

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université ALSHSHAHID HAMMA LAKHDAR
d'El-Oued



faculté des sciences et technologie

Département d'hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE

En vu de l'obtention du Diplôme master (LMD) Professionnel en Hydraulique

OPTION : Conception et Diagnostic de système A.E.P et assainissement

**Etude comparative des deux procédés
d'épuration des eaux usées à savoir la
phytoépuration (commune de Témacine) et
la procédé biologique des boues activés
(commune de Touggourt)**

Réalisée par :

- Boudebia Taki Eddine
- Kecheha Abdel Fattah

Encadrée par :

M^R : GUESSEIR.B

Soutenu devant un jury composé de :

- Mme. BOUCHEMAL Fattoum
- Mr. OUAKOUAK Abdelkader

Année Universitaire 2016 /2017

DEDICACE ABDEL FATTAH

Du fond du cœur , je dédie le fruit de ce travail à mes frères et sœurs
et surtout mes parents ,pour son affectation et sa patience dans
mon éducation .

Je n'oublierai pas mes meilleurs amies pour l' ambiance agréable que
nous avons passée ensemble .

tous mes camarades de département d'hydraulique et surtout le groupe
de travail qu' on à travaillé ensemble <<SICHE-FOUAD- SOULTANE-
YACINE>>

Mes meilleurs amies que je n'oublierai jamais <<RAZOUGE-IDRRES-
KHOUAZEM-YOUSSEF >>

Sans oublier personne et que je garderai toujours M^R
Guesseir leur souvenir Dans mon cœur.

DEDICACE TAKI

Du fond du cœur , je dédie le fruit De ce travail à mes frères et sœurs
et surtout mes parents ,pour son affectation et sa patience dans
mon éducation .

Je n'oublierai pas mes meilleurs amies pour l'ambiance agréable que
nous avons passée ensemble .

Tous mes camarades de la section hydraulique et surtout le groupe de
travail qu' on à travaillé ensemble (MOUSSAUI-ABDEL-HAMIDE-
KALLAL-KHALIFA)

Mes meilleurs amies que je n'oublierai jamais <<AMAMRA-ALI-
MAMOUNE-CHAKER >>

Sans oublier personne et que je garderai toujours M^R
Guesseir leur souvenir Dans mon cœur.

Remerciements

Remerciements

Je remercie toute personne ayant collaborée de près ou de loin à la réalisation de mon projet et surtout l'encadreur M^R.GUESSEIR pour son aide suivie et de patiente et l'orientation avec nous .

Sans oublier mes professeurs de Département d'hydraulique:

Monsieur BABOUKHA

Monsieur OUAKOUAK

Monsieur REGUITE

Monsieur ZIENE

M^{me} BOUCHEMAL

Un grand remerciement pour le directeur de L'institut sans oublier le personnel technique et administrative

Sommaire

Introduction générale.....	(01.02)
----------------------------	---------

CHAPITRE I : Présentation du site d'étude

1.1. Présentation de la région d'étude	(03)
1.1.1 .Localisation de la région de Touggourt.....	(03)
1.1.2. Localisation de la région de Témachine.....	(04)
1.1.3. Climatologie.....	(05)
1.1.3.1. Données météorologiques de la région de Touggourt et Témachine.....	(05)
1.1.3.1.1. Température... ..	(06)
1.1.3.1.2. Précipitation.....	(06)
1.1.3.1.3. Humidité relative de l'air.....	(07)
1.1.3.1.4. Evaporation.....	(07)
1.1.3.5. Durée d'insolation.....	(08)
1.1.3.1.6. Vent.....	(08)
1.1.4. Etude climatique de la région Touggourt et Témachine.....	(08)
1.1.4.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Touggourt et Témachine.....	(08)
1.1.4.2. Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de deux régions d'étude.....	(09)
1.1.5. Description Stratigraphique.....	(10)
1.1.5.1. Quaternaire.....	(10)
1.1.5.2. Tertiaire.....	(10)
1.1.5.2.1. Miopliocène.....	(10)
1.1.5.2.2. Eocène inférieur.....	(10)
1.1.5.3. Secondaire.....	(10)
1.1.5.3.1. Sénonien.....	(10)
1.1.5.3.2. Turonien.....	(11)
1.1.5.3.2. Cénomanién.....	(11)

1.1.5.4. Albien.....	(11)
1.1.6. Hydrogéologie de la région.....	(12)
1.1.6. 1. Présentation des nappes.....	(12)
1.1.6. 2. Nappe du Continental Intercalaire (CI).....	(12)
1.1.6.3.Nappe du Complexe Terminal (CT)	(13)
1.1.6.3.1. Nappe de sable (moi-pliocène)	(13)
1.1.6.3.2. Nappe des calcaires (sénonien carbonaté)	(13)
1.1.6.4. Nappe phréatique	(13)
1.1.7.Pédologie.....	(14)
1.1.8. Topographie.....	(14)
1.1.9. Stations de pompage dans la région de Touggourt.....	(14)
1.1.10. Canal Oued Righ.....	(16)
1.1.11. Composition des eaux usées de la ville de Touggourt.....	(17)
1.1.12. Composition des eaux usées de la ville de Témachine.....	(17)
1.2. Conclusion.....	(17)

CHAPITRE II : Synthèse Bibliographique

2.1. Généralités	(18)
2.2. Définition des eaux usées.....	(18)
2.3. Typologie des eaux usées	(18)
2.3.1. Eaux usées domestiques.....	(18)
2.3.2. Eaux industrielles	(19)
2.3.3. Eaux pluviales.....	(19)
2.3.4. Eaux agricoles.....	(19)
2.4. Définition de la pollution des eaux	(19)
2.5. Pollution des eaux brutes	(19)
2.5.1. Pollution chimique.....	(20)
2.5.2. Pollution biologique.....	(20)
2.6. Principaux types des polluants	(20)
2.7. Conséquences de la pollution	(21)

2.7.1. Conséquences écologiques.....	(21)
2.7.2. Conséquences sanitaires	(21)
2.7.3. Conséquences industrielles.....	(21)
2.7.4. Conséquences agricoles.....	(21)
2.8. Critères de pollution d'une eau	(22)
2.8.1. Paramètres physiques.....	(22)
2.8.1.1. Température de l'eau	(22)
2.8.1.2. Odeur.....	(22)
2.8.1.3. Couleur.....	(22)
2.8.1.4. Notion de l'équivalent habitant.....	(22)
2.8.1.5. Matières en suspension.....	(22)
2.8.2. Paramètres chimiques	(22)
2.8.2.1. Potentiel hydrogène (pH)	(22)
2.8.2.2. Oxygène dissous	(23)
2.8.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	(23)
2.8.2.4. Demande biologique en oxygène (DBO)	(23)
2.8.2.5. Conductivité électrique (CE).....	(23)
2.8.3. Autres éléments.....	(24)
2.8.3.1. Bactéries.....	(24)
2.8.3.2. Protozoaires	(24)
2.8.3.3. Azote.....	(25)
2.8.3.4. Phosphore.....	(25)
2.8.3.5. Micro-éléments.....	(25)
2.9. Systèmes de collecte des eaux usées	(25)
2.9.1. Système unitaire.....	(25)
2.9.2. Système séparatif.....	(25)
2.10. Composition des eaux usées.....	(25)
2.11. Traitement des eaux usées.....	(26)

2.12. Objectif de traitement des eaux usées.....	(26)
2.13. Itinéraire de traitement des eaux usées.....	(26)
2.14. Etapes de traitement	(26)
2.14.1. Prétraitement.....	(26)
2.14.1.1. Dégrillage	(26)
2.14.1.2. Dessablage	(27)
2.14.1.3. Dégraissage-déshuilage.....	(27)
2.14.2. Traitement primaire(traitement physico-chimique).....	(27)
2.14.2.1. Décantation	(27)
2.14.2.2. Coagulation-floculation	(27)
2.14.2.3. Flottation.....	(27)
2.14.2.4. Filtration.....	(27)
2.14.3. Traitement secondaire (traitement biologique)	(28)
2.14.3.1. Procédés extensifs.....	(28)
2.14.3.1.1. Lagunage.....	(28)
2.14.3..1.1.1. Lagunage naturel.....	(28)
2.14.3.1.1.2. Lagunage à microphytes.....	(28)
2.14.3.1.1.3. Lagunage à macrophytes.....	(28)
2.14.3.1.1.4. Lagunage aéré.....	(29)
2.14.3.1.2. Filtration sur sable	(29)
2.14.3.2. Procédés intensifs.....	(30)
2.14.3.2.1. Boues activées.....	(30)
2.14.3.2.2. Lit bactérien	(30)
2.14.4. Traitement tertiaire.....	(31)
2.14.5. Boues.....	(31)
2.15. Généralités sur les jardins d'épuration (phytoépuration).....	(32)
2.16. Phytoépuration en Algérie.....	(33)
2.17. Avantages procédé des boues activées et phytoépuration.....	(33)

2.17.1. Procédé de boue activée.....	(33)
2.17.2. Procédé de phytoépuration.....	(33)
2.18. Normes internationales.....	(33)
2.18.1. Normes de réutilisation OMS et Californiennes.....	(33)
2.19. Conclusion.....	(34)

CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

3.1. Localisation et historique de la STEP.....	(35)
3.1.1. Touggourt est Localisée Comme Suite.....	(35)
3.1.2. Réalisation Génie Civil.....	(35)
3.1.3. Equipements.....	(35)
3.1.4. Données fondamentales.....	(37)
3.1.5. Etapes des traitements.....	(37)
3.2. Equipement de la station.....	(37)
3.2.1. Station relevage.....	(37)
3.2.2. Dégrillage mécanique.....	(38)
3.2.3. Dessablage-déshuilage	(39)
3.2.4. Epuration biologiques.....	(40)
3.2.5. Décanteur secondaire	(41)
3.2.6. Bassin de chloration.....	(42)
3.2.7. Retour des boues.....	(43)
3.2.8. Epaisseur des boues.....	(44)
3.2.9. Lits de séchage des boues.....	(45)
3.3. Procède de fonctionnement de la station.....	(46)
3.4. Méthodes dépuraton et de traitement des eaux résiduaires.....	(47)
3.5. Localisation et historique de la STEP Témachine.....	(48)
3.5.1. Données techniques.....	(49)
3.5.2. Etapes de traitement.....	(49)

3.6. Equipement de la station de Témachine.....	(49)
3.6.1. Fossé septique	(49)
3.6.1.1. Bassin 1 (Dégrillage).....	(49)
3.6.1.2. Bassin 2 (dessablage).....	(50)
3.6.1.3. Bassin 3 (déshuilage).....	(50)
3.6.2. Canal de raccordement.....	(51)
3.6.3. Bassin traitement des macrophytes.....	(51)
3.7. Espèces végétales utilisé pour le traitement.....	(51)
3.7.1. Jonc.....	(51)
3.7.2. Balisier rouge.....	(52)
3.7.3. Laurier rose.....	(52)
3.7.4. Papyrus.....	(53)
3.7.5. Washingtonia.....	(53)
3.8. Laboratoire d'analyse des eaux usées	(54)
3.8.1. Introduction	(54)
3.8.2. Laboratoire	(54)
3.8.3. Techniques d'analyse chimique des eaux usées	(54)
3.9. Analyse d'urbanisme.....	(55)
3.9.1. Population et évolution démographique.....	(55)
3.9.2. Réseau d'alimentation en eau potable de Touggourt.....	(55)
3.9.3. Réseau d'alimentation en eau potable de Témachine.....	(55)
3.9.4. Evaluation du débit de Touggourt et de Témachine.....	(56)
3.9.4.1. Débit moyen horaire Q m de Touggourt et de Témachine.....	(56)
3.9.5. Calcul des charges polluantes.....	(56)
3.9.5.1. Charges en DBO₅.....	(56)
3.9.5.2. Concentration de la DBO₅ en mg/L.....	(57)
3.9.5.3. Charges en matières en suspension (M.E.S)	(57)
3.9.5.4. Concentration des M.E.S en mg /L	(57)

3.9.5.5. Charges en de DCO.....	(57)
3.9.5.6. Concentration de la DCO en mg/L.....	(57)
3.10. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement.....	(58)
3.11. Rôles des station d'épuration	(58)
3.12. Méthodes d'analyses	(59)
3.12.1. Détermination des PH.....	(59)
3.12.2. Détermination de la température.....	(59)
3.12.3. Détermination de la conductivité.....	(60)
3.12.4. Détermination des matières en suspension (MES).....	(61)
3.12.5. Détermination d'O ₂	(62)
3.12.6. Détermination NO ₂ , NO ₃ ,PO ₄	(63)
3.12.7. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	(63)
3.12.8. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	(64)
3.13. Analyses bactériologiques	(65)
3.13.1. Préparation des dilutions.....	(65)
3.14. Conclusion.....	(65)

Chapitre IV: partie expérimentale

4.1. Paramètres physico-chimiques.....	(66)
4.2. Prélèvement.....	(66)
4.2.1. Echantillonnage.....	(66)
4.2.2. Conditionnement.....	(66)

Résultats et Discussion

4.3. Interprétation des résultats physico-chimiques.....	(67)
4.3.1. Potentiel hydrogéné (pH).....	(67)
4.3.2. Température de l'eau (T).....	(69)
4.3.3. Conductivité électrique (C.E).....	(71)
4.3.4. Matières en suspension (M.E.S).....	(73)

4.3.5. Nitrates (N.O_3).....	(76)
4.3.6. Nitrites (N.O_2).....	(77)
4.3.7. Ortho phosphates (PO_4^{3-}).....	(79)
4.3.8. Demande chimique en oxygène(D.C.O).....	(82)
4.3.9. Demande biochimique en oxygène (D.B.O ₅).....	(82)
4.4. Calcul du rendement et rapport.....	(83)
4.5. Conclusion.....	(84)

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Liste de tableaux

Tableau 1: Données climatiques de la région de Touggourt pour la période 2007-2016 (O.N.M., 2017).

Tableau 2: relation entre la conductivité et la minéralisation. (HAKMI,,2006).

Tableau 3 : comparaison entre capacité de la station et les rejets de Touggourt.

Tableau 4: Rendement des différents paramètres analysés de la station de Touggourt.

Tableau 5: Rendement des différents paramètres analysés de la station de Témacine.

Liste des figures

Fig.1 : Situation géographique de la ville de Touggourt (maps.google.fr).

Fig.2 : Situation géographique de Témachine. Source: DUBOST (2002).

Fig.3 : Températures moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2007-2016).

Fig.4 : précipitation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2007-2016).

Fig.5 : Humidités moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2007-2016).

Fig.6 : Evaporation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2006-2017).

Fig.7 : Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt (2007-2016).

Fig.8 : Diagramme Omrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Touggourt et Témachine (2007-2016).

Fig.9 : Place de la région de Touggourt et Témachine dans le climagramme d'Emberger.

Fig.10 : schéma stratigraphique de la région Touggourt et Témachine (ATTAB S., 2011).

Fig.11 : coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du C.I (O.S.S., 2003).

Fig.12: Coupe hydrogéologique transversale du C.T (UNESCO, 1972).

Fig.13 : Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Touggourt

Fig.14 : représentation des points de rejet de Touggourt (S.T.E.P Touggourt, 2008).

Fig.15 : Composition d'une eau usée domestique (BAUMONT, 1997).

Fig.16 : principes de l'épuration dans un bassin à macrophytes flottants (RAKOTOARISON, 2008).

Fig.17: Schéma du fonctionnement d'un traitement par boue activée (LADJEL, 2006).

Fig.18 : récapitule les principales voix de traitement des eaux usées et des boues.

Fig.19 : Schéma d'un système WWG (CATTIN, 2005).

Fig.20 : Positionnement de la station d'épuration dans la commune de Tbesbest (google earth.fr, 2017).

Fig.21: Schéma général du procédé de boues activées appliqué à la STEP de Touggourt.

Fig.22 : Positionnement de la station d'épuration dans la commune de Témacine.

Fig.23.1 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.23.2 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.23.3 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

Fig.23.4 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

Fig.24.1: Evolution des températures des eaux brutes dans le temps (station Touggourt).

Fig.24.2 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps (station Touggourt).

Fig.24.3 : Evolution des températures des eaux brutes dans le temps (station Témacine).

Fig.24.4 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps (station Témacine).

Fig.25.1: Evolution des conductivités des eaux brutes dans le temps (station Touggourt).

Fig.25.2 : Evolution des conductivités des eaux traitées dans le temps (station Touggourt).

Fig.25.3 : Evolution des conductivités des eaux brutes dans le temps (station Témacine).

Fig.25.4 : Evolution des conductivités des eaux traitées dans le temps (station Témacine).

Fig.26.1: Evolution des MES des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.26.2 : Evolution des MES des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.26.3 : Evolution des MES des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

Fig.26.4 : Evolution des MES des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

Fig.27.1 : Evolution du NO_3 des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.27.2 : Evolution du NO_3 des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.27.3 : Evolution du NO_3 des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

Fig.27.4 : Evolution du NO_3 des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

Fig.28.1 : Evolution du NO_2 des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.28.2 : Evolution du NO_2 des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.28.3 : Evolution du NO_2 des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

Fig.28.4 : Evolution du NO_2 des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

Fig.29.1 : Evolution du PO_4^- des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.29.2 : Evolution du PO_4^- des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.29.3 : Evolution du PO_4^- des eaux brutes dans le temps (Station Témachine).

Fig.29.4 : Evolution du PO_4^- des eaux traitées dans le temps (Station Témachine).

Fig.30.1 : Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.30.2 : Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.30.3 : Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps (Station Témachine).

Fig.30.4 : Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps (Station Témachine).

Fig.31.1 : Evolution de la DBO_5 des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.31.2 : Evolution de la DBO_5 des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

Fig.31.3 : Evolution de la DBO_5 des eaux brutes dans le temps (Station Témachine).

Fig.31.4 : Evolution de la DBO_5 des eaux traitées dans le temps (Station Témachine).

Liste des Photos

- Photo.1** : photo de la station d'épuration de Touggourt. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.2** : photo de la station relevage. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.3** : Dégrailleur mécanique. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.4** : Dessablage-déshuilage. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.5** : Bassin d'aération. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.6** : Décanteur. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.7** : Bassin de chloration. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.8** : vis d'Archimède. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.9** : Epaisseur de boues. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.10** : lit de séchage. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.11** : Station d'Épuration des Eaux Usées Waste Water Gardens, Vieux Ksar de Témacine. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.12** : Dégrailleur. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.13** : déshuilage. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.14** : Juncus maritimus. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.15** : Canna indica. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.16** : Nerium oleander. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.17** : Cyperus papyrus. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.18** : Washingtonia. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.19** : PH mètre pour mesurer la PH. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.20** : Thermomètre pour mesurer la température. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.21** : Conductivitémètre. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.22** : les appareils utilisés pour la détermination de MES. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.23** : Oxymètre.
- Photo.24** : DR 3900TM spectrophotomètre. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.25** : la DCO-mètre. (FATTAH et TAKI, 2017).
- Photo.26** : DBO mètre pour la détermination de DBO5.

Liste des abréviations

ONA	: Office national de l'assainissement.
STEP	: Station d'épuration des eaux usées.
BCPL	: Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.
BSB DBO	: Appareil de mesure de DBO.
CE	: Conductivité électrique.
DBO5	: Demande biologique en oxygène.
DCO	: Demande chimique en oxygène.
GVf	: Bouillon gélose viande foie.
MES	: Matière en suspension.
MTH	: Maladie à transmission hydrique.
MVS	: Matière volatiles en suspension.
NPP	: Nombre le plus probable.
OMS	: Organisation mondiale de la santé.
pH	: Potentiel d'hydrogène.
SC	: Simple concentration.
DC	: Double concentration.
SFB	: Bouillon au sélénite acide de sodium.
SS	: Milieu Salmonella shigella.
VBL	: Bouillon lactose bilié au vert brillant.
INRA	: l'institut national de recherche et l'agriculture.

الملخص:

هذا العمل هو عبارة عن مقارنة بين عمليتين مختلفتين من المعالجة للمياه المستعملة ومياه الصرف، فالمعالجة الأولى هي المعالجة بالحماة النشطة لمحطة تقرت، أما المعالجة الثانية هي المعالجة بالنباتات لمحطة تماسين، وتمثل كلتا العمليتين مساهمة في دراسة إعادة استعمال المياه المستعملة ومياه الصرف في مجال السقي في منطقة وادي ريغ، المتكونة من 50 واحة وتقع في الجنوب الشرقي للصحراء الجزائرية.

بالنسبة للمعالجة بالحماة النشطة تقام في المناطق الواسعة وذات كثافة سكانية عالية، ومكلفة الثمن عند الإنشاء، وتستهلك الكثير من الطاقة الكهربائية واليد العاملة خبيرة للميدان. أما المعالجة بالنباتات فتتشي في المناطق الضيقة وذات كثافة سكانية صغيرة ولا تكلف ثمن كبير للإنشاء ولا تستهلك أي طاقة كهربائية ولا تحتاج إلى يد عاملة خبيرة للميدان وهي صديقة للبيئة.

وقد قمنا في إطار هذا البحث بأخذ نتائج مخبريه لمدة 5 سنوات لكلتا المحطتين وتمكنا في إثرها بالحصول على النتائج التي تخص العوامل الفيزيوكيميائية.
نتائج محطة تقرت:

درجة الحرارة ($T = 14,7 \text{ à } 34 \text{ }^{\circ}\text{C}$)، الموصلية ($C.E = 2 \text{ à } 7,9 \text{ ms/cm}$)، درجة الحموضة ($\text{pH} = 6,5 \text{ à } 8$)، النيترات ($\text{NO}_3 = 0,1 \text{ à } 15,4 \text{ mg/l}$)، النتريت ($\text{NO}_2 = 0,009 \text{ à } 0,1 \text{ mg/l}$)، المواد العالقة ($\text{MES} = 17 \text{ à } 38,5$) (mg/l)، الطلب الكيميائي للأكسجين ($\text{DCO} = 14,7 \text{ à } 51 \text{ mg/l}$)، الطلب البيوكيميائي للأكسجين ($\text{DBO} = 3 \text{ à } 44$) (mg/l).

نتائج محطة تماسين:

درجة الحرارة ($T = 13,2 \text{ à } 35,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$)، الموصلية ($C.E = 2 \text{ à } 5,56 \text{ ms/cm}$)، درجة الحموضة ($\text{pH} = 6,6 \text{ à } 7,8$)، النيترات ($\text{NO}_3 = 1,5 \text{ à } 35 \text{ mg/l}$)، النتريت ($\text{NO}_2 = 0,001 \text{ à } 0,033 \text{ mg/l}$)، المواد العالقة ($\text{MES} = 18,5 \text{ à } 33$) (mg/l)، الطلب الكيميائي للأكسجين ($\text{DCO} = 13,9 \text{ à } 51 \text{ mg/l}$)، الطلب البيوكيميائي للأكسجين ($\text{DBO} = 5 \text{ à } 40$) (mg/l).

هذه النتائج تعتبر جيدة بالمقارنة مع المعايير الجزائرية لنوعية المياه المعالجة والمستخدمة في مجال السقي. في عملنا هذا واجهنا بعض المشاكل منها غياب بعض أجهزة التحاليل المكر وبيولوجية والمحاليل الكيميائية والمعادن الثقيلة و الفوسفات، أملين أن نجد من يكمل عملنا هذا طلبة السنوات القادمة إن شاء الله.

كلمات مفتاحية:

قناة وادي ريغ، المياه المستعملة، الطلب الكيميائي للأكسجين، الطلب البيوكيميائي للأكسجين، النباتات.

Résumé:

Ce travail est une comparaison entre les deux différents des eaux usées traitées et de l'eau de drainage. Le processus de la première est le traitement boues activées la station de Touggourt, le processus le second est phytoépuration la station Témachine. Représentent les deux processus contribution des eaux usées l'eau et des eaux usées dans le champ d'arrosage et dans la oued Righ, formé de 50 oasis situé dans le Sud-Est du Sahara algérien.

Pour le traitement boues activées ont lieu dans les domaines de large et la densité de population haut et cher le prix à la construction et consomment beaucoup d'énergie électrique du travail, en ce qui concerne les phytoépuration ils forment dans les domaines étroit et la densité de population petites et prix de revient de la haute la reconstruction et ne pas consommer toute l'énergie électrique et vous avez besoin pour les mains de travail d'experts sur le terrain et écologique.

Nous avons dans le cadre de cette recherche en prenant les résultats de laboratoire pendant 5 ans pour les deux stations nous avons été en mesure d'évacuer obtenir les résultats suivants:

Les résultats de la station de Touggourt

La température ($T = 14,7$ à 34 °C), la conductivité électrique ($C.E = 2$ à $7,9$ ms/cm), le potentiel hydrique ($pH = 6,5$ à 8), les nitrates ($NO_3 = 1,1$ à $15,4$ mg/l), les nitrites ($NO_2 = 0,009$ à $0,1$ mg/l), les matières en suspension ($MES = 17$ à $38,5$ mg/l), la demande chimique en oxygène ($DCO = 14,7$ à 51 mg/l), et la demande biochimique en oxygène (3 à 44 mg/l).

Les résultats de la station de Témachine

La température ($T = 13,2$ à $35,1$ °C), la conductivité électrique ($C.E = 2$ à $5,56$ ms/cm), le potentiel hydrique ($pH = 6,6$ à $7,8$), les nitrates ($NO_3 = 1,5$ à 35 mg/l), les nitrites ($NO_2 = 0,001$ à $0,033$ mg/l), les matières en suspension ($MES = 18,5$ à 33 mg/l), la demande chimique en oxygène ($DCO = 13,9$ à 51 mg/l), et la demande biochimique en oxygène (5 à 40 mg/l).

Ces résultats sont bon rapport aux normes de l'Algérie la qualité de l'eau traitée utilisé dans le domaine de l'arrosage.

Dans notre travail que nous avons rencontré des problèmes, y compris l'absence de certains appareils analyses tromperie et biologiques lotions chimiques métaux lourds et phosphate, nous espérons que nous trouver le complète notre travail ce étudiants dans les années à venir si Dieu le veut.

Mots clés: canal Oued Righ, eaux usées, la demande chimique en oxygène, la demande biochimique en oxygène, plantes.

Introduction

Générale

Introduction générale

La région de l'Oued Righ est l'une des zones les plus anciennement cultivée et l'une des mieux connues du Sahara septentrional. Elle s'étend sur une longueur de 150 Km dans la direction Sud-Nord et une largeur allant de 20 à 30 Km. En Est-Ouest.

Elle est constituée d'une cinquantaine d'oasis qui compte totalement environ 16000 Ha cultivés et d'un million et demi de palmiers dattiers.

Cette région dite "Oued Righ" dans le Sahara Algérien est connue par son développement considérable des Oasis qui produisent des dattes d'excellente qualité.

La vallée de l'Oued Righ est un large fossé de direction Nord-Sud prenant son origine au Sud à partir de la palmeraie d'El-Goug et débouchant vers le chott Merouane.

La canal collecteur d'Oued Righ, considéré comme le poumon de la région, est passé par plusieurs étapes d'études et de réalisations avant d'arriver à son état actuel et cela par le biais des agriculteurs, des entreprises nationales et étrangères.

L'extension des palmeraies, ces dernières années grâce à la mise en valeur des terres, aux efforts de l'Etat et au retour des agriculteurs ont contribué à la multiplication du nombre des forages albiens (continental intercalaire), et du complexe terminale. Cette situation problématique a provoqué des problèmes dans la vallée d'Oued Righ tels que la remontée de la nappe phréatique, la salinité des sols, le rabattement excessif du CT (A.N.R.H., 2010) et aussi des coûts économiques élevés des albiens (2000 à 2400 m) qui nécessitent un refroidissement au préalable.

Par ailleurs, ce canal reçoit les eaux d'assainissement des villes, villages et du drainage de la palmeraie de la vallée de l'Oued Righ qui sont estimées à 5 m³/s (D.H.W., 2008) qui nous paraissent considérables.

Pour toutes ces raisons, nous avons jugé utile de contribuer par cette modeste étude de réutilisation des eaux usées traitées par la S.T.E.P de Touggourt et la S.T.E.P de Témachine pour l'irrigation des palmeraies qui sont d'une grande importance pour la locale en particulier et pour l'économie du pays en général (exportation de dattes) d'une part et de préservation de l'environnement d'autre part. Ce travail semble concourir au développement durable et à limiter la surexploitation des nappes aquifères tout en protégeant les ressources naturelles et faire face à la pollution aquatique.

Pour aboutir à ce résultat, nous avons structuré notre étude en quatre chapitres qui

Sont :

- CHAPITRE I : Présentation du site d'étude, qui est la commune de Touggourt et de Témachine dans son contexte géographique et administratif, ainsi qu'une étude climatique appropriée la géologie et l'hydrogéologie.
- CHAPITRE II : synthèse bibliographique concernant les procédés d'épuration classique et la phytoépuration.
- CHAPITRE III : Matériels et méthodes qui englobent la description de la S.T.E.P de Touggourt et la S.T.E.P de Témachine et les différentes méthodes de traitement.
- CHAPITRE IIII : Résultats et Discussion.

Chapitre I

Présentation du site d'étude

CHAPITRE I : Présentation de la région d'étude

1.1. Présentation de la région d'étude

1.1.1. Localisation de la région de Touggourt

Touggourt dépend administrativement de la wilaya d'Ouargla qui fut capitale des Oasis.

Touggourt, historiquement capitale de l'Oued Righ, chef-lieu de commune et ayant acquis dernièrement le statut de wilaya délégué, la ville détient une indéniable vocation de pôle régionale et de centre de transit (Direction de l'Artisanat Touggourt, 1999).

Positionnement géographique :

Géographiquement, Touggourt est située dans le 33° 16' de latitude Nord, 6° 04' de longitude Est et à 55 mètres d'altitude. Elle est à :

- 160 km d'Ouargla, chef-lieu de wilaya ;
- 160 km de Hassi Messaoud ;
- 220 km de Biskra ;
- 450 km de Constantine ;
- 620 km d'Alger (direction de l'artisanat Touggourt, 1999).

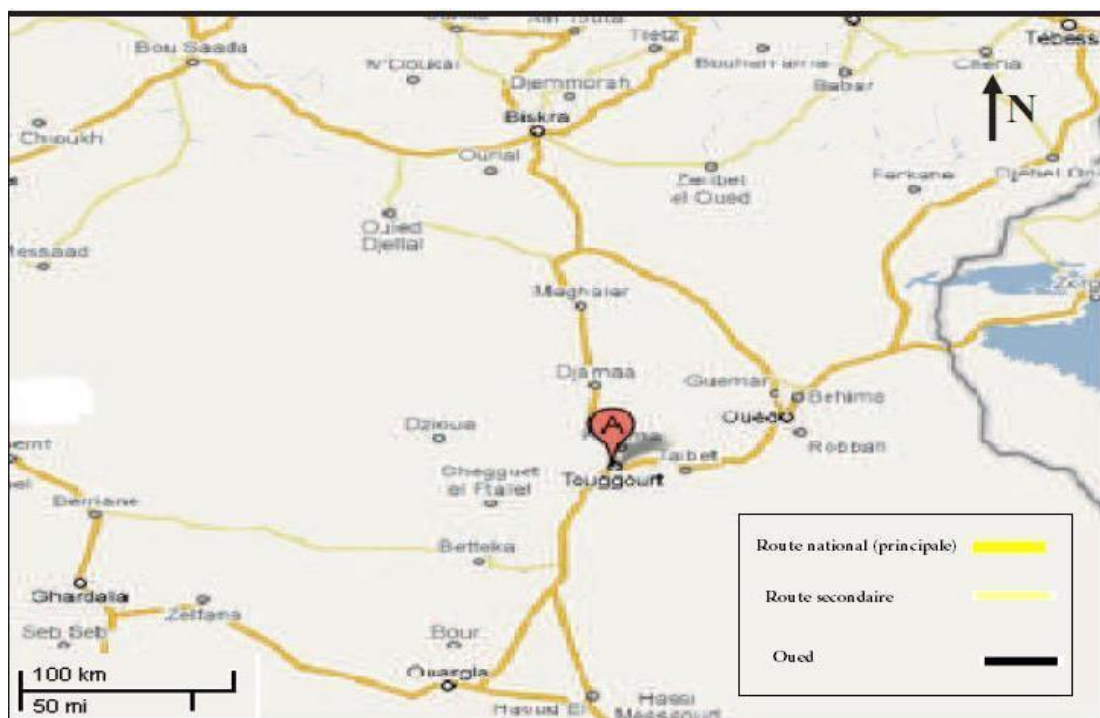


Fig.1 : Situation géographique de la ville de Touggourt (maps.google.fr).

1.1.2. Localisation de la région de Témachine

La commune de Témachine appartient administrativement à la Wilaya déléguée de Touggourt.

Elle est limitée au nord par la commune de Nezla . Au sud par la commune de Blidet Omar (daïra Témachine) . A l'Est par la daïra de Taïbet et à l'ouest par la commune d' Alia (daïra d' El-Hdjira).

Les coordonnées géographiques de la daïra de Témachine se présentent comme suit :

00°57'5 degrés et 37°5'06 degrés de longitude Est, et 00°58'32 degrés et 17°02'33degré de latitude nord .

la superficie totale de la commune de Temachine avoisine 300 km².. La population est de 14.298 personnes avec une densité 47,66 hab/ km² . la municipalité occupe 18% de la superficie totale de la wilaya . (D.A.S,2009).

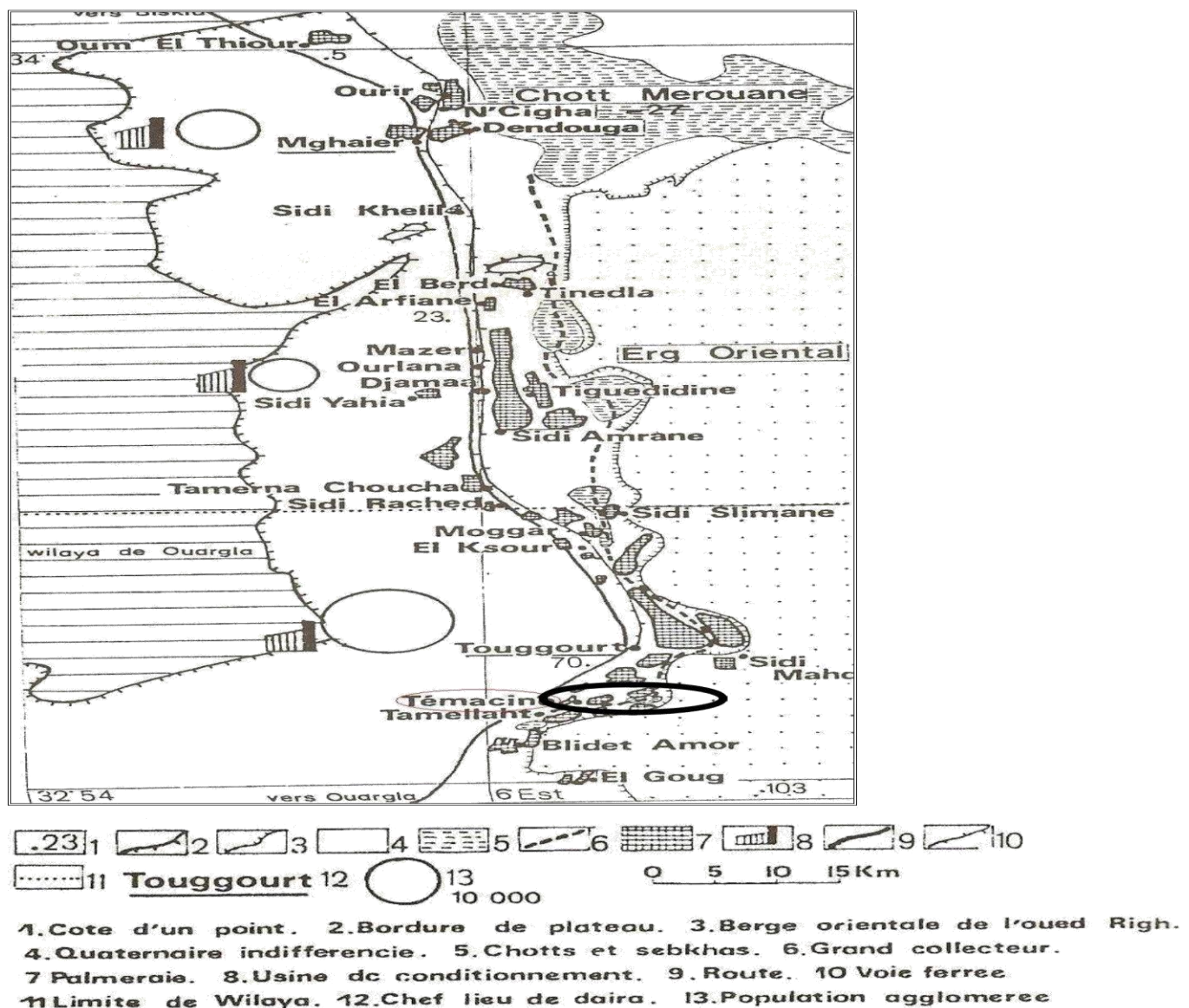


Fig.2 : Situation géographique de Témachine. Source: DUBOST (2002).

1.1.3. Climatologie

1.1.3.1. Données météorologiques de la région Touggourt

Pour une meilleure caractérisation du climat de la région de Touggourt nous avons utilisé les données de la station météorologique la plus proche, se rapportant à une période de dix ans (2007-2016). Les données sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 1: Données climatiques de la région de Touggourt pour la période 2007-2016 (O.N.M., 2017).

	T M (°C)	T m (°C)	H (%)	V (m/s)	Evap. (mm)	Ins. (h)	Tmoy. (°C)	Préc. (mm)
Janvier	17,5	3,7	48,44	2,3	81,59	225,3	10,6	20,41
Février	19,9	5,1	36,66	2,7	109,6	237,1	12,5	1,12
Mars	24,6	9,2	35,79	2,7	175	283,8	16,9	5,22
Avril	28,9	13,5	31,2	3,5	211,9	283,6	21,2	10,17
Mai	33,4	18	28,43	3,5	282,7	305,6	25,7	144
Juin	38,7	22,6	24,63	3,3	323,8	342	30,6	0,73
Juillet	41,9	27,1	22,38	2,1	347,4	355,5	34,5	0,07
Août	41,3	25,7	24,22	2,3	297,2	312	33,5	4,49
Septembre	35,7	21	31,3	2,9	226,6	265,6	28,3	5,06
Octobre	30,6	16,3	37	2,0	180,6	251,1	23,5	7,43
Novembre	23	8,8	43,46	2,2	130,6	224,4	15,9	4,12
Décembre	17,1	5,4	48,4	1,4	85,05	217	11,7	4,69
Moy	29,38	14,7	34,33	2,58	2452*	275,25	22,08	64,95*

T . M : température maximale.

T. m : température minimale.

H : Humidité relative.

V : vent.

Ins. : Insolation.

T. moy. : Température moyenne.

Préc. : Précipitations.

***** : Cumul.

1.1.3.1.1. Température

Le maximum des moyennes mensuelles est atteint en mois juillet avec 41,9 °C et la température moyenne minimale du mois le plus froid en Janvier avec 3,7 °C. Les moyennes annuelles sont illustrées dans le tableau N° 1.

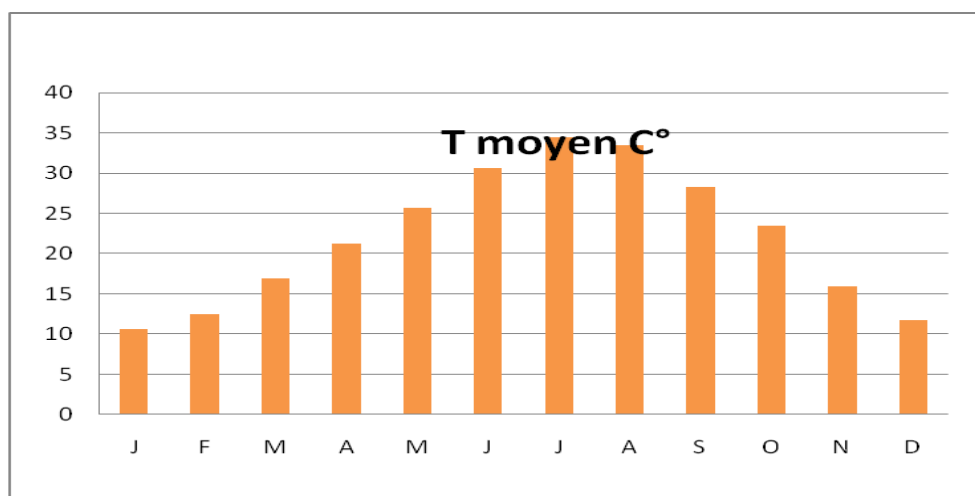


Fig.3 : Températures moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2007-2016).

1.1.3.1.2 Précipitation

La région de Touggourt subit l'influence d'un gradient pluviométrique décroissant du nord vers les sud; dans le régions sahariennes les pluies sont rares et aléatoire.

Leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue au mois d'Aout et un maximum au mois de Janvier avec 20,41mm. Le cumul annuel des précipitations est de l'ordre de 50,52 mm (tab.,1).

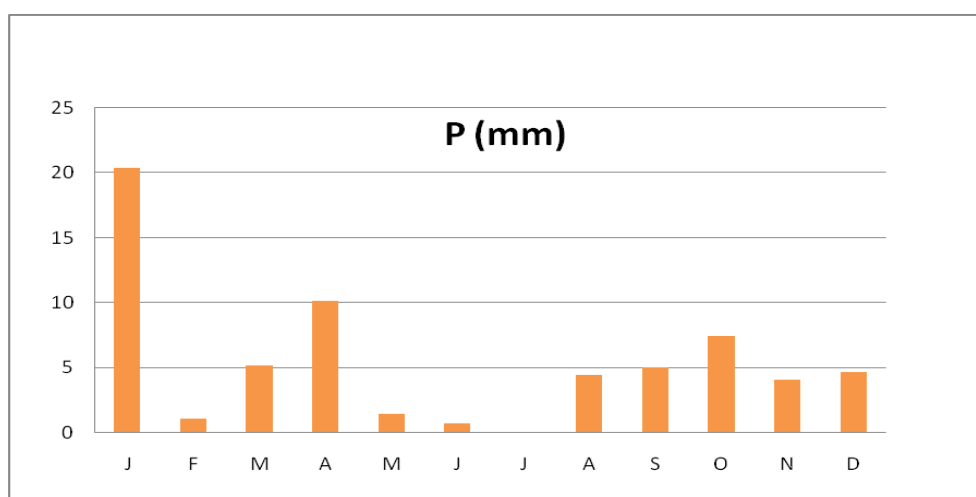


Fig.4 : précipitation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2007-2016).

1.1.3.1.3. Humidité relative de l'air

La région de Touggourt et Témacine de l'humidité relative de la station de Touggourt sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 22.38% et 48.44%

Sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 22.38% et 48.44% sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 34.33% (juillet est le mois le plus sec et janvier est le mois le plus humide) (**tableau 01**).

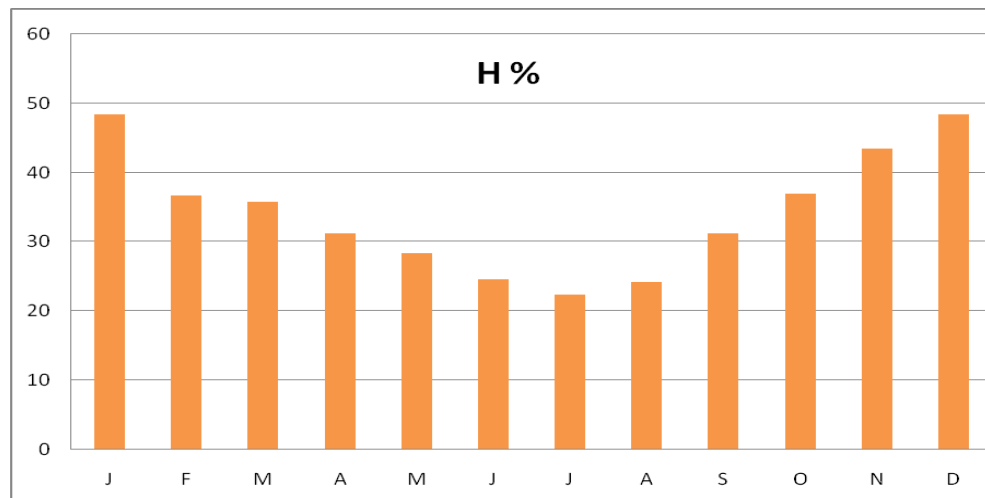


Fig.5 : Humidités moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2007-2016).

1.1.3.1.4. Evaporation

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Le cumul est de l'ordre de 2452 mm/an avec un maximum mensuel de 347,4 mm au mois de Juillet et un minimum de 81,59 mm en mois Janvier (tableau 01).

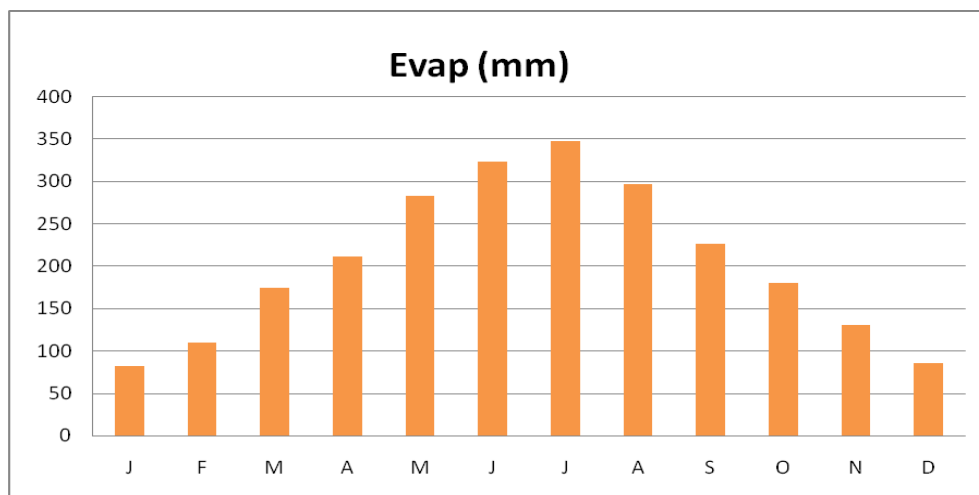


Fig.6 : Evaporation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2006-2017).

1.1.3.1.5. Durée d'insolation:

La région de Touggourt et Témacine reçoit une quantité d'ensoleillement relativement très forte, le maximum est atteint au mois de Juillet avec une durée de 356 heures et le minimum au mois de Décembre avec une durée de 217 heures. La durée d'insolation moyenne annuelle est de 275,25 h/mois, soit environ 9,17 h/jour (**Tableau 01**).

1.1.3.1.6. Vent:

Le maximum de vitesse de vent est enregistré au mois Mai avec une valeur de 4 m/s, et le minimum en Décembre de est 1.4 m/s. ces vents soufflent suivant des directions différentes (**Tableau 01**).

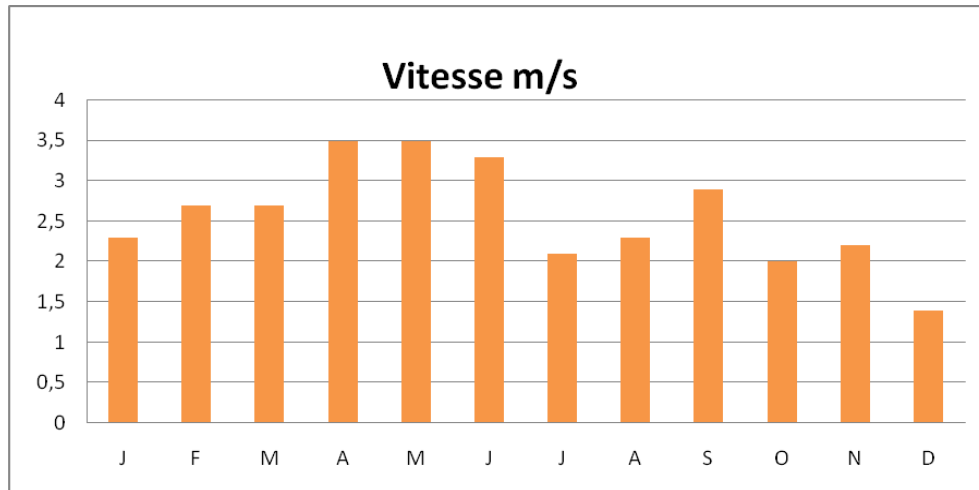


Fig.7 : Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt (2007-2016).

1.1.4. Etude climatique de la région Touggourt

L'établissement d'un bilan hydrique nécessite une étude précise des différents paramètres du climat, tels que les précipitations, les températures et l'évapotranspiration...etc. Pour cela, on va étudier les paramètres climatiques de la station météorologique de Touggourt pour la période (2007-2016).

Le climat de la région de Touggourt est typiquement saharien caractérisé par des précipitation très faibles, capricieuses, une température élevée et une humidité relativement faible.

1.1.4.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Touggourt

Le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Touggourt pour l'année 2016 nous renseigne qu'il existe une seule période sèche qui s'étale durant toute l'année (Fig. 8).

$$P = 2T$$

P : précipitation.

T : température moyenne annuelle.

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche dans la région de Touggourt. Cette période s'étale sur toute l'année.

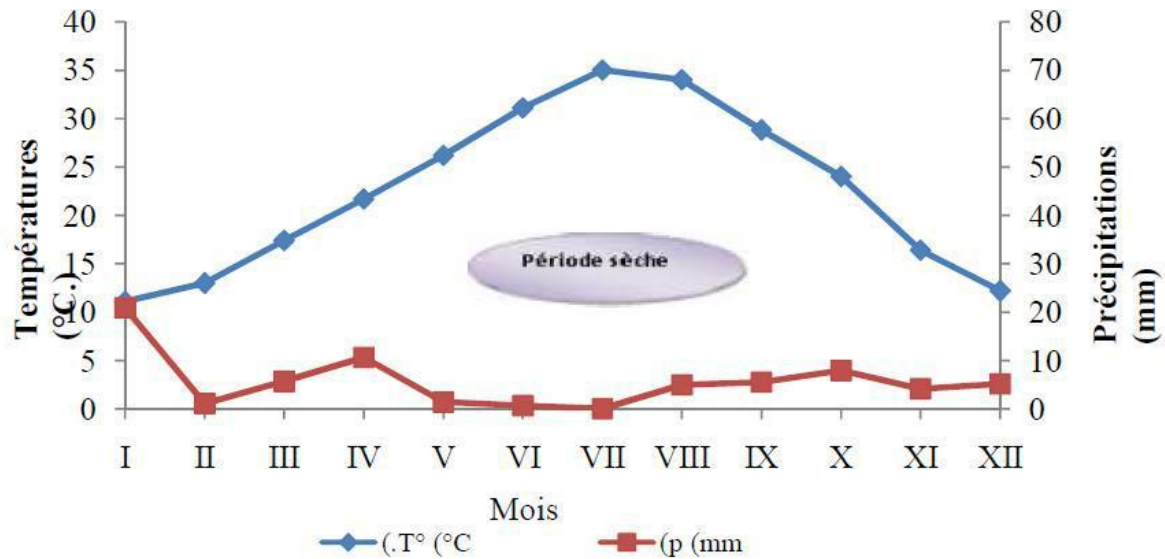


Fig.8 : Diagramme Omrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Touggourt (2007-2016).

1.1.4.2. Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de deux régions d'étude

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (DAJOZ, 1971). Le quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (STEWART, 1969) :

$$Q3 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Où

Q3: quotient pluviométrique d'Emberger (1955) modifié par Stewart (1968) pour l'Algérie et le Maroc.

P: la somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

M: la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.

m: la moyenne des températures minima du mois le plus froid.

D'après la figure 9, il est à remarquer que la région d'étude est située dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q3) est de 5.83 à la région de Touggourt.

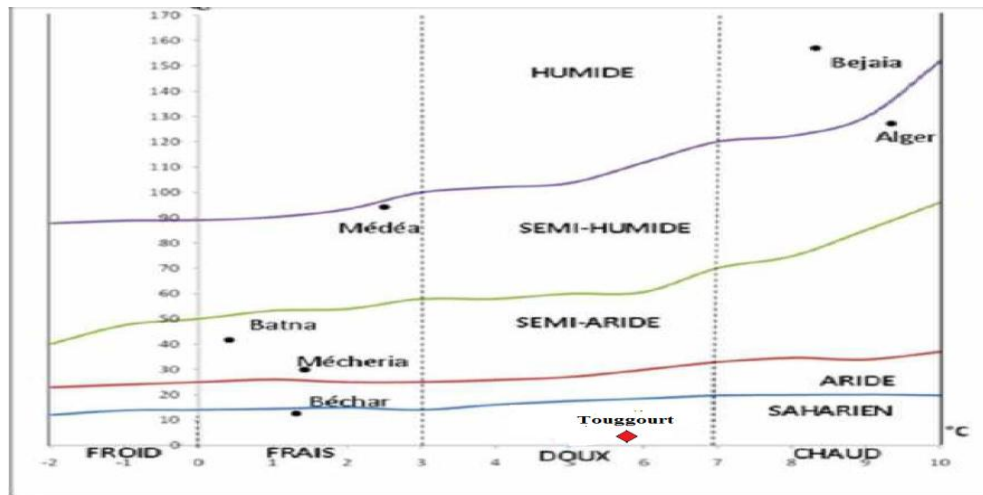


Fig.9 : Place de la région de Touggourt et Témacine dans le climagramme d'Emberger.

1.1.5. Description Stratigraphique

Les formations géologiques de la zone étudiée sont décrites du plus ancien au plus récent.

1.1.5.1. Quaternaire

Essentiellement sableux, à la base des couches d'argile et d'évaporites semi-perméable le séparant de la pliocène supérieure.

Cette formation quaternaire renferme une nappe phréatique très salée alimentée principalement par percolation des eaux en excès lors des périodes d'irrigation et en faible quantité par la précipitation.

1.1.5.2. Tertiaire

1.1.5.2.1. Miopliocène

- Miopliocène supérieur: de formation sablo gréseuses; renferme la première nappe (C.T1).
- Miopliocène inférieur: sable de la deuxième nappe (C.T2).

1.1.5.2.2. Eocène inférieur

Calcaire de la troisième nappe (C.T3) ces différents aquifères sont séparés par des niveaux imperméables à dominance argileuse.

1.1.5.3. Secondaire

1.1.5.3.1. Sénonien

Constitué de calcaires blancs et une alternance de calcaire, de marne et des couches de gypse.

1.1.5.3.2. Turonien

Représenté par un dépôt marin, calcaire-marneux, l'épaisseur du turonien reste à peu près constante.

1.1.5.3.3.Cénomanién

Il est composé essentiellement de dépôts lagunaires marneux ou prédominance des couches d'anhydrite et parfois même du sel.

1.1.5.4.Albien

Se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couches gréseuses avec des passées d'argiles schisteuses.

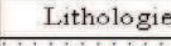
Ere	Etages		Prof	Chronostratigraphie	Lithologie
QUATERNAIRE			10m	Sable	
				Argile	
				Évaporite	
				Sable	
CÉNOZOÏQUE	Mio-pliocène		Argile		
			Gravie		
			Grés		
			Argile		
			Argile Lagunaire		
			Dolomie		
			280m	Calcaire	
			ÉOCÈNE	Moyen	180m
	Inférieur			Dolomie	
	MESOZOÏQUE	CRÉTACE	Sénonien	280m	Calcaire
Calcaire			500m	Evaporite	
Sénonien				Anhydrite	
Lagunaire				Sel massif	
				Argile	
				Marne	
Turonien			1100m	Calcaire marneux	
Cénomanién			1160m	Dolomie	
				Argile	
				Anhydrite	
				Marne	
Vraconien			1320m	Argile et dolomie	
Albien			1450m	Sable	
				Grés	
				Argile sableuse	
Aptien			1660m	Dolomie	
Barrémien	1680m	Sable			
		Et			
		Grés			

Fig.10 : schéma stratigraphique de la région Touggourt (ATTAB S., 2011).

1.1.6. Hydrogéologie de la région

1.1.6.1. Présentation des nappes

Les ressources en eaux souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères, qui s'étendent au-delà des frontières Algériennes qui sont ceux du (CI) et (CT). Dans la région d'étude, on rencontre les trois nappes suivantes (D.H.W.,2010):

- La nappe du Continental Intercalaire (CI).
- La nappes du Complexe Terminal (CT).
- La nappes phréatique.

1.1.6.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI)

Le Continental Intercalaire (CI) occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base de trais et du sommet de l'Albien. C'est réservoir considérable dû à l'extension (600000 Km²) et son épaisseur pourrait atteindre les 1000 m au Nord-Ouest du Sahara. (D.H.W.,2010).

Le Continental Intercalaire est un réservoir à eau plus au mois douce rempli dans sa majorité pendant les périodes pluvieuses du quaternaire. Ces eaux sont caractérisées par:

- Une température qui dépasse les 50°C sauf les hauts endroits où l'aquifère est proche de la surface du sol
- La minéralisation de l'eau oscille en général entre 1,5 et 2,5 g/l de résidu sec.
- L'alimentation se fait par ruissèlement à la périphérie du réservoir tout en long et à l'extrémité des oueds qui descendent des montagnes de l'Atlas saharien, de Dahra Tunisie, du plateau de Tadmaït et Tinhert, et les pluies exceptionnelles.
- L'écoulement des eaux de cette nappe, se fait dans la partie occidentale du Nord vers le Sud et dans la partie orientale de l'Ouest vers l'Est et du sud vers le Nord. (D.H.W.,2010).

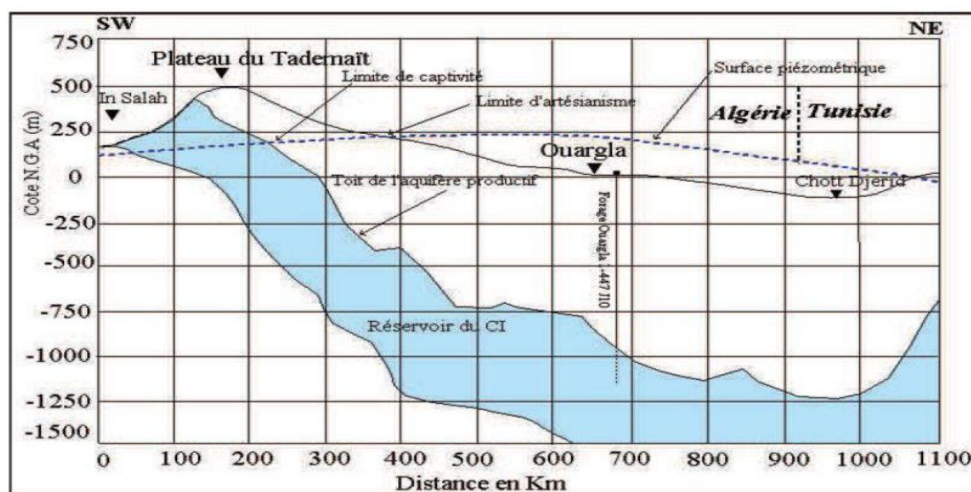


Fig.11 : coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du C.I (O.S.S., 2003).

1.1.6.3. Nappe du Complexe Terminal (CT)

La nappe du Complexe Terminal (CT) se localise dans la saharra occidentale et s'étend sur une superficie de 350000 Km² avec une profondeur varie entre 100 et 500 m ; leurs eaux se caractérisent par :

- Une température peu élevée.
- Moins chargées en sel sur les bordures et relativement élevées au centre (plus de 3g/l). l'écoulement généralement se fait vers les chotts.
- Cette nappe regroupe deux systèmes aquifères appelés nappe des sables et nappe des calcaires. (D.H.W.,2010).

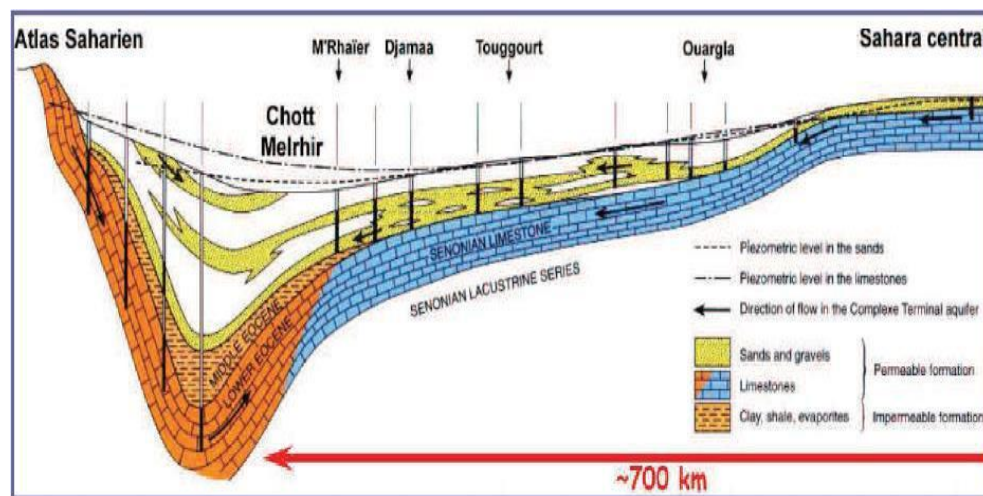


Fig.12: Coupe hydrogéologique transversale du C.T (UNESCO, 1972).

1.1.6.3.1. Nappe de sable (mio-pliocène)

Représentée par un ensemble important de sable et d'argile, elle est présent dans tout le bassin oriental. Cette aquifère groupe é nappes:

- La première nappe de sable est contenue dans des sables à grains fins et moyens rouges, plus ou moins argileux avec rare passage de calcaire. La profondeur de son toit varie entre 40 et 80 m; et son épaisseur varie entre 10 et 50 m.
- La deuxième nappe de sable qui circule dans terrains constitués de sable jaune et de gravier siliceux faiblement marneux. Son épaisseur est de 15 à 50 m et sa profondeur varie entre de 100 à 300 m. Elle est la plus exploitée dans la région de Oued Righ.

1.1.6.3.2. Nappe des calcaires (sénonien carbonaté)

Elle est constituée par des calcaires blancs siliceux de l'éocène. La profondeur du toit de cette nappe varie entre 160 et 200 m. Les calcaires du sénonien deviennent moins exploités.

1.1.6.4. Nappe phréatique

Cette aquifère est constituée par des sables plus ou moins fins et argile gypseuse. Son substratum est formé d'argile formant en même temps le toit de la première nappe du (CT). Son épaisseur moyenne est de 7 à 60 m. Cette nappe n'est plus exploitée en raison de la forte salinité des eaux. (DERAI et al.,2000).

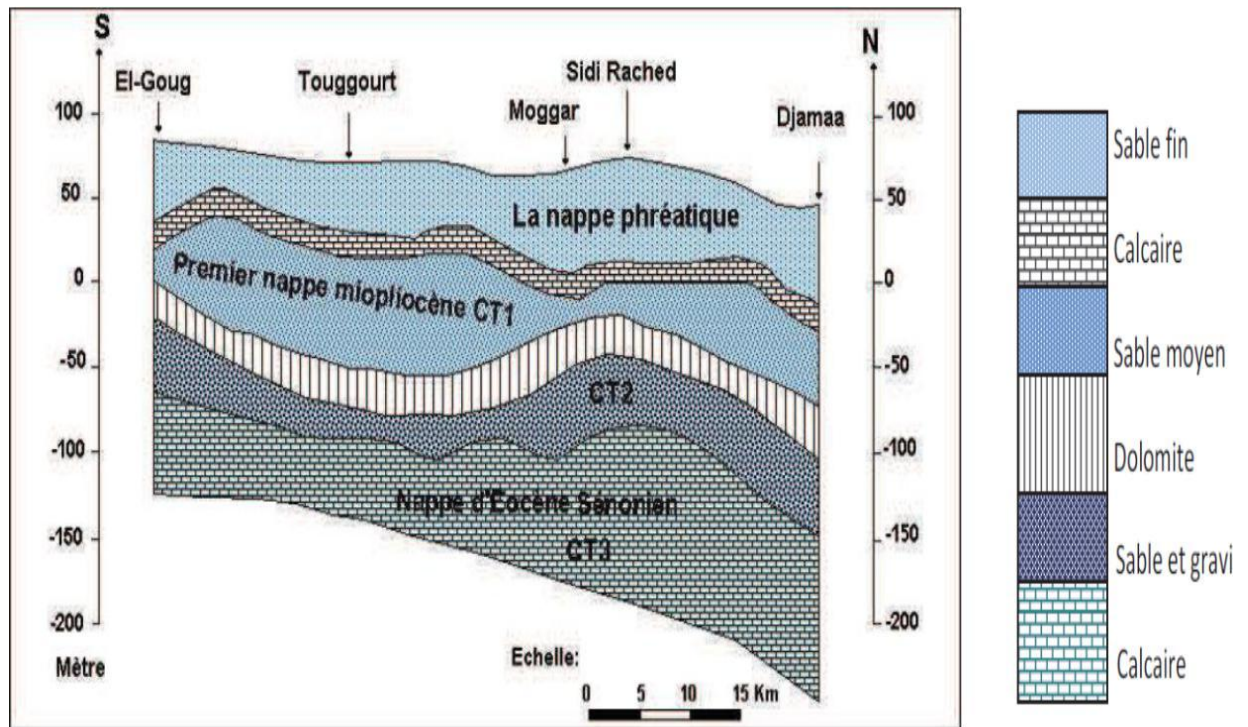


Fig.13 : Coupe hydrogéologique du nappe Complexe Terminal de la région de Touggourt.

1.1.7. Pédologie

Au Sahara, la couverture pédologique présente une grande hétérogénéité et se compose des classes suivantes : sol minéraux, sols peu évolués sols halomorphes et sols hydromorphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable .

La fraction organique est très faible (inférieur à 1%) et ne permet pas une bonne agrégation. Ses sols squelettiques sont très peu fertiles car leur rétention en eau est très faible, elle représente environ 8% en volume d'eau disponible (**DAOUD et AL, 2004 in LABED et MEFTAH, 2007**).

1.1.8. Topographique de la région

Le lieu de résidence de l'agglomération de Touggourt présente une dépression par rapport à toute la région. Elle est caractérisée par une altitude moyenne de 60 à 80 m, et une déclivité de 0 à 0.002.(**S.T.E.P Touggourt, 2008**).

1.1.9. Stations de pompage dans la région de Touggourt

Plusieurs stations de pompage viennent au secours de l'assainissement de la ville. On dénombre sept points de rejet éparpillés le long du canal de l'Oued Righ.

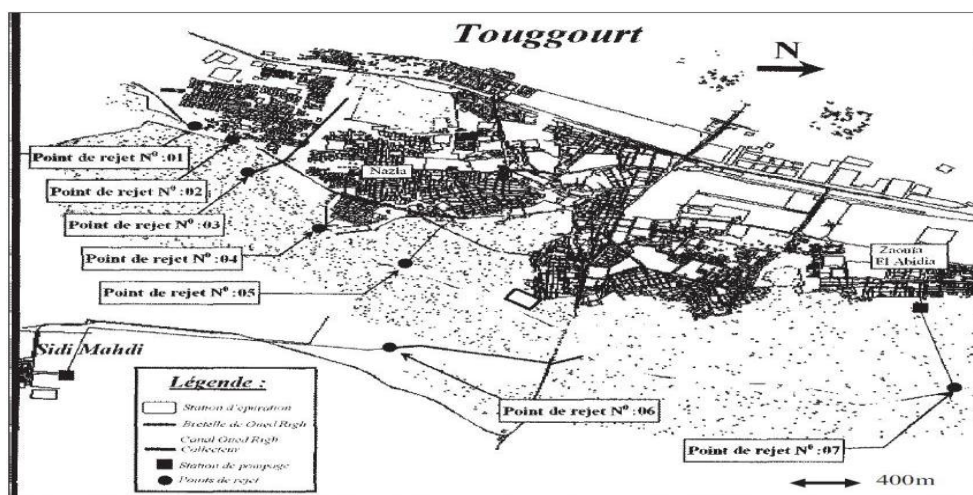


Fig.14 : représentation des points de rejet de Touggourt (S.T.E.P Touggourt, 2008).

• **Point de rejet N°01**

Il est à l'extrême Sud de la commune de Nezla, son rôle est d'évacuer une partie des eaux usées d'Ain Sahara en direction du canal de l'Oued Righ.

• **Point de rejet N°02**

L'autre partie des eaux usées d'Ain Sahara est rejetée dans le même canal au niveau de ce point de rejet, d'ailleurs il n'y a qu'une centaine de mètre entre ce rejet et le premier.

• **Point de rejet N°03**

Ce point de rejet est destiné à drainer les eaux d'irrigation. Le canal à ciel ouvert, dit canal 8, véhicule aussi les eaux usées de la ville de Nezla vers le Canal de l'Oued Righ.

• **Point de rejet N°04**

Il concerne l'agglomération d'Assou. Les eaux usées de cette agglomération sont évacuées via un collecteur pour finir leurs courses dans le canal de l'Oued Righ.

• **Point de rejet N°05**

Les eaux usées de la cité Sahraoui Laid ont le même sort que celles de Assou, elles sont évacuées vers le canal de l'Oued Righ grâce à un collecteur gravitaire.

• **Point de rejet N°06**

En présence d'une station de relevage. Les eaux usées de Sidi Mehdi atteignent un canal à ciel ouvert avant de finir leur course dans le canal de l'Oued Righ.

• **Point de rejet N°07**

Grâce à ce point de rejet, la commune de Zaouïa El Abidia arrive à se débarrasser de ses eaux usées pour les rejeter dans le canal de l'Oued Righ au Nord de la localité de Touggourt.

1.1.10. Canal Oued Righ

La vallée de l'Oued Righ est drainée par le canal principal creusé dans le thalweg de l'ancien Oued.

Ce canal principal commence à la palmeraie d'El Goug au nord de Touggourt et en s'écoulant sur une longueur de 135 Km, il se jette dans le grand Chott Merouane, après avoir collecté les eaux de drainage des palmeraies de Touggourt Djamaa et EL Meghaier.

Si Le canal principal avec ses dimensions actuelles a été construit entre 1977 et 1984 pour évacuer un débit d'eau de $7.24 \text{ m}^3/\text{sec}$ compte tenu d'une norme de drainage de 0.6 l/s . pour assurer en même temps un niveau de drainage de 1.70 m de profondeur.

Les canaux secondaires et collecteurs du réseau d'assainissement de palmeraie d'El Harihira et de Ghamra ont une longueur globale de 14 km environ. Elles transportent les eaux drainées par les drains des palmeraies dans l'Oued Righ. Ces derniers sont des fossés d'une profondeur de 0.8 à 1.0 m ayant des écartements de 15 à 20m .

Le réseau des canaux est en générale mal entretenu, les lits sont recouverts de roseaux et de mauvaises herbes, en plus, par endroit ou le sol n'est pas assez stable , des effondrements gênent l'écoulement normal des eaux .

Le canal est subdivisé en 4 tranches qui sont :

Tranche I: canal secondaire n° 18. Réseau d'assainissement de palmeraie de Ghamra et d'El Harihira.

Tranche II: réseau d'assainissement de la commune de Djamaa.

Tranche III: réseau d'assainissement des communes de Touggourt , Mégarine et Témachine.

Tranche IV: réseau d'assainissement de la commune D'EL Meghaier (Subdivision de Touggourt, 2008).

1.1.11. Composition des eaux usées de la ville de Touggourt:

- Se compose de l'eau usées dans la ville de Touggourt de plusieurs sources, y compris:
- les eaux domestiques.
 - les eaux industriels (stations de lavage –petites unités d'agro-alimentaires....etc.).
 - les eaux des pluies.
 - les rejets des hôpitaux.

1.1.12. Composition des eaux usées de la ville de Témachine:

Les eaux usées de la commune de Témachine sont uniquement d'origine domestiques (eaux de vanne et de ménage).

1.2.Conclusion

La vallée de l'oued Righ accepte une grande surface au niveau du Sahara septentrional et elle est caractérisée par un climat aride dominé par une longue période de sécheresse nécessitant l'irrigation des en outre , cette vallée renferme des grands réserves d'eau souterraine mais, Elle sont mal exploitées .

Notons que les forages du C.I sont onéreux et exigent un refroidissement au préalable , Le C.T connaît de puis un certains temps , une restriction (rabattement très important). Quant à la phréatique , elle est trop palée d'où le recours à la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation est indispensable.

Chapitre II

synthèse bibliographique

CHAPITRE II : Synthèse Bibliographique concernant les procédés d'épuration classique et la phytoépuration

2.1. Généralités

Les rejets des eaux après usage sont augmentés et multipliés avec l'accroissement démographique et l'expansion des villes qui génère des différentes catégories de déchets. Les eaux usées peuvent contenir de nombreuses substances polluantes, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menacent la qualité de l'environnement dans sa totalité. C'est pour ça, leurs traitements avant la réutilisation est une pratique nécessaire pour la conservation des ressources en eaux et en sols.

2.2. Définition des eaux usées

Les eaux usées constituent l'ensemble des déchets liquides produits par l'homme au cours de ses activités domestiques, agricoles et industrielles. Les eaux usées sont généralement chargées de détritux divers, de matières minérales dissoutes et produits minéraux et organiques en suspension (**BOUZIANI, 2000 ; DER HOEK, 2007**).

2.3. Typologie des eaux usées

De nombreux travaux de recherches illustrent la typologie des eaux usées, cette dernière, elle est en fonction de l'origine des eaux et de leurs modes de collecte qui influencent beaucoup leurs compositions et leurs caractéristiques (**OUALI, 1999 ; FRANK, 2002 ; MESSROUK, 2011 ; MAMADOU, 2005**). Les différents types des eaux usées sont les eaux usées domestiques, industrielles, pluviales et agricoles.

2.3.1. Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques regroupent les eaux noires et les eaux grises. Elles constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent (**FRANK, 2002 ; MAMADOU, 2005 ; MESSROUK, 2011**) :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières en suspension, des substances alimentaires (glucides, lipides, protides), et des produits détergents, ce sont les eaux grises .
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières organiques, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes, ce sont les eaux noires.

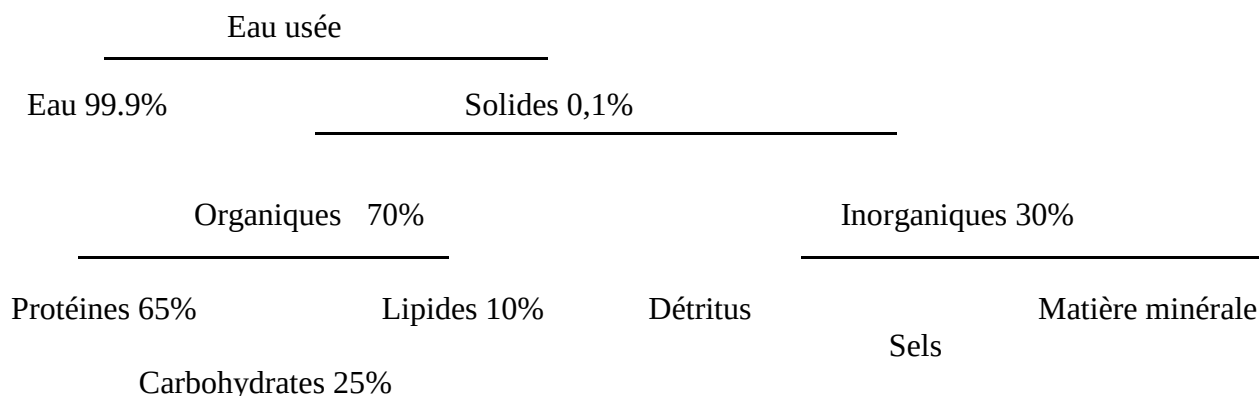


Fig.15 : Composition d'une eau usée domestique **(BAUMONT, 1997).**

2.3.2. Eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles sont les eaux produites par des processus industrielles consommateurs d'eau, dont le degré de pollution diffère d'un type d'industrie à un autre **(OUALI, 1999 ; MESSROUK, 2011).**

2.3.4. Eaux pluviales

Les eaux pluviales ou les eaux claires, ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation, elles peuvent être particulièrement polluées, surtout au début de pluie, par deux mécanismes **(FRANK, 2002 ; MAMADOU, 2005 ; MESSROUK, 2011) :**

- Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées, les déchets solides ou liquides déposés sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les précipitations qui se produisent.
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs. Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs du réseau est lent, ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts.

2.3.5. Eaux agricoles

Le secteur agricole peut produire à son tour des eaux usées comprenant essentiellement des matières azotées, phosphatées, des pesticides et des sels **(METAHRI, 2012).**

2.4. Définition de la pollution des eaux

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et ou perturbe l'écosystème ; elle peut concerner les eaux superficielles et ou les eaux souterraines **(MEKKAOUI et HAMDI, 2006).**

2.5. Pollution des eaux brutes

La ressource en eau est exposée à plusieurs types de pollutions :

- ** - pollution chimique (chronique, accidentelle, ou diffuse).
- ** - Pollution biologique par des virus et des bactéries pathogènes.

2.5.1. Pollution chimique

Il peut y avoir d'abord une pollution chimique chronique des cours d'eau et des nappes. Elle a des origines diverses, notamment :

- ✓ l'insuffisance ou l'absence de certaine station d'épuration.
- ✓ L'absence des réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- ✓ Le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- ✓ Le rejet d'effluent par les industries.

Les pollutions diffuses sont principalement dues aux pratiques agricoles (nitrates et pesticides). La pollution chimique accidentelle résulte du déversement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel (ANONYME 2, 2008).

2.5.2. Pollution biologique

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y a dans l'eau des microorganismes pathogènes qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses. (LADJEL et BOUCHEFER, 2004).

2.6. Principaux types des polluants

Les matières organiques fermentescibles (MOF) constituent, de loin, la première cause de pollution des ressources en eaux. Ces matières organiques (déjections animales et humaines, graisses, etc.) sont notamment issues des effluent domestiques, mais également des rejets industriels (industrie agroalimentaire, en particulier).

Les éléments minéraux nutritifs (nitrates et phosphates), provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques, mobilisent également l'attention des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau.

Les métaux lourds (mercure, cuivre, cadmium, etc.) Constituent un problème préoccupant lorsqu'ils sont impliqués dans la pollution des ressources en eau.

La pollution des eaux par les composés organiques de synthèse (produits phytosanitaires) s'est accrue au cours des dernières décennies, notamment sous l'effet du développement de l'activité agricoles.

Les hydrocarbures peuvent contaminer les ressources en eau selon différentes modalités: rejets industriels, rejets des garages et stations-services, ruissellement des chaussées, effluent domestique (ANONYME 2, 2008).

2.7. Conséquences de la pollution

Les conséquences de la pollution peuvent être classées en quatre catégories principales. (ANONYME 2, 2008).

2.7.1. Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques de la pollution des ressources en eau se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques. Comme tout le milieu naturel, un écosystème aquatique dispose d'une capacité propre à éliminer la pollution qu'il subit: c'est sa capacité "d'autoépuration" cependant, lorsque l'apport de substances indésirables est trop important, que cette capacité épuratoire est saturée, les conséquences écologiques peuvent être de différentes natures. (ANONYME 2, 2008).

Les eaux usées industrielles entraînent des dégradations qui entrent dans le cadre général des eaux usées et dans celui des dégradations par surcharge des eaux, en suspensions. Par exemple des études effectuées sur deux espèces communes, *Montipora verrucosa* et *Pocillopora damicornis* (espèces des crustacées) montrent qu'une concentration en cuivre de 0,1 mg/l détermine la mortalité de ces 2 espèces dans un délai inférieur à 6 jours. En l'absence de collecteurs d'eaux usées, ces dernières finissent par percoler au travers des sédiments jusqu'au bas des plages où elles constituent un « horizon des sources » riches en ions phosphate, nitrates et en détergents (FAURE, 2008).

2.7.2. Conséquences sanitaires

En effet les eaux usées peuvent avoir des conséquences sur la santé de l'Homme. La pollution de certaines couches hydriques si elle a atteint des niveaux alarmants provoque des épidémies dues aux maladies à transmission hydrique (M.T.H) (BAOUIA et HABBAZ, 2006).

2.7.3. Conséquences industrielles

L'industrie est un gros consommateur d'eau, il faut par exemple 1m³ d'eau pour produire 1kg d'aluminium. Le développement industriel peut être stoppé par la pollution (c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation pour la pollution est apparue d'abord dans les pays industrielles) (ANONYME 2, 2008).

2.7.4. Conséquences agricoles

L'eau est dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée). La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau.

Du même, les boues issues de traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols (BAOUIA et HABBAZ, 2006).

2.8. Critères de pollution d'une eau

2.8.1. Paramètres physiques

2.8.1.1. Température de l'eau

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique), Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur: Ce sont par exemple

Les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu **(GAUJOUS, 1995)**.

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, cette-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du PH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc...**(RODIER et AL, 2005)**.

2.8.1.2. 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)**.

2.8.1.3. Couleur

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

2.8.1.4. Notion de l'équivalent habitant

Il permet de quantifier la pollution rejetée par intermédiaire de "l'habitant équivalent" **(GAID, 1984)**.

2.8.1.5. Matières en suspension

La détermination des matières en suspension (MES) est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration.

Dans une eau usée urbaine. Près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de MES. Les résultats pour les eaux usées industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas, sauf en période de crue des cours d'eau.

La composition des MES peut être appréciée par analyse directe: plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées **(BONTOUX, 1993)**. Les MES sont exprimées en mg/l.

2.8.2. Paramètres chimiques

2.8.2.1. Potentiel hydrogène (pH)

Il mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. La valeur du PH peut altérer la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau. La plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de PH comprise entre 5 et 9, l'optimum est situé entre 6,5 et 8,5, des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et survie des micro-organismes aquatiques selon l'organisation Mondiale de la santé (OMS) **(MESSROUK, 2011)**.

En milieu côtier et estuarien, certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement sont la cause de variation du PH qui s'avère être, dans ce cas, un indice de pollution **(AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983)**.

2.8.2.2. Oxygène dissous

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

2.8.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

Est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organique y compris les matières biodégradables et non biodégradables par voie chimique (Grosclaude, 1999).

Le rapport DCO/DBO₅ est l'indice de la biodégradabilité d'une eau , pour qu'une pollution soit dégradable, le rapport est inférieur à 2,5 (**MIZI A., 2006 ; RODIER J., 2009 ; BERNIE F. et AL.,2007**).

2.8.2.4. Demande biologique en oxygène (DBO)

Les phénomène d'autoépuration dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes. La demande biologique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes vivants pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée.

C'est un paramètre qui permet d'évaluer la fraction de pollution organique biodégradable (**BONTOUX, 1993**).

Définissent la DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. (**BERNE et CORDONNIER, 1991**).

La DBO₅ est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux: dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg d'(O₂)/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre (**GOMMELLA et GERREE, 1978**).

2.8.2.5. Conductivité électrique (CE)

La mesure de conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Les matières organique et colloïdales n'ont que peu de conductivité. Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. La conductivité électrique d'une eau usée dépend essentiellement de la qualité de l'eau potable utilisée et du régime alimentaire de la population et des activités industrielles (**MESSROUK, 2011**).

Tableau 2: relation entre la conductivité et la minéralisation. (HAKMI ,2006).

Conductivité uS/cm	Minéralisation mg/l
Conductivité < 50 uS/cm	1.365079. conductivité
Conductivité [50 à 166] uS/cm	0.947658. conductivité
Conductivité [166-333] uS/cm	0.769574. conductivité
Conductivité [333-833] uS/cm	0.715920. conductivité
Conductivité [833-10000] uS/cm	0.758544. conductivité
Conductivité > 10000 uS/cm	0.850432. conductivité

2.8.3. Autres éléments

2.8.3.1. Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0.1 et 10 μm . Le taux moyen de bactéries dans les fèces est d'environ 10^{12} bactéries/g. (ASANO, 1998).

Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées (TOZE, 1999).

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont la plupart sont des portes et des entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridies. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 germes/l. Parmi les plus détectées sont retrouvées, les salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Les coliformes thermo-tolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau. (BELAID, 2010).

2.8.3.2. Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaire munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaire pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle vital une forme de résistance, appelée kyste qui peut être véhiculé par les eaux usées. (BAUMONT et al, 2005). Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voire même plusieurs années. En revanche, 10 à 30 kystes, est une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires (CAMPOS, 2008).

2.8.3.3. Azote

Aujourd'hui, le cycle naturel de l'azote est perturbé par le développement démographique, industriel, agricole et de l'urbanisation. (Badia et Gondar, 2003).

Il peut se trouver sous forme minéral (nitrate ammoniacale) ou organique. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel. **(GOMMELLA et GERREE, 1982)**

2.8.3.4. Phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. il est du 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).**

2.8.3.5. Micro-éléments

Les éléments nocifs les plus importants sont les métaux lourds. Les principales origines sont industrielles. Le cuivre, le zinc, le cadmium, le chrome, le plomb, le mécru et le nickel sont les polluants les plus fréquemment rencontrés. Les caractéristiques des eaux résiduaires sont représentées dans le tableau 06 (voir annexe).

2.9. Systèmes de collecte des eaux usées

Les systèmes de collecte utilisés en assainissement sont deux types unitaire et séparatif **(BAUMONT, 2000 ; MAMADOU, 2005).**

2.9.1. Système unitaire

Ce réseau collecte l'ensemble des eaux noires, claires et grises d'une ville ou d'une région. Les avantages de ce système sont la conception simple dont il est constitué d'un seul collecteur avec un seul branchement ainsi que pas de risque d'inversion de ce dernier. Les inconvénients sont lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales avec l'apport de sable important à la station d'épuration.

2.9.2. Système séparatif

Ce système consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents. Le réseau d'évacuation des eaux usées domestiques et parfois industrielles (selon leurs caractéristiques) est séparé du réseau d'évacuation des eaux de pluie qui sont rejetées le plus souvent, directement dans le milieu récepteur (mer, fleuve ou lac). Ce système à l'avantage de permettre l'assurance d'un régime permanent dans les STEP et la diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées. L'inconvénient réside dans le coût élevé d'investissement.

2.10. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, agricole...etc.) aussi elle est variable et dépend essentiellement de l'activité humaine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, les eaux usées urbaines contiennent également des matières solides, des substances dissoutes et des microorganismes : bactéries, protozoaires, virus et helminthes **(HARZALLAH, 2011).**

2.11. Traitement des eaux usées

Avant tout procédé d'évacuation ou réutilisation des eaux usées, le traitement de ces derniers est nécessaire pour protéger l'environnement et la santé publique ainsi que la santé animale de tout danger.

L'épuration des eaux usées consiste à décanter les éléments polluants particuliers et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matière sédimentable suite à un traitement approprié. Ainsi, à la sortie de la station, il résulte d'une part une eau épurée rejetée dans le milieu naturel, et d'autre part, il reste des sous-produits désignés sous le terme des boues résiduaires (AMIR, 2005).

2.12. Objectif de traitement des eaux usées

L'objectif principal de traitement des eaux usées est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue risque pour la santé humaine et l'environnement. Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que la santé publique en général (FAO., 2003).

2.13. Itinéraire de traitement des eaux usées

Plusieurs filaires de traitement des eaux résiduaires sont mis au point dans un processus d'épuration, ces procédés sont organisés successivement et harmonieusement. Cependant, le choix d'un procédé doit être adéquat du point de vue surtout climatique ainsi que le contexte géologique, hydrogéologique de milieu récepteur. Les différentes étapes de traitement des eaux résiduaires sont expliquées ci-dessous.

2.14. Etapes de traitement

2.14.1. Prétraitement

Les collecteurs des eaux usées charrient des matières très hétérogènes, et souvent grossières. Les eaux arrivent à la station d'épuration vont subir en premier lieu des traitements préliminaires nommés prétraitements. Ceux-ci vont permettre d'extraire la plus grande quantité des éléments dont la taille (détritus grossiers), le pouvoir abrasif (sable, argile) et la masse spécifique (graisse flottantes) risquent de perturber le fonctionnement des étapes ultérieures (JARDE, 2002). Les étapes de prétraitement des eaux usées sont le dégrillage, le dessablage et dégraissage- déshuilage.

2.14.1.1. Dégrillage

Les eaux usées d'origine urbaine ou industrielle qui arrivent à la station d'épuration passent d'abord à travers des grilles à barreaux plus au moins espacés ou de tamis rotatifs qui retiennent les éléments les plus volumineux (DEGREMONT, 2005 ; KAROUNE, 2008) ce traitement permet : de protéger les ouvrages contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.

2.14.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites et les installations et de protéger les unités de traitement contre l'abrasion (**JARDE, 2002**).

2.14.1.3. Dégraissage – Déshuilage

Le dégraissage et le déshuilage permettent de récupérer grâce à des racleurs les huiles et les graisses domestiques ou industrielles qui tendent généralement à remonter en surface des eaux usées par flottation (**JARDE, 2002**).

2.14.2. Traitement primaire (traitement physico-chimique)

Les procédés de traitement physico-chimiques, faites appel à des procédés physiques. Ces traitements sont la décantation, la coagulation- floculation, flottation et filtration.

2.14.2.1. Décantation

La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation de 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 (**OUALI, 2001 ; CARDOT, 2010**).

2.14.2.2. Coagulation - Floculation

La coagulation-floculation est une méthode qui favorise la sédimentation des particules flottantes dans les eaux usées, grâce à l'action de réactifs chimiques ajoutés artificiellement (les coagulants ou les floculats). Les critères de choix d'un coagulant sont nombreux. Son efficacité à réduire la couleur, la turbidité et la matière organique d'une eau est essentielle (**CARDOT, 2010**).

2.14.2.3. Flottation

Contrairement à la décantation, la flottation consiste à former des amas de particules qui ont une densité inférieure à celle de l'eau et qui vont donc se retrouver en surface. La flottation peut être naturelle, pour les graisses par exemple, ou d'ajouter de l'air (sous forme de microbulles) qui va se fixer sur des particules (**F.N.S.A., 2009 ; CARDOT, 2010**).

2.14.2.4. 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). L'utilisation de membrane ayant des pores de plus en plus petits permettent de pousser très loin le seuil de séparation de la matière pour aller jusqu'à la rétention de molécules et de sels (**DEGREMONT, 2005**).

2.14.3. Traitements secondaires

Les techniques d'épuration biologiques utilisent l'activité des bactéries dans l'eau. Les micro-organismes sont utilisés pour transformer la matière organique des effluents (**JARDE, 2011**). Il existe deux types des traitements biologiques : extensifs et intensifs.

2.14.3.1. Procédés extensifs

Les solutions extensives correspondent à des procédés d'épuration dans lesquels la concentration en organismes épurateurs est faible. Parmi ces procédés on note : le lagunage (DEGREMONT, 2005).

2.14.3.1.1. Lagunage

Est un procédé d'épuration des eaux usées qui permet une séparation des éléments solides de la phase liquide par sédimentation, et une épuration biologique due essentiellement à l'action des bactéries. Les bassins de lagunage sont destinés à recevoir de l'eau, la traiter pendant un certain temps pour la restituer ensuite au milieu récepteur. C'est le plus répandu et le plus classique surtout dans les pays à climat chaud et où le terrain est disponible à coût raisonnable (AMIR, 2005).

Ce système d'épuration présente de nombreux avantages en comparaison avec d'autres procédés. Il ne consomme pas d'énergie et ne demande pas de produits chimiques, ne nécessite que peu d'entretien, il est simple, écologique, rustique, fiable, et peu onéreux du avec des résultats hautement satisfaisants en matières de décontamination. Ses nombreux avantages pourraient presque faire oublier les quelques contraintes de cette technique dont le principale est la superficie nécessaire pour leur installation (U.N.E.S.C.O., 2008).

Le lagunage a différents types dont les principaux sont le lagunage naturel, à microphytes, à macrophytes et aéré (COMMISSION EUROPEENNE, 1991 ; U.N.E.S.C.O., 2008).

2.14.3.1.1.1. Lagunage naturel

Le phénomène mis en place est simple, le traitement par lagunage naturel est constitué d'une série de bassins artificiels, généralement trois bassins. Le temps de séjour est généralement 03 semaines.

2.14.3.1.1.2. Lagunage à microphytes

Le principe consiste à faire passer les eaux usées à travers des lagunes non plantées, qui sont réservées au développement du plancton. Le métabolisme algal s'accompagne d'une forte production d'oxygène qui est utilisé par les bactéries aérobies pour la minéralisation des 28 composés organiques. Les algues utilisent le gaz carbonique libérés pour la photosynthèse.

2.14.3.1.1.3. Lagunage à macrophytes

Il est constitué de plantes telles que les roseaux et les massettes. Les bassins sont généralement de plus faible surface et moins profond 0,6 à 0,8m où la charge polluante est plus faible. L'effet épuratoire est dû principalement à la faculté de ces plantes d'extraire les éléments nutritifs de la colonne d'eau.

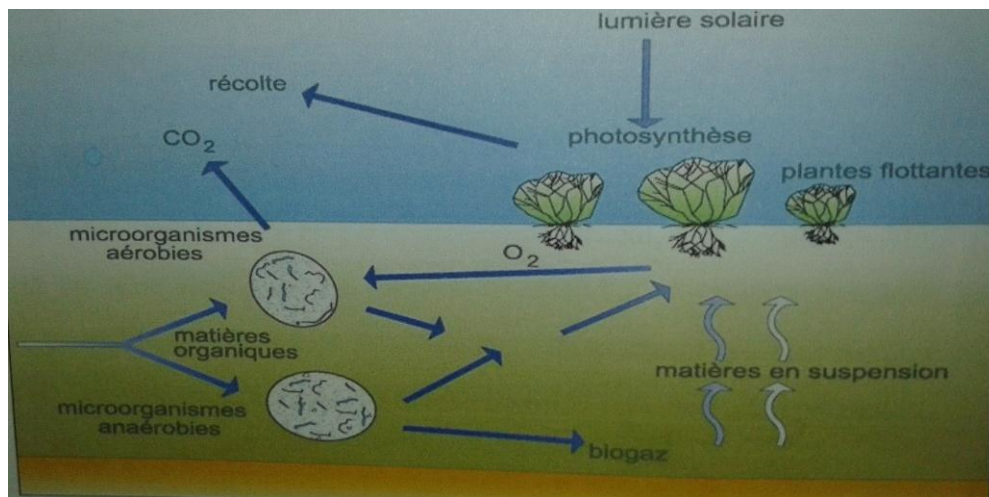


Fig.16 : principes de l'épuration dans un bassin à macrophytes flottants
(RAKOTOARISON, 2008).

2.14.3.1.1.4. Lagunage aéré

Composé de plusieurs bassins, dont les premiers sont équipés d'un dispositif d'aération artificiel. L'oxygénation est dans le cas du lagunage aéré apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. L'adaptabilité de cette filière aux conditions climatiques doit être étudiée plus en détail. Le temps de séjour dans les bassins varie en fonction des conditions climatiques et donc indirectement affecte les rendements attendus.

Généralement, le système est constitué de deux étages : étage d'aération où les eaux à traiter par aération mécaniques sont dépollués en présence des micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments qui constituer la pollution des eaux usées et l'étage de décantation où les matières en suspension que sont les amas de micro-organismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Cette technique est adaptée à des variations importantes de la charge hydraulique et/ou organique. Les inconvénients de ce système résident dans la qualité moyenne des rejets sur tous les paramètres, la présence des matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé et la forte consommation énergétique (COMMISSION EUROPEENNE, 1991).

2.14.3.1.2. Filtration sur sable

En ce qui concerne l'élimination des solides en suspension, la filtration sur sable est d'autant plus efficace que la couche de sable est plus épaisse et que le flux est faible (6 l/h – 9 l/h). La chloration des eaux usées a un effet négatif sur l'efficacité de l'épuration. La granulométrie n'a pas une grande influence et le choix d'un diamètre inférieur à 2000 μm est plus pratique pour les filtres (GEMBLoux, 1998).

2.14.3.2. Procédés intensifs

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. On a les lits bactériens et les boues activées (**BAUDOT et PERERA, 1991**).

2.14.3.2.1. Boues activées

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants.

Les boues activées sont des systèmes qui fonctionnent biologiquement essentiellement comme les lagunes aérées. L'aération est également artificielle, la différence réside dans la recirculation des organismes actifs (les boues activées) du décanteur secondaire vers le bassin d'aération (**LADJEL, 2006**).

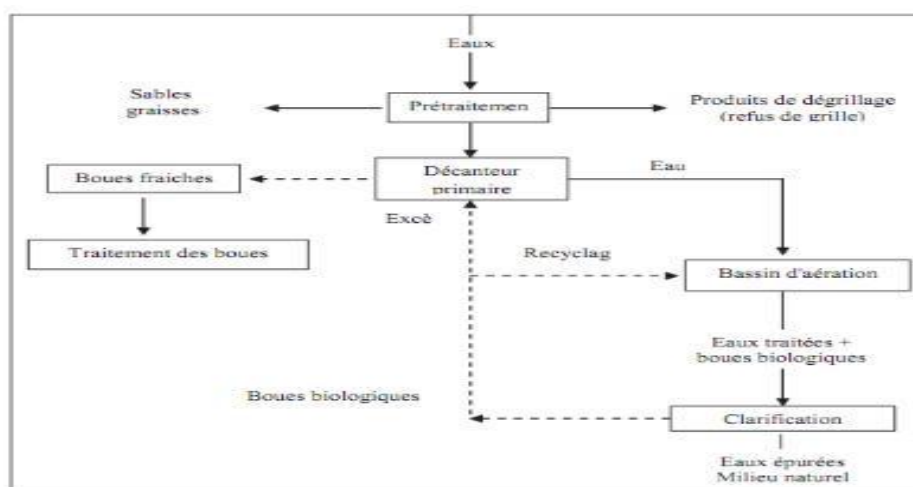


Fig.17: Schéma du fonctionnement d'un traitement par boue activée (**LADJEL, 2006**).

2.14.3.2.2. Lit bactérien

Le principe de la méthode consiste à créer un sol artificiel beaucoup mieux adapté à ce rôle d'épuration, dans lequel les échanges entre l'effluent, l'air et les bactéries sont facilités. Pour cela, on constitue un support neutre, poreux et perméable, sur une hauteur variant de 1,5 mètre à 5 mètres, au moyen de matériaux filtrants, peu onéreux, tels que mâchefers, scories, cokes, pouzzolanes, etc., (selon les possibilités locales) dans des dimensions de quelques centimètres.

L'arrosage de ce sol artificiel par l'eau à traiter, fait apparaître en quelques semaines de nombreuses colonies microbiennes aérobies.

La bonne aération du lit bactérien ainsi constitué, contribue à l'activité intense de ces colonies et donc à une oxydation suffisamment rapide de l'effluent (**BONNIN, 1986**).

2.14.4. Traitement tertiaire

Certains rejets d'eau traitée sont soumis à des règlements (actions spécifiques concernant l'élimination de l'azote, du phosphore ou des germes pathogènes qui nécessitent la mise en œuvre de traitement tertiaire (**LADJEL, 2006**).

L'élimination de l'azote concerne le traitement de nitrification-dénitrification qui ne peut être assurés que par voie biologique. L'élimination du phosphore concerne les traitements de déphosphoration, soit physicochimique, soit biologique (**LADJEL, 2006**).

2.14.5. Boues

Les eaux usées des agglomérations urbaines subissent des traitements d'épuration avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Quel que soit le procédé utilisé pour le traitement, on obtient ainsi les boues (**ARNAL et DEVAUX, 1984**).

Les boues résiduaire représentent avant tout une matière première composée de différents éléments (Matière organique, éléments fertilisants (N et P ...), d'éléments traces métalliques, d'éléments traces organiques et d'agents pathogènes). Cette composition varie en fonction de l'origine des eaux usées, de type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration (**KAROUNE, 2008**). Les boues lui-même subit des traitements dont les principaux sont le compostage, la stabilisation chimique ou thermique et la réduction du volume et les traitements d'hygiénisations (**PETIT, 2007 ; KAROUNE, 2008 ; ASSOBEI, 2009**).

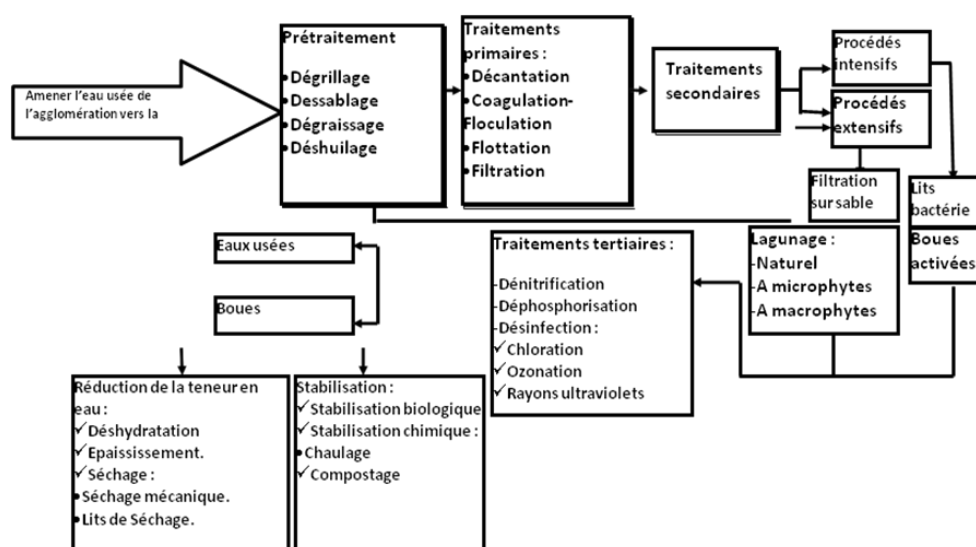


Fig.18 : récapitulatif des principales voies de traitement des eaux usées et des boues.

2.15. Généralités sur les jardins d'épuration (phytoépuration)

Les Jardins d'Épuration des eaux usées (Waste Water Gardens) appartiennent à la famille des zones humides artificielles construites. Ce que réalise une unité de traitement W.W.G. est de reproduire les conditions des zones humides naturelles, surnommées "les Reins de la Terre" (en raison de leur haute capacité à nettoyer, purifier et protéger l'environnement de la pollution) à travers l'activité intense des plantes et des microorganismes. Cependant, à la différence de nombreuses zones humides naturelles, les jardins de traitement W.W.G. appartiennent à la famille des bassins à flux souterrain, ce qui signifie qu'à aucun moment, les eaux résiduelles ne sont exposées à l'air libre, prévenant ainsi les mauvaises odeurs, les moustiques ou le contact humain accidentel (CATTIN, 2005).

Le système WWG fut initialement développé dans le module d'expérimentation Biosphère 2 en 1987, puis mis en fonctionnement dans le premier laboratoire d'écologie globale basé en Arizona de 1991 à 1994. Les jardins WWG furent mis au point par le Docteur Mark Nelson, membre de la première équipe de huit personnes qui vécurent dans la Biosphère 2, responsable de la décontamination de tous les effluents (eaux usées provenant de l'équipage, des secteurs agricoles, laboratoires, ateliers, de la lessive ou encore des animaux domestiques), conjointement avec des scientifiques de la NASA. Le cycle de l'eau, dans un tel habitat, étant extrêmement accéléré, et l'eau devant être constamment réutilisée, les effluents devaient être traités et recyclés de manière saine, écologique et efficace, afin de permettre le déroulement de la vie de Biosphère 2 et ses habitants (CATTIN, 2005).

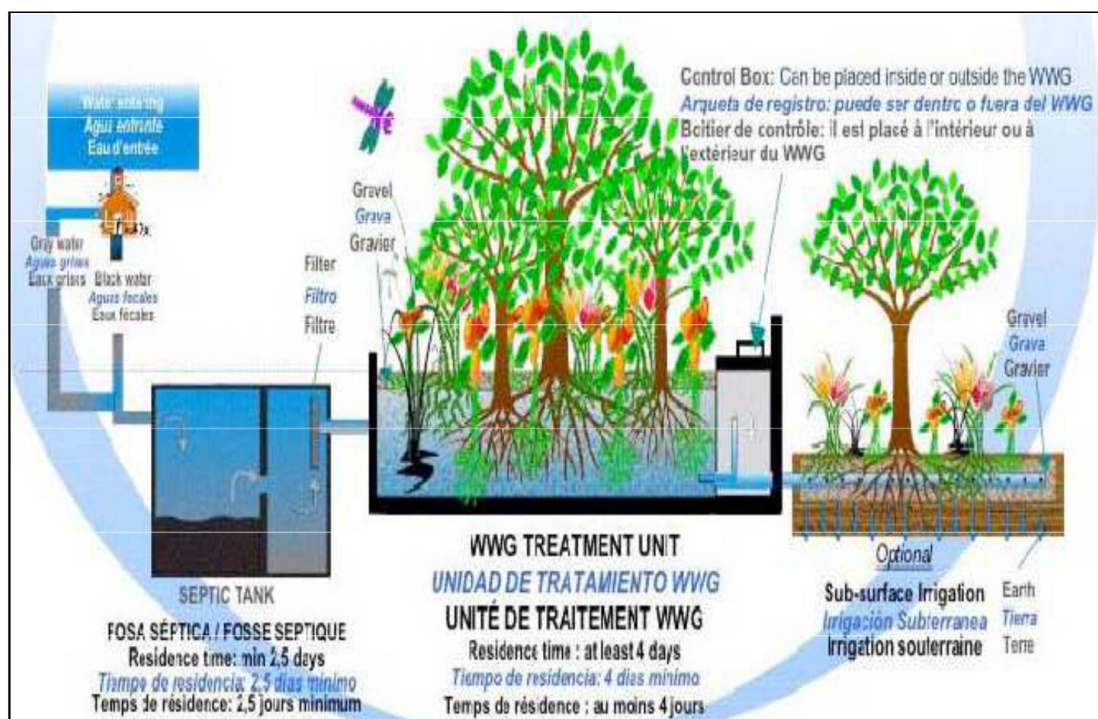


Fig.19 : Schéma d'un système WWG(CATTIN, 2005).

2.16. Phytoépuration en Algérie

Ce procédé d'épuration a fait son introduction tardivement en Algérie, C'est seulement en 2007, que le Ministère des ressources en eau a procédé à l'essai de ce système espéré meuble au niveau de la commune de Témacine. Ce procédé est destiné notamment pour les petites agglomérations son extension dépendra des résultats obtenus de ce projet pilote.

2.17. Avantages procédé des boues activées et phytoépuration

2.17.1. Procédé de boue activée

- Ces types de procédés sont applicables pour toutes les tailles de collectivités (sauf les très petites) et ils sont très bien adaptés aux grands volumes d'effluents .
- On obtient de bonnes performances d'épuration tant au niveau de la pollution soluble que des matières en suspension dans des conditions de fonctionnement nominal (rendement supérieur à 95%) .
- La grande diversité hydrodynamique (réacteur parfaitement agité, réacteurs en cascade, réacteurs en canal), permet l'épuration d'effluents plus ou moins biodégradables.

(DAVID CHAISEMARTIN,2005).

2.17.2. Procédé de phytoépuration

- Coût d'investissement assez faible et largement inférieur à celui d'une station d'épuration classique.
- Faible coût de fonctionnement. Une pente naturelle suffisante permet de fonctionner sans apport d'énergie extérieure, dans le cas contraire un simple pompage suffit. Par ailleurs, les filtres ne réclament que très peu d'entretien.
- Bonne intégration dans le paysage. Les lits étant creusés directement dans le sol, lorsque le remplissage est effectué, ils tendent à se confondre avec le terrain naturel. La station terminée, seul un champ de macrophytes est visible et aucun bruit n'est audible. (DABOUINEAU, 2005).

2.18. Normes internationales

A l'échelle internationale, la réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très répandue, de nombreuses associations scientifiques ont mis des recommandations et normes pour une réutilisation de ces eaux sans danger. Parmi ces recommandations nous avons les recommandations OMS, Californienne et USEPA.

2.18.1. Normes de réutilisation OMS et Californiennes

Il existe deux grands groupes de normes : les recommandations de l'O.M.S., 1989 (Tableau III) et la réglementation californienne titre 22, (1978). L'objectif principal est d'éliminer les risques sanitaires. Ainsi, pour l'irrigation sans restriction, la pollution microbiologique des eaux usées utilisées doit, selon l'OMS, rester au-dessous de 1000 coliformes fécaux (CF)/100 ml et moins de 1 oeuf d'helminthe/l. Le Titre 22 californien fixe des restrictions plus sévères, voire

l'absence totale de germes-tests : moins de 2,2 coliformes totaux (CT)/100 ml (ABBOU, 2010). Dans certains pays, les normes sont draconiennes pour les végétaux destinés à la consommation. L'Afrique du Sud exige une qualité d'eau potable pour cette application, l'Etat d'Arizona a introduit l'absence de virus comme nouveau paramètre microbiologique (F.A.O., 2003). Selon TAMRABET (2011), certains pays comme l'Australie, l'Italie, le Canada, Israël et certains pays du Golfe Arabe adoptent dans les grandes lignes l'approche californienne dans leur réglementation de réutilisation des eaux usées. Dans d'autres pays où la réglementation et les directives nationales de réutilisation des eaux usées n'existent pas, ils font, souvent, référence aux recommandations de l'OMS.

L'OMS a publié en (2006), selon BELAID (2010), de nouvelles lignes directrices sur l'utilisation des eaux usées (WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater), qui tiennent compte des situations locales et privilégient les moyens à prendre pour réduire au minimum les risques sanitaires posés par ces eaux. L'approche innove surtout parce qu'elle encourage l'adoption de mesures relativement simples pour protéger la santé à tous les maillons de la chaîne alimentaire.

2.19. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons énuméré les différents procédés d'épuration classique et celui plus récent de la phytoépuration. Ce qui conduit le concepteur à choisir le meilleur procédé en fonction des données de la zone afin de préserver l'environnement et le milieu récepteur.

Chapitre III

matériel et méthodes

CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

3.1. Localisation et historique de la STEP Touggourt

3.1.1. Touggourt est Localisée Comme Suite :

- Latitude : 33° 16' Nord.

- Longitude : 6° 04' Est.

Située au Nord Est la wilaya de Ouargla.

La station d'épuration des eaux usées de Touggourt est située à Ben Yass Oued, dans APC Tebesbest, sur la route d'El-Oued elle s'étend sur une superficie de 5 Hectares.

Elle a été mise en service le 20/11/1991,

réhabilitée en 2003 et traite aujourd'hui une partie des rejets des eaux usées déversées par la ville de Touggourt.

L'étude a été ébeborée par le B.N.E.H (Bureau National Des Etudes Hydrauliques) et par S.E.E de Belgique (Société D'épuration Des Eaux) 1982.

N° de l'opération : 5.392.1.666.00.02

Intitulé de l'opération : assainissement de l'unité de Touggourt.

3.1.2. Réalisation Génie Civil:

Entreprise de réalisation: HYDRO-TECHNIQUE (Issue De La Restructuration De SONAGHTER)

Délai d'exécution: 24 mois

Ordre de service: 04-02-1987

Début des travaux: Octobre 1987

Fin des travaux: 30-06-1989

Réception provisoire: 02-07-1989

3.1.3. Equipements:

Entreprise nationale: HYDRO-TRAITEMENT Alger

Début des travaux: Janvier 1990

Fin des travaux: Septembre 1991

Mise en service : Novembre 1991

Coût total de projet: 57.705.973,40 DA

Réalisée dans le cadre du Programme Communal de Développement (PCD)

Arrêt de la station dépurative : Décembre 1995

Réhabilitée en 2003

Mise en service : 24/02/2004

L'exploitation et la gestionnaire par : Office National D'assainissement ONA : 17/04/2005
Jusqu'à ce jour.



Photo.1 : photo de la station d'épuration de Touggourt.



Fig.20 : Positionnement de la station d'épuration dans la commune de Tbesbest (google earth.fr, 2017).

3.1.4. Données fondamentales :

Débits :

Nombre d'équivalent habitant	:	62.500 EH
Débit moyen journalier	:	9.360 m ³ /j
Débit de point horaire	:	670 m ³ /h
Débit moyen	:	390m ³ /h

3.1.5. Etapes des traitements

Le processus de traitement comporte les étapes suivantes:

- 1- Criblage grossier à l'aide de dérailleur à barreaux mécaniques .
- 2- Des canaux à sable aérés éliminent le sable et les graisses.
- 3- Le traitement biologique est accompli dans des bassins à aération mécanique.
- 4- Les boues activées de retour sont refoulées par des pompes à vis et criblées a travers des cribles à barreaux moyens .
- 5- Les eaux usées traitées destinées à l'irrigation seront désinfectées au chlore.

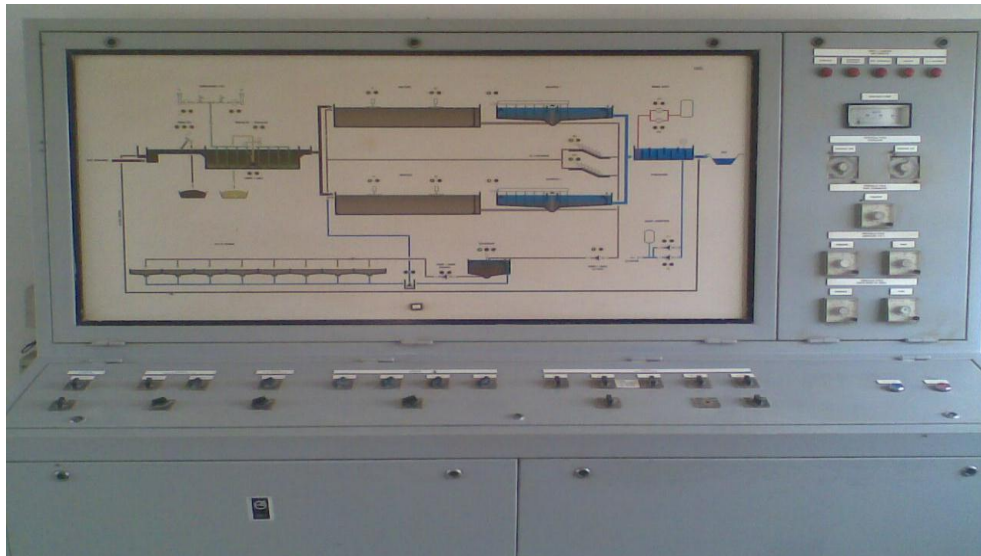


Fig.21: Schéma général du procédé de boues activées appliqué à la STEP de Touggourt.

3.2. Equipement de la station

3.2.1. Station relevage:

L'eau brute arrivée sous pression par une conduite de refoulement a partir de réseau de la ville, l'eau chargée coule gravitairement dans un canal de 800 mm de large. Au moment ou le débit se présente, on démarre une seule pompe de relevage.

- Hauteur manométrique totale : 06 m
- Débit de chaque pompe : 586 m³/h
- Marque : HOMA
- Puissance : 55 Kw



Photo.2 : photo de la station relevage.

3.2.2. Dégrillage mécanique:

Ce dégrillage prendra place dans un regard en tête de la station, après le poste de relevage. L'installation comporte:

- Une grille mécanisée, type inclinée.
- Une grille de by-pass à raclage manuel.
- Largeur du canal : 800 mm.
- Hauteur d'eau : 400 mm.
- Surface mouillée : 0.32 m^2 .
- Espace entre barreaux : 20 mm.
- Epaisseur des barreaux : 40 mm.
- Angle d'inclinaison : 60° .

Motorèducteur : FLENDER-HIMMEL MOTOX

Type CA 80 / A 9056 – L 16 (DN 50).

220 / 380 V – 50 Hz , 4 / 2.3 A , IP 55.

915 Tr / min , 0.75 Kw.

N° 508326B.



Photo.3 : Dégrilleur mécanique.

3.2.3. Dessablage-déshuilage

L'eau dégrillée passe dans les dessableur –déshuileur aéré. L'aération du dessableur-déshuileur est assurée par 02 suppresseur d'air.

Le sable décanté est évacué par une pompe à sable submersible portée par un pont racleur qui fait le "va-et-vient", il est évacué dans un container en acier galvanisé.

Les huiles sont piégées dans une zone de tranquillisation, elle sont raclées en surface pour être récupérées dans un container à huile.

- Longueur : 15m.
- Largeur du dessableur : 2m.
- Largeur du déshuileur : 1.10m.
- Hauteur d'eau maximum : 2.65.
- Dispositif d'aération: 02.
- Débit: 70 m³/h.
- Puissance : 3 kW.
- Débit de pompe à sable: 5 m³/h.
- Racleur :
 - * Longueur : 2500mm.
 - * Largeur : 900 mm.
 - *Vitesse de translation : aller 2 cm/sec. retour 4 cm/sec.



Photo.4 : Dessablage-déshuilage.

3.2.4. Epuration biologiques

L'eau est répartie dans deux bassins d'aération rectangulaires. L'apport en oxygène est assuré par 04 turbines d'aération, l'eau aérée est transférée vers les deux décanteurs à partir de deux goulottes installées latéralement.

- Type de traitement : biologique.
- Capacité de traitement en DBO5: 3.375 kg/j.
- Volume utile du 02 bassin : 7.200 m³.
- Longueur: 40 m.
- Largeur: 20 m.
- Profondeur d'eau: 4.5 m.
- Temps de passage moyen: 18.5 h.
- Charge massique moyenne: 0.078 kgDBO5/kg.M.S.J.
- Charge volumique moyenne: 0.47 kgDBO5/kg.M.S.J.
- Apport oxygène : 80 kg O₂/h.
- Vitesse entrée/sortie: 1450/31 tour/min.
- Concentration: 6 g/l.
- Moteurs électriques : UNELEC (FRANCE).
- FT 25 M 34 V 1 IP 55.
- N° 701363 R00001 / N° 701363 R00002 / N° 701363 R00003.
- N° 701363 R00004

- 380 / 660 V. 50 Hz.
- 87 A , 45 Kw , 1480 Tr / min , COS Phi = 0.85.
- Réducteur de marque : licence HANSEN (FRANCE).
- Type : RNE 36 AN.
- N° E 30.231/3RX176. N° E 30.232/3RX176. N° E30.233/3RX176.
- N° E 30.234/3RX176.
- Moteurs puissance : 45 Kw.
- Vitesse : 1450 – 28.95 R 50.077.
- Huile : 30 litres.



Photo.5 : Bassin d aération.

3.2.5. Décanteur secondaire

L'eau décantée est évacuée par des lames déversantes crantée disposées réglementé sur le pourtour du bassin de décantation. L'eau se déverse dans une goulotte circulaire qui débouche dans un puisard au bassin de chloration.

- Hauteur périphérique: 2.60 m.
- Dian ext.: 24 m.
- Surface unitaire: 452 m².
- Volume cylindrique : 1.175 m³.
- Temps de passage moyen: 3.5



Photo.6 : Décanteur.

3.2.6. Bassin de chloration

La désinfection se fait dans le bassin de chloration rectangulaire, il est assurée par de l'hypochlorite de sodium " NaOCL ". Le passage obligé imposé par la chicane entre l'entrée et la sortie du bassin de chloration garantit le respect de ce temps de contact pour l'intégralité de l'effluent à épurer.

L'eau désinfectée est évacuée à partir d'un puisard vers conduite. Elle passe ensuite dans un regard avant d'être rejetée dans le canal de l'oued Righ.

- Longueur: 15.7 m.
- Largeur: 6 m.
- Profondeur utile: 2.96 m.
- Profondeur totale: 3.20 m.
- Volume utile: 278.8 m^3 .
- Temps de séjour pour le débit de pointe: 27 min.



Photo.7 : Bassin de chloration.

3.2.7. Retour des boues

vis d'Archimède à débit unitaire de 500 l/s.

- Hauteur de relevage : 1.05 m
- Angle : 30°
- Diameter de vis : 0.85 m
- Diamètre poutre : 0.455 m
- Hauteur de remplissage : 0.565 m
- Longueur vis : 3.23 m
- Vitesse d'entrée/sortie : 1500/50 T/min
- Rendement de réducteur 97%
- Rendement accouplement : 98%



Photo.8 : vis d'Archimède.

3.2.8. Epaisseur de boues

Les boues proviennent des fonds des deux décanteur. Elles sont raclées et collectées dans la fosse centrale à partir de laquelle, elles sont transférées gravitairement vers une bêche à boues par une conduite. La plus grande partie, dite " boues recirculation" est recyclée vers le bassin d'aération et l'autre partie, dite "boues en excès" est pompée vers l'épaississeur.

- Débit de vis : 500 m³/h.
- Débit de pompe : 384 m³/h.
- Hauteur de relevage : 1.05 m.
- Angle: 30.
- Diam. Vis : 0.85 m.
- Diam. Poutre: 0.455.
- Hauteur de remplissage : 0.565 m.
- Longueur vis : 3.23 m.
- Puissance installée : 4 kw.

- Vitesse d'entrée/sortie : 1500/50 T/min .
- Rendement de réducteur : 97 %.
- Rendement accouplement : 98 %.
- **Pompe des boues en excès :**
- Marque: ABS PUMPEN,GMBH-SCHUIDERHONE ,D5204 LOHMAR.
- Type : AF 15-4-LK-CB 12-HTA.
- N° 653046 A-00706.
- 380 V , 6A , 50 Hz.
- P1n: 1.95 Kw.
- P1n: 1.50 Kw.
- 1415 Tr/min:



Photo.9 : Epaisseur de boues.

3.2.9. Lits de séchage des boues

Après épaissement, les boues sont transférées vers les lits de séchage par une pompe. Les boues exposées à l'air libre subissent une double déshydratation : par percolation interstilielle (drainage) et évaporation. Au bout d'un temps qui peut être plus ou moins long (en fonction de la température et de l'humidité).

- Longueur: 25 m.
- Largeur: 8 m.
- Surface unitaire : 200 m².
- Nombre de lits: 16.

- Hauteur de remplissage: 0.4 m.
- Volume total annuel vers le lit de séchage: 18.250 m³/an.



Photo.10 : lit de séchage.

3.3. Procédé de fonctionnement de la station

Le procédé de fonctionnement utilisé dans notre station est de type biologique (par boues activées). D'après nos investigations et notre suivi, son parcours est le suivant :

- L'eau chargée coule gravitairement ; elle traverse une grille fin à nettoyage automatique (dégrillage) à des intervalles de temps réguliers.
- L'eau dégrillée passe dans le dessableur-déshuileur aéré ou elle sera débarrassé de ses huiles et sable. L'aération du dessableur-déshuileur est assurée par 02 presseurs d'air. L'air maintient une turbulence qui empêche les matières organiques de se déposer.
- Le sable décanté est évacuée par une pompe portée par pont racleur qui fait le va et vient, les huiles sont piégées dans une zone de tranquillisation à partir de laquelle sont raclées en surface pour être récupérées dans un container à huile.
- L'eau est alors répartie dans deux bassins d'aération, l'eau subit une stabilisation au bout de laquelle, la matière organique se trouve presque intégralement minéralisée.
- L'eau aérée s'oriente vers le décanteur secondaire .
- Dans les bassins de décantation se trouvent les matières en suspension, qui sont à la fois minérale et organique.
- Ces matières contiennent de la biomasse qui doit être recyclée afin que soit maintenu dans les bassins d'aération une concentration en matière sèche proche de 6 g/l.

- Au bout 6 heures l'eau se trouve presque complètement décantée soit une réduction de 99.5 %, l'eau décantée passe du puisard au bassin de chloration, tandis que les boues sont piégées au fond à partir duquel elles sont transférées vers la bêche de recirculation.
- Les boues ainsi collectées sont dites boues secondaire; la plus grande partie des boues de recirculation est recyclée vers les bassins d'aération, l'autre partie dite boues en excès est pompée vers l'épaisseur.
- La recirculation est assurée par 02 vis d'Archimède de $500 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Les boues en excès sont envoyées vers l'épaisseur par pompage de $23 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Les boues en excès subissent un épaissement avant d'être séchées, l'objectif premier est d'augmenter la concentration des boues en vue de rendre plus Pelletable. Après épaissement, les boues sont transférées vers les lits de séchage par une pompe ; le séchage s'effectue dans 16 lits, les boues exposées à l'air libre subissent une double déshydratation par drainage et évaporation.

3.4.Méthodes dépuratoire et de traitement des eaux résiduaires

On rappelle que plusieurs procédés de traitement des eaux résiduaires sont utilisés allant des méthodes physico-chimique à biologique. Les premières regroupent la neutralisation, la coagulation, la floculation, la flottation et la décantation etc. Quant aux deuxièmes, on trouve les lits bactériens les lagunes d'oxydations, l'épuration par le sol et le système des boues activées. Dans le cas de notre étude, le procédé dépuratoire est celui des boues activées et de la phytoépuration dans la deuxième partie . Son principe consiste à un réacteur biologique aérobie où les micro-organismes flottent librement dans un liquide aéré, sous forme de petit amas appelés bio-flocs (Rubrique guide de services, 2001). Les bactéries sont dispersées sous forme de boues activées dans un bassin brassé et aéré. Le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des floccs bactériens et de l'aération peut se faire naturellement à partir de l'oxygène de l'air ou de l'oxygène injecté dans le mélange permettant de fournir aux bactéries leurs besoins respiratoires (bactéries épuratrices aérobies) avec un temps de contact des effluents biologiques flocculés suffisamment long (Degrémont, 1978). La séparation des deux phases liquide et solide se fait dans un décanteur secondaire. Les boues sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent est extrait du système et évacué vers le traitement des boues. Le développement des amas biologiques renouvelés par une circulation continue en présence d'oxygène.

3.5.Localisation et historique de la STEP Témachine

Elle est située à proximité du vieux Ksar de Témachine comme il est indiqué dans la figure.



Photo.11 : Station d'Épuration des Eaux Usées Waste Water Gardens, Vieux Ksar de Témachine.



Fig.22 : Positionnement de la station d'épuration dans la commune de Témachine. (google earth.fr, 2017).

Les travaux de construction de la station ont débuté au mois d'Avril 2007. Elle est introduite à titre expérimental (station pilote). Le suivi de cette unité pilote a été octroyé conjointement à l'O.N.A , I.N.R.A et la subdivision de l'hydraulique de Touggourt.

Intitulé de l'opération : assainissement de l'unité de Témachine.

Elle est localisée selon les coordonnées suivantes :

Latitude : 33° 01' Nord.

Longitude : 6° 01' Est.

Située au Nord Est la wilaya d'Ouargla

3.5.1. Données techniques

C'est une station d'épuration par les plantes (phyto-épuration), prévue pour 100 habitants. La capacité nominale de traitement et qualité requise des eaux usées avant traitement sont :

- Nombre d'équivalent habitant : 100 EH.
- Débit moyen journalier : 15.
m³/h.
- Débit de point horaire : 0.625.
m³/h.

3.5.2. Etapes de traitement

Le processus de traitement comporte les étapes suivantes:

-Fossé contenant trois parties:

* **partie 1** (Dégrillage):élimination des déchets solides et en plastique

* **partie 2** (Dessablage): élimination du sable

* **partie 3** (Déshuilage): élimination des huiles par "lifs"

- traitement biologique est accompli dans des bassins contenant des plantes subaquatiques

- Les eaux usées traitées sont destinées à l'irrigation des arbres forestiers

3.6. Equipement de la station de Témachine

3.6.1. Fossé septique: est divisé trois bassins

3.6.1.1. Bassin 1 (Dégrillage) :

C'est un bassin en béton armé qui contient un tamis en fer pour les grandes matières solides. Ces dimensions sont comme suit:

- Longueur de bassin : 2 m.
- Largeur de bassin : 1m
- Profondeur de bassin : 3m.
- La forme du couvercle circulaire diamètre: 50 cm.



Photo.12 : Dégrilleur.

3.6.1.2. Bassin 2 (dessablage):

C'est un bassin en béton armé qui contient une paroi, il ralentit l'écoulement d'eau et permet le dépôt du sable. Ces dimensions sont comme suit:

- Largeur de bassin : 1m.
- Longueur de bassin : 2 m.
- Profondeur de bassin : 3m.

3.6.1.3. Bassin 3 (déshuilage):

C'est un bassin en béton armé qui contient un tube percé entouré de lifs couvert par du plastique . Ces dimensions sont comme suit:

- Largeur du bassin : 1 m.
- Longueur du bassin : 2 m.
- Profondeur du bassin : 3m.
- Le diamètre de la conduite: 170mm.



Photo.13 : déshuilage.

3.6.2. Canal de raccordement:

Il est fait en plastique et relie le fossé sceptique au bassin de traitement . Son diamètre est de 170mm.

3.6.3. Bassin traitement des macrophytes

le bassin de traitement (W.W.G) qui est de forme lunaire, d'une superficie de 400 m² pour un volume total de gravier de 260 m³ et de 88 m³ seulement pour l'eau. Le niveau d'eau dans le bassin est de 0.55 m, recouvert par une couche de 15 à 20 cm de gravier. Ce bassin reproduit les conditions d'une zone humide naturelle.

Les eaux passent à travers le lit de gravier, planté d'espèces végétales dont les racines se nourrissent d'éléments nutritifs de l'eau.

Les eaux traitées du bassin se déversent dans un boîtier de contrôle, connecté directement à une zone de drainage souterrain de 468 m² avec une pente 3 ‰.

Un tube de sécurité a été placé dans le boîtier de contrôle, afin de servir à l'évacuation des eaux, en cas de non fonctionnement ou de saturation du réseau de drainage, dirigé vers le canal avoisinant .

3.7. Espèces végétales utilisé pour le traitement:

3.7.1. Jonc:

** **Nom scientifique** : *Juncus maritimus*.

** **Famille** : Juncaceae.



Photo.14 : *Juncus maritimus*.

3.7.2. Balisier rouge

** **Nom scientifique** : *Canna indica*.

** **Famille** : Cannaceae.



Photo.15 : *Canna indica*.

3.7.3. Laurier rose

** **Nom scientifique** : *Nerium oleander*.

** **Famille** : Apocynaceae.



Photo.16 : Nerium oleander.

3.7.4. Papyrus

**** Nom scientifique :** Cyperus papyrus.

**** Famille :** Cypéracée.



Photo.17 : Cyperus papyrus.

3.7.5. Washingtonia

**** Nom scientifique :** Washingtonia.

**** Famille :** Acéracée.



Photo.18 : Washingtonia.

3.8. Laboratoire d'analyse des eaux usées

3.8.1. Introduction

Le but d'analyse des eaux usées urbaines est d'apprécier la qualité de ces eaux, autrement dit ; déterminer les différents paramètres physico-chimique et biologique. Cette étape est indispensable car elle nous aide de prévoir les traitements ultérieurs nécessaires. Les paramètres à analyser sont : PH, Température, MES, DCO, DBO5, NO2, NO3, les huiles, les graisses, les métaux lourds....etc.

3.8.2. Laboratoire

Les paramètres mesurés au niveau du laboratoire de la station ainsi que le matériel disponible sont consignés dans le tableau ci-après.

3.8.3. Techniques d'analyse chimique des eaux usées

Les composés que l'on trouve dans les eaux usées sont très nombreux. Pour déterminer le degré de pollution, on ne peut pas identifier la totalité des composés chimiques présents. On fait plutôt appel à des paramètres globaux de pollution applicable sur tous les types d'eau. Ces paramètres globaux mesurés par des analyses courantes, correspondent aux principaux polluants et ce sont eux que l'on va trouver dans les normes de rejet (PH, MES, DCO, DBO5) Toutes les analyses chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de la station d'épuration de Touggourt.

3.9. Analyse d'urbanisme

3.9.1. Population et évolution démographique

La population et son évolution dans le temps est un facteur prédominant dans l'estimation du volume des eaux usés.

D'après l'annuaire statistique de la wilaya d'Ouargla, le nombre d'habitants de la commune de Touggourt est d'environ 219 886 habitants pour l'année 2013. On utilise la loi des intérêts (S.T.E.P. Touggourt, 2013) pour estimer le nombre d'habitants en 2016.

$$P_n = p_0 (1 + T)^n$$

P_n = population à l'horizon future

P₀ = population de l'année de référence (2013).

T : taux de croissance = 3,95 % (0.0395).

N : nombre d'années séparant les horizons .

On aura :

$$P_{(2016)_1} = 246\,985 \text{ hab.}$$

$$P_{(2016)_2} = 100 \text{ hab.}$$

3.9.2. Réseau d'alimentation en eau potable de Touggourt

La commune de Touggourt renferme des potentialités en eau souterraine très importantes comme réserve d'eau, surtout la nappe mio-pliocène et sénonienne qui sont des eaux saumâtres, les eaux utilisées pour la consommation sont puisées depuis la nappe albienne (S.T.E.P Touggourt, 2008)

D'après le P.D.A.U. (2008), les besoins en eau potable de l'ensemble de la commune de Touggourt sont estimées à 200 l/hab./J pour le long terme.

3.9.3. Réseau d'alimentation en eau potable de Témachine

La commune de Témachine est alimentée par un forage de l'albien de caractéristiques suivantes:

- **Situation** : la commune de Témachine.
- **Lieu d'implantation** : forage albien Témachine.
- **La nappe exploitée** : albien.
- **Profondeur de forage** : 1560 m.
- **Débit d'exploité** : 160 l/s.
- **Température** : 55 °C.
- **Année de la mise en service** : 1984.
- **Eta de forage** : bon éta-en service.

3.9. 4. Evaluation du débit de Touggourt et de Témachine

Le débit journalier d'eau usée ($Q_{usée}$) est donné par la relation suivante :

$$Q_{usée} = Q_{dom} + Q_{eq}$$

$Q_{usée}$: débit d'eau usée .

Q_{dom} : débit domestique. / $Q_{dom} = k_r \times D \times N$

Q_{eq} : débit de l'équipement. / $Q_{eq} = 30 \% Q_{dom}$

K_r : coefficient de rejet compris entre (0,7 et 0,9) pour notre cas on prend 0,7 .

D : dotation journalière en eau potable pour la ville de Touggourt $D = 200 \text{ l/h/g}$

N : nombre d'habitants qui est de 246 985 hab. Pour l'année 2016.

N : nombre d'habitants qui est de 22 236 hab. Pour l'année 2009.

Calcul :

$$Q_{dom1} = 0,7 \times 200 \times 10^{-3} \times 246\,985 \rightarrow Q_{dom} = 34\,577,9 \text{ m}^3/\text{j} \text{ } Q_{eq}.$$

$$Q_{dom1} = 30 \times 34\,577,9 / 100 = 10\,373,37 \text{ m}^3/\text{j}.$$

$$Q_{dom2} = 0,7 \times 200 \times 10^{-3} \times 100 \rightarrow Q_{dom} = 14 \text{ m}^3/\text{j} \text{ } Q_{eq}.$$

$$Q_{dom2} = 30 \times 14 / 100 = 4,2 \text{ m}^3/\text{j}.$$

$$Q_{usée} = Q_{eq} + Q_{dom} = 34\,577,9 + 10\,373,37$$

$$Q_{usée} = 44\,951,27 \text{ m}^3/\text{j}.$$

$$Q_{usée} = Q_{eq} + Q_{dom} = 4,2 + 14$$

$$Q_{usée} = 18,2 \text{ m}^3/\text{j}.$$

3.9. 4.1. Débit moyen horaire Q_m de Touggourt et de Témachine

Le débit moyen horaire Q

$$Q_m = Q_{usée} / 24.$$

$$Q_{m1} = 44\,951,27 / 24 = 1872,96 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q_{m1} = 1872,96 \times 1000 / 3600 = 520,27 \text{ L/ S}.$$

$$Q_{m2} = 18,2 / 24 = 0,76 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q_{m2} = 0,76 \times 1000 / 3600 = 0,208 \text{ L/ S}.$$

3.9.5. Calcul des charges polluantes

3.9.5.1. Charges en DBO5

A défaut d'analyse d'échantillons représentatifs sur rejets d'eaux usées brutes la charge polluante apportée par jour et par habitant est estimée à 54 g/hab. /j.

Alors la charge polluante en DBO5 de Touggourt et de Témachine, sera :

$$DBO5T = \text{Charge DBO5(Kg) par habitant} \times \text{Nombre d'habitants}.$$

$$DBO5T = \text{charge DBO5(en Kg) de Touggourt}$$

$$DBO5T_1 = 54 \times 10^{-3} \times 246\,985 = 13\,337,19 \text{ Kg/J}$$

$$DBO5T_2 = 54 \times 10^{-3} \times 100 = 5,4 \text{ Kg/J}$$

3.9.5.2. Concentration de la DBO₅ en mg/L :

$$[DBO_5] = DBO_5T / Q_{\text{usée}}$$

S₀ = concentration du DBO₅ (en mg) par litre

$$[DBO_5]_1 = 13\,337,19 \times 10^6 / 44\,951,27 \times 10^3 = 296,70 \text{ mg/l}$$

$$[DBO_5]_2 = 5,4 \times 10^6 / 18,2 \times 10^3 = 296,70 \text{ mg/l}$$

3.9.5.3. Charges en matières en suspension (M.E.S)

La teneur en matières en suspension par habitant et par jour est de 70 g/hab. /J.

Le charge polluante en MES de Touggourt et de Témacine sera:

$$M.E.S_T = \text{Charge M.E.S (Kg) par habitant} \times \text{Nombre d'habitants.}$$

$$M.E.S_T = \text{charge M.E.S (en Kg) de Touggourt.}$$

$$M.E.S_{T1} = 70 \times 10^{-3} \times 246\,985 = 17\,288,95 \text{ kg /J}$$

$$M.E.S_{T2} = 70 \times 10^{-3} \times 100 = 7 \text{ kg /J}$$

3.9.5.4. Concentration des M.E.S en mg /L :

$$[M.E.S] = M.E.S / Q_{\text{usée}}$$

$$[M.E.S]_1 = 17\,288,95 \times 10^6 / 44\,951,27 \times 10^3 = 384,61 \text{ mg/l}$$

$$[M.E.S]_2 = 7 \times 10^6 / 18,2 \times 10^3 = 384,61 \text{ mg/l}$$

3.9.5.5. Charges en de DCO

La teneur en DCO par habitant et par jour est de 90 g/hab./j.

Les charges en DCO des eaux de Touggourt et de Témacine seront :

$$DCOT = \text{Charge M.E.S (Kg) par habitant} \times \text{Nombre d'habitants}$$

$$DCOT = \text{charge M.E.S (en Kg) de Touggourt et de Témacine}$$

$$DCO_{T1} : 90 \times 246\,985 \times 10^{-3} = 22\,228,65 \text{ kg/j}$$

$$DCO_{T2} : 90 \times 100 \times 10^{-3} = 9 \text{ kg/j}$$

3.9.5.6. Concentration des DCO

en mg /L :

$$[D.C.O.] = D.C.O. / Q_{\text{usée}}$$

$$[D.C.O.]_1 = 22\,228,65 \times 10^6 / 44\,951,27 \times 10^3 = 494,50 \text{ mg/L}$$

$$[D.C.O.]_2 = 9 \times 10^6 / 18,2 \times 10^3 = 494,50 \text{ mg/L}$$

Données	2009	2010	2015	2020	Données de S.T.E.P
Nombre d'habitant	188322	195761	237601	288383	62500
Débit journalier (m ³ /j)	34274,6	35628,50	43243,38	52485,70	9 360
Débit moyen horaire (m ³ /h)	1428,10	1484,52	1801,80	2186,90	3 90
Débit moyen (l /s)	396,66	412,36	500,50	607,47	108,33
Charges en DBO ₅ Kg/J	10169,38	10571,09	12830,45	15572,68	3 375
Charges en M.E.S Kg/J	13182,54	13703,27	16632,07	20186,81	4375
Charges en DCO Kg/J	16948,98	17618,49	21384,09	25954,47	5 625

Tableau 3 : comparaison entre capacité de la station et les rejets de Touggourt.

Par comparaison entre les données de la ville de Touggourt et celles de la station de traitement on trouve que la partie des eaux traitées ne représente qu'environ le tiers (1/3) des eaux polluées de la ville (**pour l'année 2009**).

Les eaux non traitées sont déversées dans le canal de l'Oued Righ et drainée jusqu' à chott Merouane, ou on trouve l'exutoire final de ces eaux.

3.10. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement

Les paramètres essentiels qui priment en compte le choix d'une technique de traitement doivent tenir compte :

- Des caractères des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, matière en suspension...etc.).
- Des conditions climatique (température, évaporation, vent...etc.).
- Des exigences du milieu récepteur, de la disponibilité du site.
- Des conditions économique (cout de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitation, de gestion et d'entretien (**BEKKOUCHE et ZIDAN, 2004**).

3.11. Rôles des stations d'épurations

Ce rôle peut être résumé dans les points suivant :

- Traiter les eaux polluées.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (**BENZAOUI et ELBOIES, 2009**).

3.12. Méthodes d'analyses

L'analyse des échantillons est effectuée le jour même du prélèvement, cette analyse est réalisée au niveau du laboratoire de la station de Touggourt.

3.12.1. Détermination des pH

- **Appareil:** pH-mètre.

- **Electrode :** électrode de pH combinée.

- **Mode opératoire:**

On prend une quantité de l'eau usée dans une fiole puis on remet l'électrode du PH-mètre dans cette dernière. La lecture du résultat est donnée sur l'appareil de PH-mètre.



Photo.19 : pH mètre pour mesurer la pH.

3.12.2. Détermination de la température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dessous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, dans l'activité biologique, pour la connaissance de l'eau et des mélanges éventuelles. D'une façon générale la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde.

Dans le cas de station Touggourt et Témacine le dispositif utilisé est le pH-mètre pour déterminer la température.



Photo.20 : Thermomètre pour mesurer la température.

3.12.3. Détermination de la conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de l'unité de la conductivité est le siemens par mètre (s/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivant :

$$\text{Résistivité}(\Omega\text{cm}) = \frac{1000000}{\text{Conductivité}(\mu\text{S}/\text{cm})}$$

- **Matériel** : Conductivimètre
- **Mode opératoire** :

D'une façon général, préparé de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée. Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

- **Expression des résultats** : le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$



Photo.21 : Conductivitémètre.

3.12.4. Détermination des matières en suspension (MES)

* Appareils :

- Matériel courant du laboratoire
- Centrifugeuse capable de produire une accélération moyenne
- Etuve
- Capsule
- Balance
- Tubes de centrifugation graduée

*Mode opératoire :

- Centrifuger un volume d'eau de façon à recueillir au moins 30mg de matières puis séparer le liquide surnageant par siphonage sans perturbation du dépôt et jusqu'à une hauteur de 10mm de liquide au dessus du dépôt
- Les culots de matières sont transvasés dans une capsule tarée. Rincer les tubes à centrifuger 3 fois avec une petite quantité d'eau permutée (20ml).
- Introduire les eaux de lavages avec les culots dans la capsule séchée à 105 °C. Evaporer l' eau de la capsule au bain marie sécher à l' étuve à 105 °C jusqu'à une masse constante. Laisse refroidir au.
- Dessiccateur et peser jusqu'à 525 °C pendant 2 heures, laisser refroidir à la dessiccation et peser jusqu' à masse constante.

*Expression des résultants soit:

- M1: la masse de la capsule vide.
- M2: la masse de la capsule pleine après minéralisation à 105 °C.
- M3: la masse de la capsule pleine après minéralisation à 525 °C.
- V: le volume d' eau traitée en millilitres.

La teneur en milligrammes de matières totales en suspension par litre d'eau est donnée par l'expression:

$$[(M_1 - M_2) / v] \cdot 1000 \text{ mg/l}$$

La teneur en milligrammes de ce qui est considéré comme les matières minérales par litre d'eau sont données par l'expression suivante:

$$[(M_3 - M_1) / v] \cdot 1000 \text{ mg/l}$$



F.T

Plaque chauffante



F.T

Distillateur

Photo.22 : les appareils utilisés pour la détermination de MES.

3.12.5. Détermination d'O₂

***Appareil:** Oxymètre

***Mode opératoire:**

On prend une quantité de l'eau usée dans un bécher après on descend l'électrode d'oxymètre dans le bécher

Enfin on lit résultat sur l'appareil d'oxymètre.



Photo.23 : Oxymètre.

3.12.6. Détermination NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}

***Appareillage :** spectrophotomètre UV visible.

***Mode opératoire :**

On verse 10 ml de l'échantillon dans la bouteille d'appareil. On ajoute le produit chimique et on agite la bouteille, ensuite on la pose dans l'appareil. On prend les résultats en (mg/l).

- **Expression des résultats :** le résultat est donné directement en mg/l.



Photo.24 : DR 3900™ spectrophotomètre.

3.12.7. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

***Appareillage :**

- Réacteur, spectrophotomètre DREL/820
- Adaptation de tube DCO sur DREL/820.

***réactifs:**

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

***Mode opératoire :**

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



Photo.25 : la DCO-mètre.

3.12.8. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

*Appareillage:

- Matériel courante de laboratoire (DBO mètre)
- Flacons d'incubation à rodés de 150ml
- Enceinte réglable à 20 °C
- Matériel nécessaire pour le dosage de l'oxygène dissous

*Mode opératoire:

l'échantillon est placé sous agitation dans un flacon incubateur hermétiquement relié au manomètre à mesure. Lors de la biodégradation des matières organiques. Les micro-organismes consomment l'oxygène de l'air contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessous de l'échantillon.

Cette dépression est transmise au monomètre à mesure et la consommation en oxygène et sur l'échelle manométrique.



Photo.26 : DBO mètre pour la détermination de DBO₅.

3.13. Analyses bactériologiques:

L'analyse bactériologique d'une eau usée traitée consisterait logiquement, à la recherche de germes pathogènes qu'elle pourrait contenir. Les techniques nécessaires pour la réalisation de ce type d'analyse sont trop longues, difficiles à exécuter et trop onéreuses. Pour des simples analyses de contrôle, on préfère généralement la recherche des germes fécaux. Ces derniers, comme les germes pathogènes, sont éliminés par les matières fécales. De ce fait, leur mise en évidence dans l'eau permet d'estimer la possibilité de la présence de germes pathogènes qui sont éliminés par les matières fécales (Amouria et Medjouri, 2007).

Les prélèvements d'analyses microbiologiques doivent être réalisés trois fois au hasard prenant en considération les variations du climat dans des mois différents. L'heure de prise des échantillons est environ 10h du matin.

En effet, les conditions climatiques ont un grand effet sur l'activité microbienne dans l'eau notamment la température, ainsi que d'autres paramètres essentiellement le pH et le taux d'oxygénation.

Ces analyses microbiologiques doivent être effectuées au niveau de laboratoire microbiologique de l'hôpital SLIMANE AMIRAT de Touggourt.

3.13.1. Préparation des dilutions :

On prélève dans les meilleures conditions d'aseptie 1 ml de la solution mère et on l'introduit dans 9 ml d'eau distillée. Cela fait la dilution 10^{-1} , aussi obtenus on procède de la même manière jusqu'à atteindre la dilution 10^{-4} .

3.14. Conclusion

Le procédé d'épuration par boues activées est développé largement dans le monde grâce à ses excellentes performances de dépollution par rapport aux autres procédés. Par contre la phytoépuration, elle est nouvelle et introduite en Algérie qu'en 2007 et à titre expérimental.

Chapitre IV

partie expérimentale

Chapitre IV: partie expérimentale

4.1. Paramètres physico-chimiques :

L'évaluation des caractéristiques de pollution se fait sur des échantillons qui ont été correctement prélevés. Il y a tout d'abord un lieu de prélèvement à choisir qui sera caractérisé par un bon mélange de matière à prélever, les prélèvements peuvent être manuel ou par des appareils automatique.

Le but essentiel de ce type d'étude est la détermination des valeurs des paramètres de pollution physico-chimiques et l'interprétation de celle-ci:

- Le pH
- Température
- La conductivité (C.E)
- Les matières en suspension (M.E.S)
- L'oxygène (O_2)
- Les nitrates (NO_3^-) -Les nitrites (NO_2^-)
- Les ortho phosphates (PO_4^{3-})
- La demande chimique en oxygène (D.C.O)
- La demande biochimique en oxygène (D.B.O₅)
- Les chlorures

4.2. Prélèvement

4.2.1. Echantillonnage

Un échantillonnage vraiment représentatif exige un brassage en amont et aval de l'emplacement choisi pour la prise d'échantillon, puisque le réseau d'égout n'est pas entièrement remplis.

Les prélèvements doivent être dans flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner

4.2.2. Conditionnement

Les échantillons sont transportés jusqu'au laboratoire, pour obtenir les résultats les plus représentatifs possibles à partir de réalisations de nos analyses.

Résultats et Discussion

4.3. Interprétation des résultats physico-chimiques :

Les résultats d'analyse des échantillons (entrées et sorties) pour les deux stations étudiées (Touggourt et Témacine) ont portés sur une longue durée de cinq (05) années, ce qui nous permettra d'avoir une idée acceptable sur le fonctionnement des deux procédés d'épuration.

4.3.1. Potentiel hydrogéné (pH)

Les valeurs des pH à l'entrée et à la sortie des deux stations sont représentées dans les figures. Il est à signaler que le pH joue un rôle important dans l'épuration des effluents et le développement des bactéries. Les eaux épurées des deux stations (Touggourt et Témacine) sont légèrement alcalines à proche de la neutralité. Elles varient de 6,5 à 8 pour la station de Touggourt et de 6,86 à 7,76 en phytoépuration (station de Témacine) ce qui est favorable à l'activité bactérienne dans le processus d'épuration aérobie et anaérobie (FRANK,2002). Ces résultats sont conformes aux normes de rejet national (J.O.R.A., 2012) délimitées entre 6,5 et 8,5.

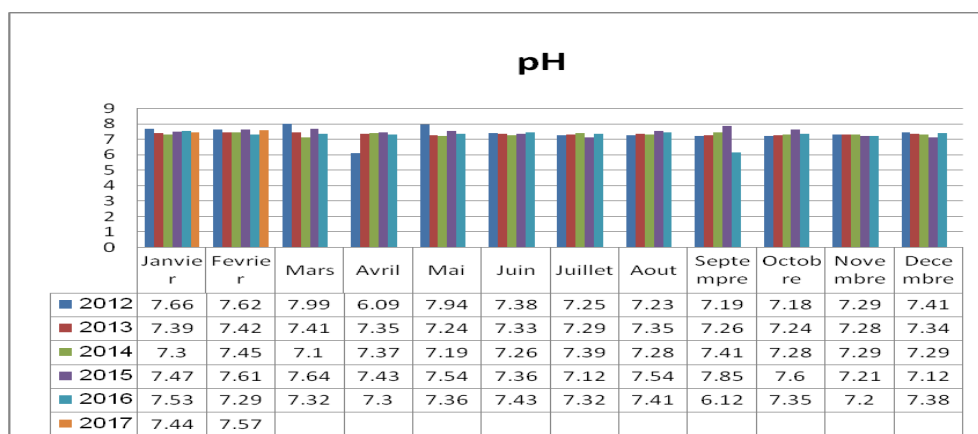


Fig.23.1 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

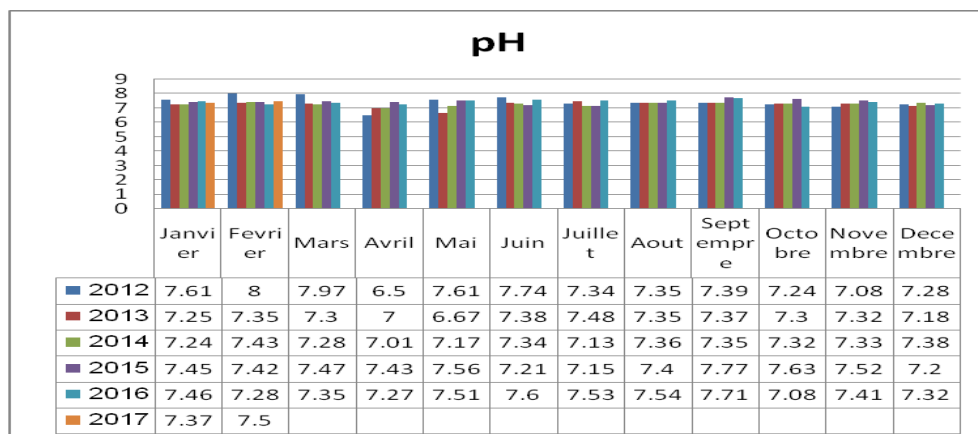


Fig.23.2 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

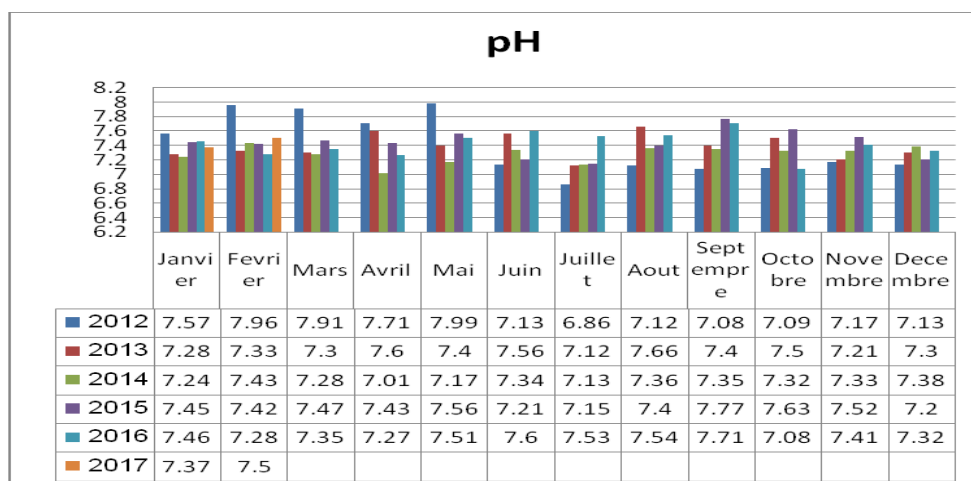


Fig.23.3 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

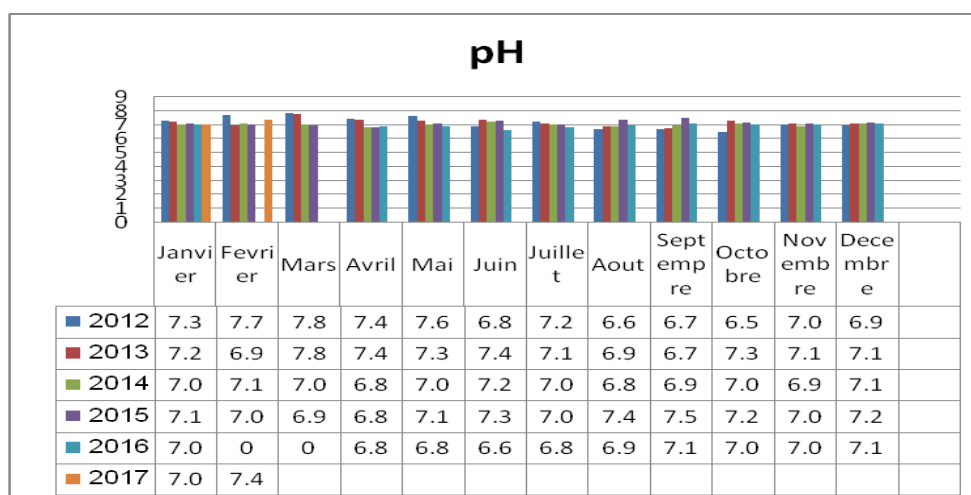


Fig.23.4 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

4.3.2. Température de l'eau (T)

Les valeurs des températures à l'entrée et à la sortie des deux stations sont représentées dans les figures. Il est important de connaître la température des eaux épurées avec une bonne précision car elle joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz. Les résultats obtenus montrent des fluctuations de température entre 14,7 et 34⁰C pour la station de Touggourt et de 13,2 et 35,1 ⁰C (station Témacine) à la sortie. Ce qui semble légèrement élevée pour le mois de juillet comparativement à la norme nationale qui est de 30 °C. Ceci semble en relation avec la saison estivale (été très chaud en zone saharienne). Nous signalons que lorsque la température augmente, les réactions chimiques et biochimiques consomment de l'oxygène et par conséquent sa teneur diminue (J.O.R.A., 2012).

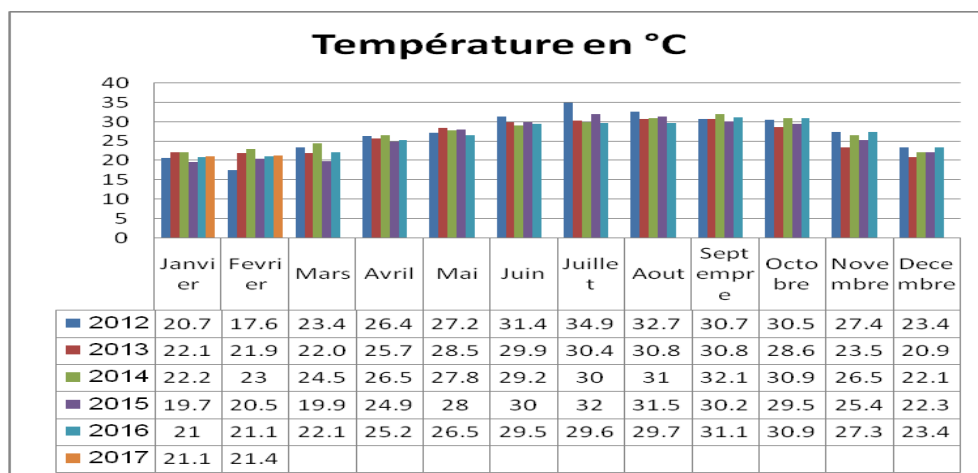


Fig.24.1 : Evolution des températures des eaux brutes dans le temps (station Touggourt).

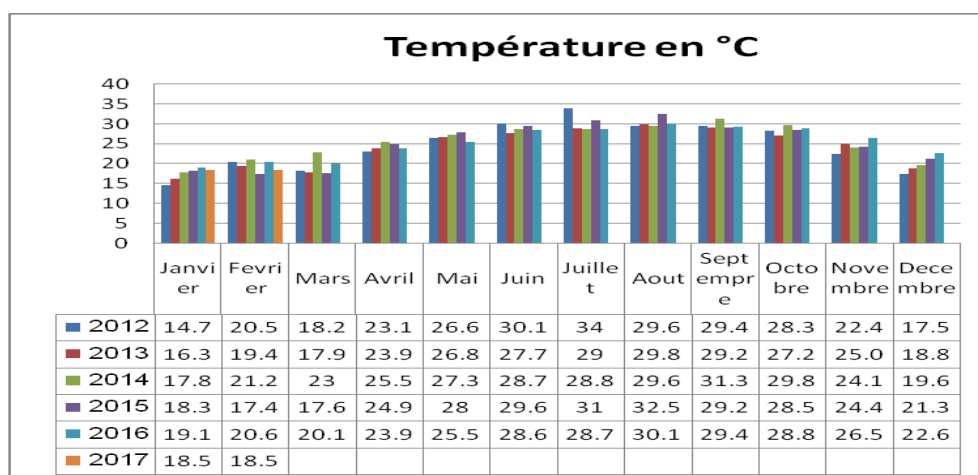


Fig.24.2 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps (station Touggourt).

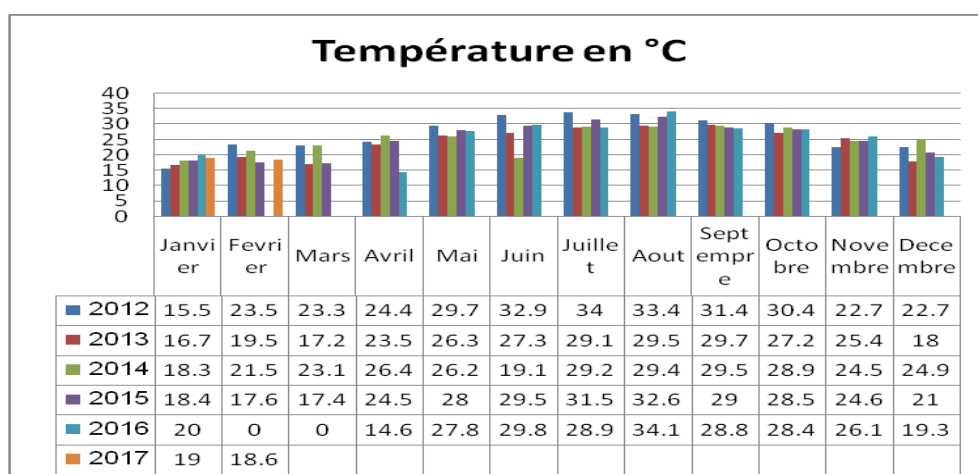


Fig.24.3 : Evolution des températures des eaux brutes dans le temps (station Témacine).

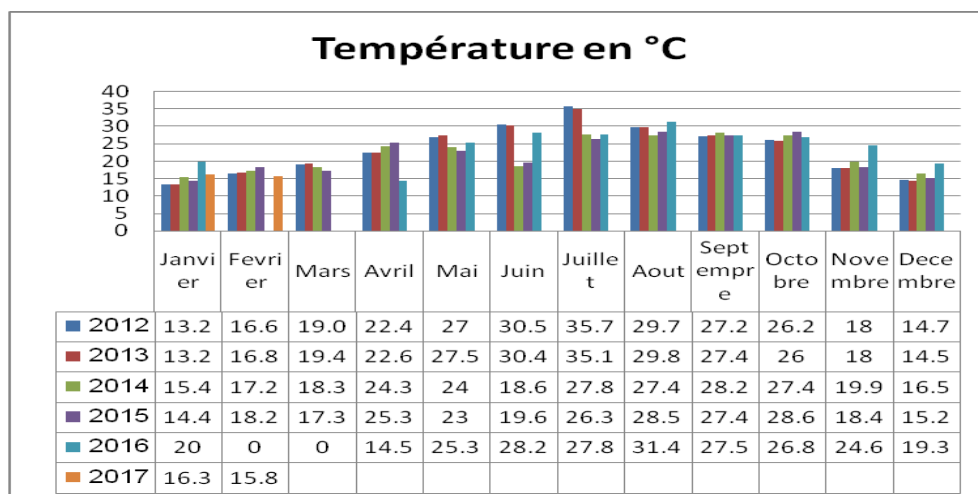


Fig.24.4 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps (station Témacine).

4.3.3. Conductivité électrique (C.E)

Pour les eaux résiduaires, elles sont généralement trop chargées de matières organiques et colloïdales qui sont de mauvais conducteurs. Les valeurs de la conductivité électrique des eaux traitées oscillent entre 2 et 7,9 ms/cm(station Touggourt) et fluctuent entre 2 et 5,56 ms/cm (station Témacine). Ces valeurs paraissent acceptables pour ce type d'eau résiduaires épurées si elles seront réutilisées dans le secteur agricole (J.O.R.A., 2012).

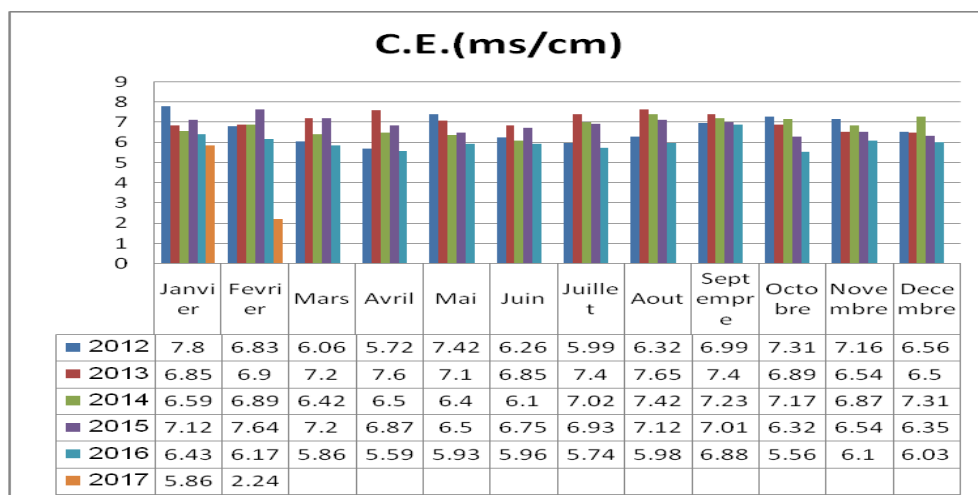


Fig.25.1: Evolution des conductivités des eaux brutes dans le temps (station Touggourt).

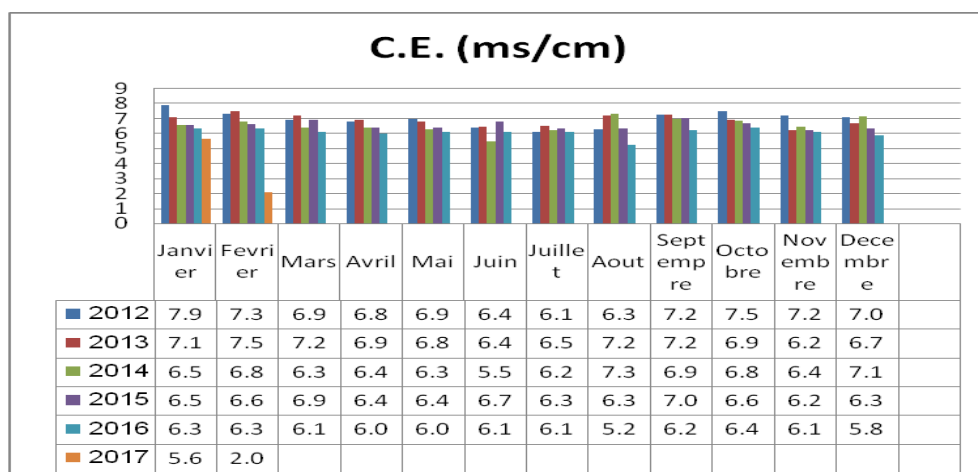


Fig.25.2 : Evolution des conductivités des eaux traitées dans le temps (station Touggourt).

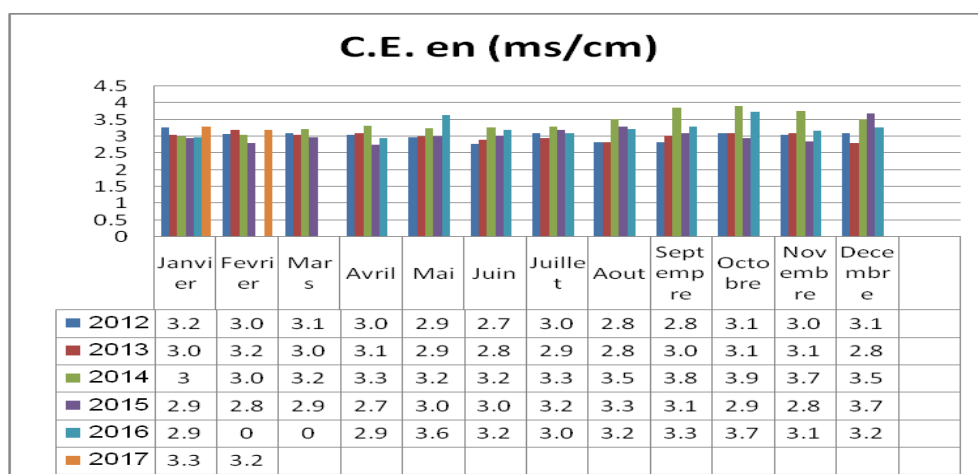


Fig.25.3 : Evolution des conductivités des eaux brutes dans le temps (station Témacine).

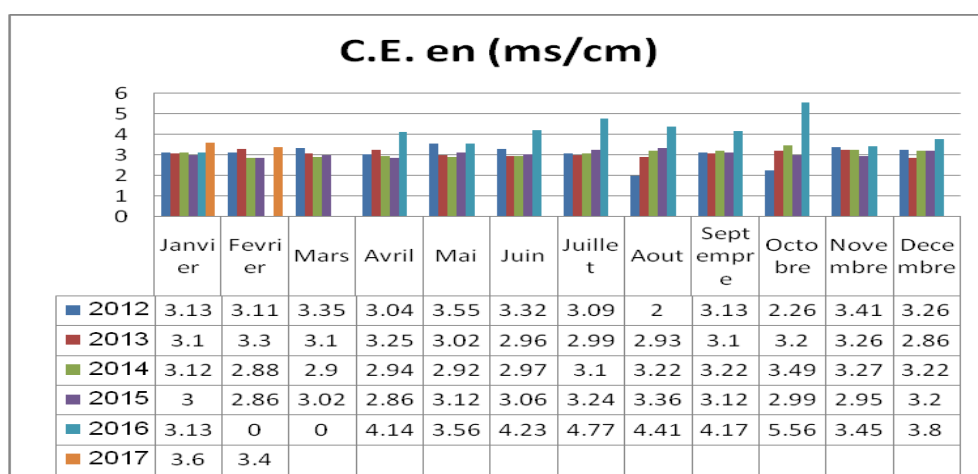


Fig.25.4 : Evolution des conductivités des eaux traitées dans le temps (station Témacine).

4.3.4. Matières en suspension (M.E.S)

Il est à signaler que la présence des particules finement divisées (argile, limon, grain de sable et matières organiques etc...) dans les eaux résiduaires constituent les matières en suspension. Les valeurs enregistrées des eaux épurées au cours de notre étude oscillent entre 17 et 38,5 mg/l pour la station Touggourt et 18,5 à 33 mg/l station Témachine, Elle sont légèrement élevés pour la valeur maximale de la station de Touggourt et conformes aux normes algériennes relatives aux valeurs limites de rejet dans le milieu récepteur selon les normes algériennes (J.O.R.A.,2012).

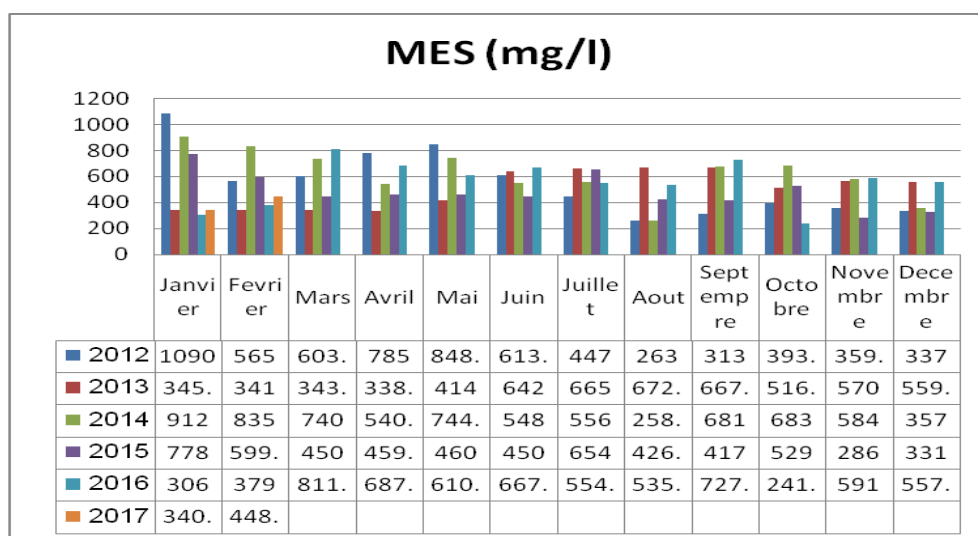


Fig.26.1 : Evolution des MES des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

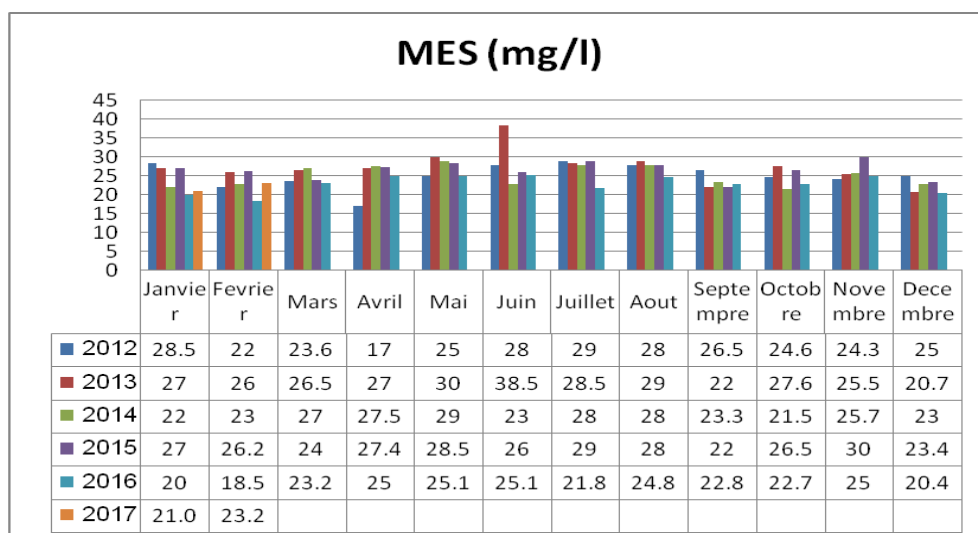


Fig.26.2 : Evolution des MES des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

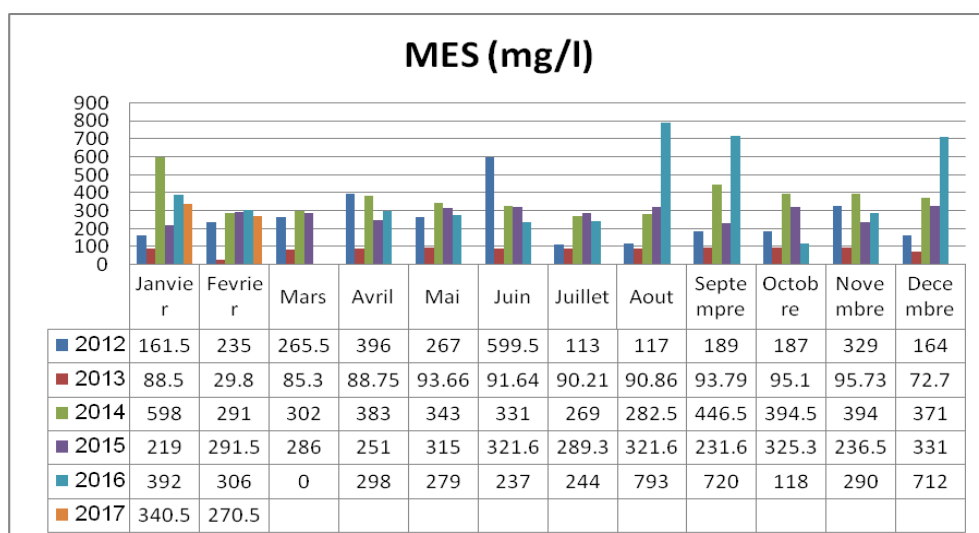


Fig.26.3 : Evolution des MES des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

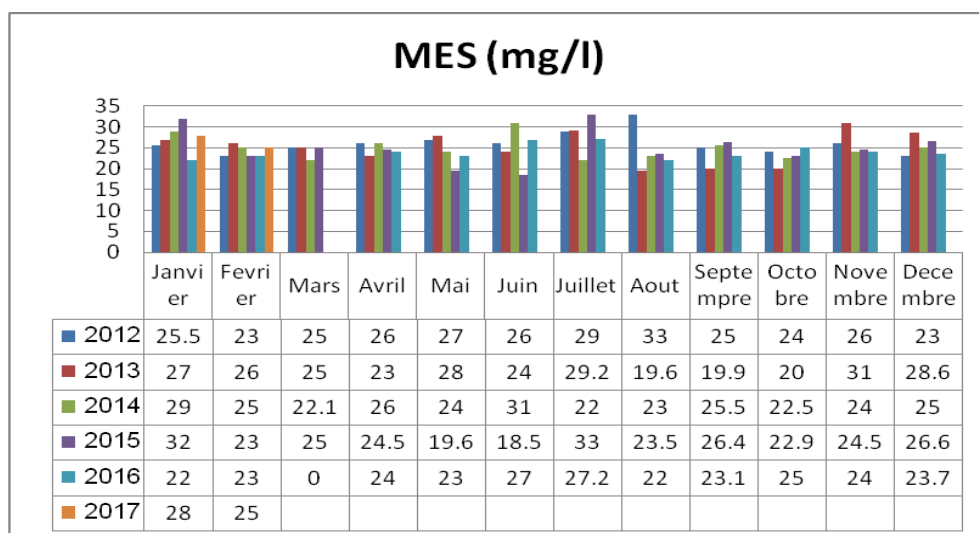


Fig.26.4 : Evolution des MES des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

4.3.5. Nitrates (N.O_3)

Il est à rappeler que les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20% de l'azote présent dans les eaux usées par le traitement de nitrification-dénitrification. Les valeurs de la teneur en nitrates obtenus pour les eaux épurées au cours de notre étude entre 1,1 à 15,4 mg/l (station Touggourt) et oscillent entre 1,5 et 35 mg/l (station Témacine). Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui est de 50 mg/l ce qui est acceptable pour une eau d'irrigation (J.O.R.A.,2012).

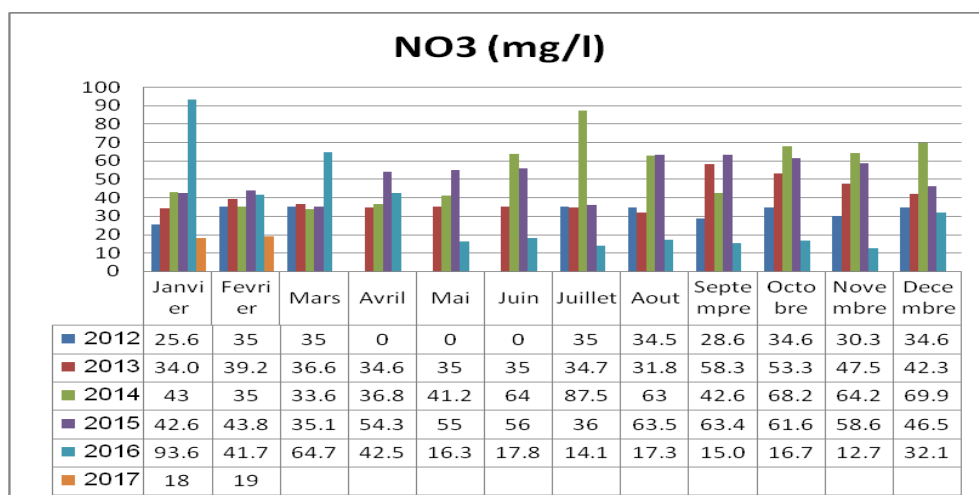


Fig.27.1 : Evolution du NO₃⁻ des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

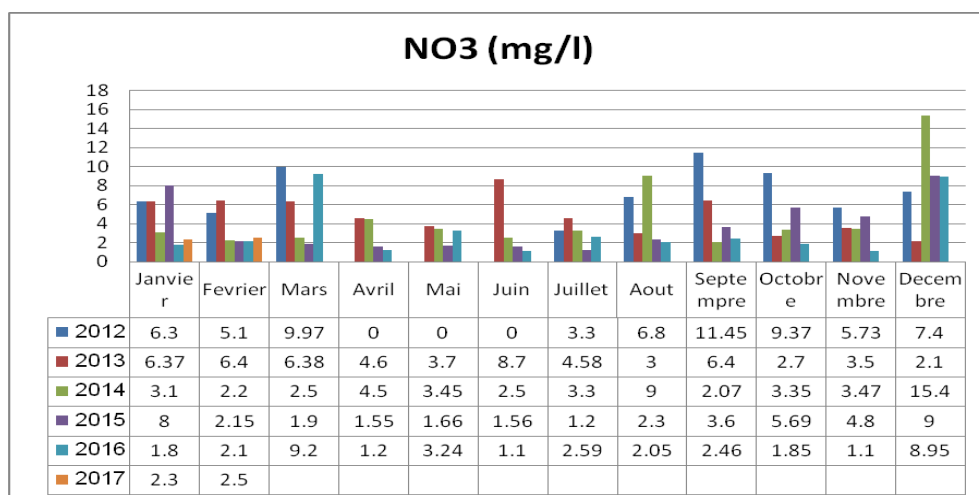


Fig.27.2 : Evolution du NO₃⁻ des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

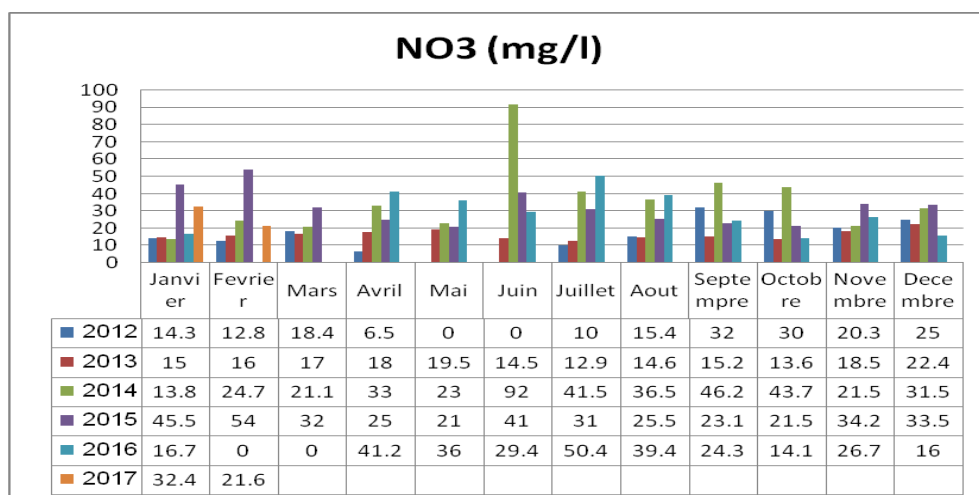


Fig.27.3 : Evolution du NO₃⁻ des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

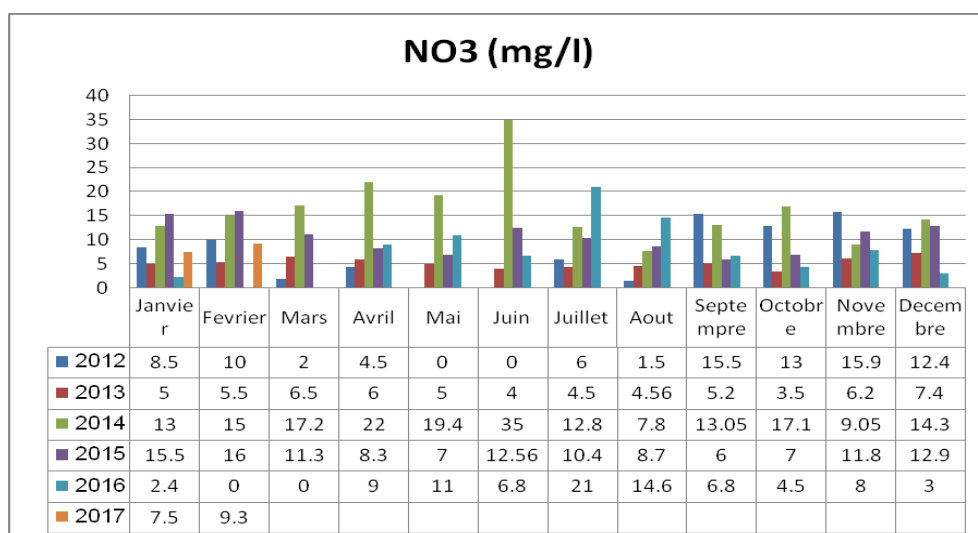


Fig.27.4 : Evolution du NO₃ des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

4.3.6. Nitrites (N.O₂)

Il proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque (NH₄), soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant bactérienne et par conséquent une eau qui contient des nitrites est peut être considéré comme suspecte. Les teneurs de nitrites enregistrées pour les eaux épurées varient entre 0,009 et 0,1 mg/l pour la STEP de Touggourt et oscillent entre 0,001et 0,033 mg/l pour la STEP Témacine. Ces valeurs sont conformes aux normes nationales algériennes (J.O.R.A.,2012).

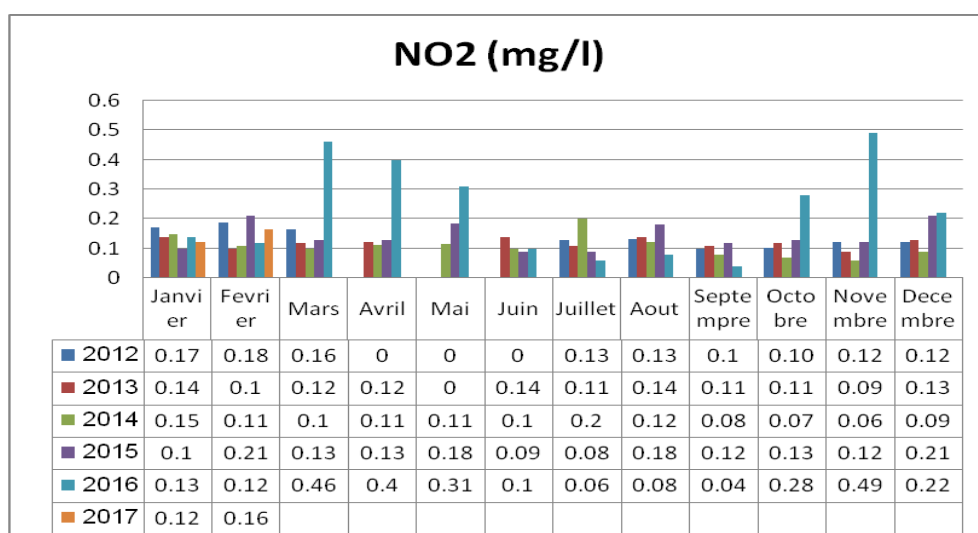


Fig.28.1 : Evolution du NO₂ des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

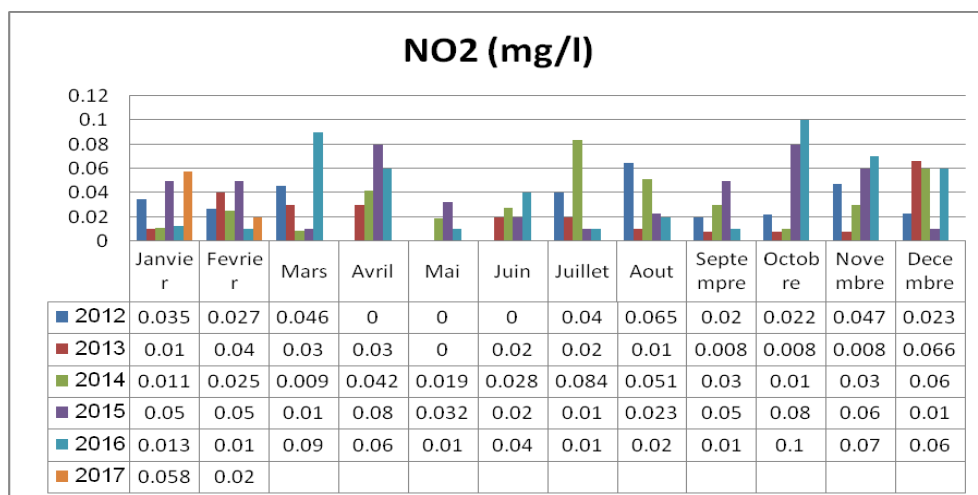


Fig.28.2 : Evolution du NO₂⁻ des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

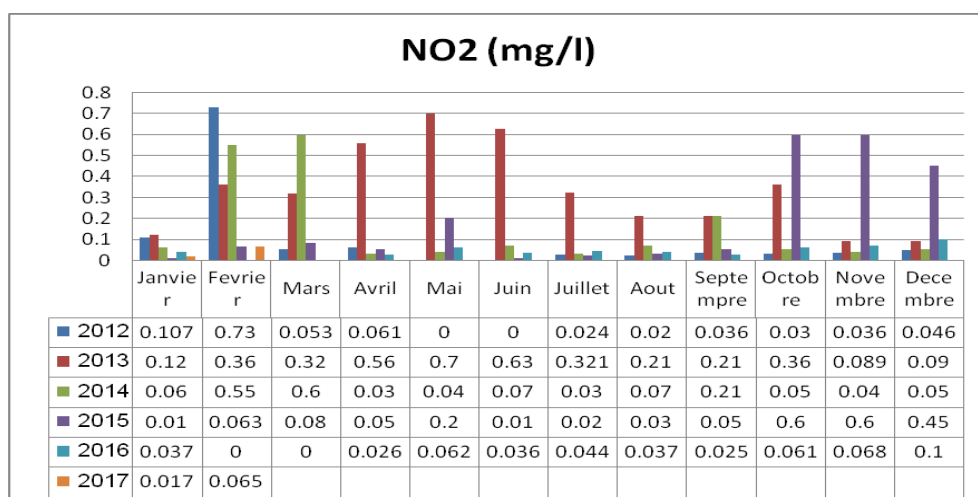


Fig.28.3 : Evolution du NO₂⁻ des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

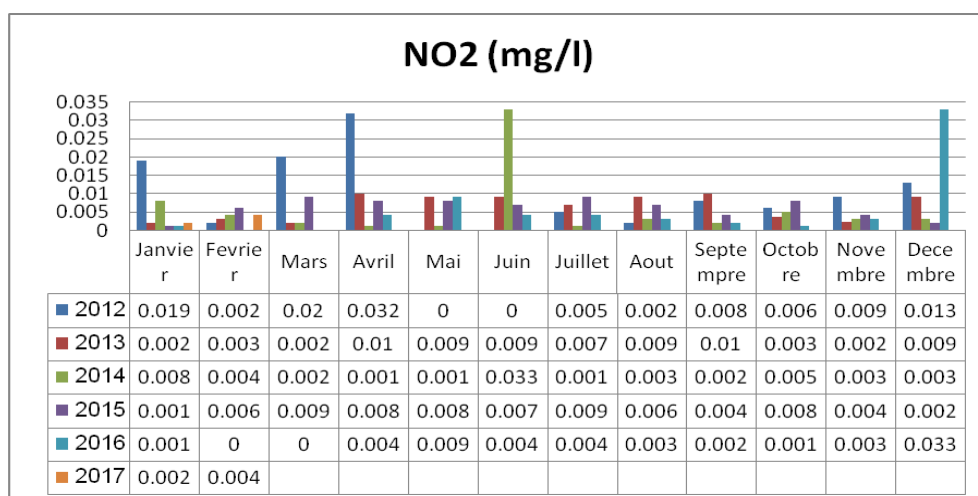


Fig.28.4 : Evolution du NO₂⁻ des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

4.3.7. Ortho phosphates (PO_4^{3-})

Dans les eaux résiduaires, on peut rencontrer des composés minéraux (phosphates, ortho phosphates) mais aussi des composés phosphorés organiques. Leur élimination peut être réalisée par des voies physico-chimique (sels de fer ou d'aluminium) ou biologique. Les valeurs obtenues pour les eaux épurées varient entre 2 et 23,6 mg/l pour la station de Touggourt et entre 1,6 à 14,4 mg/l pour la station Témacine. Les valeurs maximales obtenues semblent s'expliquer pour le procédé à boues activées par la difficulté

Du traitement du phosphore au variation de flux (CARDOT, 1990) alors que pour la phytoépuration, elle est moyennement élevée (J.O.R.A.,2012).

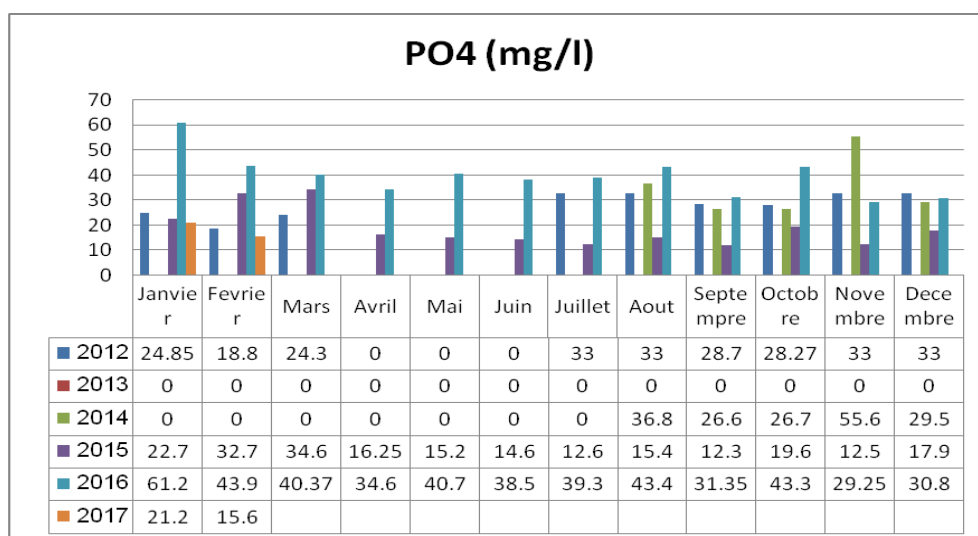


Fig.29.1 : Evolution du PO_4^{3-} des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

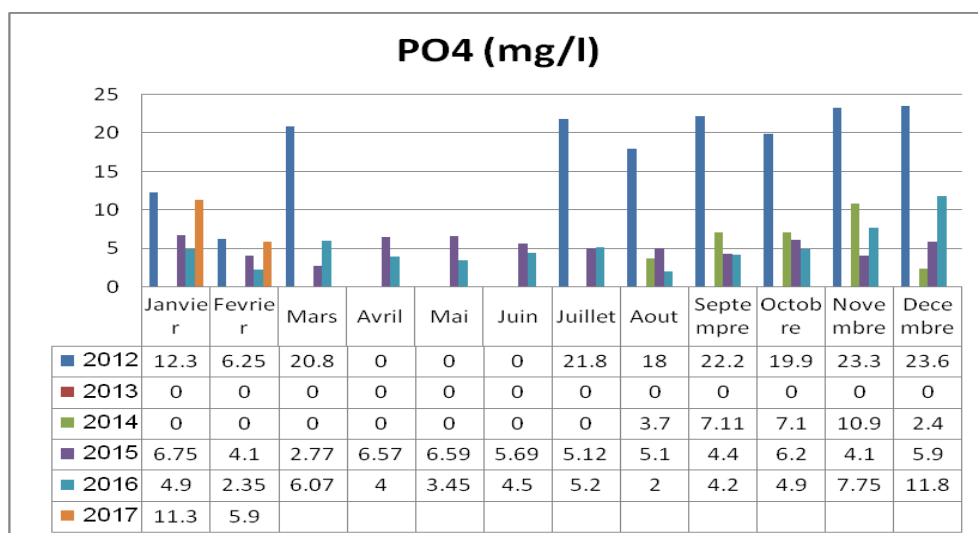


Fig.29.2 : Evolution du PO_4^{3-} des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

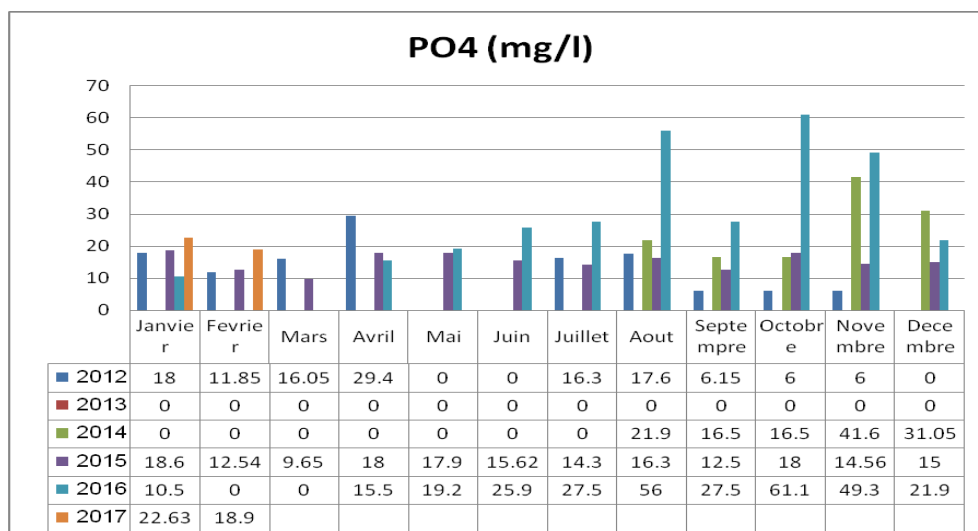


Fig.29.3 : Evolution du PO₄³⁻ des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

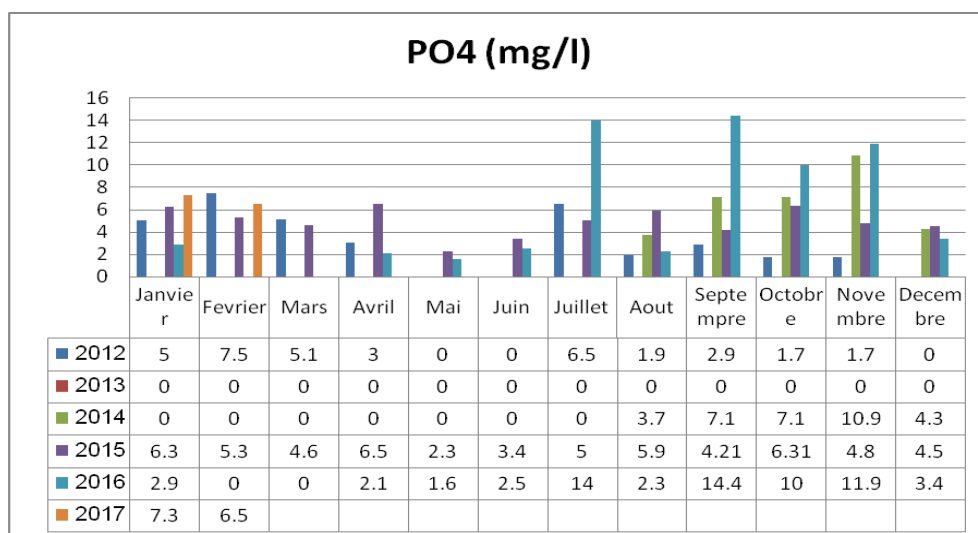


Fig.29.4 : Evolution du PO₄³⁻ des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

4.3.8. Demande chimique en oxygène(D.C.O)

Les valeurs obtenues des eaux traitées présentent de variations allant de 14,7 à 51 mgO₂/l, (station Touggourt). Quant aux concentrations enregistrées pour la station de Témacine, elles varient entre 13,9 et 51 mgO₂/l. Ces teneurs sont conformes à la norme nationale (**J.O.R.A.,2012**) qui est de 120 mgO₂/l. Ceci nous prouve que les deux stations fonctionnent normalement .

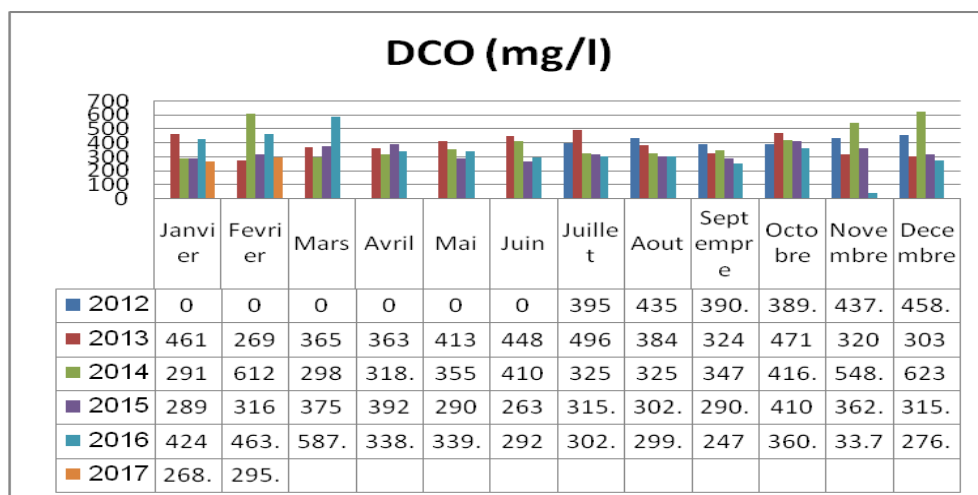


Fig.30.1 : Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

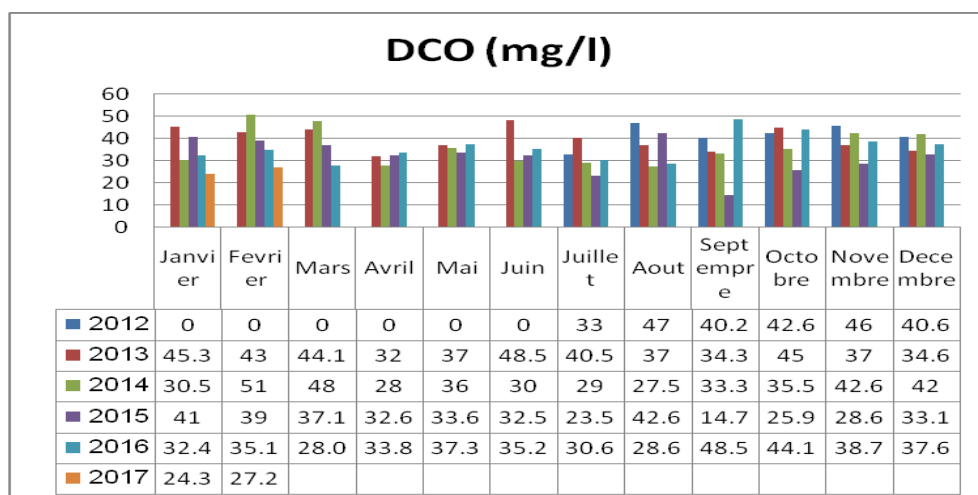


Fig.30.2 : Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps (Station Touggourt).

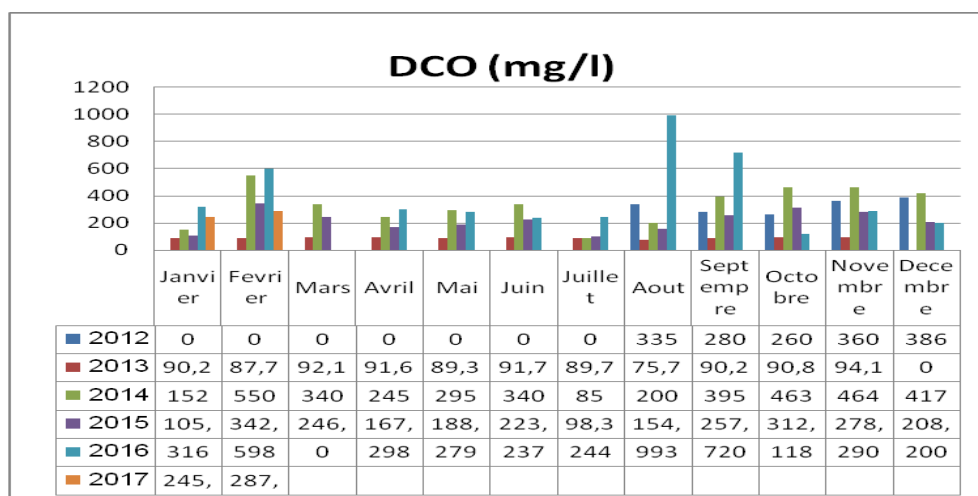


Fig.30.3 : Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).

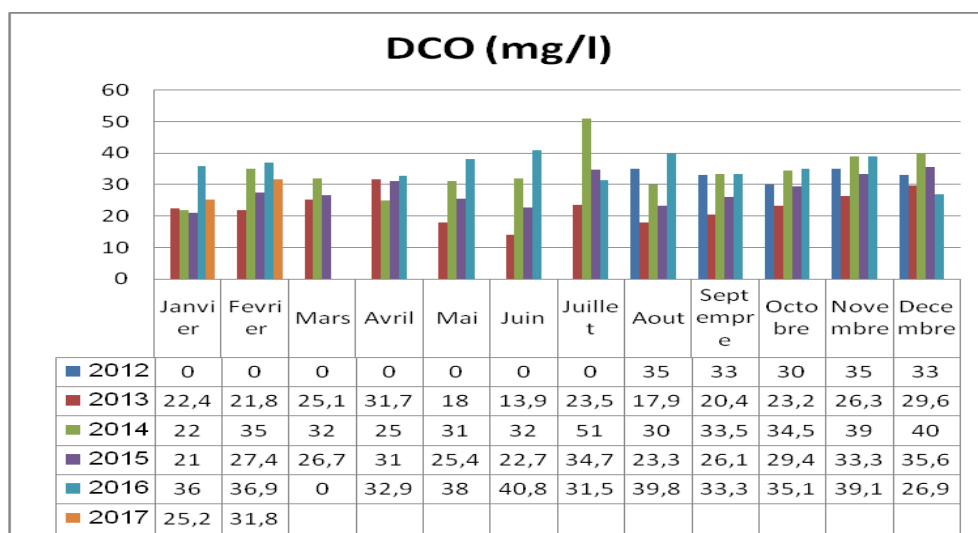


Fig.30.4 : Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps (Station Témacine).

4.3.9. Demande biochimique en oxygène (D.B.O₅)

Les variations de la teneur en DBO₅ obtenues au cours de notre suivi au niveau de la station Touggourt pour les eaux traitées sont représentées et oscillent entre 3 et 44 mgO₂/l. Quant aux concentrations enregistrées pour la station de Témacine, elles varient entre 5 et 40 mgO₂/l. Ces valeurs sont légèrement élevées pour les concentrations maximales comparativement à la norme nationale (J.O.R.A.,2012) qui est de 35 mgO₂/l. ceci nous paraît acceptable. De plus la teneur de la DCO est plus élevée que celle de la DBO₅ car elle permet de doser la quasi-totalité des matières organiques dans l'eau (dégradables ou non dégradables). Quant au rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$, il est <2,5 ce qui correspond à une bonne biodégradabilité.

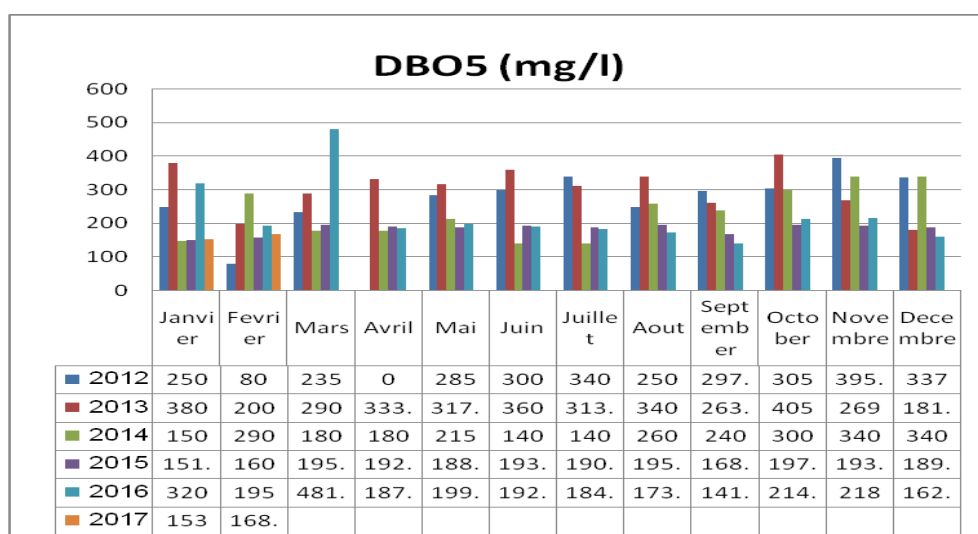
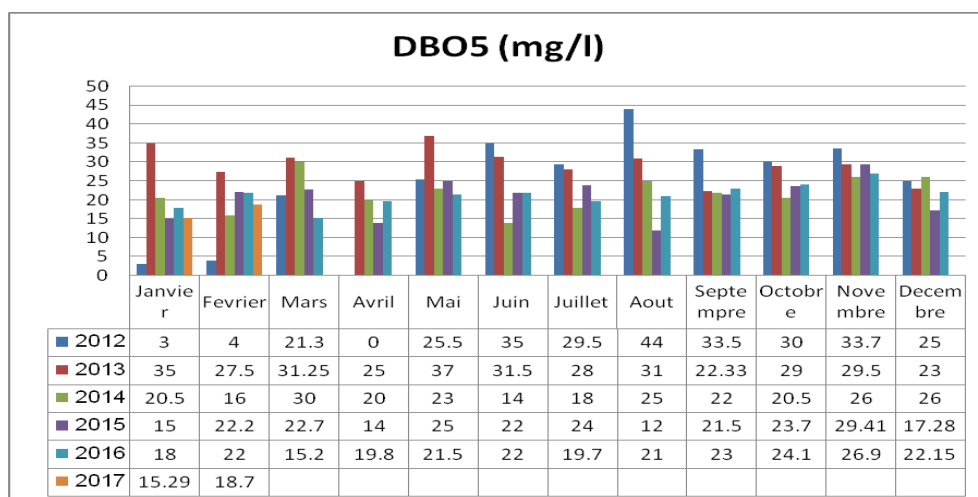
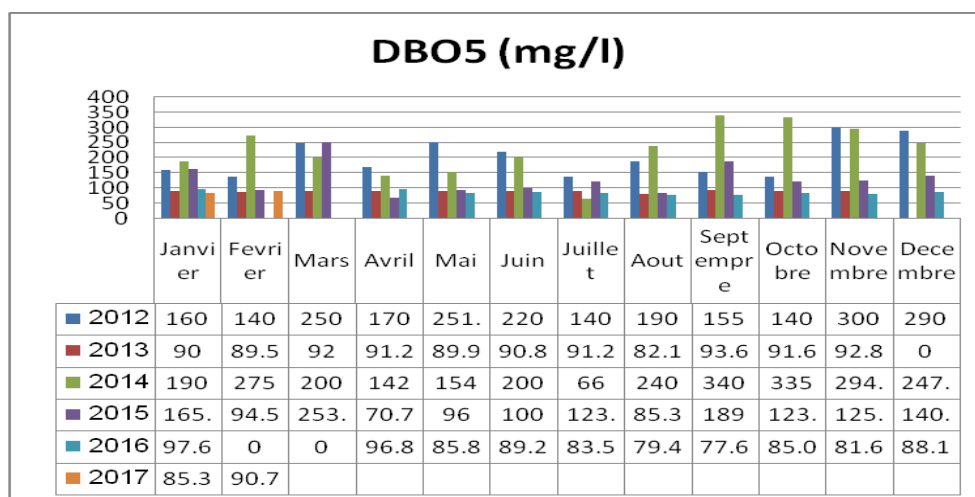
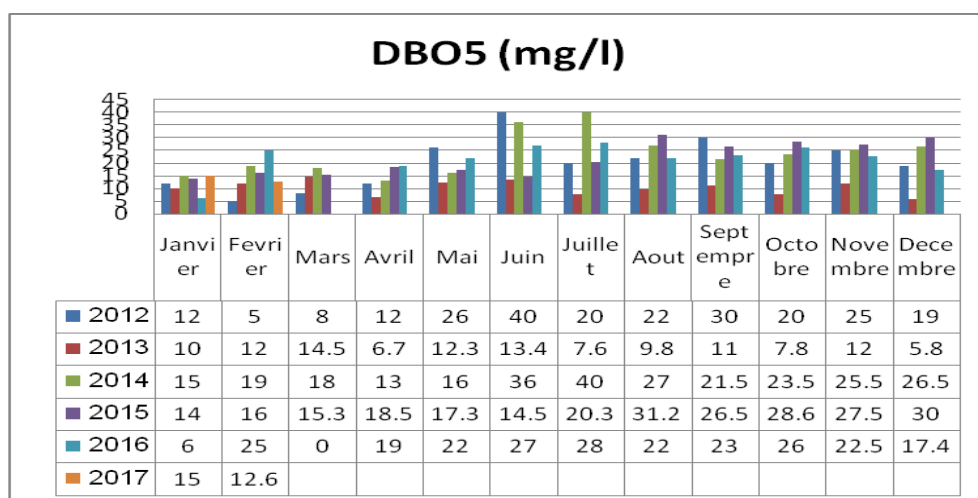


Fig.31.1 : Evolution de la DBO₅ des eaux brutes dans le temps (Station Touggourt).

Fig.31.2 : Evolution de la DBO₅ des eaux traitées dans le temps(Station Touggourt).Fig.31.3 : Evolution de la DBO₅ des eaux brutes dans le temps (Station Témacine).Fig.31.4 : Evolution de la DBO₅ des eaux traitées dans le temps(Station Témacine).

Après obtenir les résultats de 5 ans nous calculer une moyenne paramètres de polluants eau entrant et sortant de stations.

Après morceau calculer le rendement par les paramètres séparément à jeter un œil à la façon dont l'efficacité des deux stations.

4.4. Calcul du rendement et rapport

Pour calcul le rendement on utilise la formule suivante:

$$R = (M_b - M_t) / M_b \times 100$$

Avec:

M_b : Moyenne du paramètre de l'eau brute.

M_t : Moyenne du paramètre de l'eau traitée.

Le tableau ci-dessous représente le rendement de quelque paramètre de la station de Touggourt:

Tableau 4: Rendement des différents paramètres analysés de la station de Touggourt.

Paramètre	Moyenne brute	Moyenne traite	Rendement de station %
pH	7.33	7,35	
Température °C	26,48	24,76	
C.E (ms/cm)	6,65	6,5	
MES (mg/l)	540,01	25,28	95,50
NO ₂ (mg/l)	0,14	0,034	75,71
NO ₃ (mg/l)	41,53	4,48	89,21
PO ₄ (mg/l)	29,29	8,52	70,91
DCO (mg/l)	423,78	36,19	91,46
DBO ₅ (mg/l)	241,40	23,5	90,26

Rapport DCO/DBO₅: $423,78/241,4=1,79 < 2,5$ ce qui correspond à une bonne biodégradabilité.

Le tableau ci-dessous représente le rendement de quelque paramètre de la station de Témachine:

Tableau 5: Rendement des différents paramètres analysés de la station de Témachine.

Paramètre	Moyenne brute	Moyenne traite	Rendement de station %
pH	7,34	7,07	
Température °C	25,08	22,64	
C.E (ms/cm)	3,11	3,26	
MES (mg/l)	276,5	25,07	90,93
NO ₂ (mg/l)	0,16	0,006	96,25
NO ₃ (mg/l)	26,65	9,99	62,51
PO ₄ (mg/l)	20,88	5,53	73,51
DCO (mg/l)	263,19	30,16	88,54
DBO ₅ (mg/l)	147,26	19,14	87

Rapport DCO/DBO₅: $263,19/147,26=1,78 < 2,5$ ce qui correspond à une bonne biodégradabilité.

4.5. Conclusion

Les micro-organismes jouent un rôle essentiel et capital dans tous les systèmes de traitement biologiques des eaux usées comme le cas de notre étude (boues activées). De plus, cette épuration s'est effectuée en faisant appel aux plantes (phytoépuration). Les résultats obtenus nous paraissent plus ou moins acceptables pour les deux stations néanmoins elles nécessitent quelques améliorations surtout au niveau du traitement du phosphore (PO_4^{3-}) et des matières en suspension (MES) qui semblent être dû au manque de produits (sulfates de fer ou d'alumine...).

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail a été effectué pendant une durée de quatre mois ayant nécessité des Prospections, de terrain ou en quêtes et des analyses au laboratoire en plus des recherches bibliographiques.

Les résultats obtenus sont respectivement en la station de Touggourt et de Témachine les suivantes:

- Les résultats de la station de Touggourt

Le pH 6,5 à 8. La Température (T) 14,7 à 34 °C. La Conductivité électrique (C.E) 2 à 7,9 ms/cm. La matière en suspension (M.E.S) 17 à 38,5 mg/l. le nitrite (NO_2^-) 0,009 à 0,1 mg/l. le nitrate (NO_3^-) 1,1 à 15,4 mg/l. Le orthophosphate (PO_4^{3-}) 2 à 23,6 mg/l. le demande chimique d'oxygène (DCO) 14,7 à 51 mg/l. le demande biochimique d'oxygène (DBO) 3 à 44 mg/l.

- Les résultats de la station de Témachine

Le pH 6,6 à 7,8. La Température (T) 13,2 à 35,1 °C. La Conductivité électrique (C.E) 2 à 5,56 ms/cm. La matière en suspension (M.E.S) 18,5 à 33 mg/l. le nitrite (NO_2^-) 0,001 à 0,033 mg/l. le nitrate (NO_3^-) 1,5 à 35 mg/l. Le orthophosphate (PO_4^{3-}) 1,6 à 14,4 mg/l. le demande chimique d'oxygène (DCO) 13,9 à 51 mg/l. le demande biochimique d'oxygène (DBO) 5 à 40 mg/l.

A travers les résultats donnés pour identifier l'importance de traitement des eaux usées a pu traitement des eaux de l'élimination des raisons infirmière pollution et océan est traitement boues activées meilleure façon de filtre eaux usées où la position de l'élimination d'environ de 95% de polluants dans l'eau et appliquer cette technique à désert zones grande avec différentes industries et appliquer également sur les zones étroites tel que les régions montagneuses, mais cette méthode exige beaucoup de vitesse du travail, d'experts et exige beaucoup d'énergie électrique en ce qui concerne les domaines de la ouvert contenant l'industrie moins préférable de poursuivre un moyen de traitement lagunage de ce traitement ne nécessite pas beaucoup d'énergie, mais nécessite une grande région sont utilisés dans désert domaines.

Particulièrement parmi les types de traitement et récemment découvert en Algérie sont les phytoépuration où est la station de Témachine première usines de traitement des plantes et grâce à notre recherche nous voulions à éclairer la lumière sur cette technique ecofriendly ne nécessite pas le coût élevé pour la reconstruction et après notre étude elle et comparer la façon dont nous suggérons que l'expérience de ce type de traitement dans les régions éloignées et densité de population quelques isolés tels que l'élève arabes maladie de l'eau.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ABBOU S., 2010. La réutilisation des eaux usées épurées. Centre de formation aux métiers d'assainissement. Ed. Office National d'Assainissement de Saida. 52p.

AMIR S., 2005. Contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Th. Doc., Ins. Nati. poly de Toulouse. 341p.

ARNAL G., DEVAUX P., 1984. Valorisation des boues de stations d'épuration dans les plantations routières. Bull, liaison Labo P. et Ch. - 129 - janvier-février. 1984 - Réf. 2863. 6p.

ASSOBHEI O., 2009. Traitement des boues : Cas du procédé MOROCOMP développé dans le cadre du projet LIFE 05 TCY/MA/000141. Atelier Ass. Epur. Réut. Agadir, 7-11 décembre 2009. Univ. CHOUAIB DOUKKALI, El Jadida – Maroc. 51p.

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

BAUMONT S., 2000. Réutilisation des eaux usées épurées risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Inst. d'Aménagement et d'Urbanisme de la région Ile-de-France. L'ORS Ile-de-France. Observatoire régional de santé d'Ile-de-France. École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse (ENSAT). 222p.

BELAID N., 2010. Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb Sfax : salinisation. accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Th. Doc. Éco. Nation. Ingé. Sfax. Tunis. 236p.

BONNIN J., 1986 : Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance. Ed. EYROLLES, 216p.

BOUZIANI M., 2000. L'eau de la pénurie aux maladies. Ed. Ibn Khaldoun Oran. 117p.

CARDOT C., 2010. Les traitements de l'eau pour l'ingénieur procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus génie de l'environnement. Ed. Ellipses. 302p.

CATTIN, 2005: Wastewater Gardens (WWG) planetary coral reef foundation, Institute of echotecnics, 24p

Commission européenne avec la collaboration de l'Agence de l'Eau Française., 1991. Guide des procédés extensifs d'épuration des eaux usées petites et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab). Mise en oeuvre de la directive du Conseil n° 91/271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. 44p.

DABOUINEAU L. et al., 2005: Phytoremédiation et phytoréstauration. Revue Le rôle d'eau vol, p 8-15.

DAVID., 2005 Article publié le 5 décembre 2005

DEGREMENT., 2005. Mémento technique de l'eau. Tome 1. Ed10eme .466p.

- DER HOK W V., 2007.** A Framework for a Global Assessment of the Extent of Wastewater Irrigation: The Need for a Common Wastewater Typology. Wastewater Use in Irrigated Agriculture coordinating the Livelihood and Environmental Realities. Eds. CAB Inter. Inter Water Management Institute, and Inter. Devel. Research Centre. pp 16-29.
- F.A.O., 2003.** Irrigation avec les eaux usées traitées. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bureau Régional pour le Proche Orient et Bureau sous régional pour l'Afrique du Nord. 73 p.
- F.N.S.A., (Fédération Nationale des Syndicats de l'Assainissement et de la maintenance industrielle) 2009.** Panorama des techniques de traitement des Déchets d'Assainissement, matières de vidange, déchets gras et déchets sableux. 60p.
- FRANK R., 2002.** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scéen CRDP AQUITAINE. BORDEAUX. 171p.
- GEMBLOUX., 1998.** Utilisation des eaux usées en irrigation, approche globale du traitement des effluents, comparaison de différents systèmes d'irrigation sur diverses cultures et leurs aspects institutionnels et organisationnels. Projet de l'Union Européenne. "AVICENNE initiative" n° AVI*CT94 – 0002. Février 1995- février 1998. 4p.
- HAKMI Abdellatif., 2006.** université des sciences et de la technologie Oran - Licence 2006
- HARZALLAH B., 2011.** Etude de la biodégradation du 2,5-diméthylphénol par le micro-biote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'IBN ZIAD. Mém. Magister. Microbiologie Appliquée. Univ. Mentouri Constantine. 102p.
- JARDE E., 2002.** Composition organique de boues résiduaire de station d'épuration lorraines : caractérisation moléculaires et effets de la biodégradation. Th. Doc. Univ. Henri Poincaré. Nancy I en sciences de l'Univers. 286p.
- JOURNAL OFFICIEL ALGERIEN., 2012.** Journal officiel N° 41 de la république algérienne démocratique et populaire conventions et accords internationaux - lois et décrets arrêtes, décisions, avis, communications et annonces (traduction française). Dimanche 25 Chaàbane 1433 Correspondant au 15 juillet 2012. 27p.
- KAROUNE S., 2008.** Effets des boues résiduaire sur le Développement des semis du chêne liège (*Quercus suber* L.). Mém. Magister. Univ. Mentouri Constantine. 217p.
- 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.
- MAMADOU LN., 2005.** Impacts des eaux usées sur l'évolution chimique et microbiologique des sols : étude de cas à Pikine (Dakar-Sénégal). Diplôme d'études supérieures en sciences naturelles de l'environnement. Univ. LAUSANNE. 102p.

MESSROUK H., 2011. Contribution à l'évaluation et au traitement des eaux usées dans la région de Ouargla: Cas des composés phénoliques. Mém. Magister. Univ. KASDI MERBAH Ouargla. 127p.

METAHRI MS., 2012. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Th. Doc. Univ. de MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou.

OUALI M., 1999. Précis d'assainissement urbain. Offic. Pub. Univ. Blida. 79p.

OUALI M., 2001. Cours de procédés unitaires biologiques et traitements des eaux. Offic. Pub. Univ, Blida. 52p.

PETIT K., 2007. Actualisation des connaissances sur les éléments biologiques et minéraux persistants dans les boues des stations d'épuration. Impact sur la sante publique. Thè. Doc. École nationale vétérinaire d'ALFORT. 141p.

U.N.E.S.C.O (Organisation des Nation Unies pour l'Education, la Science et la Culture), 2008. Traitement des eaux usées par lagunage fiche technique. Bureau de l'UNESCO à Rabat, Bureau Multi-pays pour le Maghreb. 8p.

SAYAH LEMBAREK M.,2008- Diplôme de magister hydraulique, étude hydraulique du canal Oued Righ, détermination des caractéristiques hydrauliques

Thomas, O. 1995. Météorologie des eaux résiduaires. Ed. Cedeboc. 135p.

Tradat, M. H. 1992. Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile inc, Canada. 537p.

Faure G, 2008. Dégradations de l'écosystème récifale. 370p.

Références électroniques

Anonyme1. 2008. Disponible sur

<http://www.cieau.com/toutpubl/sommaire/texte/8/f81.htm>

Anonyme2. 2008. Disponible

surhttp://www.cieau.com/toutpubl/recherch/index_rech.ASP Maps.google .com

ANNEXE

Annexes

Annexe 1: Tableau Recommandations microbiologiques pour la REUE en agriculture (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, 2012).

Groupe des Cultures à irriguer	Critères de qualité microbiologiques	
	Nématodes (œufs / L) (moyenne arithmétique)	Coliformes Fécaux (CFU / 100ml) (moyenne géométrique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	Absence	< 100
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	< 0.1	< 250
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3).	<1	Seuil recommandé
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation	Pas de norme	1000

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombe ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.

(2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

(3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

(4) Une directive plus stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

(5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

(6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

Annexe 2: Tableau Recommandations physico-chimiques pour REUE en agriculture (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, 2012).

	<u>Paramètres</u>	<u>Unité</u>	<u>CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE</u>
<u>Physiques</u>	pH	-	6,5 < pH < 8.5
	Température	°C	30
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0-3 CE	ds/m	0,2
	3-6		0,3
	6-12		0,5
<u>Chimiques</u>	12-20		1,3
	20-40		3
	DBO ₅	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	Chlorure (Cl)	meq/l	10
	Azote (NO ₃ -N)	mg/l	30
<u>Eléments toxiques (*)</u>	Orthophosphate	mg/l	10
	Bicarbonates (HCO ₃)	meq/l	8,5
	Aluminium	mg/l	20,0
	Arsenic	mg/l	2,0
	Cadmium	mg/l	0,05
	Béryllium	mg/l	0,5
	Chrome	mg/l	1,0
	Cobalt	mg/l	5,0
	Cuivre	mg/l	5,0
	Bore	mg/l	2,0
	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
	Mercure	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 et alcalin.

Annexe 3: Tableau Recommandations microbiologiques de l'OMS 1989 pour les eaux usées destinées à l'irrigation (OMS., 1989).

Catégorie	Condition de réalisation	Groupe exposé	Nématodes intestinaux ^a (nbre, d'œuf/litre) moyenne arithmétique	Coliformes intestinaux (nbre/100 ml) moyenne ^b géométrique	Procédé de traitement susceptible d'assurer la qualité microbiologique voulue
A	Irrigation de cultures destinées à être consommées crues, des terrains de sport, des jardins publics	Ouvriers agricoles consommateur s, public	< =1	< = 1000 ^d	Une série de bassins de stabilisation conçus de manière à obtenir la qualité microbiologique voulue ou tout autre procédé de traitement équivalent
B	Irrigation des cultures céréalières, industrielles et fourragères, des pâturages et des plantations d'arbre ^e	Ouvriers agricoles	< =1	Aucune norme n'est recommandée	Rétention en bassins de stabilisation pendant 8-10 jours ou tout autre procédé d'élimination des Helminthes et des coliformes intestinaux
C	Irrigation localisée des cultures de la catégorie B si les ouvriers agricoles et le public ne sont pas exposé	Néant	Sans objet	Sans objet	Traitement préalable en fonction de la technique d'irrigation, mais au moins sédimentation primaire.

a, Espèce *Ascaris* et *Trichuris* et ankylostomes.

b, Pendant la périodes d'irrigation.

c, une directive plus stricte (<200 coliformes intestinaux par 100ml) est justifiée pour les pelouses avec lesquelles le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

d, Cette recommandation peut être assouplie quand les plantes comestibles sont systématiquement consommées après une longue cuisson.

e, dans le cas d'arbres fruitiers, l'irrigation doit cesser deux semaines avant la cueillette et les fruits tombés ne doivent jamais être ramassés. Il faut éviter l'irrigation par aspersion.

Annexe 4: Tableau paramètres d'analyse et matériels laboratoires.

Paramètres mesures	Equipment utilisé	type
T°	Thermomètre	HACH sension1
pH	pH mètre	HACH sension1
MES	Centrifugeuse et étuve	D1600 u 25
	Balance d'analyse	Rs2620
	Distillateur	RS 4
	Plaque chauffante	CK 112
DCO	Reactor et calorimètre	HACH DR 820
	spectrophotomètre	HACH DR 3900
DBO5	Appareil DBO5	Mf 120
Oxygène dissous	Oxymétrie	HACH sension6
Conductivité électrique	Conductivité mètre	HACH sension5
NO ⁻ 2	colorimètre	DR820
NO ⁻ 3	colorimètre	DR820

Annexe 5: Prétraitements et traitements primaires exigés pour les procédés microbiologiques.

caractéristiques	traitement
Matières en Suspension	Décantation, flottation
Huile, graisse, matière flottantes	Ecumage ou séparateur
Matières flottantes	Dégrillage, dessablage.
Métaux lourds	Coagulation/floculation, Précipitation, échange d'ions
Alcalinité ou acidité	Neutralisation
Sulfures	Coagulation/floculation, Précipitation, élimination oxydative
Surcharges temporaires de la DBO Et des débits	Régularisation

Annexe 6: composition moyenne des eaux résiduaires domestiques.

paramètre	Eau brute	Eau après 1 heure décanter	unité
pH	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	-
matières sissoutes			
résidu sec	700 – 1000	700 – 1000	Mg/l
résidu fix	45 – 55	45 – 55	%
matières solides			
résidu sec	600 – 900	400 – 600	Mg/l
résidu fix	30 – 40	30 – 40	%
matière décantables	5 - 10	0,2	ML/l
DBO	300 – 500	200 – 350	Mg O/l
DCO	600 – 1100	450 – 650	Mg O/l
Azote			
N-organique	30 – 50	10 – 20	Mg N/l
N-NH ₄ ⁺	40 – 65	40 – 65	Mg N/l
N-NO ₂ ⁻ /NO ₃ ⁻	0 – 2	0 – 2	Mg N/l
Phosphore totale	15 – 30	15 – 30	Mg P/l
chlorures	200 - 400	200 - 400	Mg CL/l