive et olfactive, ce qui est le cas des méthodes quasi nature tel que le lagunage.

**CHAPITRE III- LES MÉTHODES
DE TRAITEMENT DES EAUX
USÉES**

1. Introduction

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont l'objectif est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous la forme d'un petit volume de résidu, les boues, et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, et cela grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques (**DALOZ, 2007**).

L'épuration biologique est, et restera sans doute encore longtemps, le mode de traitement le plus utilisé pour assurer l'élimination de la pollution organique biodégradable des effluents urbains, car de loin le plus économique en exploitation (**VANDERMEERSCH, 2006**).

III .1.Les méthodes de traitement

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en trois catégories : les traitements primaires, secondaires et tertiaires. On peut également tenter une classification physique et biologique qui revient grossièrement à distinguer d'un côté les traitements primaires et de l'autre les traitements secondaires et tertiaires (**VANDERMEERSCH, 2006**).

III.1.1.prétraitement

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage- déshuilage) (**DALOZ, 2007**).

III.1.1.1.Dégrillage

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères. Le tamisage, qui utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement (**OUALI, 2001**).

III.1.1.2. Dessablage

Réalisé par décantation, le dessablage vise à éliminer les sables et les graviers. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage (MOULIN *et al.*, 2012).

III.1.1.3. Déshuilage dégraissage

Les opérations dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. L'injection des micro bulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses. Souvent ces opérations sont combinées dans un même ouvrage où la réduction de vitesse dépose les sables et laisse flotter les graisses. On enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90 % des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40 % des graisses totales) (OUALI, 2001).

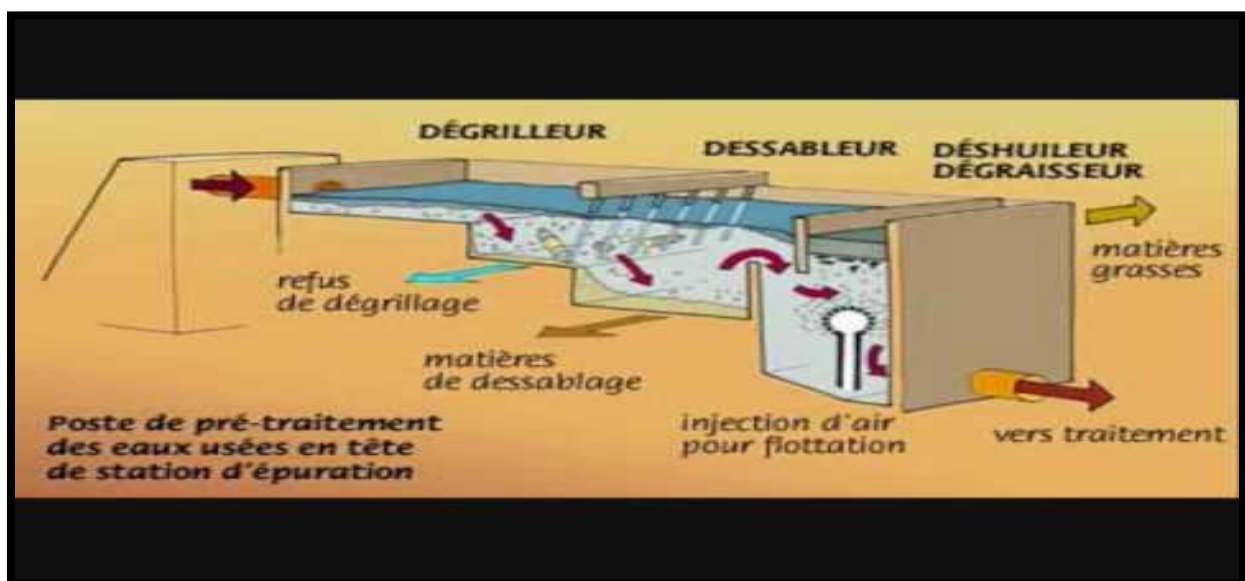


Figure n°14 : prétraitement des eaux usées site internet 03

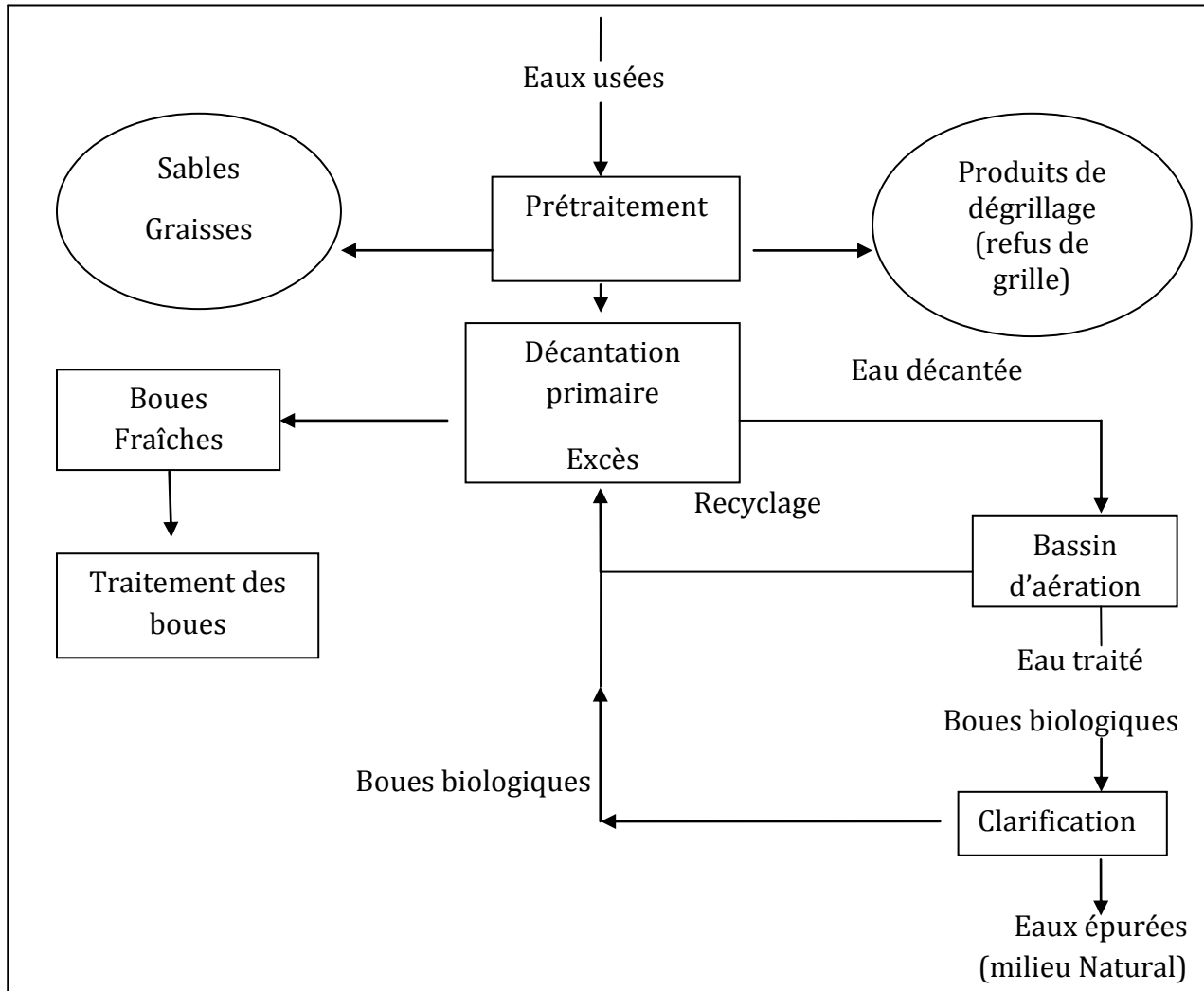


Figure n°15 : Schéma de fonctionnement d'un traitement par boues activées (OUALI, 2001).

III.1.2. Traitement primaire (Traitement physico-chimique)

III.1.2.1. Décantation

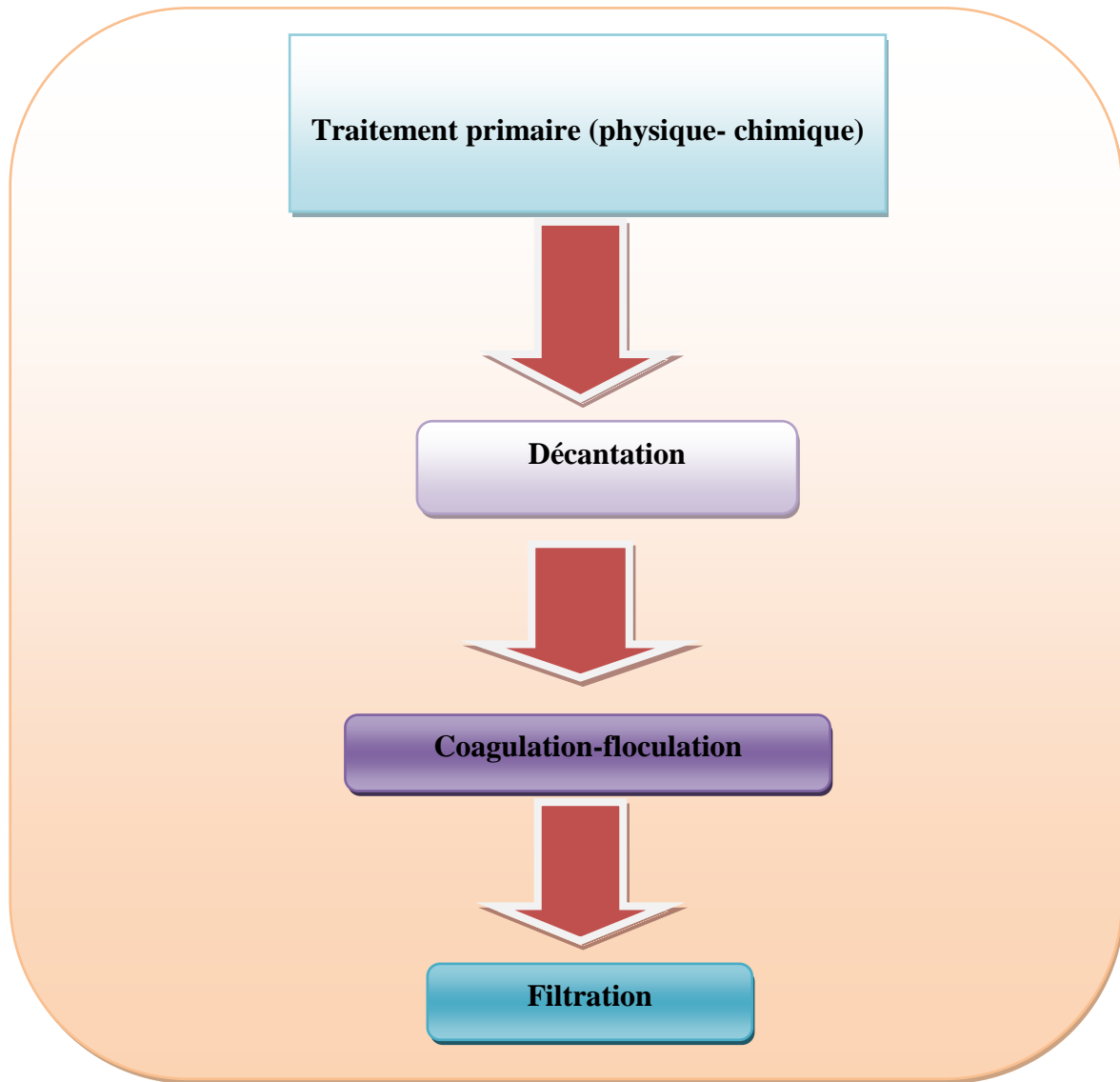
La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation des MES et des colloïdes, un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules (OUALI, 2001).

III.1.2.2. Coagulation-floculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation : la coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La floculation a pour l'objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées (LADJEL, 2006).

III.1.2.3. Filtration

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) (LADJEL, 2006).



**Figure n°16 : diagramme de traitement primaire (physique- chimique)
(SOUMIA, 2020)**

III.1.3. Traitement secondaire (épuration biologique)

Les techniques d'épuration biologiques utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobies c'est-à-dire nécessitant un apport oxygène.

Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs (**BENZAOUI et ELBOUS, 2009**).

III.1.3.1. Procédés biologiques intensifs

C'est les procédés regroupant des techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui consomment les matières polluantes.

Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels : les installations à cultures fixées, les installations à cultures libres (**OUALI, 2001**).

a)- Les installations à cultures fixées :

Dans ces installations la culture bactérienne repose sur un support (cailloux, plastique, milieu granulaire fin). Il s'agit de lit bactérien ou de bio filtre.

Le principe de ces procédés consiste à faire percoler l'eau à traiter à travers un matériau sur lequel se développent les bactéries qui constituent alors un bio film sur ce support (**DALOZ, 2007**).

Le type de matériau varie suivant les procédés : les lits bactériens utilisent des galets ou des supports alvéolaires, les bios filtres utilisent des matériaux de plus petite taille : des argiles cuites, des schistes, du polystyrène, des graviers ou des sables.

Les bios filtres permettent généralement des traitements plus intensifs et plus poussés que les lits bactériens classiques, plus rustiques dans leur conception et dans leur exploitation (**DALOZ, 2007**).

L'avantage des bios filtres est de pouvoir traiter les matières polluantes carbonées et éventuellement azotées, dans un volume beaucoup plus faible que dans le cas de procédés à cultures libres, avec des rendements similaires. Mais les bio filtres sont plus coûteux en investissement et plus délicats en fonctionnement (**DALOZ, 2007**).

b)- Les installations à cultures libres :

Dans ces installations la culture bactérienne est maintenue en suspension dans le courant des eaux usées à traiter, il s'agit du procédé de boue activée. C'est le traitement le plus simple et le plus fréquemment utilisé (DALOZ, 2007).

- Description du procédé à boues activées.
- Microflore et microfaune des boues activées.

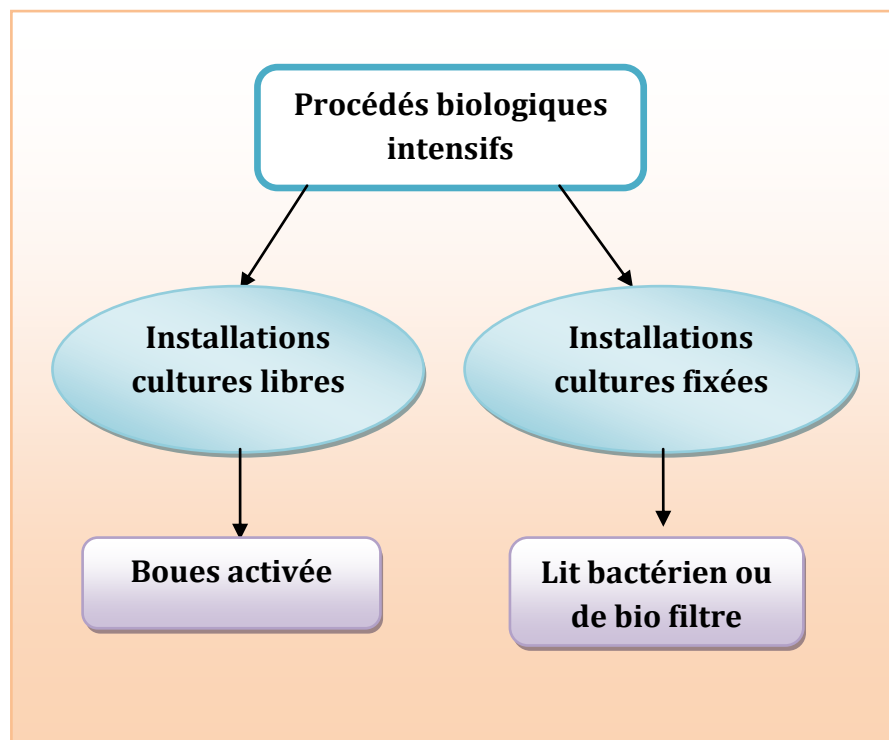


Figure n°17 : procédés biologiques intensifs (SOUMIA, 2020)

III.1.3.2. Procédés biologiques extensifs

C'est les procédés utilisant de grandes surfaces (lagunes) s'appuyant sur les propriétés épuratrices d'un plan d'eau peu profond. L'apport d'oxygène naturel, par échange avec l'atmosphère et par l'activité de photosynthèse des algues de surfaces, peut être complété exceptionnellement par des aérateurs pour stimuler l'activité biologique et diminuer les surfaces. Les lagunes sont, en général au nombre de trois (BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009).

CHAPITRE II LES MÉTHODES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Les bassins de traitement des eaux brutes éliminent essentiellement les polluants carbonés. Les bassins suivants, dits d'affinage (eau déjà traitée), peuvent en outre permettre l'élimination des contaminants biologiques par l'action du rayonnement solaire. Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 à 90 % de la DBO₅, 20 à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes avec un temps de séjour qui peut atteindre jusqu'à 60 jours (ONA, 2012).

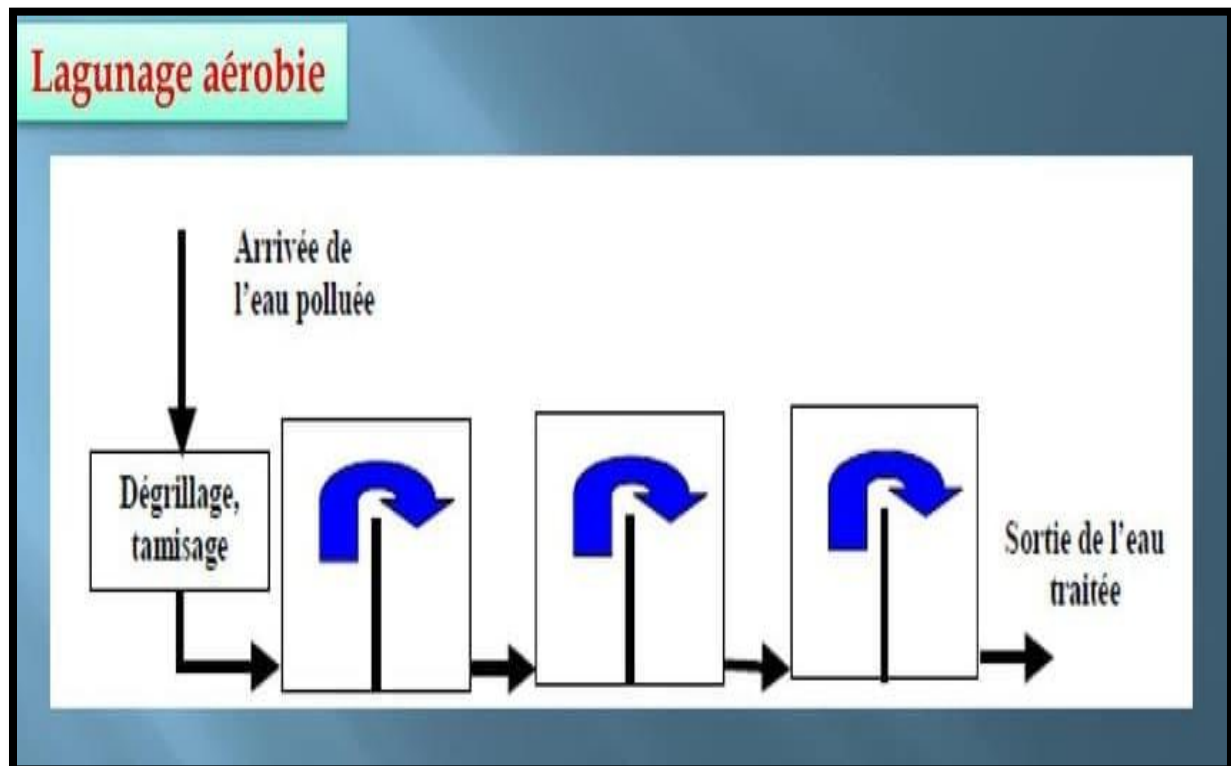


Figure n°18 : procédés biologiques extensifs Site internet n°01

III.1.4. Traitements tertiaires

Les traitements complémentaires appelés aussi tertiaires, avancés, ou de finissage, sont des procédés qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique ou un traitement physico-chimique.

On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire du milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate de l'eau épurée (par exemple comme eau industrielle ou agricole) ou indirecte (rejet, réalimentation de nappe, etc...) (BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009).

Ces procédés ont pour but :

- l'élimination de l'azote et du phosphore ;
- la désinfection ;
- l'amélioration générale de la qualité de l'eau (DBO₅, DCO, couleur, etc.)

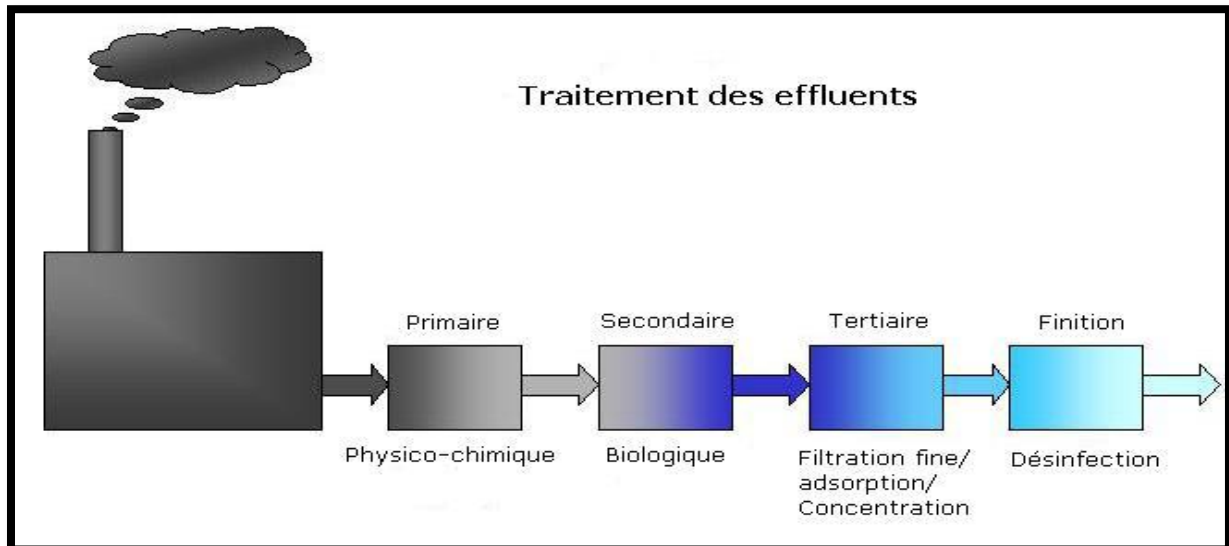


Figure n°19 : traitement des eaux usées Site internet n°02

III.1.4.1.Élimination de l'azote

L'azote contenu dans les eaux usées peut être éliminé par voie biologique ou physico-chimique. Les procédés physico-chimiques comprennent essentiellement la chloration, l'électrodialyse, les résines échangeuses d'ions.

Ces procédés ne sont pas applicables en traitement des eaux résiduaires urbaines en raison de leurs faibles rendements et de leurs coûts prohibitifs.

Ce sont les procédés biologiques qui sont les mieux adaptés au traitement de l'azote des eaux usées domestiques en raison de leur facilité de mise en œuvre, de leur coût modéré et de la possibilité de combiner l'élimination des pollutions carbonées et azotées (**BENZAOUI et ELBOUS, 2009**).

III.1.4.2. Elimination du phosphore :

Le phosphore peut se présenter sous différentes formes :

- Phosphore organique insoluble contenu dans le matériel cellulaire végétal ou animal ;
- Ortho phosphates dissociés (sucres phosphatés, phospholipides, etc..) ;
- Phosphates inorganiques condensés (pyrophosphates, tripolyphosphates, trimétaphosphates) (OUALI MS, 2001).

Deux grandes catégories de techniques peuvent être utilisées pour la déphosphoration, soit des techniques physico-chimiques ou biologiques (AZZOUZZI M. et AIT YOUNS O, 2012).

a) - Principe de la déphosphatation biologique

Le principe de la déphosphatation biologique consiste à utiliser le relargage du phosphore comme moyen permettant d'obtenir par la suite son assimilation forcée par les bactéries déphosphatantes. Ainsi, dans une boue activée déphosphatante, la teneur en phosphore organique peut atteindre 8 à 10 % par gramme de biomasse. Pour mettre en œuvre ce procédé, il faut exposer les bactéries à une alternance de conditions anaérobies (absence d'oxygène et de nitrate) et aérobies. Il faudrait alors ajouter un bassin anaérobie en tête de notre procédé même s'il existe différentes configurations possibles (AZZOUZZI M. et AIT YOUNS O, 2012)

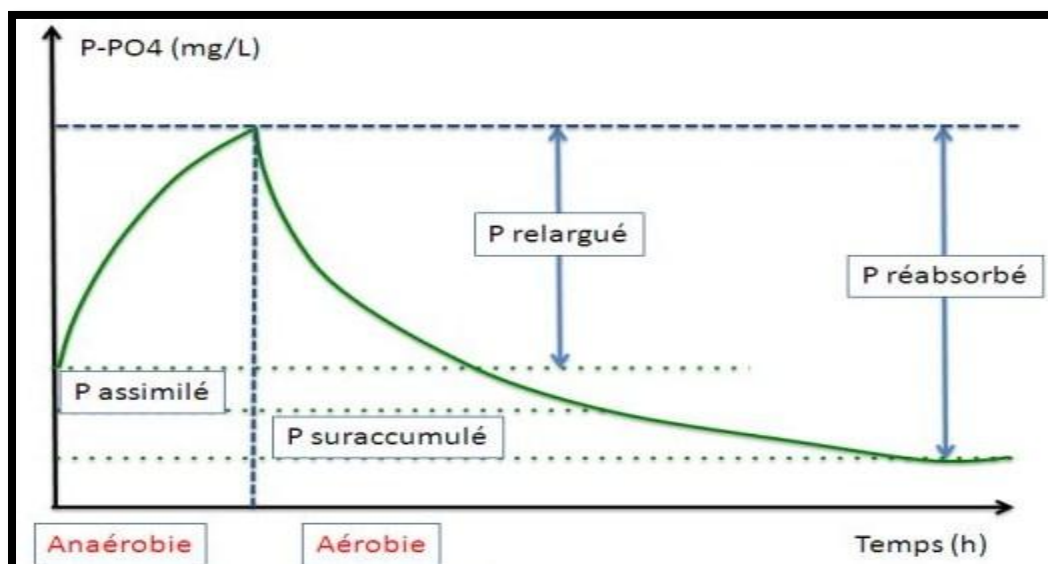


Figure n°20 : Élimination biologique du phosphore Site internet n°04

b)- Principe de la déphosphatation chimique

Le principe de ce traitement repose sur une précipitation du phosphore soluble par ajout d'un sel métallique (sel de fer, d'aluminium, ou de calcium). On obtient alors des précipités insolubles de phosphates métalliques séparés de l'eau par décantation **Site internet n°4**.

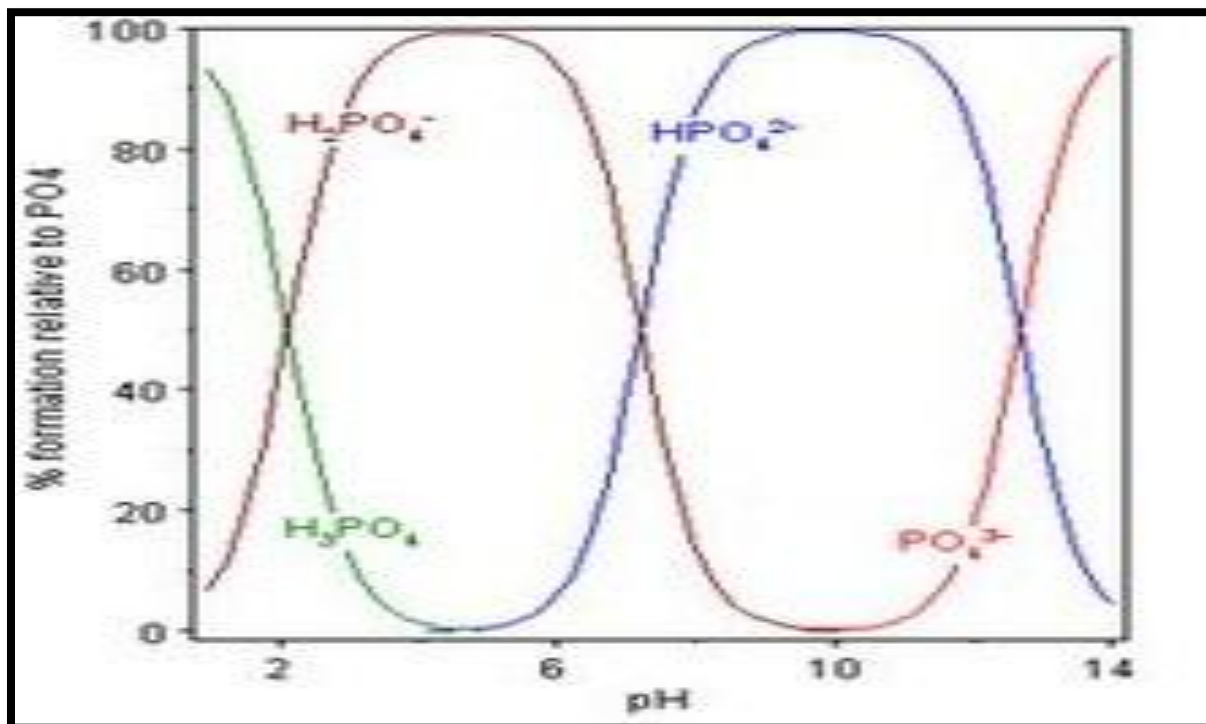


Figure n°21 : Élimination chimique du phosphore Site internet n°04

III.1.4. 3. La désinfection

Les eaux usées domestiques (eaux vannes et ménagères) et les eaux de ruissellement urbain, contiennent tous les agents susceptibles de déclencher des maladies transmissibles. Ce sont les micro-organismes pathogènes qui se distribuent dans les classes génériques ci-après :

- Bactéries (*Salmonella*, *Pseudomonas*,...),
- Virus (*Enterovirus*, *Réovirus*,...),
- Parasites (Protozoaires, Champignons et levures).

Les traitements usuels abattent partiellement les teneurs en ces agents, d'où la nécessité de désinfecter ces eaux avant leur rejet. Une désinfection n'a de sens que si l'eau est préalablement bien épurée et clarifiée.

Il existe plusieurs moyens pour désinfecter les eaux usées, mais, en pratique, les seuls couramment utilisés aujourd'hui sont la chloration, l'ozonation, le rayonnement ultraviolet et le lagunage (BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009).

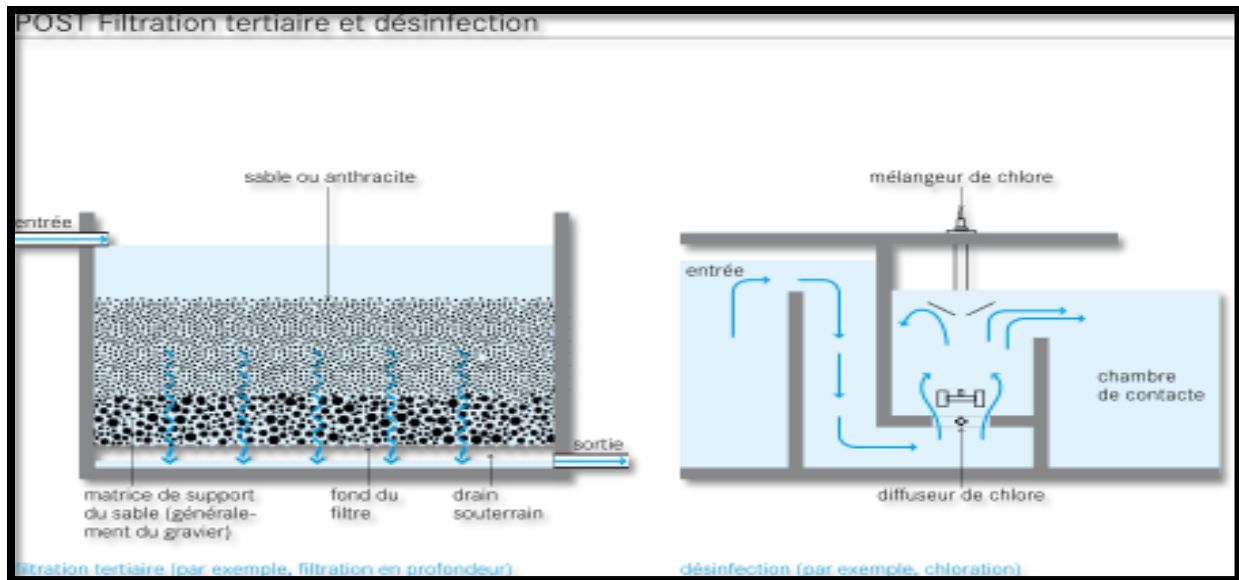


Figure n°22 :Filtration tertiaire et désinfection Site internet n°03

III.2.Qu'est- ce que Eutrophisation ?

L'eutrophisation est un processus naturel et très lent, par lequel les plans d'eau reçoivent une grande quantité d'éléments nutritifs (notamment du phosphore et de l'azote), ce qui stimule la croissance des algues et des plantes aquatiques. Ce processus, se déroule normalement sur une période allant de plusieurs milliers à quelques dizaines de milliers d'années. Cependant, les activités humaines l'ont accéléré dans de nombreux lacs en augmentant la quantité d'éléments nutritifs qui leur parviennent, provoquant des changements dans l'équilibre de ces écosystèmes aquatiques.

Au delà de la conséquence sur les concentrations en oxygène dans l'eau, la pollution organique a pour effet majeur d'eutrophiser les milieux aquatiques, c'est-à-dire de les enrichir en nutriments (azote, phosphore). Ces conditions favorisent le développement surabondant de certaines espèces d'algues, modifiant complètement le fonctionnement de l'écosystème. On parle de dystrophisation. Ces déséquilibres provoquent une diminution de la biodiversité et entraînent un risque de production de toxines par certaines algues (ANDRE H, 2002).

L'eutrophisation des eaux entraîne le développement surabondant de certaines algues.



Figure n°23 : Rivière en eutrophie (ANDRE H, 2002)

Le phénomène d'eutrophisation se manifeste par une augmentation de la biomasse Phytoplantoniques dans la colonne d'eau qui, en se décomposant peut entraîner une désoxygénation des eaux. Parmi cette biomasse algale se développent des algues Phytoplantoniques, en majorité non siliceuses, donc certaines émettent des toxines qui peuvent être dangereuses pour la faune marine (poissons, coquillages,...) et pour les consommateurs (ANDRE H, 2002).

III.2.1.L'eutrophisation, des impacts environnementaux et socio-économiques

L'eutrophisation constitue une menace pour l'environnement mais également pour l'économie et la santé humaine. Les activités comme le tourisme, la pêche, l'industrie ou l'agriculture peuvent être impactées. Dans le cadre d'une trop forte concentration en nitrates dans l'eau, sa consommation peut être toxique et plus particulièrement pour les nourrissons*.

Les matières organiques présentes dans le milieu peuvent occasionner des désordres digestifs liés à l'ingestion de bactéries*, en cas de baignade par exemple (ANDRE H, 2002).

➤ **Des actions à mettre en place par tous !**

D'importants efforts sont menés pour diminuer la présence de ces macropolluants (nitrates et phosphates) dans l'eau de nos rivières et étangs (**BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009**).

D'une part, des actions concernant les sources de pollutions agricoles sont mises en place :

- le recyclage des effluents agricoles, c'est-à-dire les eaux de lavage et de rinçage d'élevage ou encore viti-vinicoles,
- l'adoption d'une gestion raisonnée des engrais,
- la préservation et la restauration des sols afin de limiter le ruissellement des polluants dans nos milieux aquatiques.

D'autre part, la pollution provenant des usages domestiques et industrielles peut également être réduite au travers des systèmes d'assainissement, du traitement des eaux usées mais également en travaillant à la source en limitant les produits ménagers contenant des macropolluants et en évitant le "tout à l'égout" (**BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009**).

III.3. Conclusion

L'intérêt porté à l'assainissement et la réalisation d'ouvrage d'épuration vise la dépollution des eaux usées et la protection du milieu naturel.

Différents procédés sont mis en œuvre, mais l'épuration biologique reste la prédominante. Le procédé par boues activé est généralisé car c'est le plus économique que se soit en mise en œuvre ou en exploitation.

Quels que soit les procédés utilisées, ils engendrent une production importante de boue. Cette dernière doit être traitée avant son élimination finale ou sa valorisation.

**CHAPITRE IV- L'ÉPURATION
DES EAUX USÉES PAR
LAGUNAGE AÉRÉ**

1. Introduction

La station d'épuration traditionnelle, à boues activées, s'impose souvent à l'esprit lorsqu'ils 'agit d'épuration des eaux usées. Pourtant, d'autres modes épuratoires existent. Ils s'appuient sur des processus d'autoépuration, se déroulant spontanément dans les étendues d'eau, dans lesquelles les microorganismes dégradent la matière organique et la transforment en élément minéraux. C'est le cas du procédé de lagunage (AERM ,2007).

Dans le procédé de lagunage, l'élimination de la charge polluante est assurée par les communautés de microorganismes de l'eau et des sédiments (algue et bactéries).

Ce procédé qui est très développé dans le monde, reste malheureusement encore peu utilisé dans les pays en développement (AERM ,2007).

IV.1.Définition

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique qui se caractérise par un ou plusieurs bassins de traitement dans lesquelles la charge biodégradable de l'effluent est détruite par voie bactérienne, une partie au moins de ce traitement est réalisé en aérobiose grâce à un apport d'oxygène dissous dans l'eau artificiellement par les aérateurs. Il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne (ARMAND R, 2009).



Figure n°24 : filière de traitement par lagunage aéré site internet n°01

IV.2.Principe de fonctionnement

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène. Dans l'étage d'aération, les eaux usées sont dégradées par des microorganismes qui consomment et assimilent les nutriments. Le principe de base est le même que celui des boues activées avec une densité de bactéries faible et l'absence de recirculation. L'oxygénation est assurée par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. La consommation électrique de chacun de ces deux procédés est similaire à celle d'une boue activée. Dans l'étage de décantation, assuré principalement par une ou deux simples lagunes, les matières en suspensions (amas de microorganismes et de particules piégées) s'agglomèrent lentement sous forme de boues. Ces dernières doivent être régulièrement extraites (**ARMAND R, 2009**).

Le curage est facilité en présence de deux bassins qu'il est possible de by-passer séparément. La floculation des boues est peu prononcée (lagune de décantation à Surdimensionné).



Figure n°25 : Déclivité du terrain permettant la circulation des eaux (AERM ,2007)

Le lagunage aéré se différencie des boues activées par l'absence de maintien d'une Concentration fixée de micro-organismes (pas de recirculation). Cela conduit à prévoir des temps de séjour plus longs, plus favorables à une bonne adaptation du système aux variations de qualité de l'effluent à traiter. Ce procédé a un bon comportement vis-à-vis des effluents dilués ou si les débits ne sont pas bien écrêtés (ACHOURI, 2003).

IV.2.1. Différent type de lagune aéré

Il existe deux formes de lagunage aéré :

IV.2.1.1. le lagunage aéré strictement aérobie

Il faut une aération suffisante pour maintenir le bassin en aérobie et l'ensemble des particules en suspension (AERM, 2007).

IV.2.1.2. le lagunage aéré aérobie/anaérobie facultatif

Il y a formation de dépôt qui évolue en milieu anaérobie. Le premier cas est très peu utilisé car il est grand consommateur d'énergie. La seconde solution est rencontrée plus fréquemment : elle s'apparente au lagunage naturel par l'épuration des eaux usées par échange eau/sédiment (AERM, 2007).

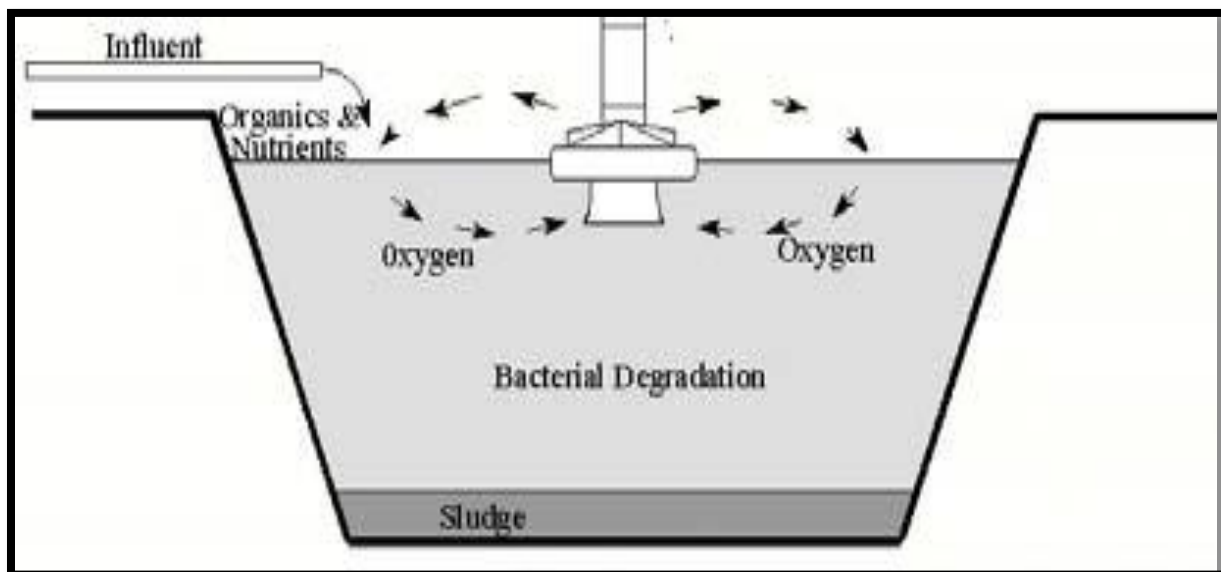
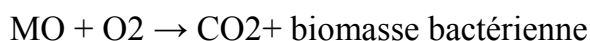


Figure n°26 : processus d'épuration des lagunes (STEP RAS-EL-MA)

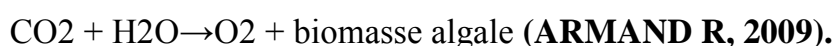
IV.2.2.Principaux mécanismes d'épuration dans la colonne d'eau

Dans tous les cas, l'effluent apporte des nutriments sous forme de sels dissous. Les matières décantables se déposent au fond du bassin pour former les sédiments. Les matières polluantes solubles vont être transformées par l'action des micro-organismes. La colonne d'eau est alors le lieu d'activité aérobie et anaérobie (**DAHO et BREK, 2013**).

Du point de vue chimique, en zone aérobie la matière organique sera décomposée par dégradation biologique ou respiration bactérienne. Une association se crée, les bactéries aérobies consomment les matières organiques solubles en utilisant l'oxygène produit par les algues et fournissent du CO₂ et de la biomasse bactérienne :



Le CO₂ est utilisé par les algues pour réaliser la photosynthèse.



En zone anaérobie l'éclairage est pratiquement nul et la concentration en oxygène tend vers zéro.

La dégradation de la matière organique aboutit à un dégagement de CO₂ et de CH₄ qui vont alimenter en substrat carboné la zone aérobie.

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes.

a)-La nitrification : La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains Micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) (AERM, 2007).

La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH₄) en nitrate (NO₃). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.

b)-La dénitrification : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en Azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu (ARMAND R, 2009).

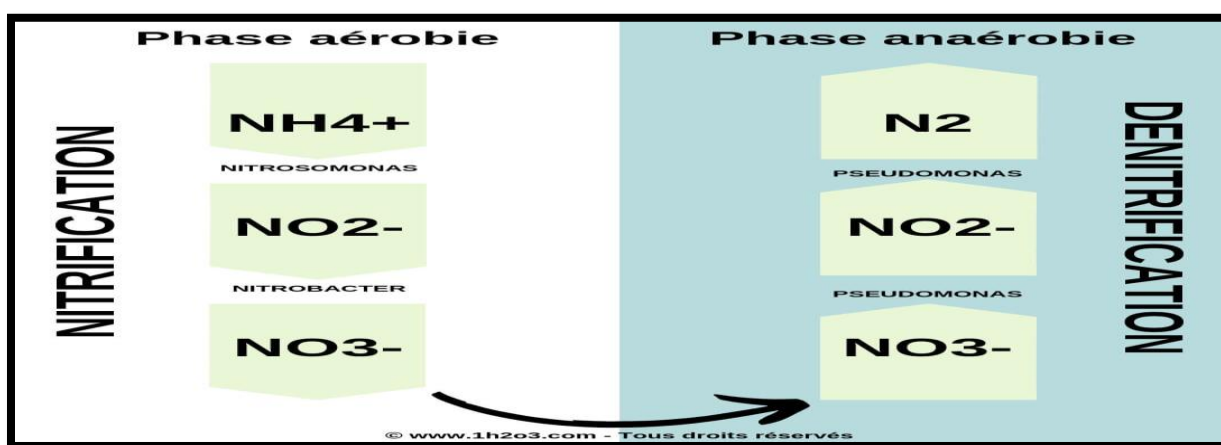


Figure n°27 : étape de nitrification et dénitrification (ARMAND R, 2009)

IV.3.Statistique sur les stations d'épuration en Algérie

L'intérêt de l'épuration des eaux usées en Algérie n'est pas seulement de lutter contre la pollution mais aussi d'assurer une nouvelle ressource en eau qui va soulager la crise de pénurie d'eau surtout dans le domaine de l'irrigation agricole et l'utilisation municipale et industrielle. Par conséquent, d'importants programmes ont été lancés pour protéger les ressources en eaux et la littoral à travers la réalisation des stations d'épuration à bous activées adoptant les processus physico-chimique et biologiques et les stations de lagunages adoptant le principe de phytoremédiation où la dépollution est basée sur les plantes et leur interactions avec le sol et les micro-organismes : plantes supérieures, algues, champignons, associations symbiotiques, associations mycorhysiennes, etc... (GHERIB, 2017).

Tableau n°05: données des stations d'épuration en Algérie (source : ONA, 2014)
(GHERIB, 2017)

Station d'épuration								
Exploitées			En cours de réalisation			A lancer en 2014		
Total	Step	lagune	total	Step	lagune	total	Step	Lagune
108	48	60	27	25	02	16	15	01

En 2014, le nombre de stations d'épuration exploitées en Algérie est de 108 stations (48 stations d'épuration à boues activées et 60 stations de lagunage). Le lagunage basé sur le principe de phytoremédiation couvre 56% de l'effectif des stations exploitées. La phytoremédiation des eaux usées est une technologie qui s'adapte aux contextes climatiques, géologiques et socio-économiques algériens (GHERIB, 2017).

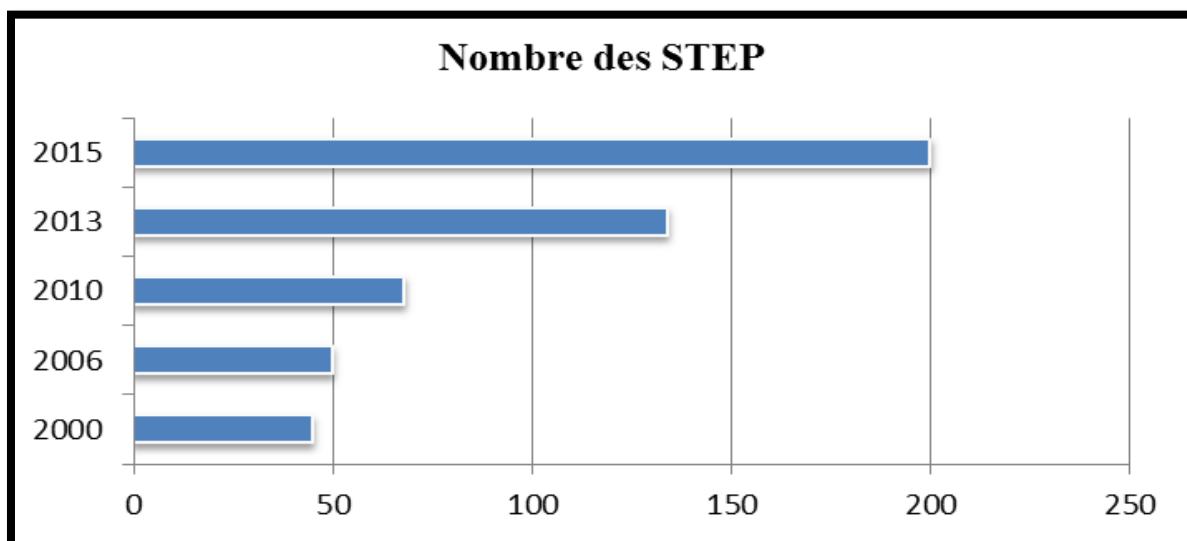


Figure n°28 : Evolution du nombre des STEP et stations de lagunage en Algérie (GHERIB, 2017)

IV.3.1. Situation actuelle des eaux usées et leur réutilisation

En Algérie, les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau, au même titre que les eaux superficielles et souterraines, leur volume annuel est estimé entre 700 et 750 millions de m³ par an, dont plus de 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de plus de 50 000 habitants. La capacité totale de traitement est près de 7 million Evq/H, soit un débit nominal journalier de plus d'un million m³/j (plus de 52% de la population raccordée à un réseau d'assainissement bénéficie d'un traitement d'eau usée). Selon le MRE, plus de 160 millions de m³ d'eaux usées ont été épurées en 2013, pour une population de près de 20 millions d'habitants (GHERIB, 2017).

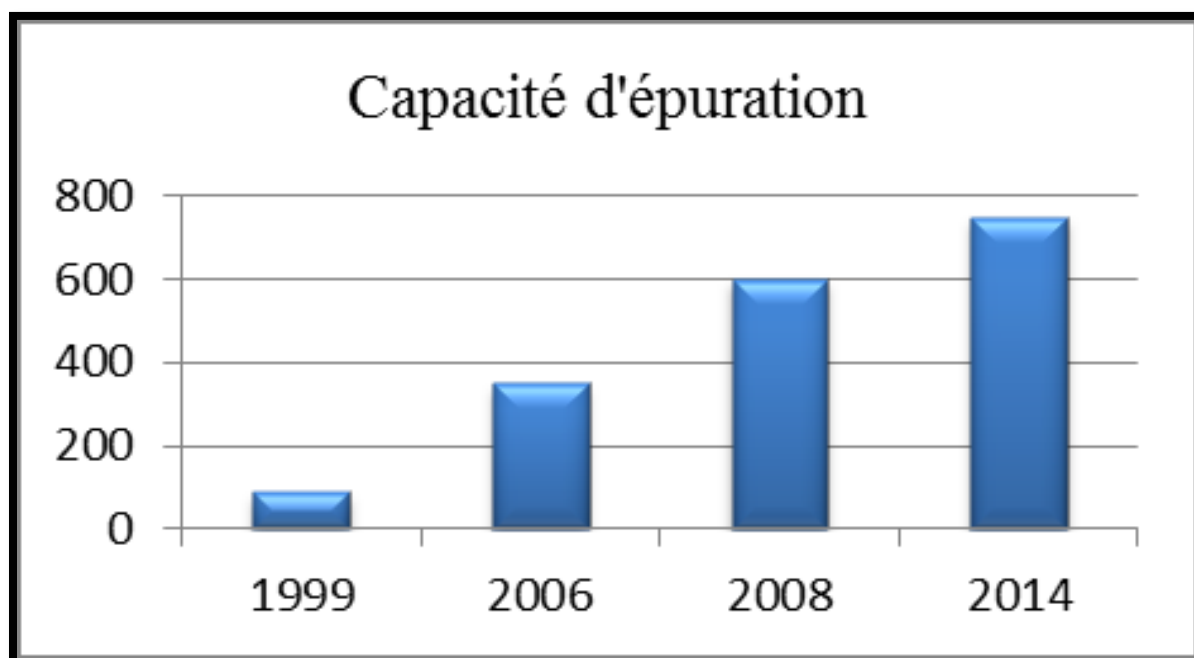


Figure n°29 : Evolution des capacités d'épuration en Algérie (GHERIB, 2017)

IV.3.2. Typologie des stations de lagunage en Algérie

L'application des stratégies des lagunages dans le Domain de traitement des eaux usées domestiques réside dans l'exploitation des stations de lagune naturel, stations de lagunage aéré et stations à filtres plantes. Ce système a jusqu'ici montré des performances épuratoires globalement satisfaisantes. Des multiples facteurs peuvent jouer un rôle important dans le choix de cette technologie comme meilleure solution pour le traitement décentralisé des effluents domestique surtout des petites agglomérations (GHERIB, 2017).

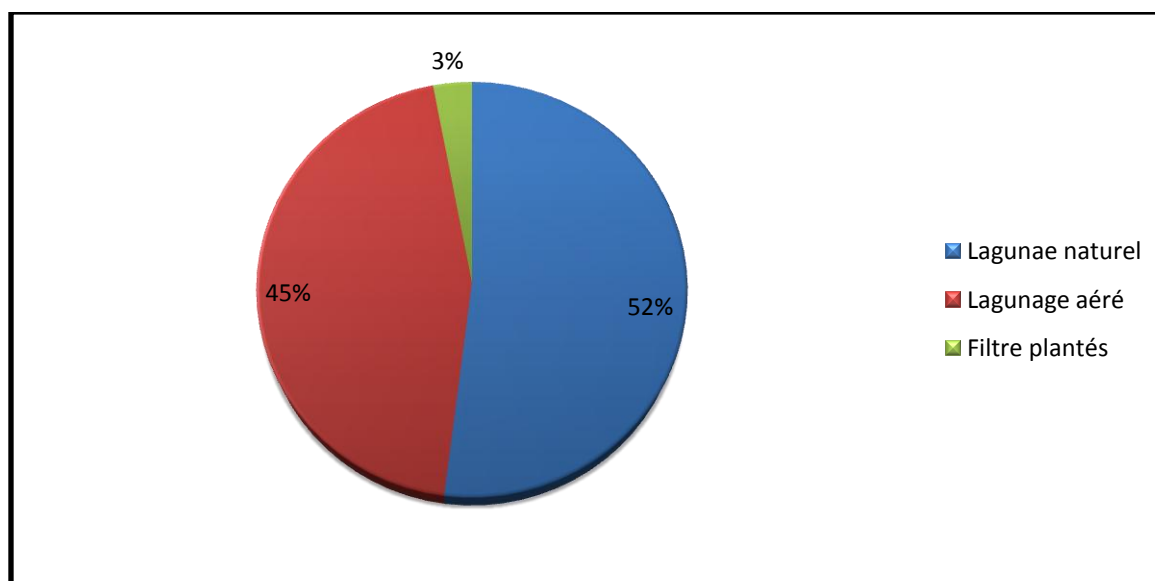


Figure n°30 : Typologie des stations de lagunage en Algérie (GHERIB, 2017)

IV.4. Les facteurs intervenants dans l'épuration par lagunage aéré

L'épuration dans ces bassins de lagunage aéré dépend de plusieurs facteurs que sont d'ordre, physico-chimique, climatique et biologique.

IV.4.1. Les facteurs physiques et chimiques

IV.4.1.1. La géométrie et la conception

La forme des bassins doit être hydrodynamique pour faciliter la circulation des effluents et éviter aussi les zones mortes. La profondeur agit directement sur la pénétration de la lumière qui favorise la photosynthèse.

Le volume des bassins permet avec les débits de fixer un temps de séjour optimum dépendant de la charge admise et de la dépollution souhaitée (**LABADI et MOUKAR, 2010**).

IV.4.1.2. Le temps de séjour

Le temps de séjour désigne le temps nécessaire que doivent séjourner les eaux usées dans chaque bassin pour permettre leur épuration. Il varie en fonction des conditions climatiques et donc indirectement affecte les rendements attendus.

Les fortes évapotranspirations rencontrées pendant les saisons chaudes peuvent augmenter considérablement le temps de séjour et, par voie de conséquence, le rendement. Le gel d'une tranche d'eau supérieure en hiver, au contraire, réduit le temps de séjour (**BAUDOT ET PERERA, 1991**).

IV.4.1.3. Le pH

Le pH est un facteur très important qui conditionne le pouvoir épuratoire. Le pH le plus favorable à la vie aquatique se situe entre 6,5 et 8,5. Tout abaissement ou toute élévation excessive de pH entraînera des modifications de l'équilibre ionique. L'activité photosynthétique entraîne des fortes variations de pH, celui-ci peut monter jusqu'à 9.8 de jour en été, du fait de la consommation de CO₂ par les algues, l'activité anaérobie vient équilibrer cette alcalinité au moyen des acides volatiles entraînent une chute de pH suivit de l'inhibition de la production de CH₄ et l'échappement de produits odorants (**ACHOURI, 2003**).

IV.4.1.4. La charge organique

La charge organique a son poids dans le pouvoir épuratoire. Il faut la choisir de façon à répondre aux exigences des micro-organismes sans dépasser le seuil de surcharge ou un manqué de charge (**DAHO et BREK, 2013**).

IV.4.1.5. Oxygène dissous

Le taux d'oxygène dissous dans l'eau est un facteur très important pour une bonne épuration des effluents pour éviter certaines nuisances (couleurs, odeurs,...), cet oxygène du milieu lagunaire est assuré d'une part par l'action photosynthétique des algues, et d'autre part par l'atmosphère à travers l'interface air-eau de la lagune. En France, les maxima semblent être de l'ordre de 30mg/l en climat extrême mais peuvent atteindre 20mg/l en période ensoleillée (**ACHOURI, 2003**).

IV.4.2. Les facteurs climatiques

Les facteurs climatiques jouent un rôle très important dans l'épuration par lagunage car cette technique de traitement est soumise à l'action des agents atmosphériques, qui influent directement sur la vitesse de dégradation de la charge organique et le développement bactérien (ACHOURI, 2003).

IV.4.2.1. Radiations solaires

Les rayons solaires ultraviolets possèdent des propriétés germicides importantes qui les font souvent considérer comme des bons agents naturels de désinfection. L'importance exacte que ces radiations jouent effectivement dans l'élimination des germes dans les bassins de lagunage est cependant difficile à évaluer (IDDER, 1998).

IV.4.2.2. Température

Les variations de température du milieu lagunaire influent sur le bon fonctionnement de la lagune puisqu'elles affectent la production d'oxygène par photosynthèse et agissent sur le mécanisme de croissance et de survie des micro-organismes qui peuplent ces bassins.

L'optimum de production d'oxygène se situe vers 20°C. Le lagunage ne peut fonctionner normalement qu'entre 5°C et 35°C.

Des températures très basse (<5°C), s'accompagnant ou non de formation de glaces superficielles arrêtent la photosynthèse, la lagune passe alors en anaérobiose.

Des températures supérieures à 35°C entraînant une diminution de la vitesse de la photosynthèse. Par contre, l'activité bactérienne et corrélativement la demande en oxygène augmentent ; ce qui peut provoquer un passage vers l'anaérobiose (ACHOURI, 2003).

IV.4.2.3.Évaporation

L'évaporation est un phénomène important essentiellement en été conjuguée à une infiltration intense, elle influence le bon fonctionnement des lagunes et doit être prise en compte lors des calculs de dimensionnement des différents bassins car elle diminue la quantité des effluents à traiter et augmente le temps de passage (**ACHOURI, 2003**).

IV.4.2.4.Le vent

Le vent cause des turbulences qui assurent un brassage de la masse d'eau et favorise l'oxygénation et la répartition de la température des eaux dans les bassins, mais qui peuvent aussi dégrader les digues par batillage. Il permet également le renouvellement de la pellicule d'air située immédiatement au-dessus de la surface d'eau évaporant et collabore aux échanges d'azote sous forme de N_2 ou de NH_3 (**ACHOURI, 2003**).

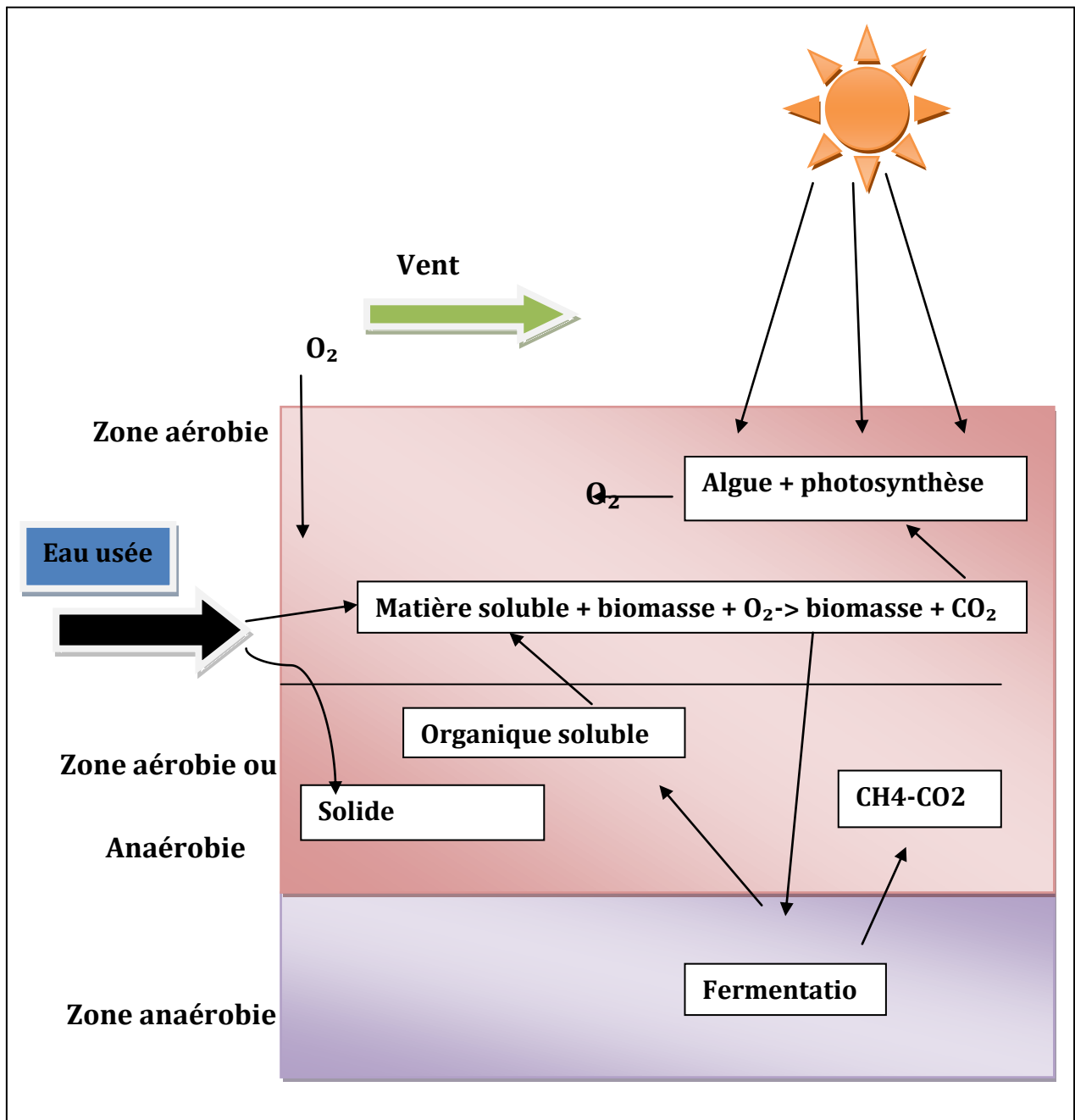


Figure n°31 : les processus d'épuration des lagunes (STEP RAS-EL-MA)

IV.4.3. Les facteurs biologiques

IV.4.3.1. Les bactéries

Ce sont des micro-organismes pouvant consommer une grande partie de la matière organique. Ils rejettent dans le milieu des produits de dégradation, sous forme de gaz carbonique et de matières solubles. Il existe deux types de bactéries :

- ✓ Anaérobies : elles peuvent se développer en l'absence d'oxygène ;
- ✓ Aérobie : elles ont besoin d'oxygène pour vivre.

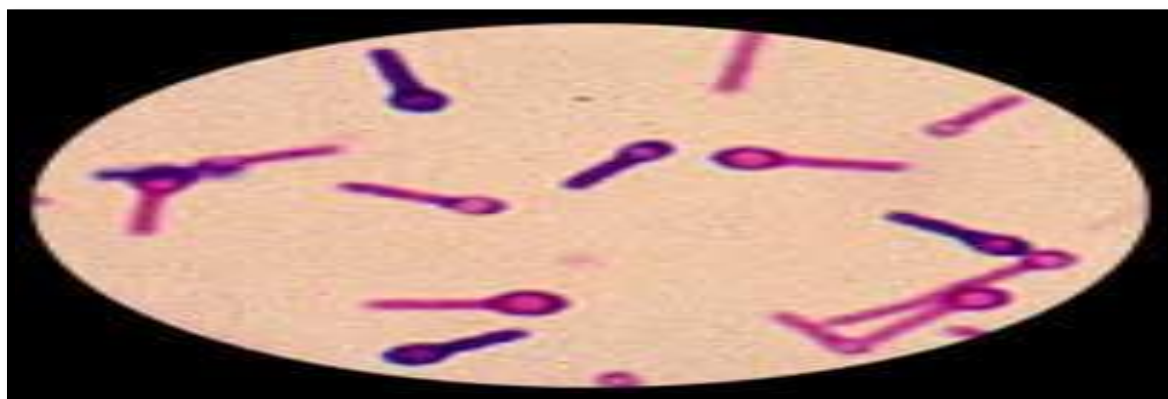


Figure n°32 : bactéries anaérobies strictes site internet n °02

Dans les lagunes, les premières se retrouvent dans les fonds des bassins et dans les vases ; et les secondes dominent dans la pleine-eau, elles utilisent principalement pour leur respiration, l'oxygène généré par l'activité des algues microscopiques en suspension dans l'eau.

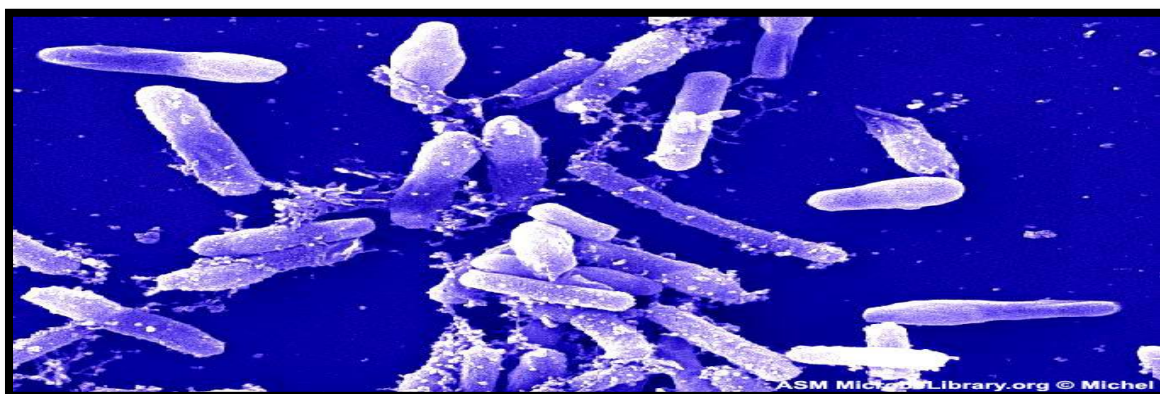


Figure n°33 : bactérie aérobie sporulées site internet n°01

IV.4.3.2. Les algues

Ce sont des plantes microscopiques qui utilisent la lumière solaire pour leur photosynthèse, rendue possible par la présence de chlorophylle qui donne la couleur verte aux bassins de lagunage (BONDO ET PIETRASANTA, 1994).

Les algues se développent à la lumière en prélevant dans l'eau du gaz carbonique et des sels minéraux, et en y rejetant de l'oxygène.

Les algues sont ainsi les principaux producteurs d'oxygène des lagunes, cette production se fait essentiellement dans la couche d'eau superficielle (20-50 cm) (ACHOURI, 2003).

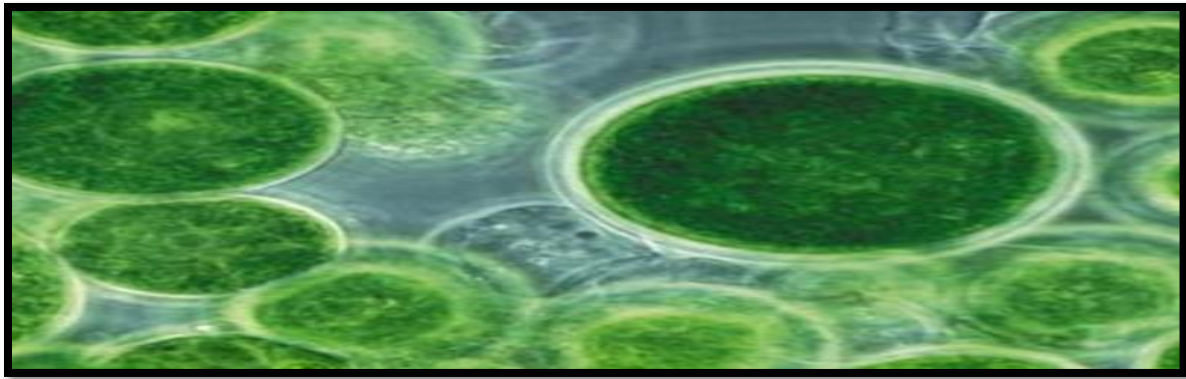


Figure n°34 : Culture du phytoplancton (micro-algues) site internet n°03

IV.4.3.3.Le zooplancton

Ce terme regroupe les animaux microscopiques ou de petite taille, qui se trouvent dans l'eau des bassins. Ces espèces contribuent à la clarification de l'eau, en se nourrissant de particules en suspension : matière organique, bactéries, algues. Leur activité est importante en période chaude et dans les bassins les moins chargés (**Actu-Environnement, 2003**).



Figure n°35 : le zooplancton marin du Liban site internet n°03

IV.4.3.4. Le phytoplancton

Représenté essentiellement dans le lagunage naturel, par des algues qui sont des plantes microscopiques mono ou pluricellulaires dont la taille varie entre 1 à 2 μ m et 500 μ m. Elles peuvent être planctoniques (dispersées dans la masse d'eau), benthiques (déposées à la surface des sédiments) ou épiphytiques (fixées sur des supports immergés). Les algues jouent un rôle multiple et complexe dans le processus d'épuration des eaux usées. Dans le lagunage naturel, l'activité algale intense qui s'y développe en été s'accompagne d'une augmentation de pH suite à l'assimilation photosynthétique du gaz carbonique (ACHOURI, 2003).

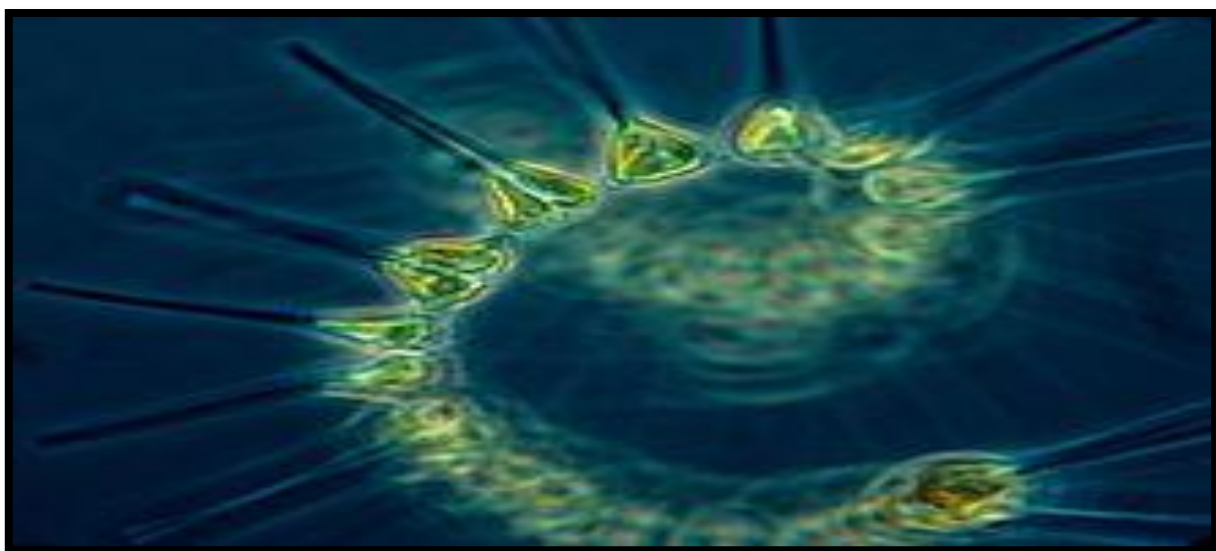


Figure n°36 : schéma de phytoplancton site internet n°03

IV.5. Classification des lagunes

Il y a plusieurs type des bassins de lagunage sont classés en fonction de l'environnement biologique prédominant existe ou selon leur type de végétation.

IV.5.1. Classification en fonction de l'environnement biologique

En fonction de l'environnement biologique on distingue les types de lagune suivent :

IV.5.1.1. Lagune aérobie

Les étangs aérobies servent à accélérer la décomposition des matières organiques par les bactéries aérobies et facultatives, et favoriser la croissance des algues pour éventuellement produire des protéines. Dans ce type de bassins, la profondeur est très faible (0.2 à 0.5m) afin de permettre à la lumière du soleil de pénétrer dans toute la profondeur et d'avoir de l'oxygène dissous dans toute colonne d'eau. L'utilisation des étangs aérobies se limite généralement aux régions ensoleillées et chaudes, là où il n'y a aucun risque de couverture glacée (**L'UNESCO, 2008**).

IV.5.1.2. Lagune anaérobie

Les lagunes anaérobies sont utilisées en tête d'installation dans le cas d'un effluent concentré, qui en plus d'une décantation primaire, sont le siège d'un traitement bactérien anaérobie d'autant plus efficace que la température est élevée (**ACHOURI, 2003**).

La lagune anaérobie bassin profond (profondeur de l'ordre de 3 à 4 m) dans lequel s'établit un processus de fermentation anaérobie allant jusqu'à la méthanisation et entraînant un abattement partiel de la matière organique soluble. Le temps de séjour de l'eau y est de l'ordre de 3 à 10 jours sous nos climats selon les objectifs (**RACAULT, 1997**).

IV.5.1.3. lagune facultative

La lagune facultative est un bassin peu profond (1 à 1,5 m localement) comportant une zone anaérobie en fond de bassin et une zone aérobie en surface dont l'épaisseur varie en fonction des conditions météorologiques et suivant la saison. Le temps de séjour est de 15 à 30 jours (RACAULT, 1997).

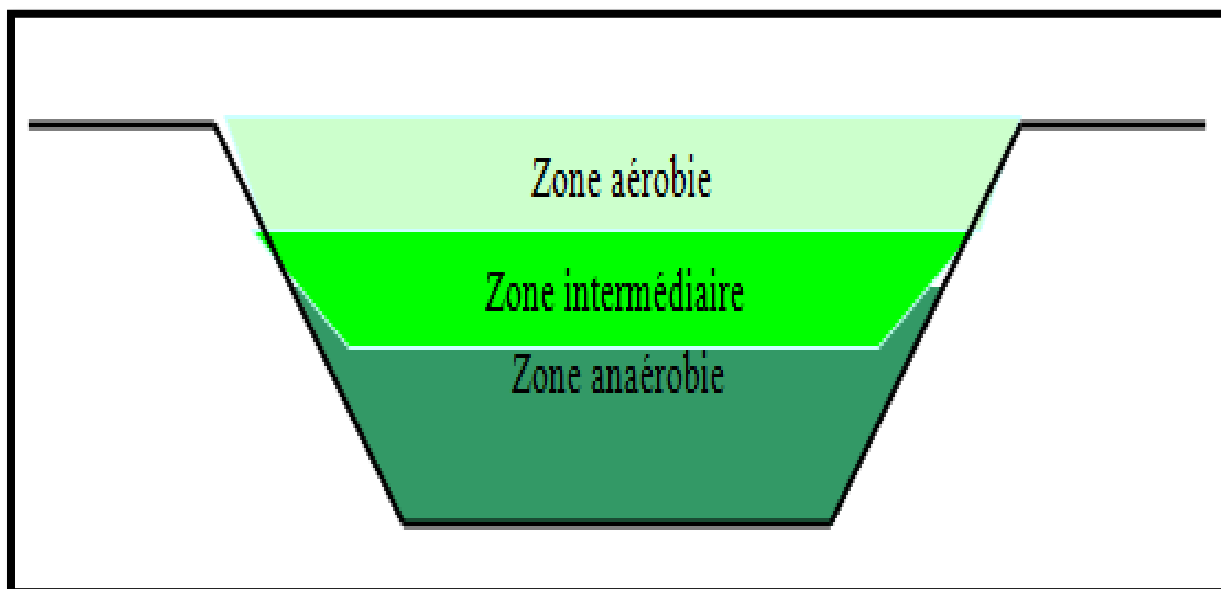


Figure n°37 : schéma de lagune facultative site internet n°01

IV.5.1.4. Lagune de maturation

La lagune de maturation concerne un bassin peu profond (environ 1 m) où la faible charge organique appliquée permet, en période diurne, l'établissement d'une zone aérobie couvrant une large fraction de la hauteur d'eau. L'objectif de cette lagune est de détruire les microorganismes pathogènes. Leur temps de séjour varie entre 4 à 12 jours (RACAULT, 1997).

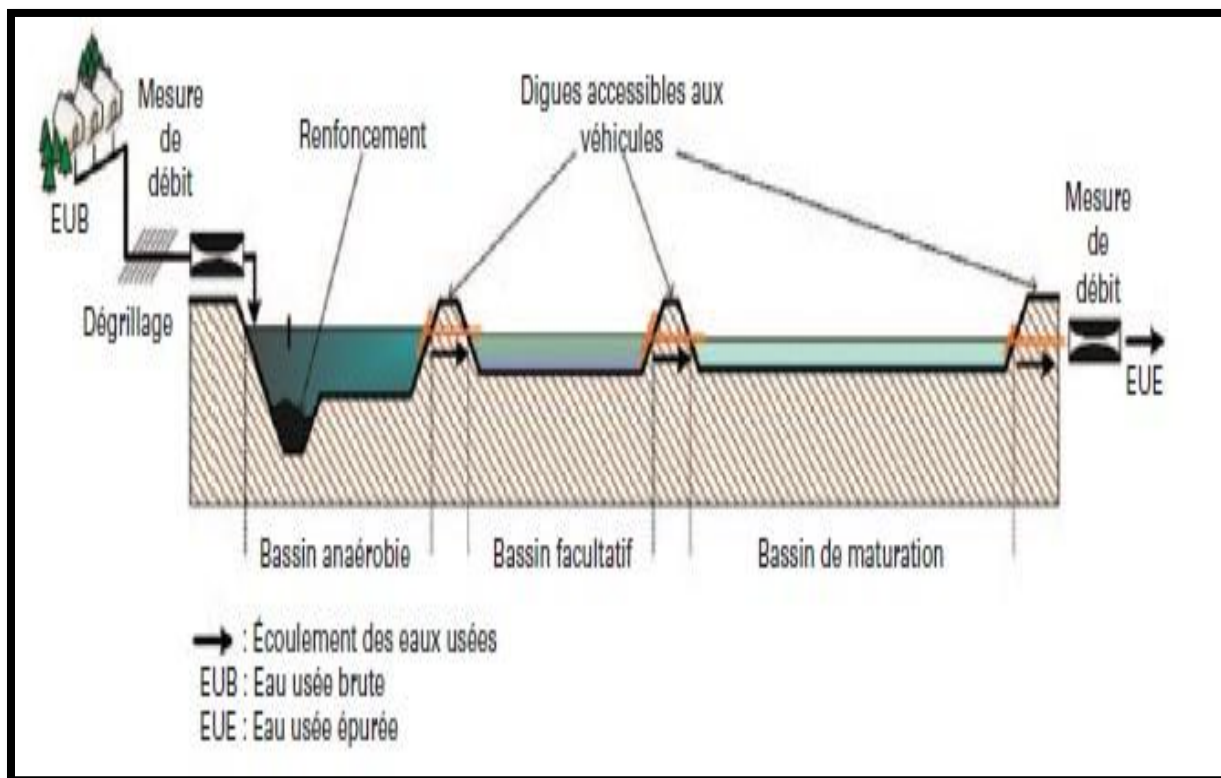


Figure n°38 : schéma général de lagunage site internet n°02

IV.5.2. Classification selon les types de végétation

On peut classer les lagunes selon leur type de végétation a :

IV.5.2.1. Lagune à microphytes

Ce sont des bassins à biomasse végétale constituée par des algues microscopiques nommées phytoplanctons. Ces algues bleues, vertes ou brunes produisent l'oxygène dissous O_2 ; leur peuplement varie en fonction de plusieurs facteurs, tels que la profondeur de l'eau, la température, la charge organique, etc. Ce type de bassin est caractérisé par une faible profondeur et un long temps de séjour (ACHOURI, 2003).

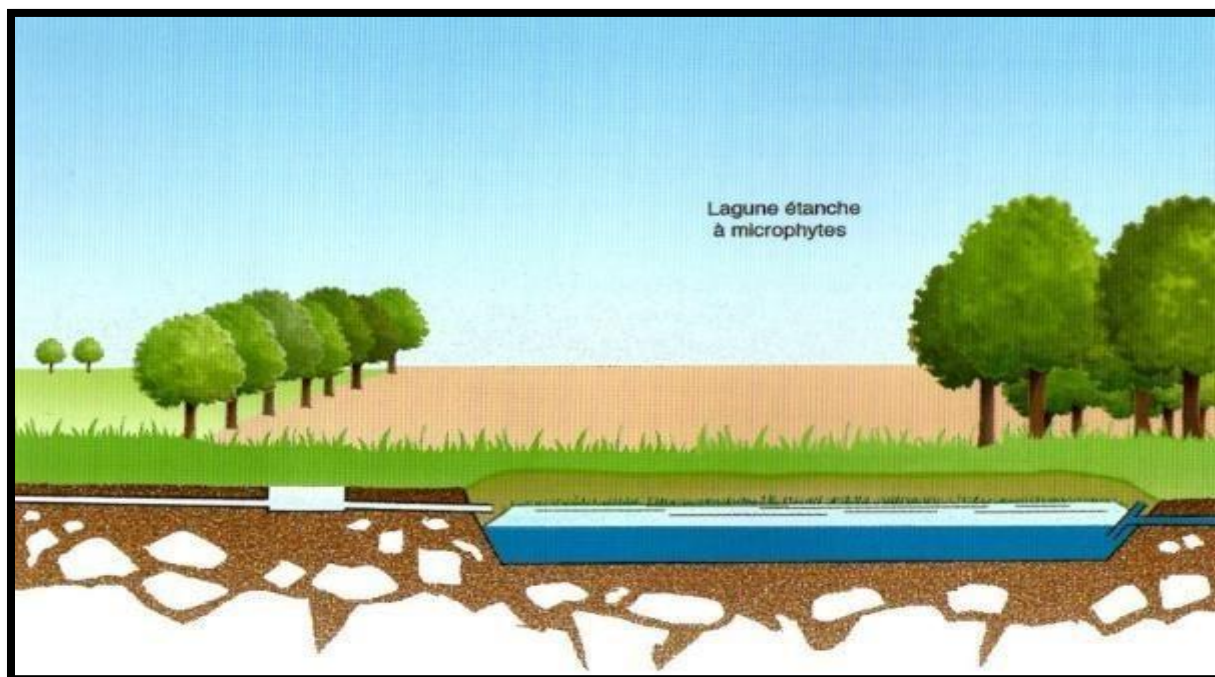


Figure n°39 : schéma de lagunes microphytes site internet n°02

IV.5.2.2. Lagunes à macrophytes

Les lagunes à macrophytes se situent généralement en position finale d'un système D'épuration par lagunage. Il est caractérisé par la présence de plantes visibles à l'œil nu, il est constitué de plantes immergées ou émergées, enracinées ou non telles que les roseaux, les massettes, les joncs, les scirpes, les laïches, les lentilles d'eau ou les jacinthes d'eau... Les bassins sont alors généralement de plus faible surface et moins profond (0,6 à 0,8 m) où la charge polluante est plus faible (ACHOURI, 2003).

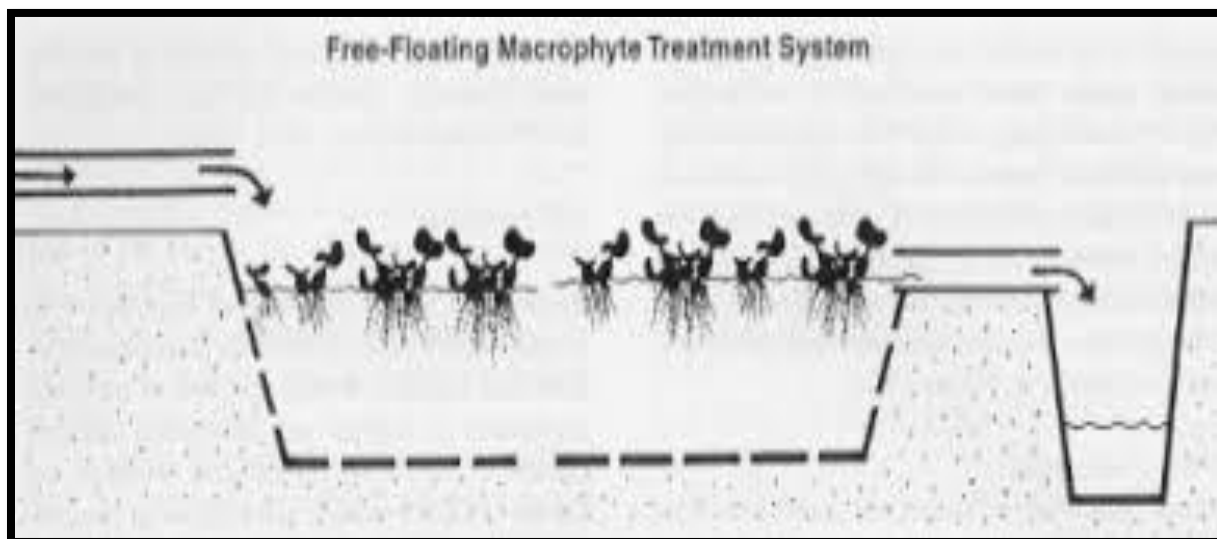


Figure n°40 : schéma de lagunes macrophytes (ACHOURI, 2003)

IV.5.2.3. Lagunes composites (mixte) :

Ce type des bassins fait associer une partie composée des microphytes et une partie plantée en macrophytes, pour pouvoir assurer un faucardage régulier des végétaux il faut bien dimensionner, aménager et localiser les zones de plantées (ACHOURI, 2003).

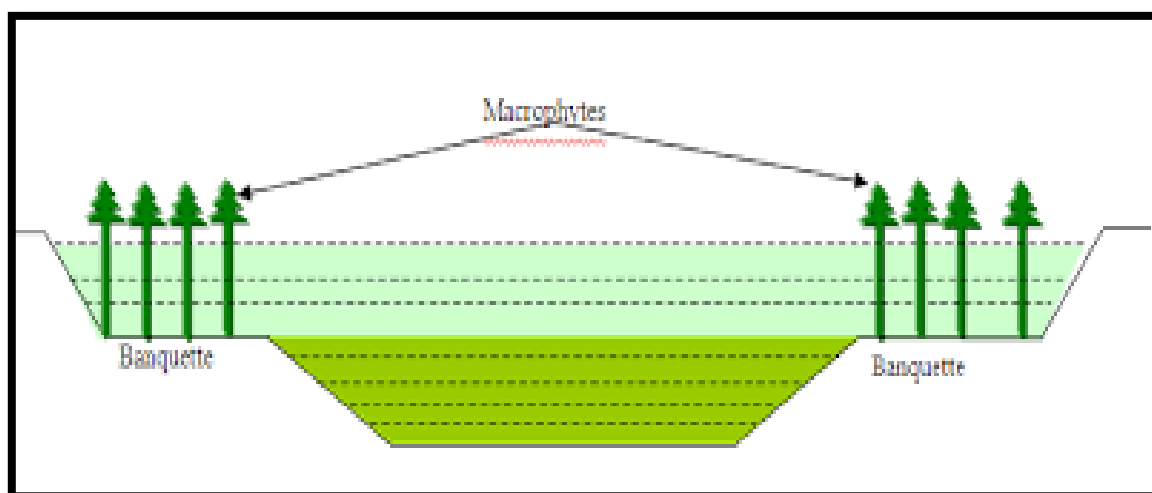


Figure n°41 : schéma de lagunes composites (mixte) (ACHOURI, 2003)

IV.6. Dysfonctionnement du lagunage aéré:

Le problème de dysfonctionnement attribué à des causes diverses (surcharge, nature des effluents, lentilles d'eau, défaut d'entretien,...).

IV.6.1. Détection des dysfonctionnements et conséquences:

Deux indicateurs étroitement liés signalent que le bassin de tête subit une crise dystrophique: l'apparition d'odeurs nauséabondes et le changement de couleur (ou virage) du plan d'eau.

Parmi les dysfonctionnements on cite :

- La disparition des algues et la prédominance des bactéries provoquent l'apparition d'une couleur brune, grise. Le bassin devient complètement anaérobie favorisant les Métabolismes réducteurs avec dégagement notamment d'H₂S, et donc d'odeurs.

- Lorsque la concentration en H₂S est forte, le développement des bactéries Photosynthétiques du soufre prédomine et le bassin prend une couleur rouge, rose, ocre ou marron. A ce stade, on note une baisse des odeurs puisque le soufre est consommé.

-La coloration verte traduit un retour à une situation normale.

-La couleur rouge peut induire un abaissement du rendement global de l'installation, l'épuration étant alors davantage réalisée par les bassins suivants (**RACAULT, 1997**).

IV.6.2. Causes de dysfonctionnement:

Les causes de dysfonctionnement sont plusieurs parmi lesquelles on distingue:

IV.6.2.1. Taux de charge

Les surcharges permanentes sur le premier bassin (> 10 g DBO₅ / m². j) s'accompagnent de dysfonctionnements plus prolongés, pouvant apparaître à n'importe quelle saison. Les surcharges saisonnières (périodes estivales) sont aussi responsables de dysfonctionnements (**RACAULT, 1997**).

IV.6.2.2. Nature des effluents

La concentration de l'effluent brut est un facteur prépondérant du dysfonctionnement des bassins, par ce que cette technique est plutôt mieux adaptée au traitement d'effluents peu concentrés ($DBO_5 < 300$ mg/l en moyenne annuelle).

L'apport d'eaux usées concentrées s'accompagne presque inmanquablement d'un passage en anaérobiose avec émission d'odeurs, et d'un virage de couleur des bassins (RACAULT, 1997).

IV.6.2.3. facteurs saisonniers

La plupart des cas (69 %) répertoriés de dysfonctionnement apparaissent en automne-hiver. Le vent y jouant en particulier un rôle généralement plus important que sur les bassins de petite taille. L'oxygénation naturelle de surface peut atténuer le risque d'anaérobiose des bassins en hiver (RACAULT, 1997).

IV.6.2.4. Conception

Plusieurs défauts de conception peuvent être à l'origine du dysfonctionnement, par exemple:

- Le dimensionnement du premier bassin inférieur à 50 % de la surface totale de plan d'eau peut favoriser une surcharge organique locale.
- Une profondeur excédant 1 m favorise la tranche anaérobie.
- Un premier bassin très allongé induisant un fonctionnement partiellement en piston, favorise une surcharge en tête (RACAULT, 1997).

IV.7. Avantages et performances du lagunage aéré:

Le lagunage aéré est reconnu comme un procédé d'épuration efficace, notamment au niveau des charges oxydables (90%). Au niveau de l'azote ammoniacal et des ortho-phosphates, les performances sont plus limitées, de l'ordre de 45 %. Les performances sont fonction de la température (activité des micro-organismes), de la charge appliquée et donc de la dilution des eaux entrantes (AERM, 2007). Selon Dietteet VIMONT (2007), le lagunage à haut rendement nécessite une action associée des bactéries et des cultures intensives d'algues.

Le lagunage produit une quantité de boues stabilisées (MANSOUS, 2010). D'après ECOSITE(2009), la nécessité de curage des boues, qui sont facilement valorisables, est peu fréquente (environ une fois tous les 10 ans).

Les coûts d'investissement dépendent du prix du terrain et de la nature du sol. Cependant, le lagunage reste une technique épuratoire efficace (Azote, Phosphate, DBO5, DCO, germes pathogènes) bon marché, ne nécessitant pas des constructions dure et coûteuses, où les coûts d'exploitations sont faibles et s'intégrant parfaitement au paysage (BENABDELI K, 2000).

IV.8. Inconvénients du lagunage aéré

Selon UNESCO (2008), ce procédé de traitement présente les principaux

Inconvénients suivants :

- Une emprise au sol importante.
- Des contraintes de nature et de sol et d'étanchéité.
- Une variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée.
- Une élimination de l'azote et de phosphore incomplète.
- Des difficultés d'extraction des boues.
- L'impossibilité d'effectuer des réglages en exploitation.

Par ailleurs le mauvais fonctionnement et l'entretien d'un bassin de lagunage peut produire des odeurs et entrainer le rejet d'un effluent mal épuré qui pourra avoir un effet nocif sur la vie aquatique dans les cours d'eau récepteur.

IV.9. Contraintes d'exploitation

- Contraintes de la nature du sol et d'étanchéité;
- Faucardage des roseaux tous les ans (hiver), s'ils sont présents;
- Passage de l'exploitant une à deux fois par semaine;
- Matière en suspension importante en rejet (organismes planctoniques) problématique pour de petits milieux récepteurs;
- Curage contraignant et coûteux des boues tous les 1 à 5 ans dans le bassin de tête, tous les 10 à 20 ans dans tous les bassins (BENABDELI K, 2000).

IV.10. Comparaison entre le lagunage naturel et le lagunage aéré

a)-Superficie

La superficie nécessaire dans le lagunage naturel est très importante par rapport au lagunage aéré (**DAHO et BREK ,2012**).

b)-Temps de séjour

Le temps de séjour dans le lagunage naturel est très élevé (peut aller jusqu'à 50 jours) par rapport au lagunage aéré (quelques jours) (**DAHO et BREK ,2012**).

c)-Consommation d'énergie

La superficie nécessaire dans le lagunage naturel est très importante par rapport au lagunage aéré (**BENABDELI K, 2000**).

IV.11. Conclusion

Le système d'épuration des eaux usées par lagunage aéré est d'une grande simplicité, lorsque les terrains nécessaires sont disponibles, l'établissement d'un ensemble des bassins de stabilisation présente des nombreux avantages, par rapport à une station conventionnelle, le processus biologique d'épuration par lagunage dépend de plusieurs facteurs (température, vent éclaircissement,..., etc), et le non contrôle de ces facteurs d'épuration et leurs variations dans le temps rend la qualité d'épuration variable suivant la saison.

Deuxième partie :

Expérimental

CHAPITRE I- LAGUNE DE RAS
EL MA

1. Introduction

Les stations dépuration servent à épurer les eaux usées en dégradant le niveau de pollution pour éventuelle réutilisation dans divers domaines industriel, agricole ou recharge des nappes.



Figure n°42 : la STEP de Ras EL Ma (cliché personnel)

I. 1.présentation de la STEP de Ras El ma

La station d'épuration de Ras EL Ma est de type de lagunage aéré. L'office national d'assainissement(O.N.A) a été crée en 23/06/2012 et la station d'épuration mise en service en 04/06/2013.

I.1.1.Mode de fonctionnement de la station d'épuration par lagunage aérée

La filière de traitement retenue est constituée de :

- Station de relevage
- Prétraitement
- Traitement biologique par lagunage aéré au niveau de deux bassins d'aération chaque bassin contient de sept (07) aérateurs
- Bassin De finition
- Chambre de chloration

I.1.2. Plan de lagune

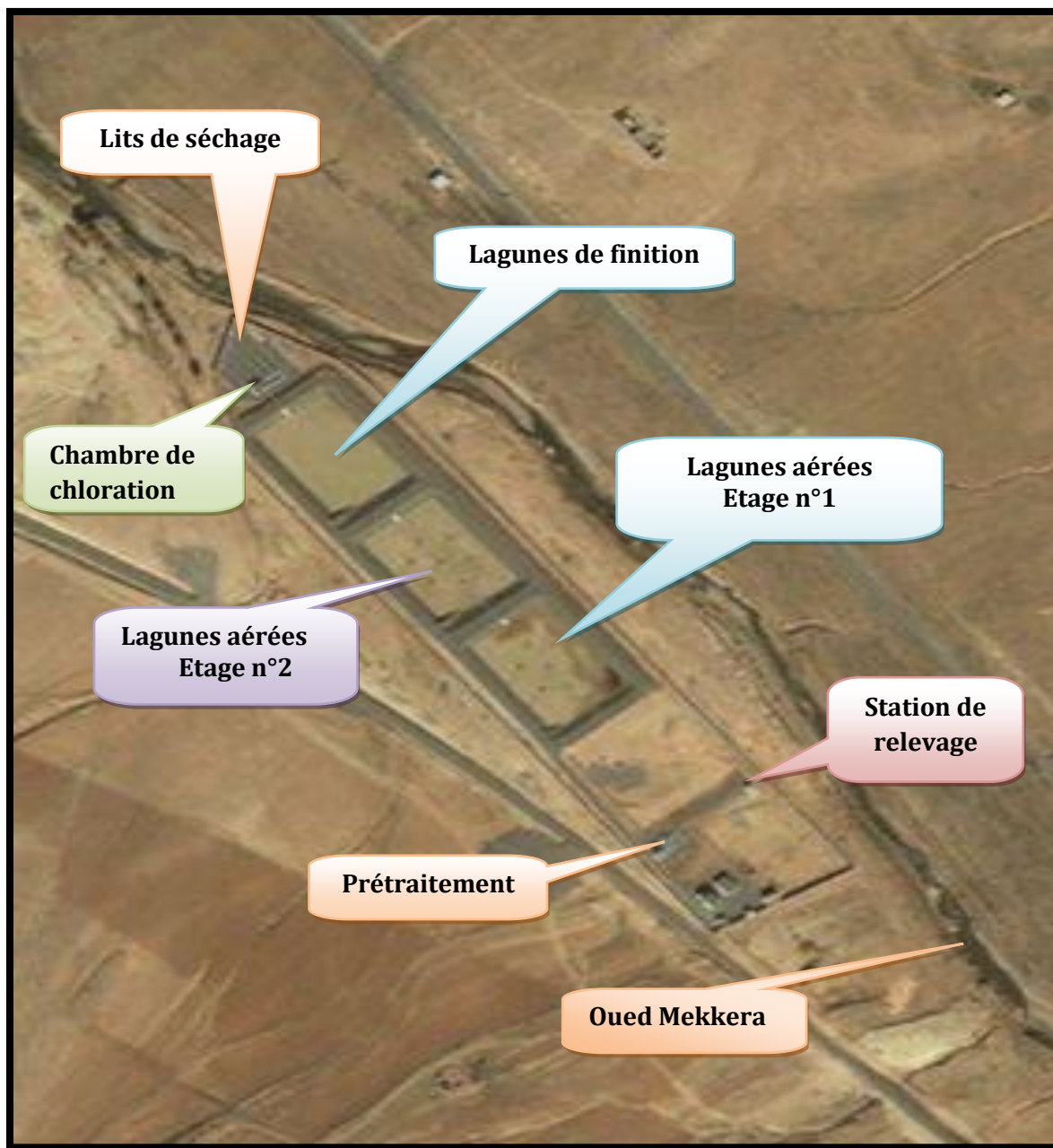


Figure n°43 : localisation de la STEP de Ras El Ma (SOUMIA ,2020)

I.2. Les objectifs de traitement de notre STEP sont situés de :

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées ;
- Protéger le milieu récepteur ;
- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique ;
- Garder la possibilité de réutiliser les effluents épures.

I.3. Description de l'installation

L'installation se compose pour l'essentiel d'ouvrages à ciel ouvert, de caniveaux, canalisations, pompes, aérateurs, instruments de mesure, organes de vanneries et automatismes industriels avec commandes et dispositifs de régulation.

Tableur n° 06 : Les données générales de la station dépuración de Ras EL Ma (**STEP RAS EL MA, 2013**)

Superficie de l'assiette	8 hectares
Milieu récepteur	L'oued Mekkara
Capacité de la station	29000 EQH et 5882 m ³ /j
Nature des eaux brutes	Domestique
Le dispositif d'assainissement	Unitaire
Impacte de réalisation de la station	Protection du milieu et possibilité de réutilisation des eaux épurées à des fins agricoles

I.3.1. Dases de dimensionnement des ouvrages

Tableur n°07 : Charge hydraulique de la station (STEP RAS EL MA ,2013)

Paramètres	Unités	
Equivalent. habitant	EQ.H	29 000
Volume journalier	m ³ /j	5882
Débit moyen de temps sec	m ³ /h	196.41
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	356.41
Débit maximal admis en temps de pluie	m ³ /h	/

Tableur n°08 : Charge polluante de la station (STEP RAS-EL-MA, 2013)

Paramètres	Unité	
Charge journalière en DCO	Kg/j	/
Charge journalière en DBO ₅	Kg/j	/
Charge journalière en MES	Kg/j	/
Charge en azote ammoniacal (N- NH4)	Kg/j	/

Tableur n° 09 : Qualité Des eaux épurées rejetés (STEP RAS-EL-MA, 2013)

Paramètre	Concentration en mg/l	Rendement minimum D'élimination en %
DBO ₅	30 ≤	93.7 ≥
DCO	90 ≤	≥
MES	23 ≤	95.6 ≥
NTK	≤	≥

I.4.Procédé de traitement



Figure n°44 : Entrée des eaux usées à la station (SOUMIA ,2020)

I.4.1. Filière eau

I.4.1.1.Le relevage

Lorsque le relief l'exige, les eaux usées à traiter sont relevées jusqu'au niveau de la station à l'aide de pompes.



Figure n°45 : Relevage des eaux usées (SOUMIA ,2020)

I.4.1.2. Le by-pass

Elle est composée en deux vannes :

- Entré
- Sortie



Figure n°46 : le by-pass (SOUMIA ,2020)

* Principe de fonctionnement

- L'augmentation de volume d'eau
- Précipitation

I.4.2.Prétraitement**➤ Objectif de prétraitement**

Cette opération se définit dans l'extraction des eaux usées la plus grande quantité d'éléments risquant de gêner le fonctionnement des ouvrages :

- éviter les matières organiques
- éviter les sables et les huiles

Le prétraitement comporte les éléments suivants :

I.4.2.1.Ouvrage de réception

Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

I.4.2.2.Dégrillage (Mécanisé et Manuel)

La rétention de gros déchets afin de préserver le bon état des équipements en amont et fonctionnement normal des opérations.

Cette opération elle est réalisée par un canal de secours équipé d'une grille statique du mécanisme Manuel.



Figure n°47 : Dégrillage (SOUMIA, 2020)

I.4.2.3.Dessablage

Il consiste à l'élimination des particules dense (sable, gravier) pour éviter le colmatage de conduits par les sédiments de sables.

- Le rôle du dessabler est de retenir les matières minérales lourds.
- Le type de dessabler qu'est utilisé dans lagune est canaux gravitaire longitudinal.



Figure n°48 : Dessablage (SOUMIA ,2020)

I.4.2.4.Déshuilage-dégraissage

Les graisses remontent grâce à une injection d'air et sont collectées à la surface : c'est le déshuilage. Cette opération consiste à éliminer les graisses et les huiles qui représente plusieurs inconvénients qui peuvent provoques dans le traitement biologique antérieur tel que ; mauvais diffusion d' O_2 à cause de la couche flottante forée par les huiles qui empêche tous échanges entre l'air et l'eau ;

- Les mauvais sédimentations dans les décanteurs ;
- Le bouchage des pompes et des canalisations ;

Une sale des opérations de déshuiler elle comprendre deux Moteur est en utilise Une demi-heure pour chaque moteur.



Figure n°49 : Déshuilage (SOUMIA ,2020)

I.4.3.Traitement biologique

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traiter subissent un traitement par le système de lagunage aéré.

Cette étape est constituée par :

- Deux bassins de traitement biologique d'aération
- Chaque bassin à 7 system d'aération
- Volumes total des bassins 63000m³
- Nombre de files 01
- Un bassin de finition

I.4.3.1. Bassin d'aération- première étape

Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface. Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. La canalisation gravitaire de liaison entre l'ouvrage de répartition et les Lagunes du premier bassin.

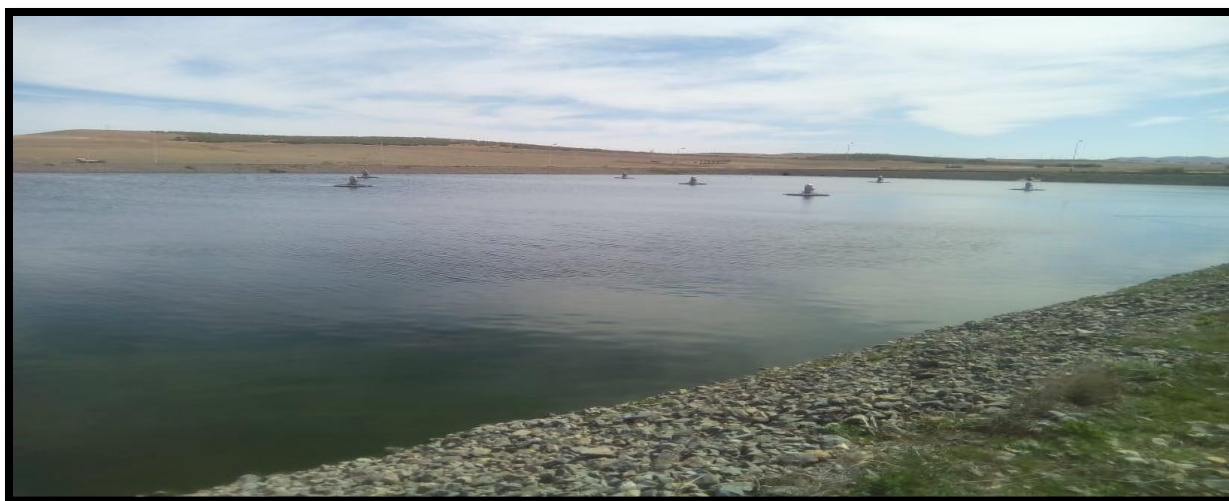


Figure n°50 : bassin d'aération N°1 (SOUMIA ,2020)

I.4.3.2. Bassin d'aération -deuxième étape

Au deuxième bassin, le nombre d'aérateur est le même par rapport au premier bassin. Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1er bassin vers les lagunes aérées deux bassin (lagunes de décantation). Actuellement il n'y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de ce bassin.



Figure n°51 : bassin d'aération N°02 (SOUMIA ,2020)

I.4.3.3. Système d'aération pour le traitement biologique

L'aération des bassins est assurée par :

➤ **Aérateurs de surface**

- Nombre total des aérateurs est de : **14**
- Puissance unitaire des aérateurs KW : **15KW**



Figure n°52 : Aérateur (SOUMIA ,2020)

I.4.3.4.bassin de finition

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2^{ème} bassin sont dirigées vers le bassin de finition. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspensions.



Figure n°53 : bassin de finition (SOUMIA ,2020)

I.4.4.Traitement des bous

La méthode utilisé dans le traitement des boues est de la laissent sèches naturellement dans les lits.

- nombre de lits : 6
- surface totale (m²) : 1800 m²



Figure n°54 : lits de séchage (SOUMIA ,2020)

I.4.4.1.Stations de la désinfection

Lagune possède une chambre de chloration mais en utilise pas le chlorure pour l'absence de l'activée agricole et l'irrigation et en fin on peut rejet les eaux traitées dans l'environnement (Oued Makker, l'injecter dans les nappes (les eaux souterraines)).



Figure n°55 : station désinfection par chloration (SOUMIA ,2020)

I.4.4.2.Au niveau de laboratoire

Lagune a aussi un laboratoire pour faire des analyses des eaux en avant et en après pour contrôler. Un laboratoire de STEP possède des appareils suivant : spectrophotomètre, PH mètre, DBO mètre, l'étuve, Turbidimètre.

I.4.4.3. sorite d'eau épurée

L'eau traité est acheminé gravitaire ment vers le rejet (OUED MAKKERA).



Figure n°56 : sorite de l'eau traité dans l'oued MAKKERA (SOUMIA ,2020)

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné des informations sur tous les ouvrages formant le système d'épuration ainsi que leur chaine de fonctionnement, en se basant sur l'estimation du nombre d'habitant et l'augmentation des débits des eaux usées évacuées.

Nous avons détaillé la conception tous les équipements formant le système d'épuration, et on a insisté également sur dimensionnement, la capacité et le fonctionnement de ces ouvrages.

CHAPITRE II-MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Introduction

L'eau usée à traiter doit être caractérisée pour le dimensionnement d'une installation et lors du suivi d'une station d'épuration par des analyses bien définies afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques qui permettant d'évaluer le niveau de pollution de la zone à étude.

Dans ce chapitre, nous allons identifier les principales analyses faites sur les échantillons des eaux usées pour connaître les caractéristiques de ces eaux, et nous avons défini les différents appareils utilisés.

II .1.But principal

Le but principal de ce travail est de faire les efficacités des eaux usées assurées au niveau de la station d'épuration de RAS EL MA pour connaître les paramètres de ces eaux usées, et savoir est ce que le système de lagunage aéré convenable pour ce type des eaux usées.

II .2.Prélèvement et échantillonnage

Cette étape nécessite des précautions particulières. Elle conditionne les résultats d'analyses et donc les conclusions de démarches techniques et scientifiques.

Pour les différentes étapes d'une opération d'échantillonnage : l'homogénéisation

Mécanique, la nature et le nettoyage des matériaux spécifiques, les blancs de prélèvement, l'utilisation d'échantillonneurs automatiques déjà en place.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.)(**RODIER, 2009**).

➤ **Les objectifs de cette étape sont:**

- Assurer la représentativité de l'échantillonnage.
- Préserver l'intégrité de l'échantillon et éviter les contaminations.
- Assurer la fiabilité de l'opération et réduire les aléas.
- Assurer la comparabilité des résultats dans le temps et l'espace.
- Diminuer au maximum les erreurs et les incertitudes.



Figure n°57 : Les échantillons des eaux brutes et épurée (SOUMIA, 2020)

II.3. Matériels et méthodes d'analyses

II.3.1. Paramètres étudiés

Afin de déterminer la qualité des effluents à traiter, des analyses seront effectuées à l'entrée et sortie de la station, les paramètres considérés sont les suivants :

- Température et le potentiel hydrique (pH) de l'eau.
- La conductivité électrique.
- L'oxygène dissous.
- Les matières en suspension (MES).
- Demande biochimique en oxygène (DBO5).
- Demande chimique en oxygène (DCO).

II.3.2. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

a). Principe

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par de dichromate de potassium, ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acide et en présence de sulfate d'argent (Ag^+) comme catalyseurs d'oxydation et de sulfate de mercure (Hg^{2+}) permettant de complexer les ions chlorures. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de Fer et d'ammonium car la quantité de matière oxydable est proportionnelle à la quantité de dichromate réduit (RODIER, 2009).

b). Matériel utilisé :

- Thermo réacteur (CR 2200).
- Spectrophotomètre.
- Réactifs: Produit chimie de la DCO sur une bouteille (tube de réactif DCO)



Figure n°58 : les deux tubes de réactif DCO pour l'eau épurée et l'eau Brute (SOUMIA, 2020)



Figure n°59 : Thermo réacteur - HI839800 (SOUMIA, 2020)

c).Mode opératoire :

- Homogénéiser 500ml d'échantillon pendant 2 minutes.
- Prendre un tube de réactif DCO de la gamme appropriée.
- Retirer le bouchon, tenir le tube incliné à 45 degré. Pipeter 2ml D'échantillon dans le tube.
- Fermer hermétiquement le bouchon du tube et mélanger le contenu (Attention production de la chaleur).
- Mettre le tube dans un réacteur à DCO à 150 °C pendant 2heures.
- Laisser les refroidir et lire les résultats avec le spectrophotomètre.



Figure n°60 : Spectrophotomètre (SOUMIA, 2020)

II.3.3.Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5)**a).Principe**

L'échantillon est placé sous agitation dans un flacon incubateur hermétiquement relie à manomètre à mercure. Lors de la biodégradation des matières organiques. Les micros organismes consomment l'oxygène de l'aire contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXI TOP (RODIER, 2009).

b). Matériel utilise :

- Réfrigérateur conservant à une température de 20C°;
- Flacon d'incubation.
- Barrou-magnétique.
- Pastilles NAOH.

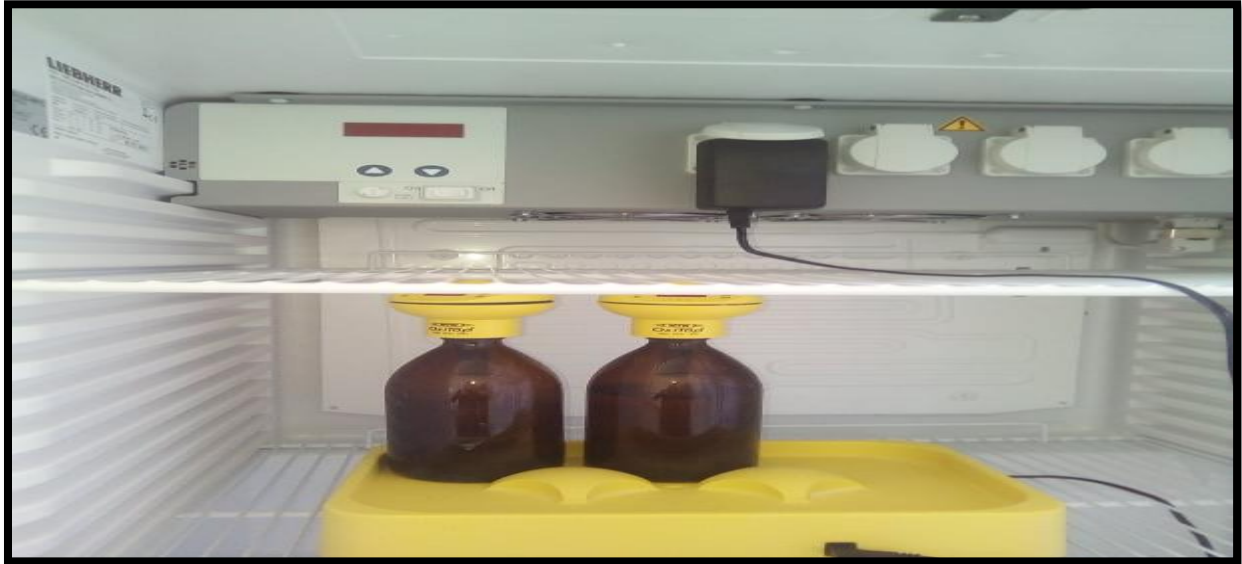


Figure n°61 : DBO-mètre (SOUMIA, 2020)

c).Mode opératoire :

- Rincer la bouteille et le barreau magnétique avec l'échantillon à analyser.
- Introduire le volume souhaité d'échantillon (100ml pour l'eau brute et 400ml pour l'eau épurée)
- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon, introduire le NaOH à l'intérieur et fermer la bouteille avec l'OXITOP.
- Appuyer sur les deux boutons A et B simultanément, jusqu'à ce que l'afficheur indique 00
- Introduire la bouteille dans un incubateur à DBO₅ à 20C°
- La vérification des résultats sera obtenue chaque jour, on appuyant sur le bouton B et la valeur finale sera obtenue le 5^{ème} jour.

d).Expression des résultants :

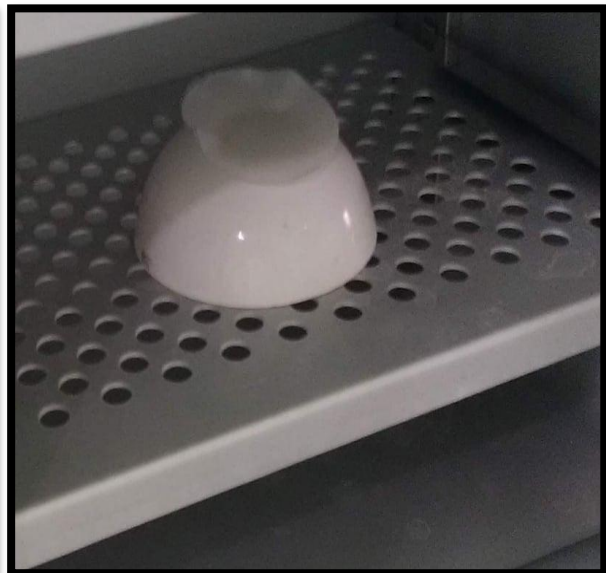
- Lecteur de la valeur après 5 jours.
- DBO₅ (mg/l) = Lecteur × Facteur.

II.3.4. Détermination des matières en suspension (MES)**a). Principe**

L'eau est filtrée, la vaporisation de l'échantillon à une température de 105° pendant 2 heures, détermination des matières en suspension par pesée différentielle. Dans les eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.

b). Matériel utilisé :

- le Papier filtre.
- Etuve chauffé (105°C)
- Une Balance électrique.
- Le dessiccateur.

**Figure n°62 : Etuve chauffée****Figure n°63: Dessiccateur****Figure n°64: Balance électrique (SOUMIA, 2020)**

c).Mode opératoire :**1) l'eau épurée**

- Préparation des filtres : laver, sécher à 105°C pendant 1 heure, laisser le refroidir dans le dessiccateur ensuite peser le filtre sur la balance (soit M₀ en mg).
- Placer le filtre sur le support de filtration.
- Filtrer l'échantillon.
- Lorsque l'échantillon est totalement filtré, récupérer avec précaution le papier filtre et le placer sur un support de séchage (capsule).
- Sécher le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2h.
- Après 2h laisser refroidir au dessiccateur pendant 15 min puis peser le filtre.

2) l'eau brute

- Attendre que les échantillons soient à température ambiante.
- Homogénéiser le contenu du flacon par agitation.
- Introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse (volume 200ml)
- Centrifuger à 3000 tours pendant 20 minutes environ.
- Eliminer l'eau (surnageant), recueillir le culot déposé dans une capsule préalablement séché à 105 °C et pesé.
- Rincer le pot de centrifugation deux fois avec de l'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule.
- Sécher la capsule et son contenu à 105°C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser comme précédemment (soit M_i en mg).

d). Expression des résultats :

On calcule la teneur de la Matière En Suspension d'après l'expression :

$$[\text{MES}] = 1000(M_1 - M_0) / V$$

- [MES]: est la teneur en MES en mg/l.
- M₁: est la masse de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 105°C(en mg).
- M₀: est la masse de la capsule vide (en mg).
- V : volume de la prise d'essai (en ml).

II.3.5. Détermination du pH et de la Température

a). Principe

La température influence sur la décomposition de la matière organique, le développement des parasites responsables de certaines maladies, et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxines.

Le potentiel hydrogéné (pH) est en relation avec la concentration des ions hydrogéné présent dans l'eau ou les solutions.

b).L'appareil utilisé : PH-mètre

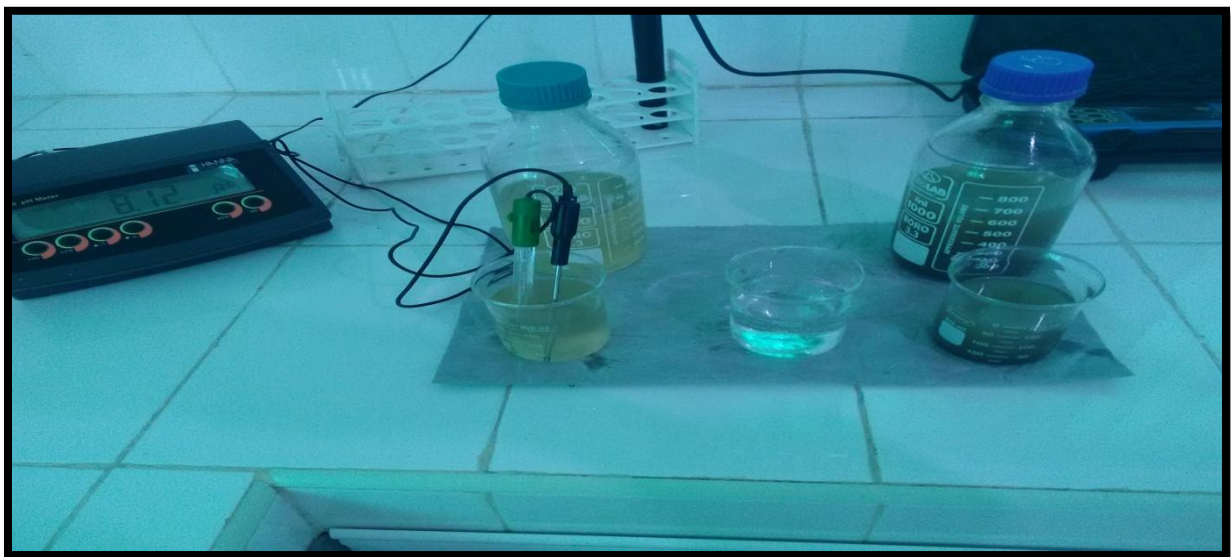


Figure n°65: PH-mètre -HI2210 (SOUMIA, 2020)

c). Mode opératoire :

- Allumer l'instrument
- Immerger le bout de la sonde dans l'échantillon a mesuré.
- Rincer soigneusement l'électrode à l'eau distillée, éteindre le pH-mètre et le ranger.

II.3.6. Détermination de l'oxygène dissous

a). Principe

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, à des processus microbiologique de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple, les algues. Actuellement, la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux (RODIER, 1996).

b). L'appareil utilisé : Oxy-mètre- HI9146

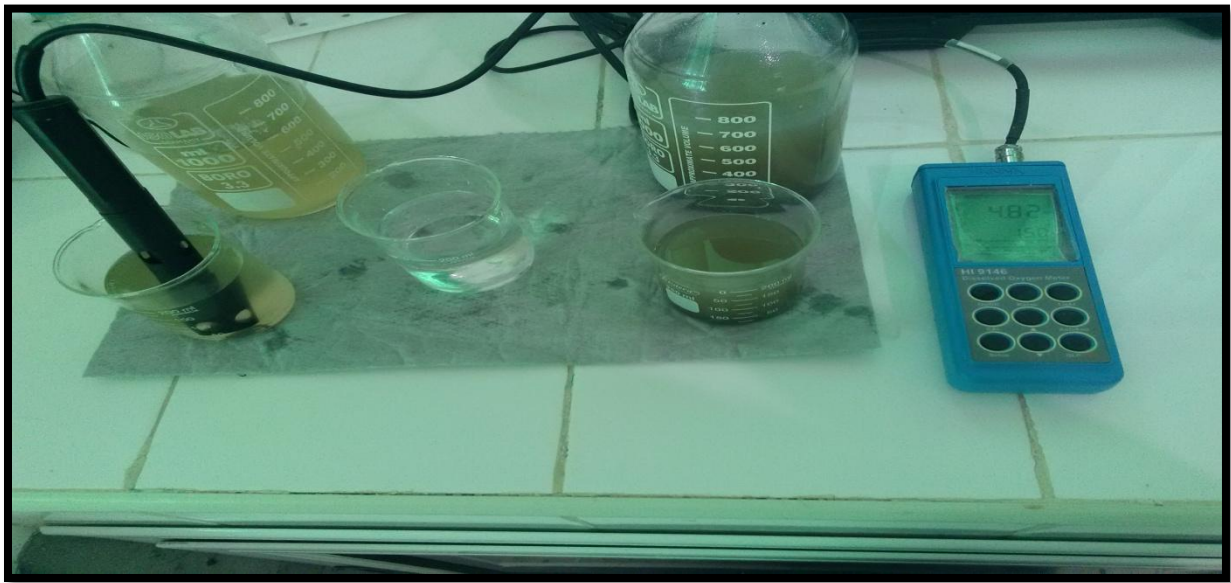


Figure n°66 : Oxy-mètre- HI9146 (SOUMIA, 2020)

c). Mode opératoire :

- Allumer l'oxymétrie;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée;
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser;
- Tremper l'électrode dans le bécher;
- Laisser stabiliser un moment;
- Lire la concentration de l'oxygène dissous;
- Rincer bien l'électrode après chaque usage avec l'eau distillée.

II.3.7. Détermination de la Turbidité

a).principe

La mesure de turbidité permet de connaître l'influence des rejets de la STEP sur la transparence des eaux naturelles du milieu receveur.

b) .L'appareil utilisé : Turbidimètre

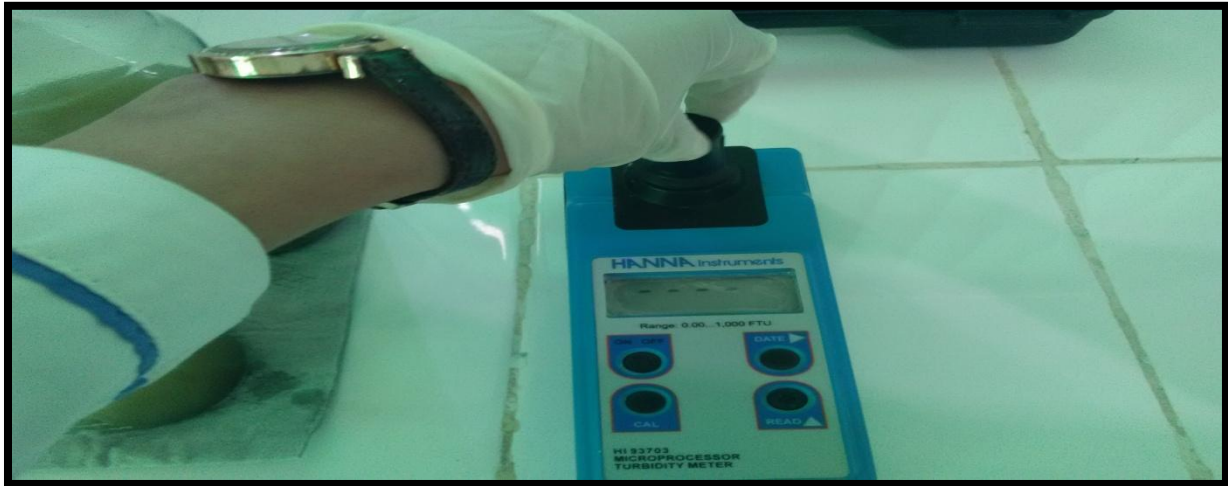


Figure n°67 : Turbidimètre –HI 93703(SOUMIA, 2020)

c). Mode opératoire :

- Allumer l'instrument
- Remplissez une cuvette de mesure propre avec 10 ml de la solution à tester
- Renfermer la cuvette puis nettoyer la soigneusement à l'aide d'un chiffon pour ne pas affecter le passage du rayon par la diode électroluminescente
- Placer la cuvette dans le logement prévu de l'instrument, appuyer sur la touche READ et l'instrument affichera la mesure en turbidité NTU.

II.3.8. Détermination de l'Azote ammoniacal

a). principe

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. 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 (RODIER, 1996).

b). Matériel utilise :

- éprouvette graduée
- le spectrophotomètre
- Stabilisant minéral
- Réactif de Nessler
- réactif d'Alcool polyvinylique

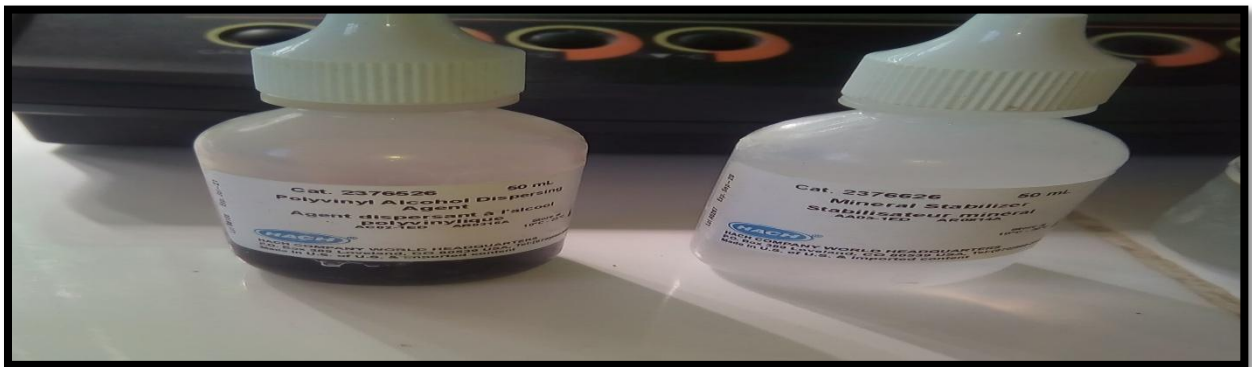


Figure n°68 : réactif d'Alcool polyvinylique et stabilisation minéral (SOUMIA, 2020)

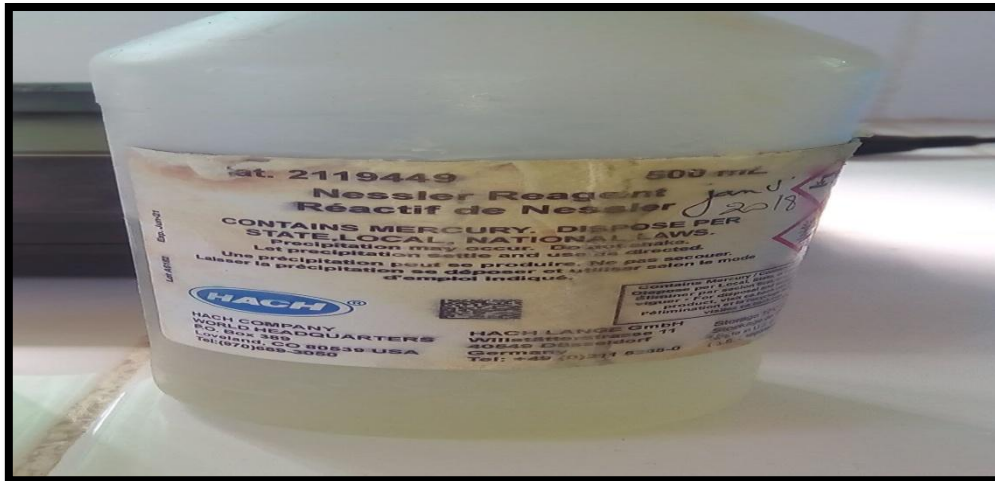


Figure n°69 : Réactif de Nessler (SOUMIA, 2020)

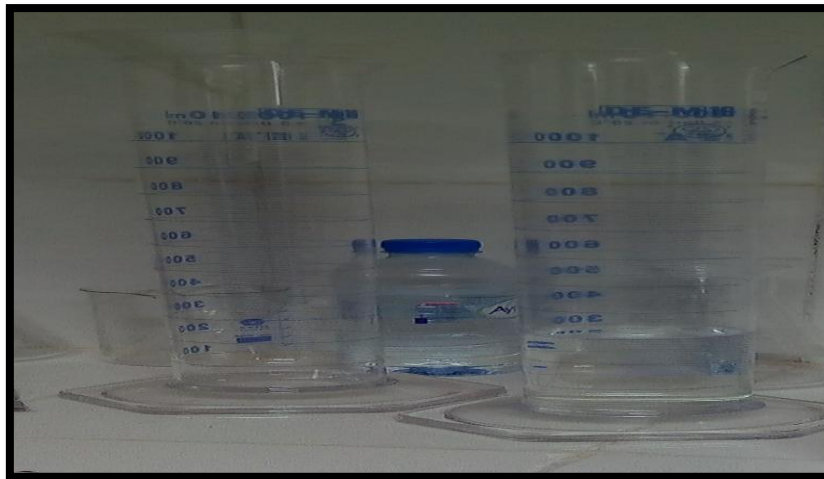


Figure n°70 : éprouvette graduée (SOUMIA, 2020)

c). Mode opératoire :

- Remplir une éprouvette graduée bouchée avec 25ml d'échantillon.
- Ajouter 3 gouttes de stabilisant minéral et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- Ajouter 3 gouttes d'alcool polyvinylique et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- Pipeter 01ml de réactif de Nessler et retourner plusieurs fois pour mélanger.
- Laisser un temps de réaction de 1minute.
- Lire les résultats avec le spectrophotomètre.

II.4. Etude microbiologique

II.4.1. Analyses bactériologiques

II.4.1.1. Recherche des vibrions cholériques

Vibron cholérique est une bactérie à gram négatif, en forme de bâtonnet incurvé, mobile et responsable chez l'homme du choléra, une maladie épidémique contagieuse (HARRIS JB, 2012).

a).Lieu de l'échantillon

Les échantillons d'eaux usées brutes et épurées prélevées au niveau de la STEP de Ras EL Ma et au niveau d'Oued Mekerra.

b). Matériel utilise :

- Réactif d'eau Peptonée alcaline (EPA)
- Gélose Nutritive Alcaline Biliée (G.N.A.B)
- un tube d'EPA
- une boîte de pétri
- Anse de platine

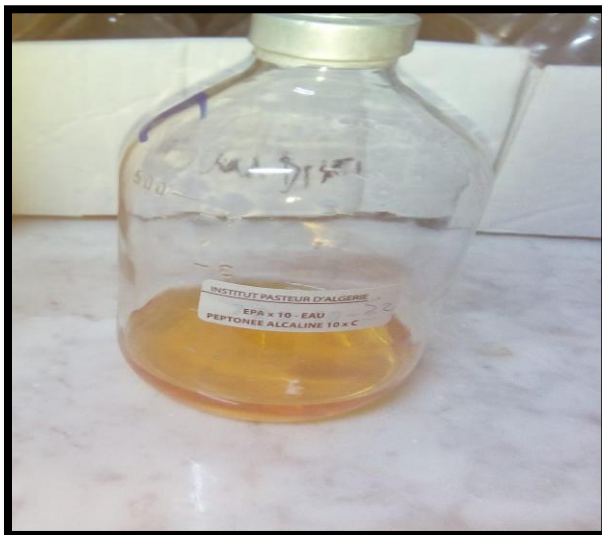


Figure n°71 : Eau Peptonée alcaline(EPA)

Figure n°72 : Gélose GNAB

(SOUMIA, 2020)



Figure n°73 : un tube d'EPA



Figure n°74 : une boîte de pétri

(SOUMIA, 2020)

c). Mode opératoire :

Premier jour : L'enrichissement primaire s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline (EPA) en mettant une quantité d'eau à analyser dans un tube d'EPA. Ce dernier sera par la suite incubé à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 20 ± 4 heures (HAMED M, GUETTACHE A, BOUAMAR L, 2012).

Deuxième jour : Enrichissement secondaire et isolement

Après incubation, le tube constituant l'enrichissement primaire fera l'objet :

D'un isolement sur gélose GNAB 1, l'incubation se à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 20 ± 4 heures.

D'un deuxième enrichissement en transmettant quelques gouttes de la surface dans un nouveau tube d'EPA.

D'autre part, la boîte de gélose GNAB 1 subira une lecture après 24 heures en tenant compte du fait que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses, transparentes et très caractéristiques (HAMED M, GUETTACHE A, BOUAMAR L, 2012).

d).Isolement

Prélever de la surface du dernier milieu d'enrichissement et ensemer une boîte GNAB .Incuber à 37°C pendant 24h.

Les colonies de vibrion sont fines, blanches sur gélose GNAB. L'identification est faite comme suit :

- Etat frais.
- Coloration de Gram.
- Teste oxydase.
- Une galerie biochimique AP20E.

II.4.1.2. Recherche des salmonella

Les salmonella sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram (-), ne fermentant pas le lactose mais du glucose avec production de gaz et de H₂S (**PECHERE et al., 1982**).

a). Matériel utilise :

- réactif de Bouillon au sélénite Acide de sodium S.F.B. S/C
- Réactif d'Additif SFB
- Gélose Hektoen
- Un tube SFB



**Figure n°75 : Bouillon au sélénite Acide de sodium
(SOUMIA, 2020)**

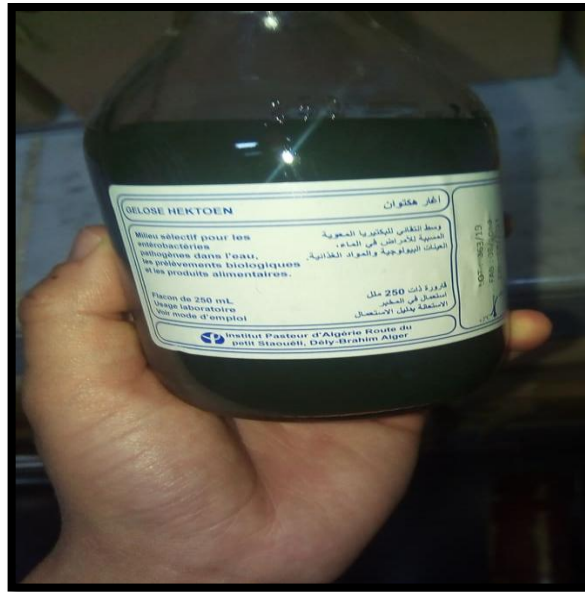


Figure n°76 : Gélose Hektoen



Figure n°77: Réactif d'Additif SFB

(SOUMIA ,2020)

b).Mode opératoire :

L'isolement des salmonella réalisent en passant par deux étapes d'enrichissement.

➤ **Premier Enrichissement**

Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu SFB (Bouillon au sélénite Acide de sodium S.F.B. S/C) en ajoutant à ce dernier 10ml d'eau à analyser et l'additifs SFB, puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heure (LABRES, 2008).

➤ **Deuxième enrichissement et isolement**

1 er isolement et 2ème enrichissement a partir du SFB de couleur Rouge Brique.

Ce flacon fera l'objet :

- Ensemencer une boîte de gélose Hektoen
- Ensemencer 1 tube de SFB
- L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 heures.

c). Lecture des boites et Identification

Le tube de sélénite fera l'objet d'un isolement, alors que les Salmonella se présentent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noire.

Ces colonies de Salmonella obtenu seront subir une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- Ensemencement d'un tube de Kligler-Hanja ou TSI qui sera incubé à 37°C, 24 h (Lactose, Saccharose, Glucose, Gaz et H₂S).
- Identification biochimique par l'API20E

II.5. le logiciel Zotero version 5.0

Zotero est un logiciel de gestion bibliographique complet, libre et gratuit, apprécié pour sa facilité de prise en main. La première version de Zotero – 1.0.0b2.r1 – est mise à la disposition du public sous la forme d'une extension pour le navigateur Web Mozilla Firefox le 3 octobre 2006.

➤ Il permet notamment :

- de capturer et de gérer des références provenant de différentes sources, ainsi que les fichiers associés (PDF et autres);
- d'insérer des références dans un document texte;
- de produire des bibliographies en fonction d'un style de présentation bibliographique déterminé;
- de partager ses références;
- de gérer des flux RSS.

Zotero, créé et maintenu par le Roy Rosenzweig Center for History and New Media de la George Mason University et la Corporation for Digital Scholarship :

- dispose d'une interface en français;
- est compatible avec les systèmes d'exploitation Windows, Mac et Linux;
- est accessible sur le Web;
- dispose de fonctions de citation dans des documents compatibles avec Microsoft Office, Libre Office et Google documents (Google Docs).

Le présent guide décrit plus précisément Zotero en environnement Windows avec Microsoft Office.

II.6.Conclusion

Afin d'assurer la surveillance de la qualité des eaux usées, l'ONA a mis en place un Laboratoire reconnu par son personnel qualifié, ses équipements de haute performance et sa grande expérience en matière d'analyses environnementales dans les secteurs d'activité concernant les eaux usées, le contrôle de la pollution et l'assainissement. Le personnel du laboratoire est formé aux techniques de pointe dans plusieurs domaines en relation avec la qualité de l'eau (analyse, ingénierie,...), Ce laboratoire également ayant des activités de caractérisation des eaux résiduaires urbaines et évalue leur impact sur l'environnement ainsi que le suivi des ouvrages d'épuration des eaux usées.

CHAPITRE III- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Introduction

L'analyse expérimentale permet d'identifier, et d'évaluer les différents paramètres de pollution d'une eau usée, contrairement à la théorie qui a tendance à généraliser les problèmes. En effet si l'observation permet de détecter le mauvais fonctionnement d'une station ou d'un ouvrage, seul l'analyse et la mesure permettant de saisir les causes de ce mauvais fonctionnement et de mettre en œuvre les moyens adéquats d'y remédier. Dans ce chapitre nous allons étudier le fonctionnement de la station d'épuration de RAS EL MA, d'une part, et d'autre part d'examiner le pouvoir épuratoire et de suivre l'efficacité d'élimination de différents paramètres de pollution (charge organique, oxygène dissous, conductivité ..., etc.) à la sortie de la station.

III.1.Prélèvement et conservation des échantillons

Le prélèvement de l'échantillon et sa conservation conditionnent les résultats des analyses et l'interprétation qui en sera donnée, ainsi l'échantillon prélevé doit être homogène et représentatif de l'effluent, il convient donc que la quantité prélevée soit proportionnelle au débit d'eau usée.

Par ailleurs, l'échantillon prélevé doit être conservé dans des bonnes conditions, à défaut, ses caractéristiques subiront une transformation entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse ce qui induit à une falsification des résultats.

Il est donc indispensable d'arrêter ou de ralentir toute évolution biologique, chimique ou physique qui peut avoir lieu entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse (**RODIER, 2009**).

Les modes de conservation sont donc donnés dans le tableau ci- dessous:

Tableau n°10 : méthode de conservation des échantillons (SKOOG, HOLLER, NIEMAN, 2003).

Type d'analyses	Technique ou produit à utiliser	Temps maximum de non évolution
DCO	2ml/L H ₂ SO ₄ Concentré	7j
DBO ₅	Réfrigération à 4°C	6h
Acidité	Réfrigération à 4°C	24h
Calcium	Pas de recommandation	24h
Chlorures	Pas de recommandation	7j
Couleur	Réfrigération à 4°C	24h
Oxygène dissous	A déterminer sur place	---
Fluorures	Pas de recommandation	7j
Dureté	Pas de recommandation	24h
Métaux totaux	5ml/L de HNO ₃ Concentré	Plusieurs semaines
Métaux dissous	Filtrer et additionner 3ml/de HNO ₃	Plusieurs semaines
Azote NH ₄	40mg /L HgCl ₂	7j
Azote Kjeldahl	Réfrigération à 4°C	7j
Nitrite	Réfrigération à 4°C	7j
Nitrate	Réfrigération à 4°C	7j
Huile et graisse	2ml/L H ₂ SO ₄ Concentré	24h
COT	2ml/l H ₂ SO ₄ à PH= 2	7j
Cyanures	Ha OH jusqu'à PH = 10	24 h

Dans le cas de notre étude portant sur le calcul de performances de la station de lagunage aéré de RAS EL MA, des prélèvements, à l'entrée et la sortie de la station, ont été réalisés durant les trois mois de l'année 2020.

Ces prélèvements ont été effectués dans des bouteilles en polyéthylène rincées préalablement avec de l'eau à analyser.

Il conviendrait de signaler que le nombre de prélèvement et la variabilité des paramètres analysés ont été conditionnés par les moyens dont dispose du laboratoire de l'ONA et par le temps consacré à la réalisation de cette étude.

III.2.Paramètres à analyser

Les prélèvements sont réalisés au niveau des ouvrages de la station à l'entrée et à la sortie de la station, les paramètres que nous avons suivis sont : T°, pH, DBO5, DCO, O2, MES, Turbidité, Azote ammoniacal.

Pour les paramètres chimique pH, et physique température (T°C), les mesures ont été réalisées sur site, par contre l'analyse des autres paramètres effectuée au laboratoire de la station (laboratoire de l'O.N.A), tout en tenant compte du mode de conservation de l'échantillon (voir tableau n°10).

Les analyses microbiologiques (vibrion cholériques, salmonella) ont été réalisées au laboratoire d'hygiène à Sidi Bel Abbés.

III.3.Les résultats généraux

A partir de l'examen des résultats des analyses physique-chimique des eaux usées avant et après le traitement pendant les mois : Janvier, Février et Mars on résumées les résultats dans le tableau suivant :

Tableau n°11 : résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées avant et après le traitement pendant les mois : Janvier, Février et Mars

Paramètre	Mois de Janvier		Mois de Février		Mois de Mars		Moyenne	Écart type	Norme		/
	brute	épurée	brute	épurée	brute	épurée			algérien	OMS	
MES	530	30	650	30	954	65	376,5	392,18	35	ND	Mg/l
DBO ₅	480	46	520	50	810	55	326,83	323,61	35	<30	Mg/l
DCO	809	60	1157	67	1172	55	553,33	555,11	120	<90	Mg/l
NH ₄	30,12	6,75	26,17	4,49	/	/	16,88	13,14	ND	ND	Mg/l
T°	10,9	9,4	15,7	14,3	12,6	14,6	12,92	2,41	30	<30	C°
PH	8,11	8,51	8,17	8,42	8,59	9,05	8,47	0,34	6,5-8,5	6,5-8,5	/
O ₂ dissous	1,24	4,89	0,35	2,11	0,94	2,13	1,94	1,6	1.0-2.0	ND	Mg/l
Turbidité	294	34	341	49	257	54	171,5	140,55	ND	ND	NTU

Les normes algériennes: d'après journal Officiel de la République Algérienne, 2006

III.3.1.Evolution de température

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

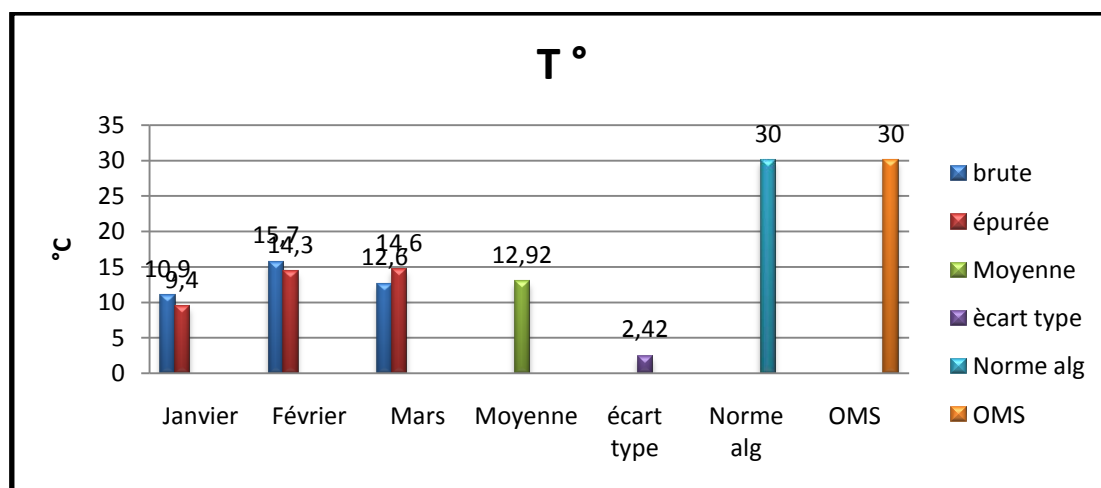


Figure n°78 : les variations des moyennes de température (C°)
(SOUMIA, 2020)

On constate que les valeurs mensuelles de la température présentent une moyenne de 14.3°C elles varient entre une valeur maximale relevée en mars de (15°C) et une valeur minimale relevée en janvier de (9.4°C) pour les eaux épurées.

On observe une valeur maximale relevée en février de (15.7°C) et une valeur minimale relevée en janvier de (10.9°C) et une valeur relevée en Mars de (12.6°C) pour les eaux brutes.

Ces fluctuations de ce paramètre abiotique sont en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau.

On observe une augmentation de la moyenne des valeurs de température est 12.92°C et une diminution d'écart type de 2.42 °C.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature qui sont de l'ordre de 30°C. **(Figure n°78).**

III.3.2. Evolution du pH

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

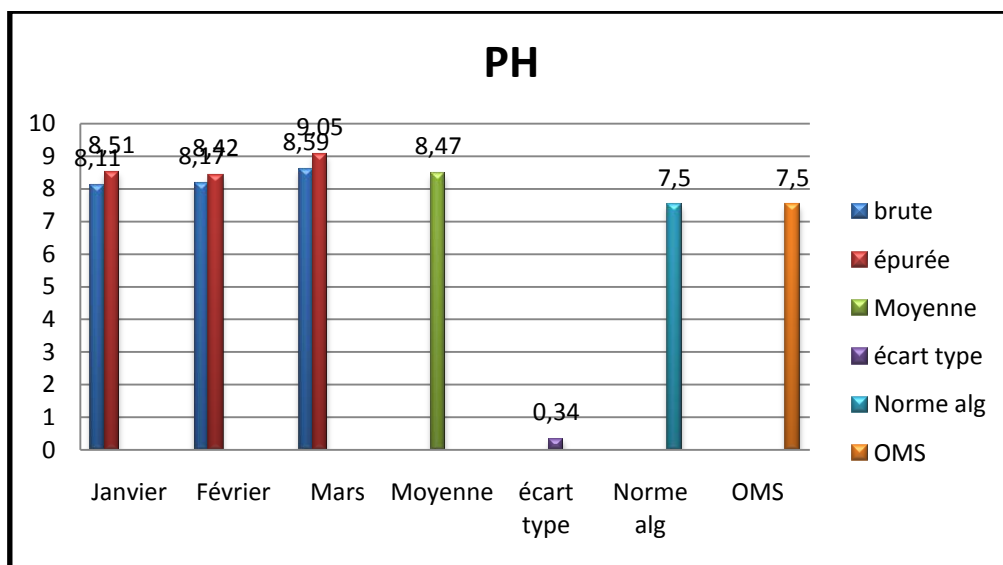


Figure n°79 : les variations des moyennes du pH

(SOUMIA, 2020)

On remarque que les valeurs du Ph mesurées durant notre période d'étude varient pour les eaux brutes entre 8.11 et 8.59, avec une valeur moyenne de 8.17.

Pour les eaux épurées, le pH varie entre 8.51 et 9.05, avec une valeur moyenne de 8,42 en février.

On observe une augmentation de la moyenne des valeurs de température est 8.47 et une diminution d'écart type de 0.34.

Selon les normes Algériennes et les normes de l'OMS ; le PH acceptable dans le cas des eaux usées est de 6.5 à 8.5.

Les résultats du pH des eaux brutes montrent que ces valeurs sont caractéristiques des eaux résiduaires urbaines et ceux des eaux traitées montrent que ces valeurs répondent aux normes de rejet Algériennes. (Figure n°79)

III.3.3.l'oxygène dissous (O₂)

Les résultats que nous obtenus sont rassemblés dans la figure (n°80)

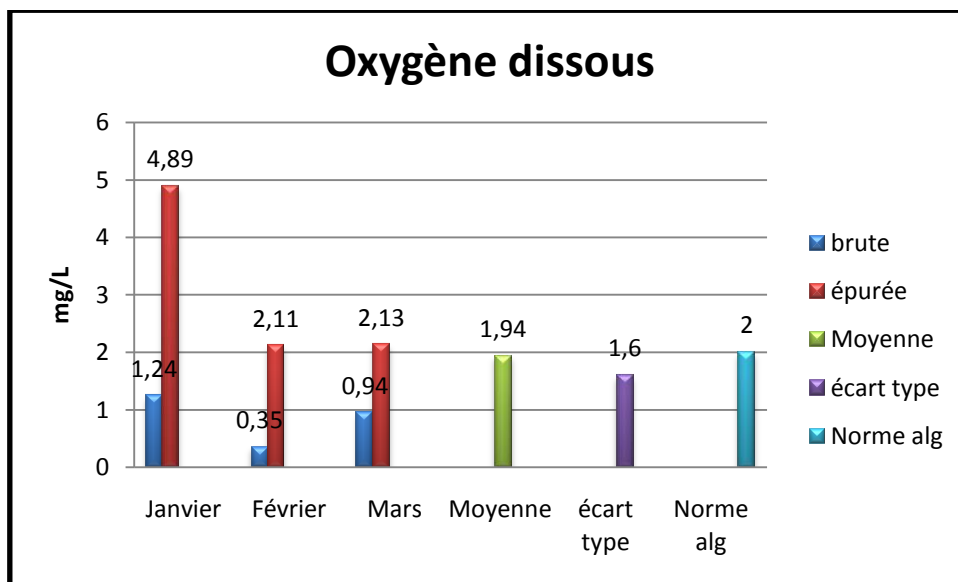


Figure n°80 : les variations des moyennes du l'oxygène dissous (O₂) (SOUMIA ,2020)

D'après la figure (n°80), on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient mensuellement dans les eaux brutes et les eaux épurées. Pour les eaux brutes, la concentration moyenne, est faible (0.35mg/l) enregistré en Février, et l'oxygène a augmenté jusqu'à 1.24 mg/l (mois de janvier). Pour les eaux épurées, le taux d'O₂ dissous varie entre 2.11 mg/l et 4.89 mg/l, avec une valeur moyenne de 2.13 mg/l pour le mois de Février.

Les fluctuations de la teneur en oxygène dissous de l'eau sont liées aux variations saisonnières de la température de l'eau qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l'oxygène. Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux épurées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle, et par l'action photosynthétique des algues dans les bassins d'aération.

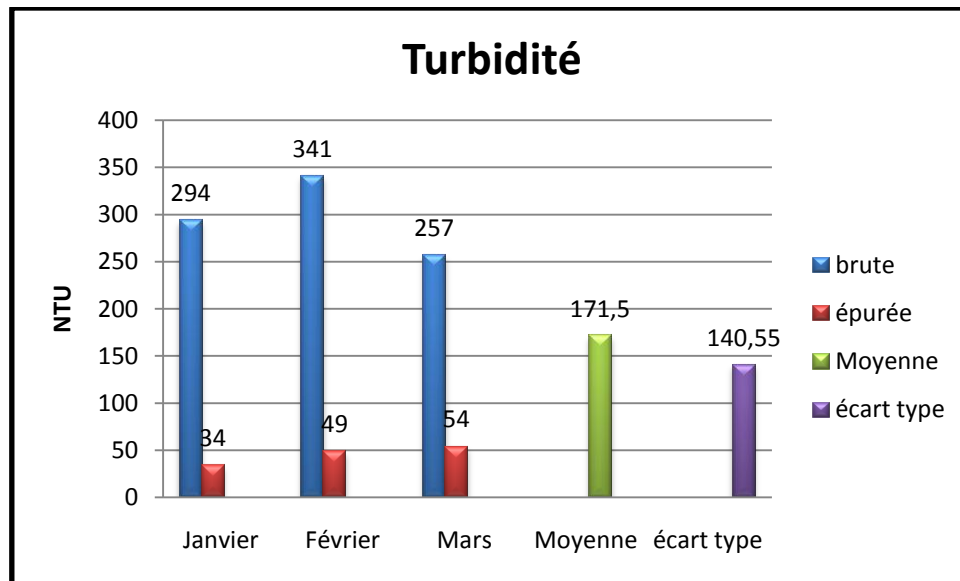
On observe une diminution de la moyenne des valeurs de d'O₂ est 1.94, avec une valeur d'écart type de 1.6.

Selon les normes Algériennes ; l'oxygène dissous acceptable dans le cas des eaux usées est de 1.0-2.0 mg/l, ce qui conforme l'efficacité du traitement.

III.3.4. Turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau .C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons est les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

Une turbidité forte peut protéger de la désinfection les micro-organismes fixés sur les particules: elle doit donc être la plus faible possible pour permettre une bonne désinfection.



**Figure n°81 : les variations des moyennes de la Turbidité
(SOUMIA, 2020)**

Les résultats de la turbidité montrent que les valeurs de cette dernière varient d'un minimum de 257 NTU en Mars à un maximum de 341 NTU en Février avec une moyenne de 294 NTU en Janvier pour les eaux brutes. Tandis que pour les eaux épurées les valeurs de la turbidité varient d'une manière légère, elles se situent entre 34 NTU en Janvier et 54 NTU en Mars, avec une moyenne de 49 NTU en Février (**Figure n°81**).

On observe une augmentation de la moyenne des valeurs de la turbidité est 171.5 et une diminution d'écart type de 140.55.

III.3.5. Azote ammoniacale NH_4

L'azote ammoniacal rencontre dans les eaux usées, et dont la présence est anormal, traduit habituellement un processus de dégradation incomplètes de la matière organique lorsque les teneurs en oxygène est insuffisant pour assurer sa transformation, cela explique l'élévation des teneurs en azote ammoniacal de l'eau usées avant le traitement.

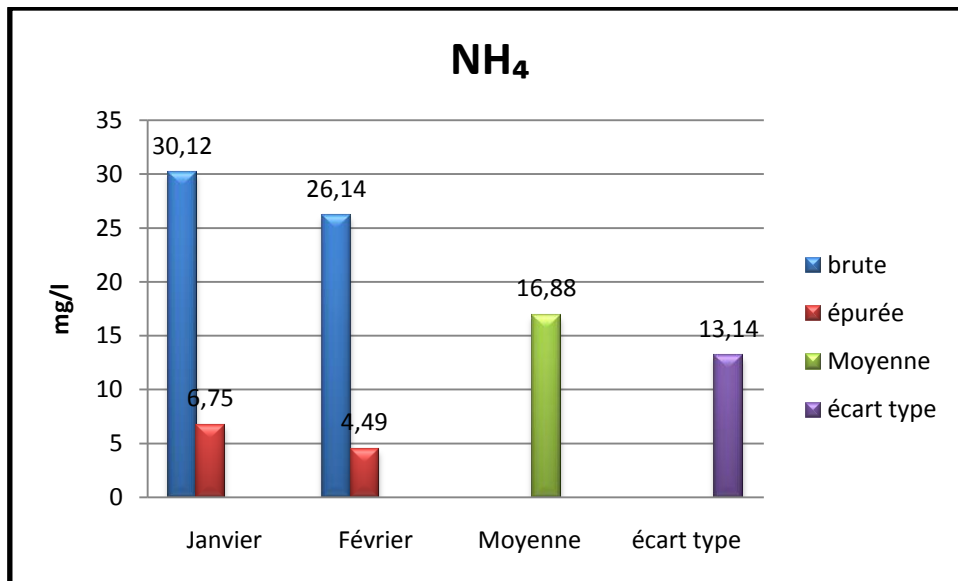


Figure n°82 : les variations des moyennes d'azote ammoniacal (mg/l)
(SOUMIA, 2020)

D'après l'histogramme de l'azote ammoniacal, on remarque une diminution de la valeur d'azote pour l'eau brute 30.12 mg/l à 26.14 mg/l et pour l'eau épurée 6.75 mg/l à 4.49 mg/l et l'absence d'analyse en mars.

On observe une augmentation de la moyenne des valeurs de la turbidité est 16.88 et une diminution d'écart type de 13.14.

III.3.6. Matière en Suspension MES

Les résultats que nous obtenus sont rassemblés dans la figure (n°83)

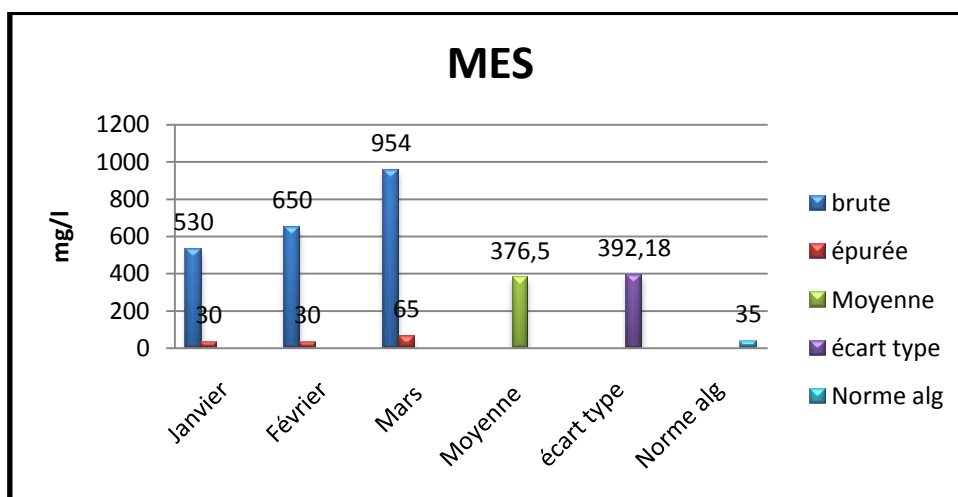


Figure n°83 : les variations des moyennes de MES
(SOUMIA, 2020)

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de MES mesurées sont de moyenne minimale 530 mg/l en Janvier et maximale 954 mg/l en mars pour les eaux brutes, et pour les eaux épurées moyenne minimale 30 mg/l en Janvier et Février et maximale 65 mg/l en mars.

On remarque que la moyenne des valeurs de MES est 376.5, avec une valeur d'écart type de 392.18.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature qui sont l'ordre de 35 mg/l.

III.3.7.Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Les résultats que nous obtenus sont rassemblés dans la figure (n°84)

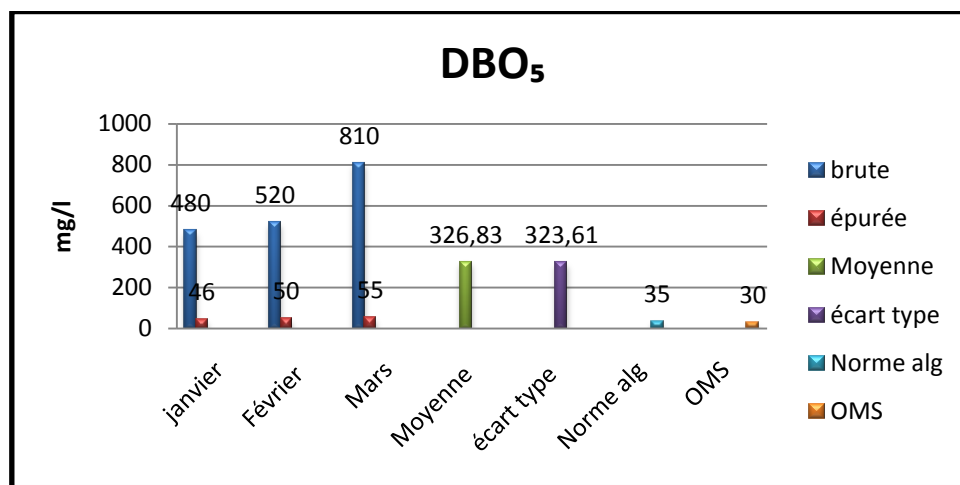


Figure n°84 : les variations des moyennes de la DBO₅
(SOUMIA, 2020)

La figure (n°84) présente l'évolution des teneurs de la DBO₅ en fonction du temps et montre la grande différence entre les concentrations de l'eau brute et celles de l'eau épurée.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la moyenne des valeurs de la DBO₅ de l'eau brute est 520 mg/l et celles de l'eau épurée est de 50 mg/l en Février.

On constate une diminution de la DBO₅, suite à l'aération favorable à l'activité des microorganismes.

On remarque que la moyenne des DBO₅ de l'eau brute mois de mars est très élevée par rapport aux autres mois, cette qu'avec leur richesse en micro-organismes.

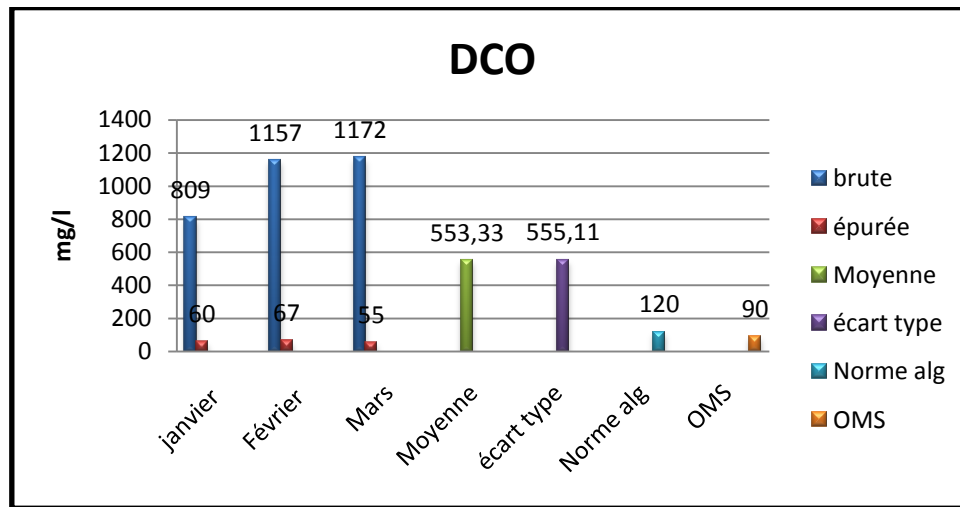
On observe une augmentation de la moyenne des valeurs de la DBO₅ est 326.83, avec une valeur d'écart type de 323.61.

Cette dernière valeur est égale aux normes Algérienne 35 mg/l.

Mais Elle est dépassent aux normes de l'OMS (<30 mg/l).

III.3.8. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure (n°85)



**Figure n°85 : les variations moyennes de la DCO (mg/l)
(SOUMIA, 2020)**

A la lumière des résultats obtenus, les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de lagunage aéré de Ras El Ma varient entre un maximum de 1172 mg/l en Mars et minimum de 809 mg/l en Janvier. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux épurées varient entre un maximum de 67 mg/l en Février et minimum de 55 mg/l en Mars, avec une moyenne de 60 mg/l en Janvier.

La figure (n°85) présente l'évolution des valeurs de DCO de l'eau brute et épurée de lagune de Ras El Ma durant la durée de notre expérience. On observe un intervalle très important entre les valeurs de DCO de l'entrée et de la sortie des bassins de la station.

On remarque une augmentation de la moyenne des valeurs de la DCO est 553.33, avec une valeur d'écart type de 555.11. Ces dernières dépassent la norme de la directive des communautés : Normes algériennes (120 mg/l) et de la norme de l'OMS (<90 mg/l).

Les résultats de la demande chimique en oxygène mentionnés dans histogramme présentent une diminution partielle. Ce phénomène signifie la dégradation partielle des matières oxydable ce qui laisse supposer un ralentissement de l'activité bactérienne (**figure n°85**).

III.4. Résultats des analyses bactériologiques

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas effectuer un inventaire de toute espèce présente, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogène, soit ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent et qui sont en plus grande nombre.

Tableau n°12 : Résultats des recherches bactériologiques durant la période d'étude

Les jours	Recherche des salmonelles	Recherche des Vibrions cholériques
01/03/2020	Absence	Absence
02/03/2020	Absence	Absence
03/03/2020	Absence	Absence

Les résultats concernant la recherche des salmonelles dans les eaux usées, a montré l'absence de celle-ci.

On remarque que La recherche de la bactérie vibrion cholérique, dans nos prélèvements et pendant toute la période de l'étude, a montré l'absence de celle-ci.

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre, on a établi les différentes variations des paramètres disponibles qui deviennent pour la majorité conforme aux normes de rejet.

La DCO, DBO5 et MES se trouvent autour de la valeur référence contrairement a la turbidité et la conductivité qui dépassent les limites ce qui rend ces eaux inutilisable dans l'irrigation et on a établi la recherche des parametres microbiologiques (vibrion cholérique, salmonelles).

*Conclusion
Générale*

Conclusion générale

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. Aujourd'hui, ce dernier but devient de plus en plus important et les techniques de traitement et les stations d'épuration évoluent constamment.

A travers ce travail, nous avons tenté d'étudier les performances épuratoire de la station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré de la ville de Ras EL Mas à travers le suivi des paramètres globaux de pollution tel que (MES, DCO, DBO₅,) et certains paramètres physico-chimiques (pH, oxygène dissous) et paramètre microbiologique (vibrion cholériques, salmonella).

Au terme de notre étude, et selon les résultats obtenus, nous distinguons Une grande différence entre les valeurs de pollution des eaux traitées et celles des eaux brutes, ceci dénote que le procédé de lagunage aéré est très utile pour l'épuration des eaux usées.

D'autres résultats disponibles au niveau de la station montrent une faible élimination de la pollution azotée (ammoniacale) et aussi pollution physique (PH, T,...).

Les résultats obtenus montrent qu'il y ait une réduction remarquable des paramètres de pollution de caractère organique qui sont la DCO et DBO₅, mais certaines valeurs sont dépassées aux valeurs fixées par les normes algériennes et les normes d'OMS donc la diminution de certains paramètres de pollution sur l'usine d'épuration évite son rejet direct dans le milieu récepteur (Oued Mekkera).

Le lagunage aéré apparaît donc comme une technique performante dans le traitement des eaux usées, mais, dans lagune de Ras El Ma : selon ce qui a été observé par certains des résultats que ce système doit être équilibré et suivi technique et intensifier les efforts pour le maintien de ces investissements dans les ressources en eaux.

A partir de cette étude, nous recommandons

- D'approfondir les études sur les performances épuratoires du lagunage aéré sous un climat aride.
- Prendre en charge les analyses parasitologiques pour un meilleur contrôle de la qualité microbiologique des eaux épurées.
- Ajouter des matériels nécessaires pour l'analyse de MES pour un meilleur contrôle de qualité physico-chimiques des eaux épurées.
- Un traitement tertiaire est indispensable (désinfection) pour une épuration entière des eaux.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

AERM, 2007. Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse.120p.

ANAT (1990) - *Analyse de la situation et des potentialités de la wilaya. Plan d'aménagement de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès.* Rapport d'orientation, Agence Nationale d'Aménagement du Territoire, Alger. 200 p.

ARMAND R. (2009) - *Étude des états de surface et de leur dynamique pour différentes pratiques du sol. Mise au point d'un indicateur de ruissellement.* Thèse de l'Université de Strasbourg, 197 p.

ACHOURI. F (2003) -Mémoire d'Etude des performances épuratoires de la Station d'épuration par lagunage naturel de l'oued Béni-Messous W. d'Alger en vue de L'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, P:(20.21.30, 35).

AZZOUZZI M. et AIT YOUNS O. (2012). Valorisation des boues de la station d'épuration de ville de Marrakech. Mémoire de fin d'étude. Université Cadi Ayyad, 13 p.

Actu-Environnement, © 2003 - 2011 COGITERRA - CNIL N°845317 - ISSN N°2107-6677).

BOUTOUX J., (1993). Introduction à l'étude des eaux douce (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson). Qualité et santé. 2ème édition, CEBEDOC. Paris, 160-165p.

BENABDELI K. (2000) - Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique : Commune de Ras-El-Ma (Sidi-Bel-Abbès, Algérie). *Options Méditerranéennes*, CIHEAM, série A, n° 39 (Rupture... nouvelle image de l'élevage sur parcours), p. 129-141.

BOUZIANI M. (2000). L'eau de la pénurie aux maladies. Editions IBN-KHALDOUN. Oran, p.84-85, 98-100, 113-117, 131-132

BAUMONT S, CAMARD J.P, LEFRANC A, FRANCONI A- Rapport ORS Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, 220p, (2004).

BAUDOT, B. et PERERA, P. 1991. Guide procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités. 21p

BOUTELLI M., MENASIA S., (2008). Conception d'une station d'épuration pour la ville de Ghardaïa, possibilités de réutilisation des eaux épurées. Mém. Ing. Hydraulique. Hydraulique urbaine. Univ. D'Ouargla. 132p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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. D'Annaba.

CARDOT C. et GILLES A(2013)- Analyse des eaux : Réglementation, analyses volumétriques et spectrophotométriques, statistiques cours et exercices. Ellipses Edition Marketing S.A. Paris, P.92, 199, 223.

DSA (2009) - *Bilan technique et statistique agricole de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès.* Rapport de la Direction des Services Agricoles, Alger, 137 p.

DAHOU A ET BREK A (2013) – Mémoire de lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (Région d'Ouargla), P :(16,21, 40).

DALI H., ZOUAOUI K., (2007)- Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém. Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Univ d'Ouargla.68p.

DALOZ A. (2007)- L'épuration des eaux usées par les filtres plantés de macrophytes. Mémoire de fin d'étude. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon, 6 p.

EMBERGER L. (1942) - Un projet de classification des climats du point de vue physiologique *.Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, vol. 77, p. 97-124.

EPDEMIYA (2005) - *Ressources hydriques superficielles et souterraines de la région De Sidi-Bel-Abbès.* Rapport de la société de distribution d'eau EPDEMIYA, Alger, 135 p.

FAO, (2002). Les méthodes de production d'alevins de tilapia nilotica. ADCP/REP/89/46 :120p.

GHERIB (2017)- statistiques sur les stratégies de phytoremédiation, Alger, p.20-32.

HIRCHE A., BOUGHANI A. et SALAMANI M. (2007) - Évolution de la pluviosité dans quelques stations arides algériennes. *Sécheresse*, vol. 18, n° 4, p. 314-320.

IDDER T., (1998). La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérienne. Impacte des rejets d'origine agricole et urbaine et technique de remédiassions proposées. L'exemple d'Ouargla. Thèse de doctorat. Univ. Angers.284p.

L'UNESCO- Fiche Technique: traitement des eaux usées par lagunage, (Aout, 2008).

LADJEL F., (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LABADI, K. et MOUKAR, M.2010.** Etude des performances de la station de traitement des eaux usées urbaines par lagunage de la ville d'Ouargla. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharienn. Univ d'Ouargla. 29p.
- METERFI B. et MOUEDDENE K. (2002)** - Diagnostic sur les besoins en eau de la culture du blé dur menée dans des conditions agro climatiques du semi aride (Cas de la région de Sidi-Bel-Abbès). *Ecosystems*, UDL- INRA de Sidi-Bel-Abbès, vol 2, n° 2, p. 60-69.
- MEDDI M., TALIA A. et MARTIN C. (2009)** - Évolution récente des conditions climatiques et des écoulements sur le bassin versant de la Macta, Nord-Ouest de l'Algérie. *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, vol. III, p. 61-84.
- MOUHAMMED OUALI S (2001).** Procédés unitaires biologique de traitement des eaux, Ed OPU, Alger. 70p
- MADJOURI H., AMOURIA H. (2007).** Contribution au traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.A. Traitement des eaux et des fluides. Univ. D'Ouargla.85p.
- OUALI MS. (2001).** « Traitement et utilisation dans l'agriculture des eaux usées et déchets solides. ». Edition Lavoisier, paris, p. 248-249, 254-255.
- PERERA P ET BAUDOT B-** Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, France (mai, 1991).
- RACAULT Y:** Le lagunage naturel (Les leçons tirées de 15 ans de pratique en France) (1997).
- RACHIDA, 2007** -Etude microbiologique des eaux usées dans le Grand Agadir : épuration par infiltration-percolation, impact sur l'environnement marin et réutilisation en agriculture. Thèse de microbiologie.
- RODIER, J., BAZIN, C., BROUTIN, J.-P., CHAMBON, P., CHAMPSAUR, H. ET RODI, L.2005.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8eme Édition. Ed. Dunod, Paris. 1383p.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., et BRUNET R. (2009).** L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition, Dunod. Paris, p. 35, 47, 50,...
- RICHARD C, (1996).** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
- SLIMANI R., (2003).** Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. Mem. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Univ d'Ouargla.85p.
-

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

THOMAS O., (1995). Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

VANDERMEERCH S. (2006)- Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. Mémoire de fin d'étude, Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire, Bruxelles, 16 p.

Les sites internet

Site internet n°01 : <http://www.esst-inrs.fr/3rb/ressources/ed5026.pdf> consulté le 20mai à 19h10

Site internet n°02 : <http://www.hygiene-publique.gov.pf/spip.php?article61> consulté le 26mai à 20H14

Site internet n°03 : <http://www.capcalais.fr/les-services/la-protection-de-lenvironnement/assainissement/fonctionnement-dune-station-depuration/> consulté le 26mai à 20h30

Site internet n°04 : Article de la fondation de l'Eau Potable Sûre (FEPS), disponible en ligne sur : <http://www.safewater.org/PDFS/resourcesknowthefacts/traitement+eaux+usees.pdf>
<http://www.planetoscope.com/eau-oceans/1104-litres-d-eaux-usees-rejetees-dans-la-nature-dans-le-monde.html> consulté le 28mai à 18h

Anneexes

ANNEXES

❖ Les méthodes des analyses les paramètres physique et chimique

Paramètre	Résumé de la méthode
Demande chimique en oxygène DCO	<p>Homogénéiser 500ml d'échantillon pendant 2 minutes</p> <ul style="list-style-type: none">-Prendre un tube de réactif DCO de la gamme appropriée-Retirer le bouchon, tenir le tube incliné à 45 degré. Pipeter 2ml d'échantillon dans le tube.-Fermer hermétiquement le bouchon du tube et mélanger le contenu (Attention production de la chaleur)-Mettre le tube dans un réacteur à DCO à 150 °C pendant 2heures.-Laisser les refroidir et lire les résultats avec le spectrophotomètre.
Demande Biochimique en Oxygène DBO₅	<p>Rincer la bouteille et le barreau magnétique avec l'échantillon a analysé.</p> <ul style="list-style-type: none">-Introduire le volume souhaité d'échantillon (100ml pour l'eau brute et 400ml pour l'eau épurée)-Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon, introduire le Na OH à l'intérieur et fermer la bouteille avec l'oxitop.-Appuyer sur les deux boutons A et B simultanément, jusqu'à ce que l'afficheur indique 00-Introduire la bouteille dans un incubateur à DBO₅ à 20C°-La vérification des résultats sera obtenue chaque jour, on appuyant sur le bouton B et la valeur finale sera obtenue le 5^{ème} jour.
Azote ammoniacal	<p>Remplir une éprouvette graduée bouchée avec 25ml d'échantillon.</p> <ul style="list-style-type: none">-Ajouter 3 gouttes de stabilisant minéral et retourner plusieurs fois pour mélanger.-Ajouter 3 gouttes d'alcool polyvinylique et retourner plusieurs fois pour mélanger.-Pipeter 01ml de réactif de Nessler et retourner plusieurs fois pour mélanger.- Laisser un temps de réaction de 1minute.-Lire les résultats avec le spectrophotomètre.

ANNEXES

<p>Matières en suspension MES</p> <p>épurée</p>	<p>Préparation des filtres : laver, sécher à 105°C pendant 1 heure, laisser le refroidir dans le dessiccateur ensuite peser.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Placer le filtre sur le support de filtration -Filtrer l'échantillon -Lorsque l'échantillon est totalement filtré, récupérer avec précaution le papier filtre et le placer sur un support de séchage (capsule) -Sécher le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2h - Après 2h laisser refroidir au dessiccateur pendant 15 min puis peser le filtre.
<p>Matières en suspension MES</p> <p>Brute</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Attendre que les échantillons soient à température ambiante. -Homogénéiser le contenu du flacon par agitation. -Introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse (volume 200ml) -Centrifuger à 3000 tours pendant 20 minutes environ. -Eliminer l'eau (surnageant), recueillir le culot déposé dans une capsule préalablement séché à 105 °C et pesé. -Rincer le pot de centrifugation deux fois avec de l'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule. -Sécher la capsule et son contenu à 105°C pendant 24 heures. -Laisser refroidir dans un dessiccateur. -Peser. -Le calcul de la teneur en MES se fait de l'expression suivante : <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $[\text{MES}] = 1000(M_1 - M_0) / V$ </div> <p>[MES]: est la teneur en MES en mg/l M₁: est la masse de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 105°C (en mg) M₀: est la masse de la capsule vide (en mg) V : volume de la prise d'essai (en ml)</p>

ANNEXES

PH et T⁰	<ul style="list-style-type: none">-Allumer l'instrument-Immerger le bout de la sonde dans l'échantillon a mesuré.-Rincer soigneusement l'électrode à l'eau distillée, éteindre le pH-mètre et le ranger.
Turbidité	<ul style="list-style-type: none">-Allumer l'instrument-Remplissez une cuvette de mesure propre avec 10 ml de la solution à tester-Renfermer la cuvette puis nettoyer la soigneusement à l'aide d'un chiffon pour ne pas affecter le passage du rayon par la diode électroluminescente-Placer la cuvette dans le logement prévu de l'instrument, appuyer sur la touche READ et l'instrument affichera la mesure en turbidité NTU.
L'oxygène dissous	<ul style="list-style-type: none">-Allumer l'oxymétrie;- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée;- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser;- Tremper l'électrode dans le bécher;- Laisser stabiliser un moment;- Lire la concentration de l'oxygène dissous;- Rincer bien l'électrode après chaque usage avec l'eau distillée.

❖ Les méthodes des analyses les paramètres Microbiologique

a)-Recherche des vibrions cholériques

Mode opératoire :

- Premier jour : L'enrichissement primaire (Eau Peptonée Alcaline (EPA))
- Deuxième jour : Enrichissement secondaire et isolement (gélose GNAB)

b)- Recherche des salmonella

Mode opératoire

- Le premier enrichissement (Bouillon au sélénite Acide de sodium S.F.B. S/C)
-

ANNEXES

- Deuxième enrichissement et isolement (Ensemencer une boîte de gélose Hektoen)
- Lecture des boîtes et Identification

➤ Procédé de traitement



la STEP de Ras EL Ma



Entrée des eaux usées à la station



Dégrillage

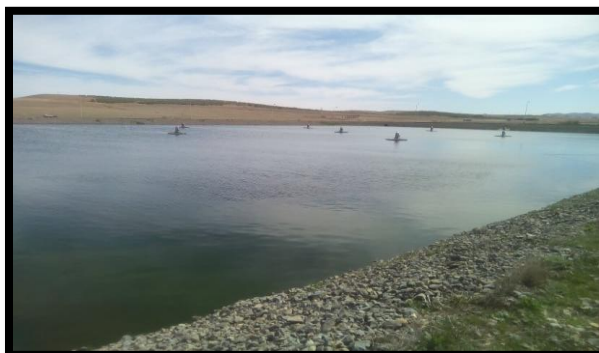
ANNEXES



Dessablage



Déshuilage



Bassin d'aération N°1



bassin d'aération N°02



Bassin de finition



lits de séchage

ANNEXES



Station de chloration



Sorite de l'eau

Tableau n°01 : les normes de rejets des eaux usées urbaines (Journal officiel algérien N°41,2012)

20		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41		25 Chaâbane 1433 15 juillet 2012		
2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES						
PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE			
Physiques	pH	—	6.5 ≤ pH ≤ 8.5			
	MES	mg/l	30			
	CE	ds/m	3			
	Infiltration le SAR = $\sigma - 3$ CE	3 - 6	ds/m	0.2		
		6 - 12		0.3		
		12 - 20		0.5		
20 - 40		1.3				
		3				
Chimiques	DBO5	mg/l	30			
	DCO	mg/l	90			
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10			
	AZOTE (NO3 - N)	mg/l	30			
	Bicarbonat (HCO3)	meq/l	8.5			
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0			
	Arsenic	mg/l	2.0			
	Béryllium	mg/l	0.5			
	Bore	mg/l	2.0			
	Cadmium	mg/l	0.05			
	Chrome	mg/l	1.0			
	Cobalt	mg/l	5.0			
	Cuivre	mg/l	5.0			
	Cyanures	mg/l	0.5			
	Fluor	mg/l	15.0			
	Fer	mg/l	20.0			
	Phénols	mg/l	0.002			
	Plomb	mg/l	10.0			
	Lithium	mg/l	2.5			
	Manganèse	mg/l	10.0			
	Mercur	mg/l	0.01			
	Molybdène	mg/l	0.05			
	Nickel	mg/l	2.0			
	Sélénium	mg/l	0.02			
	Vanadium	mg/l	1.0			
Zinc	mg/l	10.0				

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.