

N° d'ordre :

N° de série :

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



Université HAMMA LAKHDAR d'El-Oued

faculté des sciences et technologie

Département d'hydraulique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

OPTION : de conception et diagnostic de système A.E.P et assainissement

**Epuration des eaux usées
de la commune de TOUGGOURT
par le procédé de la boue activée**

Réalisée par :

- Chikha Belgacem Rachid
- Younsi Tarek

Encadrée par :

M^R : GUESSEIR .B

Soutenu devant un jury composé de :

- Mme. BOUCHEMAL Fattoum
- Mr. OUAKOOUAK Abdelkader

Année Universitaire 2014 /2015

DEDICACE RACHID

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
<<SDIRA-MOHAMED-TAREK-SOUAKER-YACINE>>

MES MEILLEURS AMIES QUE JE N'OUBLIERAI JAMAIS <<MIZOUNI-
HAMOUDA-OTHMÈNE -HAMZA-NECER >>

SANS OUBLIER PERSONNE ET QUE JE GARDERAI TOUJOURS M^R.
GUESSEIR LEUR SOUVENIR DANS MON CŒUR.

DEDICACE TAREK

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 (HASSNI-NASRO-TOUFIK-NOUR EDINE-HAYTHEM)

SANS OUBLIER PERSONNE ET QUE JE GARDERAI TOUJOURS M^R GUSSEIR LEUR SOUVENIR DANS MON CŒUR.

Remerciements Remerciements

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

Sans oublier mes professeurs de Département d'hydraulique:

Monsieur ghomri

Monsieur OUAKOUMAK

M^{me} BOUCHMALLE

M^{melle} menguellati

M^{melle} meziani

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

Sommaire

| | |
|---|-------------|
| Introduction générale..... | (01) |
| CHAPITRE I : Présentation du site d'étude | |
| 1.1. Présentation du site d'étude..... | (02) |
| 1.1.1. Localisation de la région de Touggourt..... | (02) 1.1.2. |
| Climatologie..... | (03) |
| 1.1.2.1. Données météorologiques de la région de Touggourt..... | (03) |
| 1.1.2.1.1. La température..... | (04) |
| 1.1.2.1.2. Précipitation..... | (04) |
| 1.1.2.1.3. Humidité relative..... | (05) |
| 1.1.2.1.4. Evaporation..... | (05) |
| 1.1.2.1.5. Insolation..... | (06) |
| 1.1.2.1.6. Vent..... | (06) |
| 1.1.3. – Synthèse climatique des deux régions d'études..... | (06) |
| 1.1.3.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Touggourt..... | (06) |
| 1.1.3.2. – Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de deux régions d'étude..... | (07) |
| 1.1.4- Description Stratigraphique..... | (08) |
| 1.1.4.1- Secondaire..... | (08) |
| 1.1.4.2- Tertiaire..... | (09) |
| 1.1.4.3- Quaternaire..... | (10) |
| 1.1.5. Tectonique | (10) |
| 1.1.5.1. Néotectonique..... | (10) |
| 1.1.6. Hydrogéologie de la région..... | (12) |
| 1.1.6. 1. Présentation des nappes..... | (12) |
| 1.1.6. 2.Le Continental Intercalaire | (12) |
| 1.1.6.3. Le Complexe Terminal (CT) | (14) |
| 1.1.6.4. Nappe de sable (moi-pliocène) | (16) |
| 1.1.6.5. Nappe des calcaires (sénonien carbonaté) | (17) |
| 1.1.6.6. Nappe phréatique | (18) |
| 1.1.7. Pédologie..... | (18) |

| | |
|---|------|
| 1.1.8. Topographie..... | (18) |
| 1.1.9. Stations de pompage dans la région de Touggourt..... | (19) |
| 1.1.10 Canal Oued Righ..... | (20) |
| 1.1.11. Conclusion..... | (21) |

CHAPITRE II : Synthèse Bibliographique

| | |
|--|-------|
| 2.1. L'eau en Algérie..... | (22) |
| 2.2. Définition des eaux usées..... | (22) |
| 2.2.1. Les eaux usées domestiques..... | (23) |
| 2.2.2. Les eaux industrielles | (23) |
| 2.2.3. Les eaux pluviales..... | (24) |
| 2.2.4. Les eaux agricoles..... | (24) |
| 2.3. Définition de la pollution des eaux | (24) |
| 2.4. La pollution des eaux brutes | (24) |
| 2.4.1. La pollution chimique..... | (25) |
| 2.4.2. La pollution biologique..... | (25) |
| 2.5. Les principaux types des polluants | (25) |
| 2.6. Les conséquences de la pollution | (26) |
| 2.6.1. Les conséquences écologiques..... | (26) |
| 2.6.2. Les conséquences sanitaires | (26) |
| 2.6.3. Les conséquences industrielles..... | (26) |
| 2.6.4. Les conséquences agricoles..... | (27) |
| 2.7. Les critères de pollution d'une eau | (27) |
| 2.7.1. Les paramètres physiques..... | (27) |
| 2.7.1.1 La température de l'eau | (27) |
| 2.7.1.2. L'odeur..... | (27) |
| 2.7.1.3. La couleur..... | (27) |

| | |
|--|------|
| 2.7.1.4. Notion de l'équivalent habitant..... | (27) |
| 2.7.1.5. Les matières en suspension..... | (28) |
| 2.7.1.5. Les matières en suspension | (28) |
| 2.7.2. Les paramètres chimiques | (28) |
| 2.7.2.1. Le potentiel hydrogène (pH) | (28) |
| 2.7.2.2. L'oxygène dissous | (28) |
| 2.7.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO) | (28) |
| 2.7.2.4. La demande biologique en oxygène (DBO) | (28) |
| 2.7.2.5. La conductivité..... | (29) |
| 2.7.3. Autres éléments..... | (29) |
| 2.7.3.1. Bactéries..... | (29) |
| 2.7.3.2. Protozoaires | (30) |
| 2.7.3.3. L'azote..... | (30) |
| 2.7.3.4. Le phosphore..... | (30) |
| 2.7.3.5. Les micro-éléments..... | (30) |
| 2.8. Les traitements des eaux et leurs objectifs | (31) |
| 2.9. Normes de rejets dans un milieu récepteur | (31) |
| 2.9.1. Normes de rejets internationales..... | (31) |
| 2.9.2. Selon l'OMS..... | (32) |
| 2.9.3. Selon les normes européennes..... | (32) |
| 2.10. Techniques de traitement des eaux usées..... | (32) |
| 2.10.1. Les étapes de traitement | (32) |
| 2.10.1.1. Le prétraitement..... | (32) |
| 2.10.1.1.1. Le dégrillage | (32) |
| 2.10.1.1.2. Dessablage | (32) |

| | |
|--|-------|
| 2.10.1.1.3. Le dégraissage-déshuilage..... | (33) |
| 2.10.1.2. Le traitement primaire (traitement physico-chimique) | (33) |
| 2.10.1.2.1. La décantation | (33) |
| 2.10.1.2.2. Coagulation-floculation | (33) |
| 2.10.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique) | (33) |
| 2.10.1.4. Le traitement tertiaire..... | (34) |
| 2.10.1.5 Les différents procédés d'épuration biologiques..... | (34) |
| 2.10.1.5.1 Les procédés biologiques extensifs..... | (34) |
| 2.10.1.5.2 Les procédés biologiques intensifs..... | (35) |
| 2.10.1.5.2.1 Principe du procédé de boues activées..... | (35) |
| 2 .11. La valorisation des bous des station dépuracion..... | (35) |
| 2.11.1 Les étapes de la valorisation agricole des bous de station d'épuration | (36) |
| 2.11.2. Production des boues résiduaires et les possibilités d'utilisation..... | (36) |
| 2 .11.3. Valeur fertilisante des boues..... | (37) |

CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

| | |
|---|------|
| 3.1. Localisation et historique de la STEP..... | (38) |
| 3.1.1. Mode de réalisation..... | (38) |
| 3.1.2. Données techniques..... | (39) |
| 3.1.3. Etapes de traitement..... | (39) |
| 3.2. Equipement de la station..... | (39) |
| 3.2.1. Dégrillage mécanique..... | (40) |
| 3.2.2. Dessablage-déshuilage | (41) |
| 3.2.3. Epuration biologiques..... | (41) |
| 3.2.4. Clarification (Décanteur secondaire) | (42) |
| 3.2.5. Bassin de chloration..... | (43) |
| 3.2.6. Epaisseur de boues..... | (43) |
| 3.2.7. Retour des boues..... | (44) |
| 3.2.8. Lits de séchage des boues..... | (45) |

| | |
|--|------|
| 3.3. Procède de fonctionnement de la station..... | (45) |
| 3.4. Méthodes dépuraton et de traitement des eaux résiduaires..... | (46) |
| 3.5. Laboratoire d'analyse des eaux usées | (46) |
| 3.5.1. Introduction | (46) |
| 3.5.2. Laboratoire | (46) |
| 3.5.3. Techniques d'analyse chimique des eaux usées | (47) |
| 3.5.3.1. Prélèvement et échantillonnage de l'eau..... | (48) |
| 3.5.3.2. Les matériels..... | (49) |
| 3.6. Analyse d'urbanisme..... | (49) |
| 3. 6.1. Population et évolution démographique..... | (49) |
| 3.6.1.1. Réseau d'alimentation en eau potable..... | (49) |
| 3.6.1.2. Evaluation du débit..... | (49) |
| 3.6.1.2.1. Débit moyen horaire Q_m | (50) |
| 3.6.1.2.2. Calcul des charges polluantes..... | (50) |
| 3.6.1.2.2. Charges en DBO ₅ | (50) |
| 3.6.1.2.3. Concentration de la DBO ₅ en mg/L..... | (50) |
| 3.6.1.2.4. Les charges en matières en suspension (M.E.S) | (50) |
| 3.6.1.2.5. Concentration des M.E.S en mg /L | (50) |
| 3.6.1.2.6. Les charges en de DCO..... | (50) |
| 3.6.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement..... | (51) |
| 3.6.3. Rôles des station d'épuration..... | (51) |

Chapitre IV: partie expérimentale

| | |
|---|------|
| 4. 1 Les analyses physico-chimiques | (53) |
| 4. 2. Les analyses biochimiques | (57) |
| 4.3. Analyses bactériologiques..... | (60) |
| 4.3.1. Préparation des dilutions..... | (60) |
| 4.8.4.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux | (60) |
| 4.3.2. Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux | (62) |
| 4.3.3. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs | (63) |
| 4.3.4 Recherche de Salmonella typhi | (65) |
| 4.3.5 Recherche des staphylocoques totaux et fécaux..... | (67) |

Résultats et Discussion

| | |
|---|-------------|
| 4.2 Les résultats d'analyses physicochimiques | (68) |
| 4.2.1 La demande biologique en oxygène..... | (68) |
| 4.2.2. La demande chimique en oxygène..... | (70) |
| 4.2.3. Les MES | (72) |
| 4.3.4. Les nitrites | (73) |
| 4.3.5. Les nitrate | (75) |
| 4.3.6. Les ortho phosphates (PO₄³⁻)..... | (77) |
| 4.3.7. Le PH | (79) |
| 4.3.8. La température..... | (80) |
| 4.4 Les résultats d'analyses microbiologiques..... | (82) |

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Liste de tableaux

Tableau 1: Données climatiques de la région de Touggourt pour la période

2004-2013 (ONM, 2014)

Tableau 2: relation entre la conductivité et la minéralisation. (Gaid ,1984)

Tableau 3 : paramètres d'analyse et matériels laboratoires

Tableau 4 : comparaison entre capacité de la station et les rejets de Touggourt

Tableau 5: résultats des analyses bactériologiques

Liste des figures

- Fig. 1** : Situation géographique de la ville de Touggourt (maps.google.fr)
- Fig. 2** : Températures moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)
- Fig. 3** : précipitation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)
- Fig. 4** : Humidités moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)
- Fig. 5** : Evaporation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)
- Fig. 6** : Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt (2004-2013)
- Fig. 7** : Diagramme omrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de(Touggourt (2004-2013))
- Fig. 8** : Place de la région de Touggourt dans le climagramme d'Emberger
- Fig. 9** : Colonne litho-stratigraphique synthétique de la région de Touggourt, (ATTAB S., 2011).
- Fig. 10 et 11** : Carte d'extension géographique du système aquifère CI et CT
- Fig. 12** : Coupe hydrogéologique dans le système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)
- Fig. 13** : coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du CI (OSS, 2003)
- Fig. 14**: Coupe hydrogéologique transversale du CT (UNESCO, 1972)
- Fig. 15** : Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ (SAYEH MOHAMED L., 2008)
- Fig. 16**: représentation des points de rejet de Touggourt (S.T.E.P Touggourt, 2008).
- Fig. 17**: Schéma du fonctionnement d'un traitement par boue activée (Ladjel, 2006)
- Fig. 13** : recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Amouria et medjouri, 2007)
- Fig. 14** : Recherche des Streptocoques fécaux (Amouria et Medjouri, 2007).
- Fig. 15** : Recherches de Clostridium sulfito-réducteurs (Amouria et Medjouri, 2007).
- Fig. 16**: Technique d'incubation du milieu TSI (Amouria et Medjouri, 2007)

Fig. 17: Recherche des Staphylocoques fécaux (Amouria et Medjouri, 2007)

Fig. 18 : Positionnement de la station dans la commune de Tbesbest
(google earth.fr, 2015)

Fig. 18.1: Evolution de la DBO_5 des eaux brutes dans le temps

Fig. 18.2: Evolution de la DBO_5 des eaux traitées dans le temps

Fig. 19.1: Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps

Fig. 19.2: Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps

Fig. 20.1: Evolution des MES des eaux brutes dans le temps

Fig. 20.2: Evolution des MES des eaux traitées dans le temps

Fig. 21.1: Evolution du NO_2 des eaux brutes dans le temps

Fig. 21.2: Evolution du NO_2 des eaux traitées dans le temps.

Fig. 22.1: Evolution du NO_3 des eaux brutes dans le temps

Fig. 22.2: Evolution du NO_3 des eaux traitées dans le temps

Fig. 23.1: Evolution du PO_4^{3-} des eaux brutes dans le temps.

Fig. 23.2: Evolution du PO_4^{3-} des eaux traitées dans le temps.

Fig. 24.1 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps.

Fig. 24.2 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps.

Fig. 25.1: Evolution des températures des eaux brutes dans le temps

Fig. 25.2 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps

Liste des Photos

Photo 1 : photo de la station d'épuration de Touggourt.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 2: Degrilleur mécanique.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 3: Dessablage-déshuilage .(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 4: Bassin d'aération.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 5: Décanteur.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 6: Bassin de chloration.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 7: Epaisseur de boues.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 8: vis d'Archimède.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 9: lit de séchage.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 10: échantillon d'eau pour les analyses

Photo 11: PH mètre pour mesurer la température.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 12: pH mètre pour mesurer le pH.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 13 : Conductivimètre.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 14 : Oxymètre.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 15: DR 3900™ spectrophotomètre.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 16: les appareils utilisés pour la détermination de MES.

Photo 17: la DCO-mètre.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 18: DBO mètre pour la détermination de DBO5.(TAREK et RACHID, 2015)

Photo 19 : Recherche des streptocoques et coliformes par méthodes de 3 tubes
Dilution.

Photo 20 : Comparaison entre deux tubes dont l'un est positif et l'autre négatif

photo 21 : Recherche du clostridium sulfite réducteur (addition du VF).

photo 22 : Deux tubes positifs de clostridium sulfite réducteur.

Photo 23 : Boîte de milieu de culture SS après incubation (les colonies visibles)

Photo 24 : Ensemencement dans le milieu TSI

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 |

Introduction Générale

Introduction générale

Depuis ces dernières décennies, l'humanité est de plus en plus consciente du danger menaçant la planète suite à la grande croissance démographique et aux énormes progrès technologiques qui engendrent l'insalubrité de l'environnement. L'eau, ou autrement dit l'or bleu, constitue dans nos jours un grand problème touchant la globalité de la terre. Pour ça, il faut alors la préserver par tous les moyens possibles : diminution du gaspillage ; réutilisation des eaux usées et introduction de ces dernières dans des techniques spéciales de recyclage.

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau. Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où la réutilisation des effluents urbains est pratiquée. La Tunisie par exemple a une politique nationale de valorisation de cette catégorie des eaux.

En Algérie, ce domaine n'est pas très développé, et le dispositif mis en place ne permet pas d'atteindre les perspectives voulues pour faire face aux problèmes émanant des eaux usées.

Dans ce travail, ayant pour objectif de contribuer à la connaissance de la pollution hydrique sur l'environnement, nous essayons de projeter la lumière sur le volet épuration des eaux usées via quelques analyses. Pour atteindre cet objectif, nous avons choisi un site d'étude qui est la station d'épuration des eaux usées de Touggourt (S.T.E.P Touggourt).

Les analyses effectuées au laboratoire de la station ont le but de contrôler la qualité des eaux en amont et en aval de la station d'épuration, c'est-à-dire, avant et après traitement. Certains paramètres ont été mesurés pour déterminer la qualité biologique et chimique de ces eaux notamment La DBO5, la DCO, MES, pH, Nitrites, Nitrates, phosphore total, température et autres analyses microbiologiques. Ainsi, après présentation de la région et du site d'étude, un chapitre est consacré aux différentes méthodes d'analyses, avant de s'étaler sur la présentation des résultats obtenus et discussion.

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 dans son contexte géographique et administratif, ainsi qu'une étude climatique appropriée la géologie et l'hydrogéologie.
- CHAPITRE II : synthèse bibliographique
- CHAPITRE III : Matériels et méthodes qui englobent la description de la S.T.E.P de Touggourt et les différentes méthodes de traitement.
- CHAPITRE III Résultats et Discussion

Chapitre I

Présentation du site d'étude

CHAPITRE I : Présentation du site d'étude

1.1. Présentation du site d'étude

1.1.1. Localisation de la région de Touggourt

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

Touggourt, historiquement capitale de l'Oued Righ, chef-lieu de commune et de daïra, 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 à $33^{\circ} 16'$ de latitude Nord, $6^{\circ} 04'$ 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).

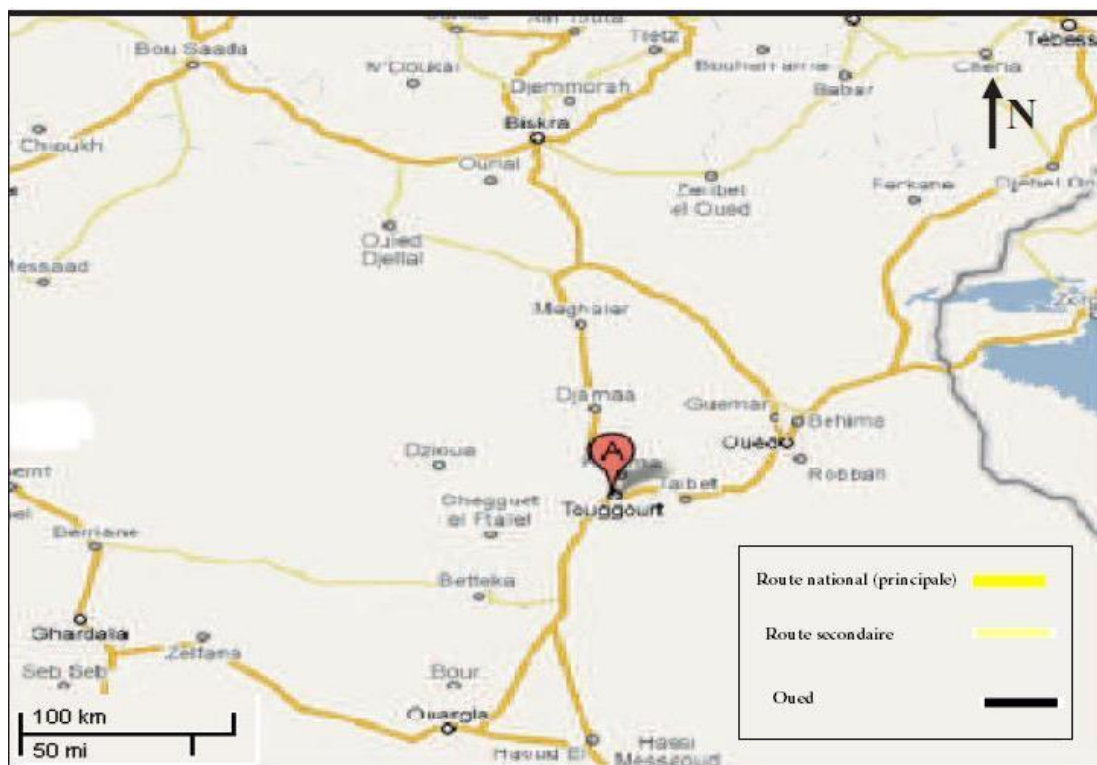


Fig. 1 : Situation géographique de la ville de Touggourt (maps.google.fr)

1.1.2. Climatologie

1.1.2.1. Données météorologiques de la région de 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 (2004-2013). Les données sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 1: Données climatiques de la région de Touggourt pour la période 2004-2013 (ONM, 2014)

| | T M (°C) | T m (°C) | H (%) | V (m/s) | Evap. (mm) | Ins. (h) | Tmoy. (°C) | Préc. (mm) |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Septembre | 36,2 | 21,5 | 32.4 | 3,4 | 227,1 | 266,1 | 28,8 | 5,56 |
| Octobre | 31,1 | 16,8 | 37.5 | 2,5 | 181,1 | 251,6 | 24 | 7,93 |
| Novembre | 23,5 | 9,3 | 43.96 | 2,7 | 131 | 224,9 | 16,4 | 4,62 |
| Décembre | 18,6 | 5,9 | 48.9 | 1,9 | 85,55 | 217,5 | 12,2 | 5,19 |
| Janvier | 18,0 | 4,2 | 48.94 | 2,8 | 82,09 | 225,8 | 11,1 | 20,91 |
| Février | 20,4 | 5,6 | 37.16 | 3,2 | 110,1 | 237,6 | 13 | 1,14 |
| Mars | 25,1 | 9,7 | 36.29 | 3,2 | 175,5 | 284,3 | 17,4 | 5,72 |
| Avril | 29,4 | 14,0 | 31.7 | 4 | 212,4 | 284,1 | 21,7 | 10,67 |
| Mai | 33,9 | 18,5 | 28.93 | 4 | 283,2 | 306,1 | 26,2 | 1,44 |
| Juin | 39,2 | 23,1 | 25.13 | 3,8 | 324,3 | 342,5 | 31,1 | 0,73 |
| Juillet | 42,4 | 27,6 | 22.88 | 2,6 | 347,9 | 356 | 35 | 0,07 |
| Août | 41,8 | 26,2 | 24.72 | 2,8 | 297,7 | 312,5 | 34 | 4,99 |
| Moy | 29.96 | 15.2 | 34.87 | 3.075 | 2458* | 275,8 | 22.575 | 68.97 |

T M : température maximale.

T m : température minimale.

H : Humidité relative.

V : vents.

Ins. : Insolation.

T moy. : Température moyenne.

Préc. : Précipitations.

* : Cumul

1.1.2.1.1. La température

A partir du tableau N°01 nous observons que la température moyenne maximale du moi le plus chaud est atteinte en juillet avec 42.4 °C et la température moyenne minimale du mois le plus froid en Janvier avec 4,2°C.

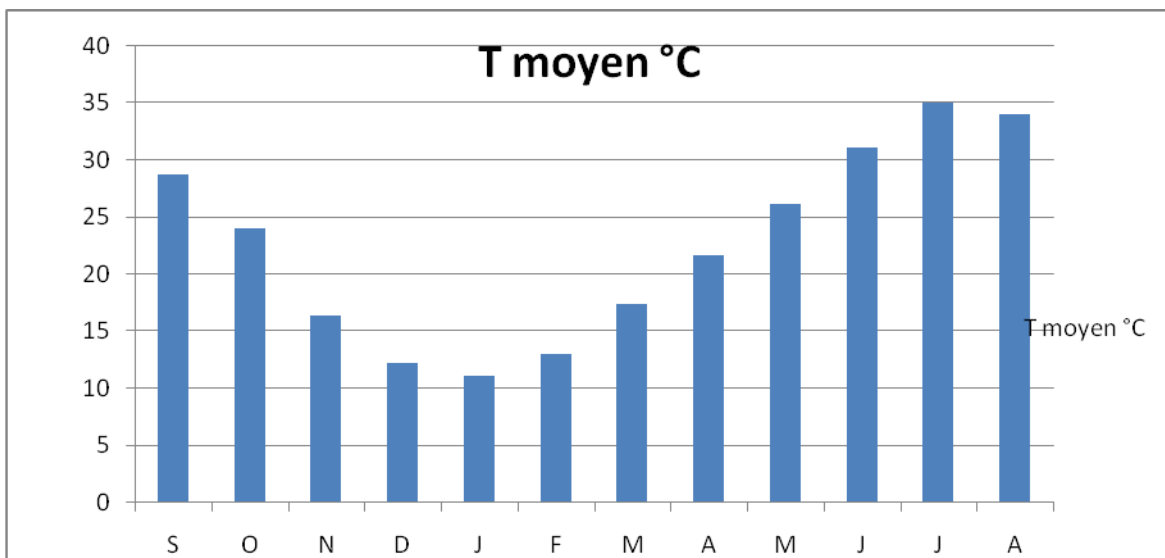


Fig. 2 : Températures moyens mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)

1.1.2.1.2. Précipitation

Les précipitations sont très rares et irrégulières (irrégularité mensuelle et annuelle), leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue au mois d'Aout et un maximum au mois de Janvier avec 20,91mm. Le cumul annuel des précipitations est de l'ordre de 51,02 mm (tableau 01).

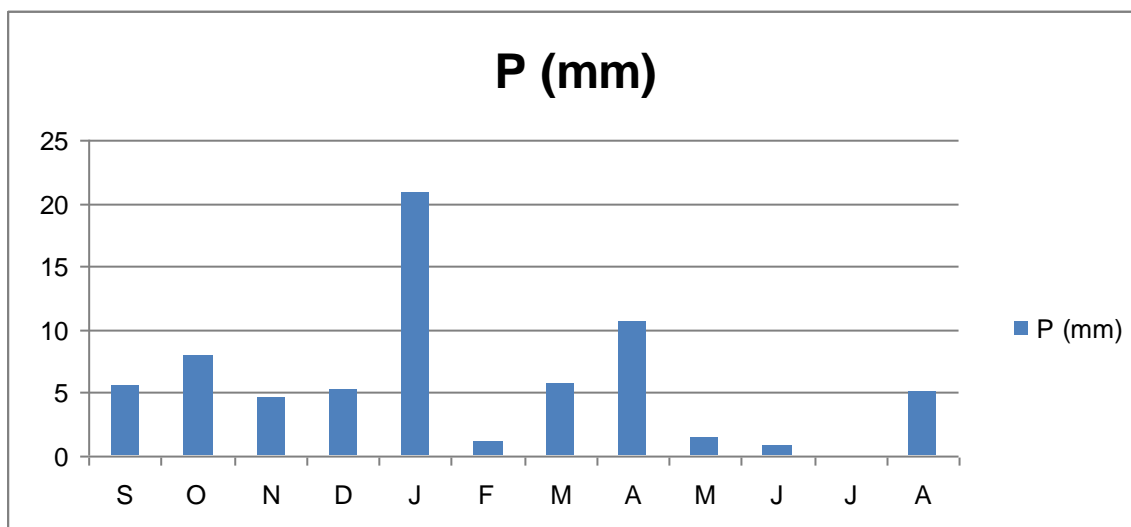


Fig. 3: précipitation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)

1.1.2.1.3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est faible, elle est de l'ordre de 22.88% en juillet, atteignant un maximum de 48.94% au mois de Janvier et une moyenne annuelle 34.87% (tableau 01).

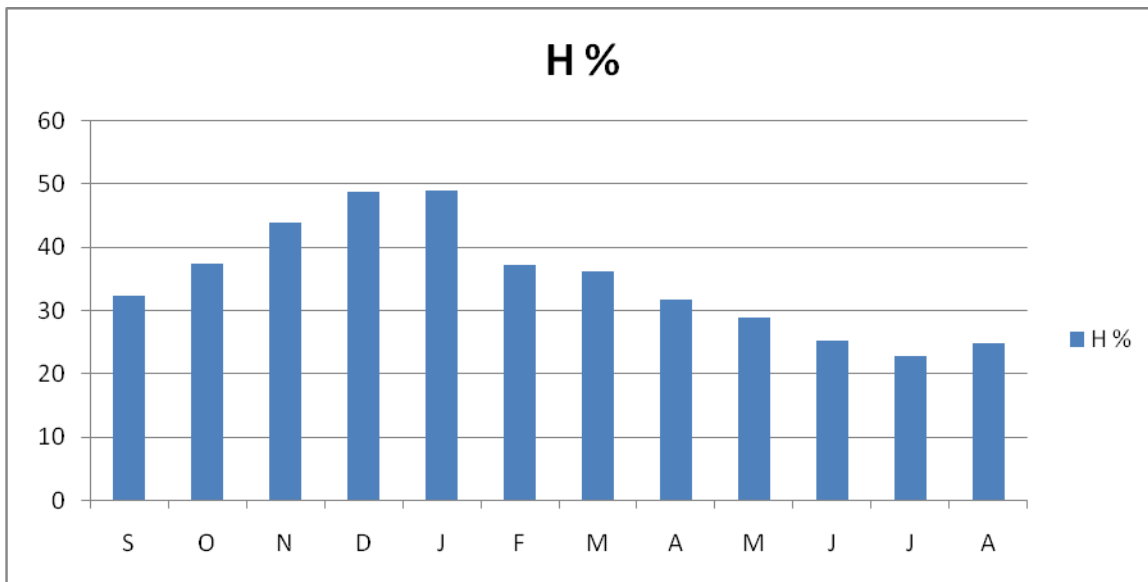


Fig. 4 : Humidités moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)

1.1.2.1.4. Evaporation

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chaud. Le cumul est de l'ordre de 2458 mm/an avec un maximum mensuel de 347,9 mm au mois de Juillet et un minimum de 82,09 mm en mois Janvier (tableau 01).

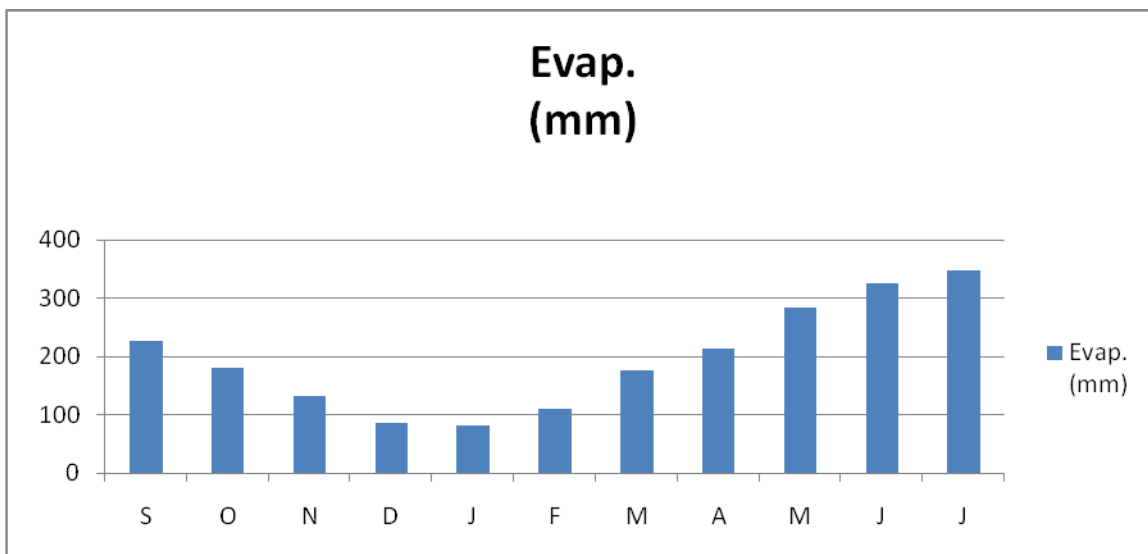


Fig. 5 : Evaporation moyennes mensuelles à la station de Touggourt (2004-2013)

1.1.2.1.5. Insolation:

L'ensoleillement est considérable à Touggourt. Elle est de l'ordre de 275,8 h/mois, avec un maximum de 356 heures en juillet et un minimum de 217,5 heures en décembre. La durée d'insolation moyenne annuelle est de 275,8 h/mois, soit environ 9,19 h/jour (tableau 01).

1.1.2.1.6. Vent:

Le vent joue un rôle important dans le vol et la migration des oiseaux (DORST, 1971). Dans la région de Touggourt, les vents les plus forts soufflent du Nord-est et du Sud. Les vents de sable sont fréquents surtout au mois d'Avril et Mai.

Les vents de la région de Touggourt à une vitesse maximale au mois d'Avril et Mai avec 4 m/s, et une vitesse minimal en Décembre avec une valeur de 1.9 m/s (Tab 01).

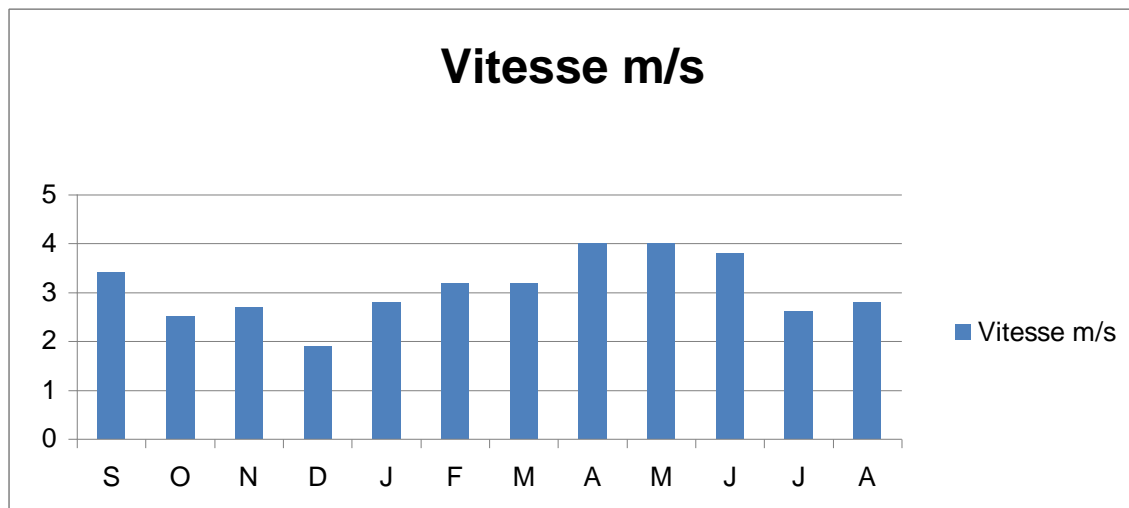


Fig. 6 : Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Touggourt (2004-2013)

1.1.3. – Synthèse climatique des deux régions d'études

La classification écologique des climats est effectuée par deux facteurs les plus importants à savoir, la température et la pluviosité (DAJOZ, 1971). Ces deux facteurs sont utilisés pour construire le diagramme ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger.

1.1.3.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Touggourt

Le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Touggourt pour l'année 2014 nous renseigne qu'il existe une seule période sèche qui s'étale durant toute l'année (Fig. 7).

$$P = 2T$$

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

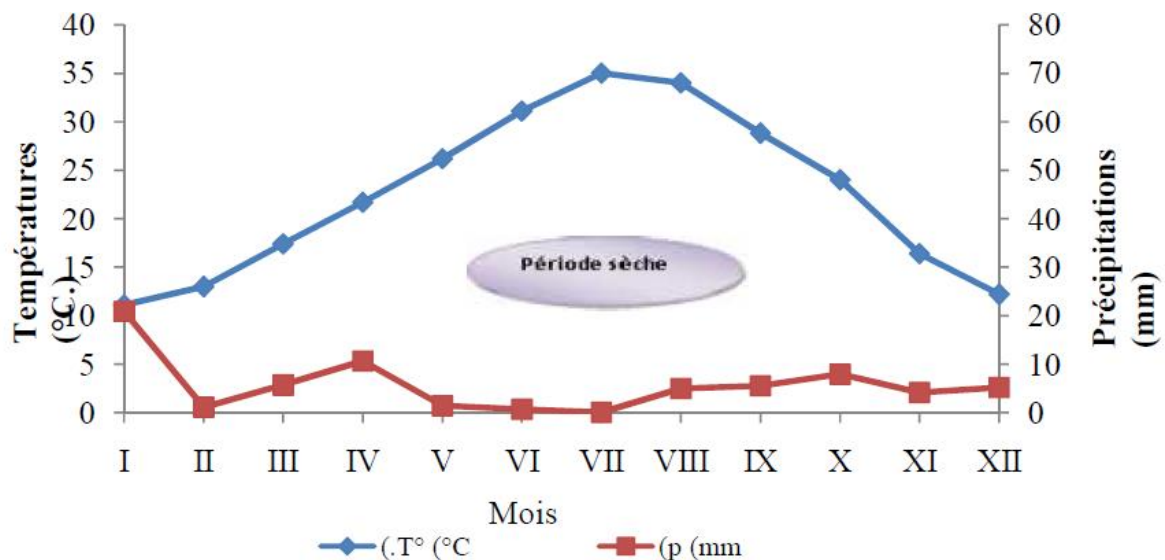


Fig. 7 : Diagramme omrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de(Touggourt (2004-2013))

1.1.3.2. – 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 pluviothermique d’Emberger est déterminé selon la formule suivante (STEWART, 1969) :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Où

Q₃ : quotient pluviothermique 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 6, il est à remarquer que la région d'études sont situent dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q3) est de 5.21 à Touggourt.

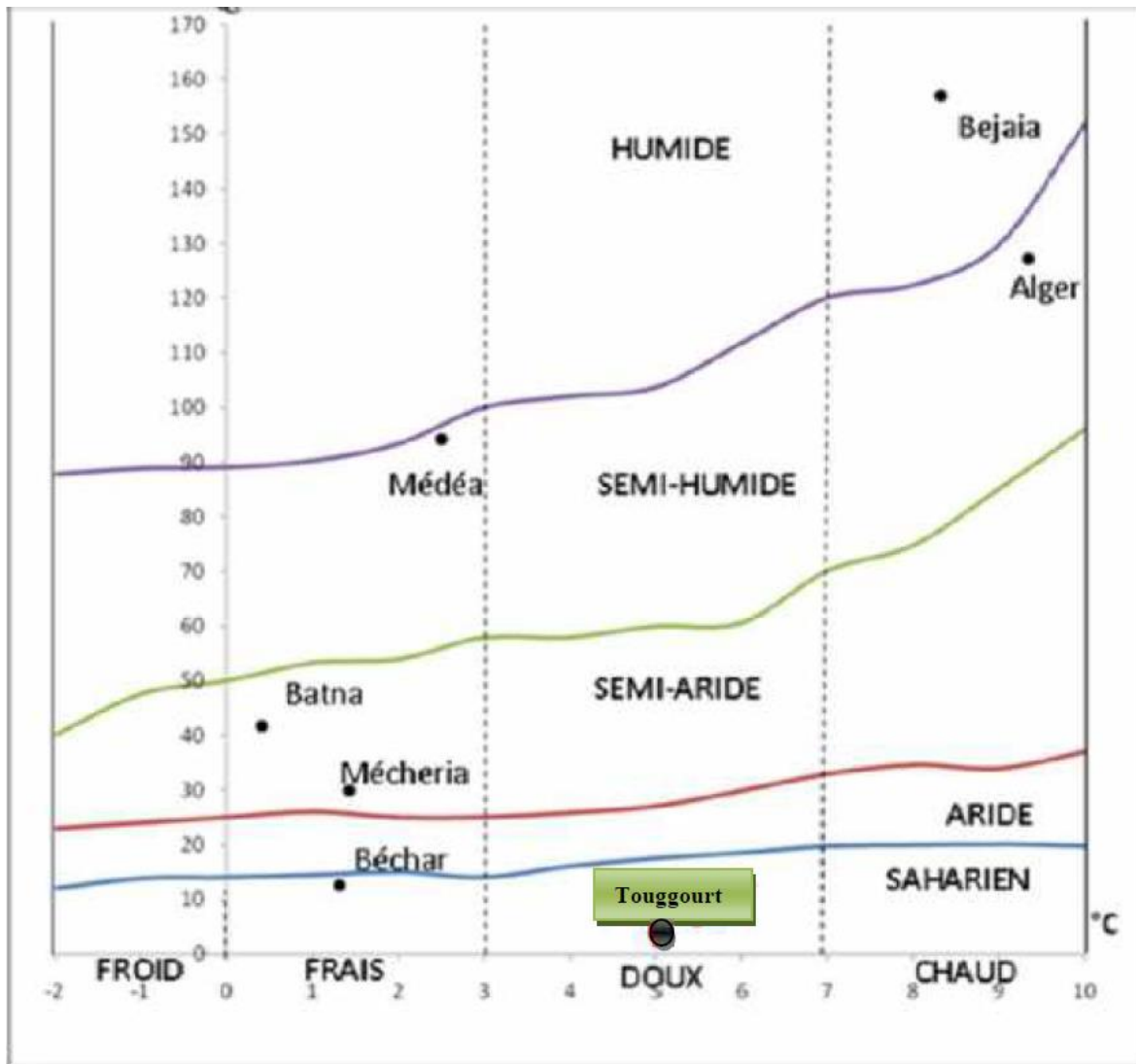


Fig. 8 : Place de la région de Touggourt dans le climagramme d'Emberger

1.1.4- Description Stratigraphique

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

1.1.4.1- Secondaire

** - Albien: se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couches gréseuses avec des passées d'argiles schisteuses.

** - Vraconien: Il est constitué d'une alternance irrégulière de niveaux argileux et dolomitiques, d'argiles sableuses et plus rarement de passées de grès à ciment calcaire.

** - Cénonanien: présente une épaisseur considérable qui diminue progressivement vers le Nord. Il affleure dans la zone atlasique. Ce Cénonanien est composé essentiellement de dépôt lagunaire marneux où prédominent des couches d'anhydrite et parfois même de sel.

** - Turonien: représenté par un dépôt marin, calcaro-marneux, son épaisseur reste à peu-près constante.

** -Sénonien: essentiellement de calcaire blanc avec une alternance de calcaire de marne et de couche de gypse. Il est formé de deux ensembles très différents du point de vue lithologique : le Sénonien lagunaire, à la base et le Sénonien carbonaté, au dessus.

1.1.4.2- Tertiaire

** - Eocène: on distingue deux ensembles lithologiques; l'Eocène carbonaté à la base, l'Eocène évaporitique au-dessus.

** - Eocène inférieur carbonaté :

L'Eocène carbonate a des caractéristiques lithologiques qui le rendent difficile à distinguer du Sénonien. Seule la présence ou l'absence de nummulites permet de faire la différence. Les calcaires ont tendance à prédominer sur les dolomies et les évaporites sont beaucoup plus rares que dans le Sénonien, sinon totalement absentes. Les calcaires à silex rencontres au sommet du Sénonien carbonate se poursuivent dans l'Eocène. La puissance de cette formation varie entre 100 et 500 m.

** - Eocène moyen évaporitique :

Il est formé par une alternance de calcaire, d'anhydrite et de marnes. Son épaisseur atteint une centaine de mètres sous les Chotts (BEL et CUCHE, 1969).

Dans l'oued Righ, la nappe des calcaires semble être située dans un niveau carbonaté appartenant à l'Eocène évaporitique.

** - Miopliocène: BEL et DEMARGNE (1966) distinguent de bas en haut quatre niveaux dans ces dépôts lenticulaires :

** - Niveau 01 : argileux, peu épais, il existe uniquement dans la zone centrale du Sahara Oriental suivant une bande Nord-Sud.

** - Ces argiles constituent une barrière très peu perméable entre la nappe du Sénonien et de l'Eocène carbonaté et celle des sables de niveau 02.

** - Niveau 02 : grés-sableux, c'est le niveau le plus épais et le plus constant à sa base on trouve parfois des graviers, alors que le sommet se charge progressivement en argiles pour passer au niveau 03. Il atteint 400 m au Sud de Gassi Touil. Le niveau 02 est le

principal horizon aquifère du Miopliocène.

** - Niveau 03 : C'est une formation argilo sableuse dont les limites inférieures et supérieures sont assez mal définies. Cette couche imperméable n'existe que dans certaines zones ; elle est épaisse et constante que dans la région des chotts.

** - Niveau 04 : C'est le deuxième niveau sableux du Miopliocène. Parfois en continuité avec le niveau 02. Le sommet de niveau 04 affleurant sur de grandes surfaces et souvent constitué par une croûte de calcaire gréseux (croûte hamadienne). L'épaisseur de cet horizon est de l'ordre de 300 m.

1.1.4.3- Quaternaire

Essentiellement sableux, à la base des couches d'argile et d'évaporites semi-perméables.

Cette formation Quaternaire est à l'origine de la formation de la nappe phréatique alimentée principalement par l'infiltration des eaux des oueds et surtout par percolation des eaux en excès lors des périodes d'irrigation. (Fig. 9)

1.1.5. Tectonique

Après le dépôt des formations marines du Primaire, le Sahara subit des mouvements tectoniques hercyniens verticaux et horizontaux, puis de nouveaux mouvements post triasique.

L'orogénèse atlasique est à l'origine de l'apparition des déformations à grand rayon, les calcaires du M'Zab sont transformées en dorsale, ceux de Tadmait en cuvette, au Sud l'axe d'Amguid -el-Biod s'effondré pour faire place à un axe synclinal méridien qui se poursuit jusqu'à l'Aurès (*BEL et DEMARGNE., 1966*).

Et enfin la phase Plio-Quaternaire dont les mouvements s'insèrent avec le précédents dans la phase Alpine, d'où l'apparition des cassures de direction Est Ouest accentuant la surrection du massif des Aurès et l'affaissement de la partie Sud "Sillon sud Aurésien". Ces fractures régissent directement l'écoulement des eaux souterraines d'où la formation des Chotts tels que Chott Melghir et Chott Merouane ou se déverse l'oued Righ. [8]

1.1.5.1. Néotectonique

Le Quaternaire est, du point de vue tectonique, caractérisé par des oscillations du niveau de base, celui des grands chotts, par rapport aux cours d'eau établis à la fin du Pliocène. Une hypothèse récente distingue trois phases dans l'évolution du relief du Bas-Sahara pendant le Quaternaire.

Effondrement brusque du centre de la cuvette (la région actuelle des chotts). Les cours d'eau venant de l'Ouest et surtout du Sud entaillent de profondes et larges vallées

dans la couverture mio-pliocène de la périphérie. L'Oued Righ et l'Oued Igharghar formaient probablement alors un seul grand oued avec l'oued Mya comme affluent. Les sondages de l'Oued Righ ont révélé que les zones aquifères sont souvent formées de graviers provenant de la désagrégation de roches primaires dont les affleurements sont situés fort loin vers le Sud. Remblaiement partiel de la région effondrée et des vallées y aboutissant. Surélévations locales du sol, à la suite desquelles l'oued Righ se détache de l'oued Igharghar de son affluent l'oued Mya, puis par érosion régressive prolonge quelque peu son cours supérieur vers le Sud. L'oued Igharghar dépose en éventail les éléments qu'il transporte, les plus fins atteignent la région située entre Fort-Lallemand et le Hassi bel Gebour. L'oued Mya, son exutoire, forme la zone de chotts située entre Ouargla et Touggourt. Descente lente et continue de la région de grands chotts, cependant que la vallée de l'Oued Righ se comble par suite des énormes apports fluviaux et éoliens, finissant par « enterrer » l'oued, transforme en une nappe souterraine, indiquée seulement en surface par quelques lacs et chotts humides. Les dunes du Grand Erg oriental recouvrent la zone d'épandage de l'Oued Igharghar, et l'Oued Mya, comme l'Oued Righ achève de « s'enterrer ».

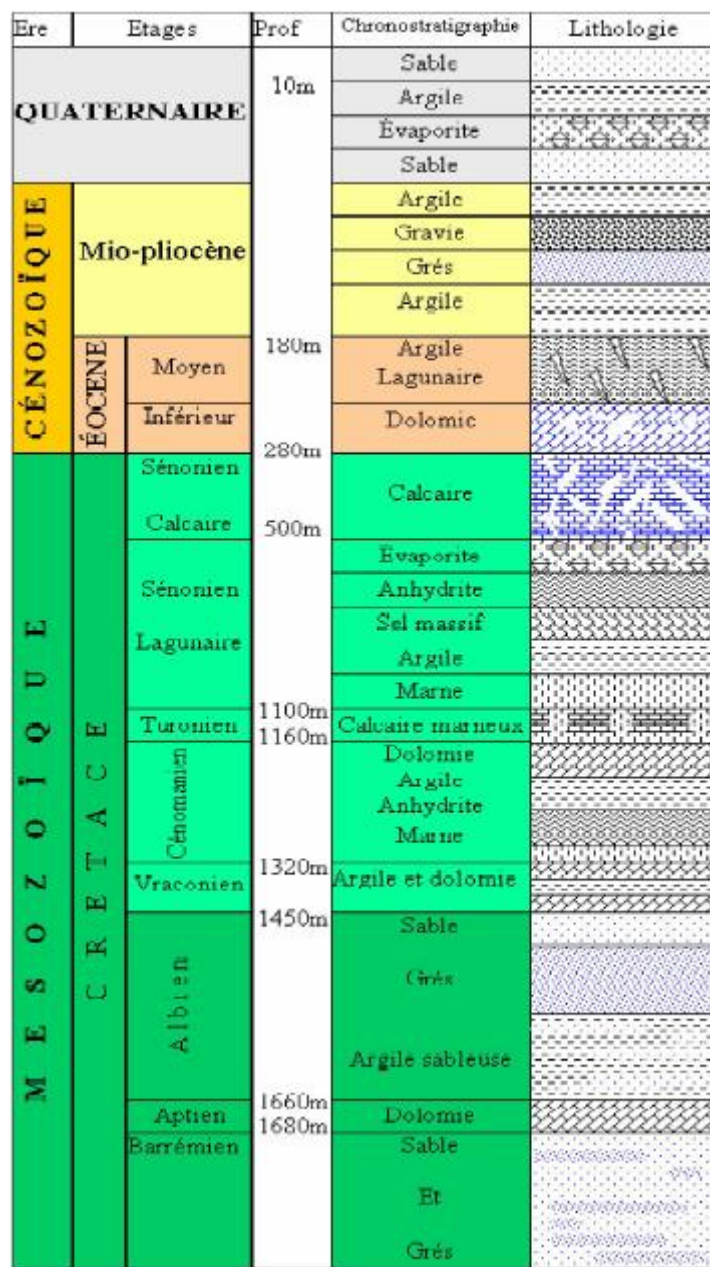


Fig. 9 : Colonne litho-stratigraphique synthétique de la région de Touggourt, (ATTAB S., 2011).

1.1.6. Hydrogéologie de la région

1.1.6. 1. Présentation des nappes

Le bassin du Sahara septentrional Figure, est bien doté en formations aquifères favorables à la circulation souterraine des eaux. Il comprend le fameux système aquifère du Sahara septentrional (SASS) (fig09-10), à savoir, le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal. Il plonge sur une surface d'environ 1.000.000 Km² partagée entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, ayant de réserves estimées à 31.000×10⁹ m³, dont

L'accumulation ne peut être expliquée par le climat actuel ; la recharge actuelle n'étant que de 1×10^9 m³/an, dont, la nappe du Continental Intercalaire possède la durée de renouvellement la plus longue (Ould Baba Sy, 2005). Ils proviendraient d'un pluvial datant du Pléistocène inférieur et de l'Holocène.

L'âge des eaux des différentes nappes du SASS, déterminé au 14C, montre qu'aux zones de recharge, les eaux sont jeunes, et attestent d'une recharge actuelle de l'ordre de 500 ans près des zones d'alimentation possible, et arrivent jusqu'à 40000 ans dans les parties confinées des nappes et des zones d'exhaures situées à 500 km des zones de recharge (Conrad et al, 1972 ; Gonfiantini et al, 1974 ; Aranyossy et al, 1985).

En Algérie, ce système aquifère couvre une surface de 700 000 Km², et est d'une épaisseur de 4000 à 5000 mètres environ (Cornet, 1964). L'anticlinal du M'Zab, véritable passerelle structurale entre l'Atlas saharien et le plateau de Tademaït, divise ce réservoir « multicouche » en deux (02) sous bassins hydrogéologiques, l'un occidental de 280 000 Km², recouvert partiellement par le Grand Erg Occidental, et l'un oriental, le plus étendu avec 500 000 Km², occupé en grande partie par le Grand Erg Oriental.

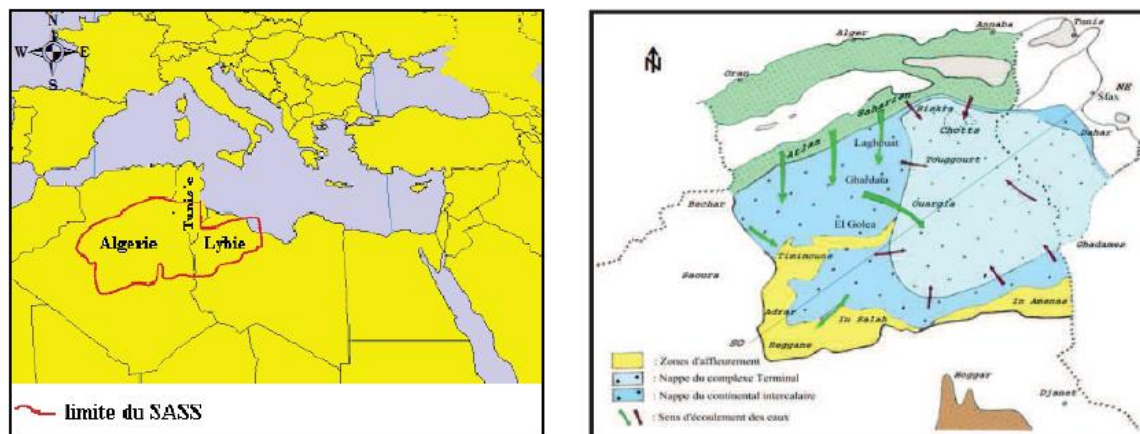


Fig. 10 et 11 : Carte d'extension géographique du système aquifère CI et CT

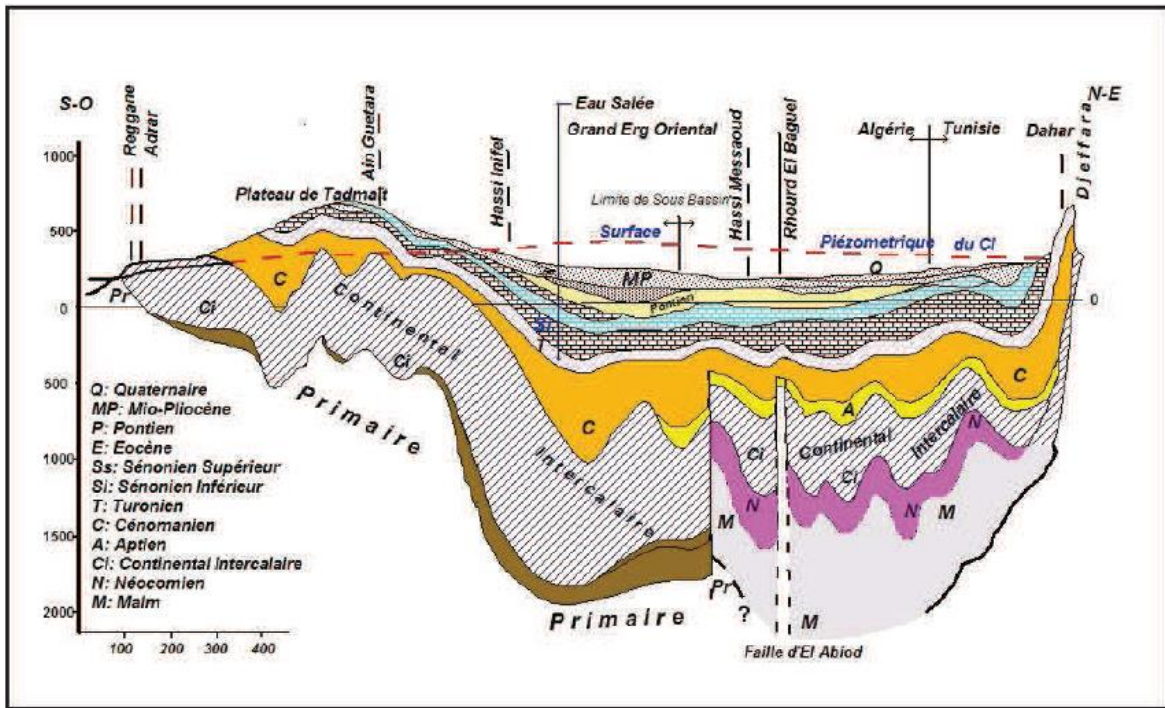


Fig. 12 : Coupe hydrogéologique dans le système aquifère CI et CT
(UNESCO, 1972)

1.1.6. 2. Le Continental Intercalaire

C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins (l'Algérie, la Tunisie et la Libye). La partie Algérienne du Continental Intercalaire couvre **600000 km²**. Elle stock un volume d'eau considérable, estimé à 3.5×10^{10} milliards m³ environ. Cette nappe est plus connue sous la dénomination d' «Albien ». Le terme Continental Intercalaire, par contre désigne l'ensemble des couches détritiques qui se sont déposées au Mésozoïque inférieur au Sahara entre deux cycles marins, c'est le plus puissant aquifère du Sahara (**250 -1000 m** épaisseur). ANRH

D'après Kilian, (1931), le «Continental Intercalaire» Figure désigne un épisode continental localisé entre deux cycles sédimentaires marins à la base, le cycle du Paléozoïque qui achève l'orogénèse hercynienne, alors qu'au sommet, le cycle du Crétacé supérieur, résultant de la transgression cénomaniens. (Busson, 1970 ; Fabre, 1976)

Il occupe les formations sableuses et argilo gréseuses du Néocomien, Barrémien, Aptien, et de l'Albien (Cornet, 1964 ; Cornet et Gouscov, 1952). L'aquifère est continu du Nord au Sud, depuis l'Atlas Saharien jusqu'au Tassili du Hoggar, et d'Ouest en Est, depuis la vallée du Guir et de la Saoura jusqu'au désert libyen. Le débit d'alimentation du Continental intercalaire provenant du piémont de l'Atlas sahariens est de 7.7 m³/s, (Ould Baba Sy, 2005

; Ould Baba Sy, et al, 2006).

Ce débit entre dans l'intervalle des estimations recueillies dans les études antérieures qui le situent entre 4 m³/s (Cornet, 1961) et 8.5 m³/s (Margat, 1990)

La carte piézométrique de référence du Continental intercalaire établie, à l'état stationnaire (peu ou pas influencée par les pompages), sur la base des études antérieures (Cornet, 1964 ; UNESCO, 1972 ; Pallas, 1978), met en évidence les zones d'alimentation suivantes (Ould Baba Sy, 2005) :

- _ piémont sud atlasique au Nord-Ouest ;
- _ Tinrhert au Sud ;
- _ Dahar à l'Est ;
- _ Jebel Nafusa au Nord-Est ;
- _ Jebel Hassawna au Sud, où la nappe du Cambro-Ordovicien est drainée vers le Nord ; par la nappe du Continental Intercalaire.

Les zones d'exutoire sont :

- _ les foggaras du Touat-Gourara et du Tidikelt ;
- _ l'exutoire tunisien marqué par la faille d'El-Hamma ;
- _ l'exutoire libyen au niveau d'AinTawargha.

Les failles de la dorsale d'Amguid (les figures) sont à l'origine d'une drainance verticale, préalablement signalée, des eaux du CI vers la nappe du CT (Guendouz, 1985, Edmunds et al, 2003 ; Moulla et al, 2002 ; Guendouz et al, 2003), ce qui explique l'anomalie piézométrique observée sur la carte.

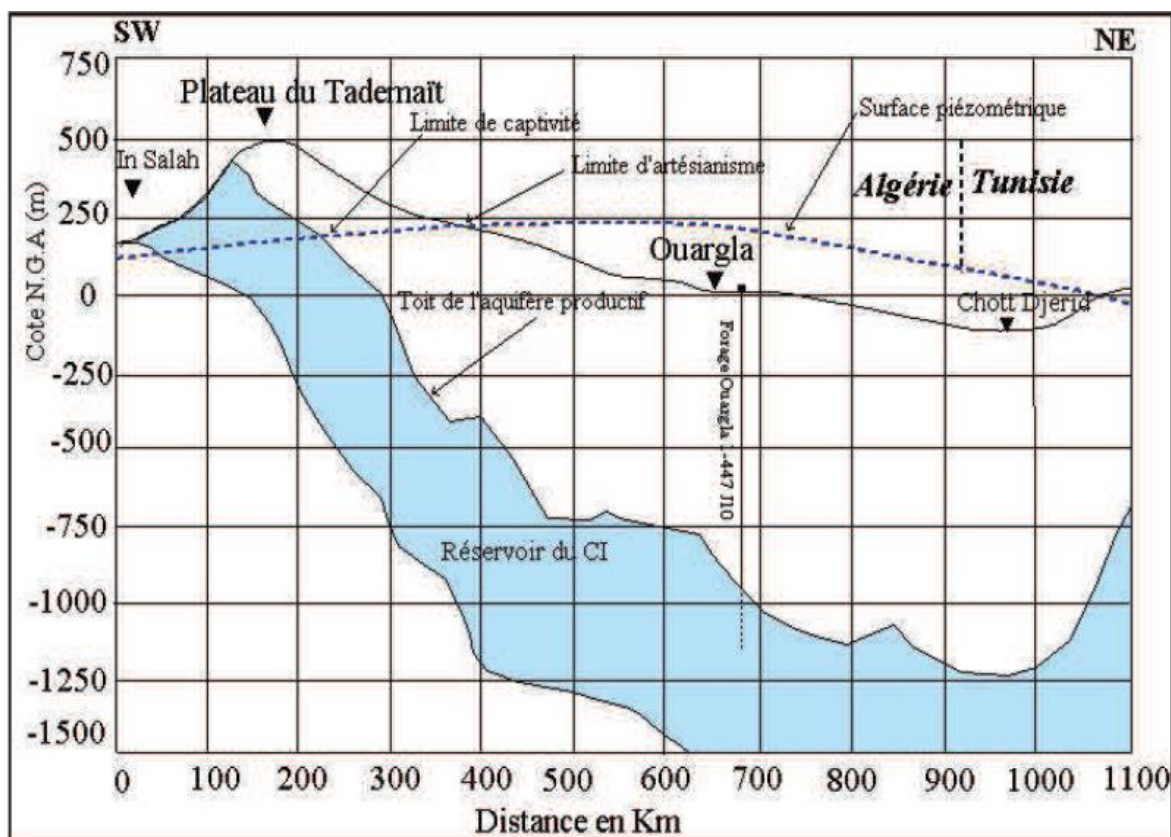


Fig. 13 : coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et le surface piézométrique du CI (OSS, 2003)

1.1.6.3. Le Complexe Terminal (CT)

Il est noté dans l'étude OSS (2003 b) que classiquement, et selon la définition de Killian (1931), le terme "Continental Terminal" désignait les formations continentales, sableuses et argileuses du Mio-Pliocène. Mais d'après Bel et Dermagne (1966): "La nappe du Continental Terminal contenue dans les sables du Mio-Pliocène et plus ou moins en relation avec les nappes de l'Eocène, du Sénonien et du Turonien, de sorte qu'à l'échelle de l'ensemble du Sahara, on peut considérer que ces différents niveaux forment une seule et même nappe, la nappe du Continental Terminal, par opposition au Continental Intercalaire".

C'est avec le projet ERESS que l'on verra apparaître la notion du "Complexe Terminal", appellation publiée pour la première fois par Bel et Cuche (1969).

Le terme de "nappe du Complexe Terminal" qui groupe sous une même dénomination plusieurs aquifères situés dans des formations géologiques différentes, a été retenu car ces nappes font bien partie d'un même ensemble hydraulique.

les intercommunications entre Sénonien, Eocène et Mio-Pliocène sont évidentes sur l'ensemble du bassin, à l'exception de la région des chotts où l'Eocène moyen et supérieur imperméable vient s'intercaler.

La nappe turonienne est plus individualisée par suite de la couverture imperméable du Sénonien inférieur. Cependant, ses niveaux concordent avec ceux du Sénonien ou du Mio-Pliocène sur la bordure du bassin.

Le système aquifère du "Complexe Terminal" couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional sur environ 350 000 km².

La profondeur du "CT" est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m.

Le "Complexe Terminal" affleure aux endroits suivants:

- Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- A l'Est, le long du flanc oriental du Dahar.
- Au Sud, sur les plateaux de Tinrhert et de Tademaït.
- A l'Ouest, sur la dorsale de M'zab.

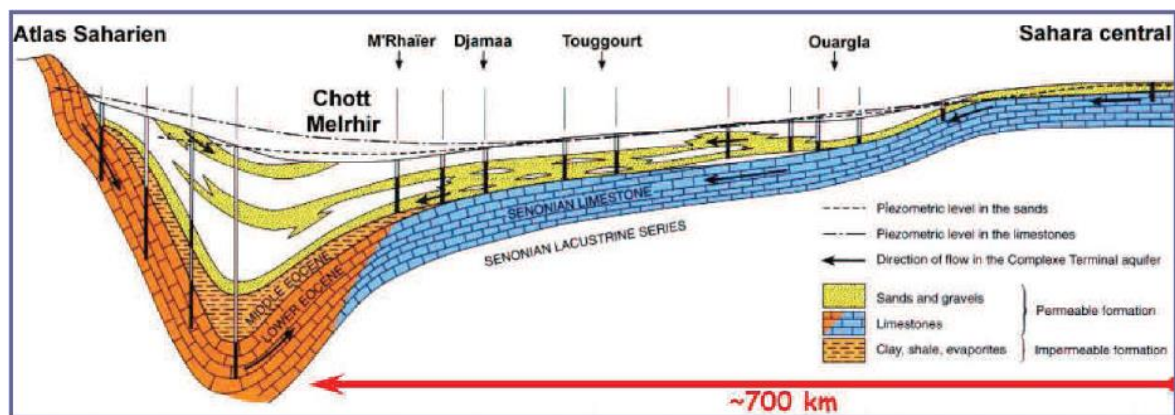


Fig. 14: Coupe hydrogéologique transversale du CT (UNESCO, 1972)

1.1.6.4. Nappe de sable (moi-pliocène)

Représentée par un ensemble important de sable et d'argile, elle est présente dans tout le bassin oriental. Cette aquifère regroupe deux (2) nappes :

- La première nappe de sable est contenue dans des sable 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 entre 10 et 15 m.
- La deuxième nappe de sable qui circule dans les 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 Touggourt.

1.1.6.5. 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.

1.1.6.6. Nappe phréatique

Cette aquifère est constituée par des sable 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).

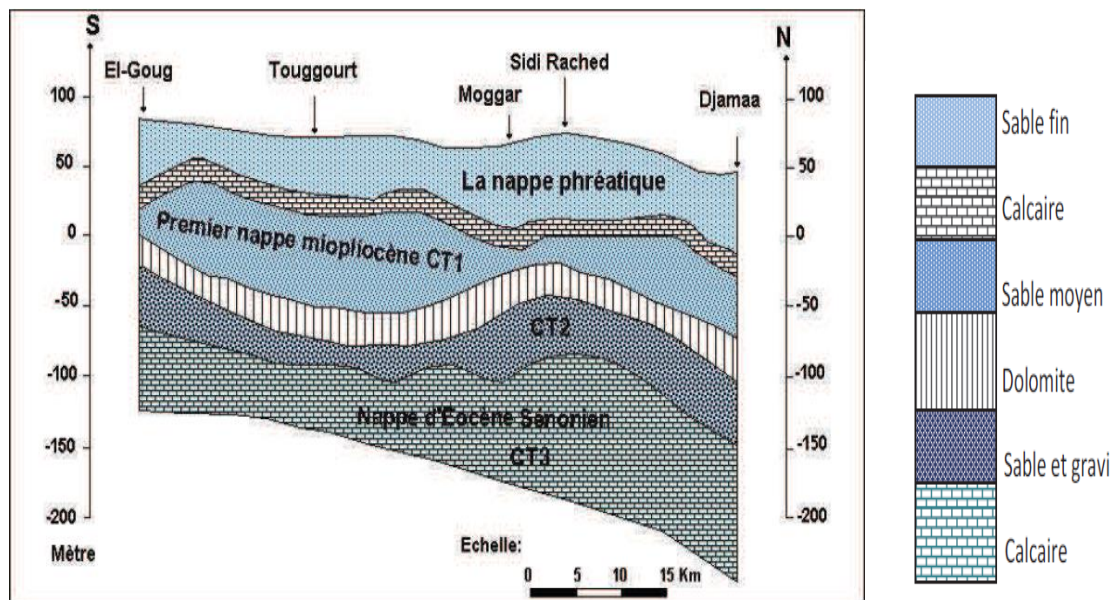


Fig. 15 : Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ (SAYEH MOHAMED L., 2008)

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 hydro-morphes. 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 Labeled et Meftah, 2007).

1.1.8. Topographie

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

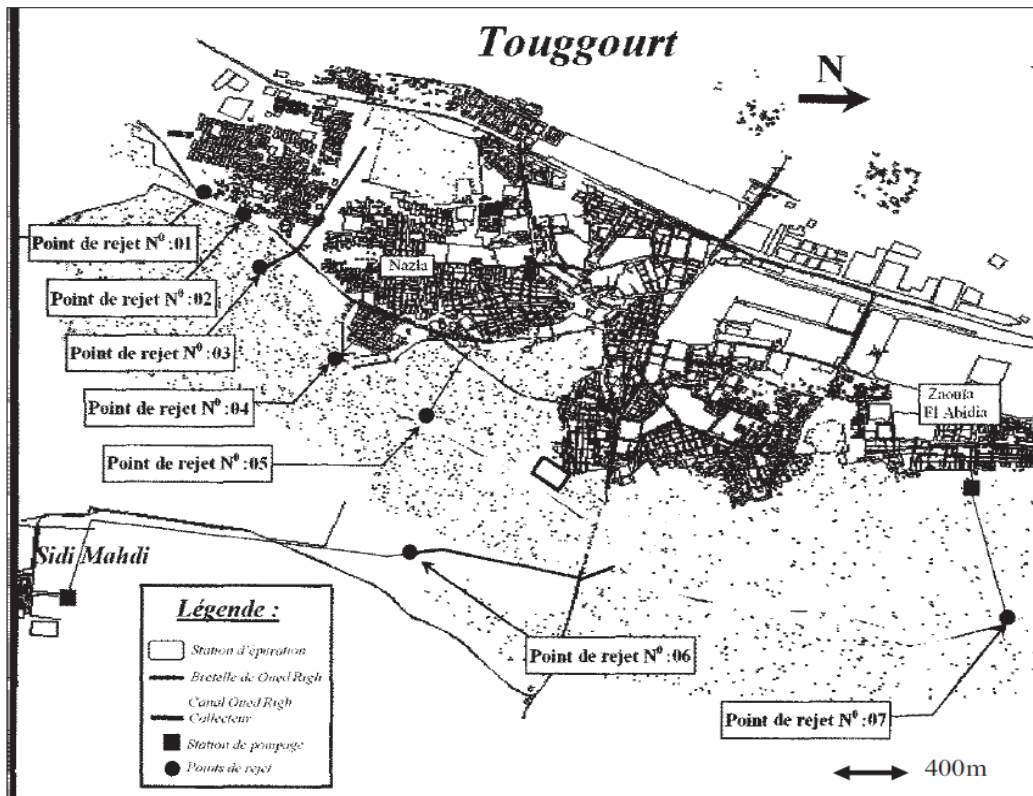


Fig. 16: représentation des points de rejet de Touggourt (S.T.E.P Touggourt, 2008).

• 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 mètres 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 :

- 1. Tranche I:** canal secondaire n° 18. Réseau d'assainissement de palmeraie de Ghamra et d'El Harihira ;
- 2. Tranche II:** réseau d'assainissement de la commune de Djamaa ;
- 3. Tranche III:** réseau d'assainissement des communes de Touggourt , Mégarine et Témacine ;
- 4. Tranche IV:** réseau d'assainissement de la commune D'EL Meghaier (Subdivision de Touggourt, 2008).

1.1.11. Conclusion

Le climat de Touggourt se caractérise comme toutes les régions Sahariennes par un climat continental aride, froid en hiver et chaud en été.

De plus, la région de Touggourt renferme de grande réserves d'eau souterraine elles sont mal exploitées. Les forages du C.I sont onéreux et exigent un refroidissement au préalable. Le C.T connaît lui aussi actuellement une restriction (rabattement très important). La nappe phréatique est non utilisée (trop salée) d'où le recours à la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation.

Chapitre II

synthèse bibliographique

CHAPITRE II : Synthèse Bibliographique

2.1. L'eau en Algérie

La multiplication et l'aggravation des états de carences en eau en train de prendre mondialement une dimension de premier ordre. Le niveau des nappes phréatiques est en baisse et menace 1.5 milliard d'habitants sur la planète. Il n'est donc pas exclu que l'eau est amenée à devenir un enjeu stratégique international, pouvant engendrer de graves conflits régionaux. En Algérie, le déficit de cet or bleu est devenu inquiétant confirmant les diverses expertises parant d'hypothèse et usant une méthodologie différentes qui ont toutes conclu que notre pays se trouvera entre 2010 et 2025 confronté à cette pénurie quasi endémique. Aujourd'hui, la facture des épidémies de MTH (maladie à transmission hydrique) est lourde pour l'état algérien. Le coût de ces épidémies a été évalué à l'équivalent du budget de construction de plus d'une dizaine de stations de traitement des eaux. Les principaux facteurs de ces maladies sont l'insuffisance des ressources hydriques conjuguée à l'absence de traitement de certains points d'eau. En effet sur les 53 Step (stations d'épuration) existantes, 42 sont à l'arrêt depuis des années et les agriculteurs ne se gênent pas d'irriguer sauvagement leurs cultures avec cette eau polluée. Ajouter à cela, les déperditions d'eau potable dues à la vétusté des réseaux estimées à 30% et les piquages illégaux de l'ordre de 10 % qui rognent sur un volume hydrique déjà bien bas. A travers ce constat la situation est alarmante et conséquent il est urgent voie vital de définir une politique claire en matière de gestion, d'inventaire, de conservation, de traitement d'utilisation et de recherche des ressources en eau, indispensable pour tout développement économique (Hadeff A. et Hadeff R., 2000).

2.2. Définition des eaux usées

Une eau usée est une eau chargée de substances minérales ou biologiques, issues de l'activité humaine provoquant, sous une concentration anormale, une dégradation de la qualité de l'eau naturelle du milieu récepteur (S.T.E.P Touggourt, 2008).

On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées: les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales, les eaux agricole.

Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration. Mais cette capacité a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière et n'est pas sans conséquences sur la faune et la flore aquatiques. Lorsque l'importance des rejets excède la capacité d'autoépuration de la rivière,

la détérioration de l'environnement peut être durable. Les zones privées d'oxygène par la pollution entraînent la mort de la faune et de la flore des barrières infranchissables empêchant notamment la migration des poissons. La présence excessive de phosphates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui nuisent à la faune aquatique, peuvent rendre la baignade dangereuse et perturbent la production d'eau potable (Anonyme 1, 2008)

2.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique (Anonyme 1, 2008). Elles sont constituées par :

- les eaux vannes (eaux de WC).
- les eaux ménagères (eaux d'éviers, lavabos, douches, baignoires, appareils ménagers ...).

ces eaux sont essentiellement chargées de matières organiques, ainsi que de produits d'entretien ménagers. (Ladjel, 2006)

2.2.2. Les eaux industrielles

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds, etc.). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement (délestage) de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel. Enfin dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution. (Anonyme 1, 2008)

2.2.3. Les eaux pluviales

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses.

L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement ("délestage") de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution. (Anonyme 1, 2008)

2.2.4. Les eaux agricoles

Le secteur agricole peut produire à son tour des eaux usées comprenant essentiellement des matières azotées, phosphatées, des pesticides et des huiles minérales. Le lessivage des terres ayant reçu des engrais minéraux riches en phosphore et en azote, introduit dans le milieu récepteur une pollution directe par la nocivité des produits toxiques, indirecte par l'apport des sels nutritifs qui favorisent la prolifération des algues, ces dernières après avoir contribué à abaisser le taux d'oxygène et gêné la vie aquatique, achèvent après leur mort, par leurs produits de composition, de rendre impossible l'existence d'êtres qui constituaient la population normale d'un milieu aquatique (Benslimane, 2001).

2.3. 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).

2.4. La 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.

2.4.1. La 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)

2.4.2. La 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)

2.5. Les 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)

2.6. Les conséquences de la pollution

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

2.6.1. Les 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).

2.6.2. Les 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).

2.6.3. Les 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).

2.6.4. Les 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).

2.7. Les critères de pollution d'une eau

2.7.1. Les paramètres physiques

2.7.1.1 La température de l'eau

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physicochimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques. A titre d'exemple, la concentration à saturation de l'oxygène dissous, plus l'eau est chaude et plus sa concentration limite diminue le pH et la conductivité est dépendante de la température de même que les processus de biodégradation carbonée (Thomas, 1995).

2.7.1.2. L'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).

2.7.1.3. La couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine, naturelle, soit associée à sa pollution (composé 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).

2.7.1.4. Notion de l'équivalent habitant

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

2.7.1.5. Les matières en suspension

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales (Gaid, 1984)

2.7.2. Les paramètres chimiques

2.7.2.1. Le potentiel hydrogène (pH)

Le pH est important pour la vie et le développement de la faune et de la flore existante dans les cours d'eau. Cependant, sa valeur peut être à l'origine des ennuis dans les canalisations (corrosion et dépôts calcaires) (Belkhiri, 1999)

2.7.2.2. L'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)

2.7.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est d'autant plus élevée qu'il ya des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. Mesuré en mg d'O₂/l. (Taradat, 1992).

2.7.2.4. La demande biologique en oxygène (DBO)

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

2.7.2.5. La conductivité

La mesure de conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées (Thomas, 1995). Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau. La relation entre la conductivité et la minéralisation est représentée dans le tableau 02 (Gaid, 1984).

Tableau 2: relation entre la conductivité et la minéralisation. (Gaid ,1984)

| Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) | Appréciation |
|--|----------------------------------|
| Conductivité $< 100\mu\text{s}/\text{cm}$ | Minéralisation très faible |
| $100 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{conductivité} < 200\mu\text{s}/\text{cm}$ | Minéralisation faible |
| $200 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{conductivité} < 333 \mu\text{s}/\text{cm}$ | Minéralisation moyenne accentuée |
| $333 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{conductivité} < 600\mu\text{s}/\text{cm}$ | Minéralisation moyenne |
| $666 \mu\text{s}/\text{cm} < \text{conductivité} < 1000 \mu\text{s}/\text{cm}$ | Minéralisation importante |
| Conductivité $> 1000 \mu\text{s}/\text{cm}$. | Minéralisation excessive |

2.7.3. Autres éléments

2.7.3.1. 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).

2.7.3.2. 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).

2.7.3.3. L'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 minérale (nitrate ammoniacale) ou organique. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel. (Gerre et Gommelia, 1982).

2.7.3.4. Le 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)

2.7.3.5. Les 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 mercure et le nickel sont les polluants les plus fréquemment rencontrés. Les caractéristiques des eaux résiduaires sont représentées dans le tableau 06 (voir annexe).

2.8. Les traitements des eaux et leurs objectifs

Le traitement des eaux usées permet d'atteindre un double objectif:

*- Epurer les eaux;

*-Valoriser les eaux et les boues (Ladjel et Bouchefer, 2004).

Ainsi, une partie des eaux épurées seront utilisées pour régénérer les eaux de l'Oued et l'autre partie pour l'agriculture. La réutilisation des eaux épurées et des boues sous forme d'une valorisation en agriculture devient indispensable. En effet, l'agriculture dans les environs d'Alger ne peut être pratiquée de manière productive que sous condition d'une irrigation et elle souffre gravement de la pénurie en eau.

L'eau prélevée dans la nappe souterraine est surexploitée car elle est utilisée pour l'irrigation agricole et l'alimentation en eau potable.

En conséquence, la réutilisation des eaux épurée offrirait une ressource en eau d'irrigation très importante en volume et pratiquement constante au cours de l'année.

En outre, les eaux épurées contiennent des éléments assimilables par les cultures et leur utilisation permettrait de réduire les apports d'engrais (Ladjel et Bouchefer, 2004).

2.9. Normes de rejets dans un milieu récepteur

En termes d'épuration, les eaux traitées sont rejetées dans l'environnement, généralement dans le milieu naturel récepteur précis : rivière, lac, mer, etc. Il est institué des contrôles périodiques et inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets (Thomas, 1995)

2.9.1. Normes de rejets internationales

Des normes commencent à être établies pour les divers usages de l'eau qui précisent les teneurs limitées des différents composants dissouts ou transportés pour permettre une utilisation sans risque.

Parmi les normes de rejet internationales appliquées dans le but de préserver un environnement sain, on peu citer les plus répondues (Bechak et Boutin et Mercier, 2003).

2.9.2. Selon l'OMS

Les normes caractéristiques par la suppression de certains éléments contenus dans l'eau usées sont notées dans le tableau 06 (voir annexe) (Traitement proposé pour répondre aux critères sanitaires applicables à la réutilisation des eaux usées selon l'OMS) (Mekkaoui et Hamdi, 2006).

2.9.3. Selon les normes européennes

La directive européenne 91/271/CEE du 21 mai 1991, relatives aux eaux résiduaires urbaines présente les dispositions à prendre pour limiter l'impact des eaux résiduaires urbaines sur le milieu naturel, parmi lesquelles, l'obligation d'un traitement conforme de toutes les eaux usées en temps sec ou en temps de pluie, sauf en circonstances exceptionnelles, ce qui impose le respect d'une qualité minimale des rejets pendant 95% du temps (Thomas, 1995) Le tableau 07(voir annexe) présente les réglementations concernant la qualité des rejets d'eau résiduaire urbaine (extraits de la directive 91/271/CEE du 21 Mai 1991).

Tous les tableaux présentant les normes des rejets concernant la qualité des eaux traitées sont présentées en annexes.

2.10. Techniques de traitement des eaux usées

2.10.1. Les étapes de traitement

2.10.1.1. Le prétraitement

Avant leur traitement, les eaux brutes subissent un prétraitement qui a pour objectif d'extraire la plus grande quantité possible de matières pouvant gêner le traitement ultérieur (Mohammed Ouli, 2001)

2.10.1.1.1. Le dégrillage

Le dégrillage a pour objectif:

- ✓ Elimination des déchets volumineux ;
- ✓ Protection de la station de traitement (Dermont, 1989).

2.10.1.1.2. Dessablage

Cette opération est indispensable pour éviter le colmatage des canalisations, surtout si elles sont enterrées, et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) (Mohammed Ouli, 2001).

2.10.1.1.3. Le dégraissage-déshuilage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau (Ladjel, 2006).

2.10.1.2. Le traitement primaire (traitement physico-chimique)

2.10.1.2.1. La décantation

La décantation, processus essentiel du traitement primaire, a pour but:

- ✓ De retenir une fraction importante de la pollution organique ;
- ✓ D'alléger la charge du traitement biologique ultérieure ;
- ✓ De réduire les risques de colmatage des systèmes de traitement biologiques par culture fixée (lits bactériens, disques biologiques, etc).

D'éliminer 30 à 35% de la DBO5 et 60% à 90% des matières décantables (pour une eau usée domestique) (Ladjel, 2006)

2.10.1.2.2. Coagulation-floculation

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

2.10.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique)

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries (Ladjel, 2006).

2.10.1.4. Le 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).

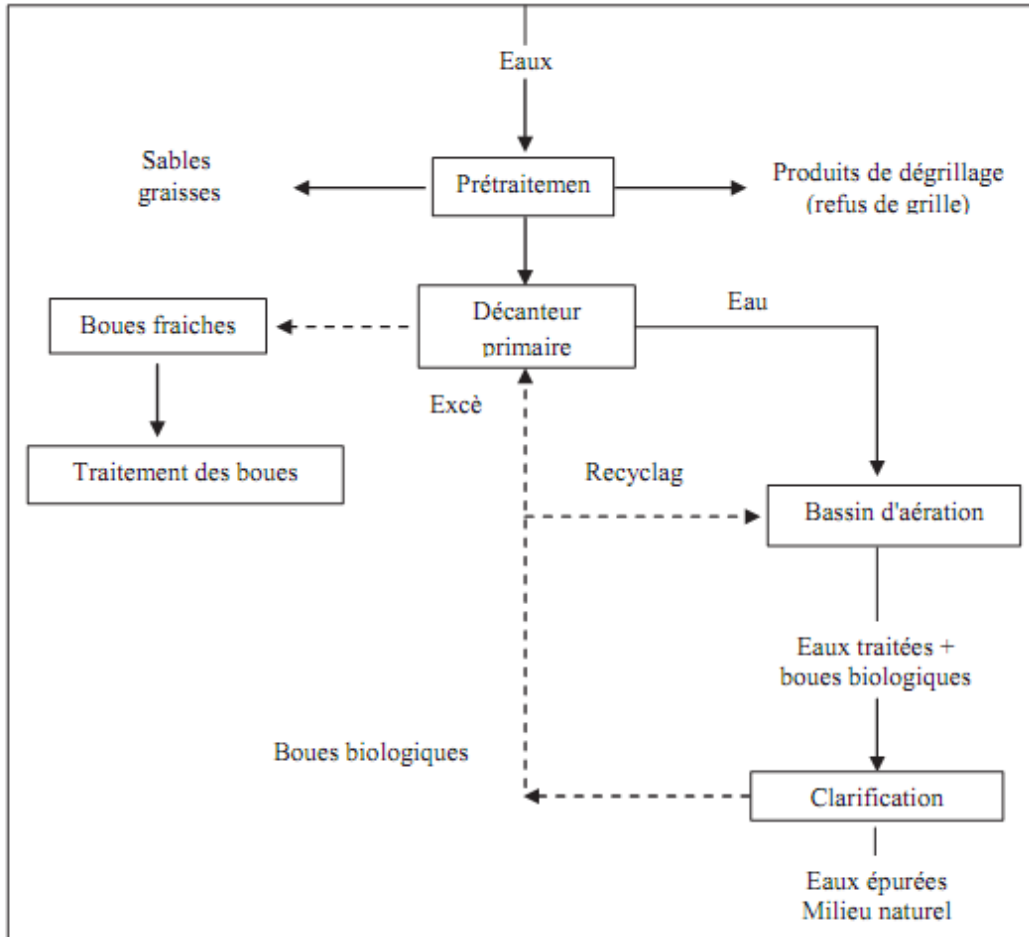


Fig. 17: Schéma du fonctionnement d'un traitement par boue activée (Ladjel, 2006)

2.10.1.5 Les différents procédés d'épuration biologiques

Parmi les traitements biologiques on distingue des procédés extensifs et intensifs.

2.10.1.5.1 Les procédés biologiques extensifs

Ce sont les procédés utilisant de grandes surfaces (lagunes, infiltration-percolation) s'appuyant sur les propriétés épuratrices d'un plan d'eau peu profond.

2.10.1.5.2 Les procédés biologiques intensifs

Ce sont les procédés regroupant des techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui consomment les matières polluantes.

Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels : les installations à cultures fixées, les installations à cultures libres.

2.10.1.5.2.1 Principe du procédé de 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).

2.11. La valorisation des bous des station dépurateur

Les stations d'épuration des eaux usées des villes produisent des boues qui peuvent être valorisées en agriculture sous certaines conditions. Compte tenu de l'augmentation prévisible du volume dans les prochaines années, cette filière devra se développer.

2.11.1 Les étapes de la valorisation agricole des boues de station d'épuration

Une étude préalable est indispensable au choix technique et économique d'une filière. Elle détermine les orientations et précède toute décision. Elle aboutit au plan d'épandage. Cette étude permet:

- D'apprécier la production de la station d'épuration, en qualité et quantité .
- De déterminer si ces boues peuvent être valorisées, notamment en examinant le rejet des industriels au réseau d'assainissement de la commune.
- D'analyser les contraintes présentées par l'environnement et l'agriculture locale.
- De proposer une carte d'aptitude de l'épandage avec les prescriptions d'utilisation des boues (doses, calendriers, fréquence de retour) .
- D'évaluer les cout d'investissement et de fonctionnement (stockage, transport épandage et suivi) .la signature d'une convention concrétise l'accord entre les

différentes partenaires et précise les missions, les engagements et les responsabilités de chacun .

- Des boues adaptées pour répondre aux souhaits des agricultures .on ne peut valoriser en agriculture que des boues provenant des stations dépurations qui n'acceptent pas de rejets dans leurs réseau contenant des produits nocifs ou dangereux (métaux lourds, la nécessité d'une police des réseaux usées).

pour satisfaire les agriculteurs , les matières d'ouvrages des stations dépurations doivent leur fournir des boues de qualité constante constatées de matière organique et minérales plus ou moins fermentescibles . A prés traitement des des eaux usées. Les boues extraites renferment 1 à 2 % de matières sèche. Elles sont alors partiellement déshydratées pour en faciliter le stockage et le transport.

2 .11.2. Production des boues résiduaires et les possibilités d'utilisation

Au niveau européen, la production de boues plus ou moins déshydratées devrait passer de 7 millions à 15-20 millions de tonnes si les directives sont réellement appliquées. En France, la production de boues plus ou moins déshydratées est estimée entre 700000 et 850000 tonnes (valeur exprimée en matières sèches). L'application des directives européennes sur l'assainissement devrait amener d'ici 10 ans, cette production de boues à 1300000 tonnes au moins.

Des directives européennes interdisant le rejet en mer ou la décharge à partir de 1998. Sauf à innover en matière de débouchés, il ne reste que l'épandage agricole ou l'incinération. L'épandage est jugé moins couteaux que l'incinération. Peut-on considéré cet épandage comme une "valorisation" ou comme une dispersion de déchets?

2 .11.3. Valeur fertilisante des boues

D'après 2.11.1, ce qui motive les agricultures à utiliser des boues d'épuration, c'est avant tout leur composition en matières fertilisantes : anhydrite phosphorique, chaux et, pour une moindre part, l'azote, la potasse, les matières organiques et les oligo-élément. Les agricultures qui utilisent régulièrement des boues n'ont plus besoin d'apporter d'anhydride phosphorique sous forme d'engrais sur les parcelles épandues. Ils sont aussi souvent tort intéressés par la présence de chaux à condition bien sûr que les sols ne soient pas déjà calcaires.

Chapitre III

matériel et méthodes

CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

3.1. Localisation et historique de la STEP

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



Photo 1 : photo de la station d'épuration de Touggourt.(TAREK et RACHID, 2015)



Fig. 18 : Positionnement de la station dans la commune de Tbesbest
(google earth.fr, 2015)

Elle a été mise en service le 20/11/1993, réhabilitée en 2003 et traite aujourd'hui une partie des eaux usées rejetées par la ville de Touggourt.

L'étude a été élaborée par le B.N.E.H (Bureau National Des Etudes Hydrauliques) et par S.E.E de la 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.

Elle est localisée selon les coordonnées suivantes :

Latitude : 33° 16' Nord.

- Longitude : 6° 04' Est.

Située au Nord Est la wilaya d'Ouargla.

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

3.1.1. Mode de réalisation:

Entreprise nationale : HYDRO-TRAITEMENT Alger

Début des travaux : Janvier 1990

Fin des travaux : Septembre 1991

Mise en service : Novembre 1993

Coût total de projet: 57.705.973,40 DA

Réhabilitée en 2003. L'exploitation et la gestionnaire par: Office National D'assainissement ONA 17/04/2005 jusqu'à ce jour.

3.1.2. Données techniques

C'est une station d'épuration à boues activées, prévue pour 62500 équivalents habitants &(S.T.E.P Touggourt, 2014)

La capacité nominale de traitement et qualité requise des eaux usées avant traitement sont :

Débit moyen: 9 360 m³ /j ;

Débit de pointe: 3 90 m³/h ;

Demande biologique en oxygène(DBO): 54g/habitant ;

Charge moyenne de DBO/j: 3 375kg/j ;

Charge moyenne de DCO/j: 5 625kg/j (S.T.E.P Touggourt, 2014).

3.1.3. Etapes de traitement

Le processus de traitement comporte les étapes suivantes:

- 1- Criblage grossier à l'aide de dégrilleur 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.

3.2. Equipement de la station

3.2.1. Dégrillage mécanique

Ce dégrillage prendra place dans 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 de canal : 800 mm.
- Espace entre barreaux: 20mm.
- Hauteur d'eau : 400 mm.
- Epaisseur des barreaux: 20mm
- Surface mouillée : 0.32 m
- Angle d'inclinaison: 60°



R. T

Photo 2: Degrilleur mécanique.

3.2.2. 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 3: Dessablage-déshuilage .

3.2.3. 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 : 3375 kg/j
- capacité totale 7 200 m³
- Longueur : 40m - Largeur: 20m - Profondeur d'eau : 4.5 m
- 4 aérateurs de 45 KW- capacité d'aération 80 kg O2/h.
- Temps de passage moyen : 18.5 h - Vitesse entrée/sortie : 1450/31 tour/min



Photo 4: Bassin d aeration.

3.2.4. Clarification (Décanteur secondaire)

L'eau décantée est évacuée par des lames déversantes crantées 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
- Surface unitaire : 452 m²
- Temps de passage moyen : 3.5 h
- Diamètre extérieur : 24 m
- Volume cylindrique : 1175 m³



Photo 5: Décanteur.

3.2.5. 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
- Volume utile : 278.8 m³
- Temps de séjour : 27 min



Photo 6: Bassin de chloration.

3.2.6. Epaisseur de boues

Les boues en excès subissent l'épaississement avant d'être séchées. L'épaississement, dont l'objectif premier est d'augmenter la concentration des boues en vue de les rendre plus pelle tables.

- Débit de pompe : 20 m³/h
- Hauteur deau périphérie : 4 m
- Profondeur conique : 0.5 m
- Volume : 208 m³
- Vitesse de rotation : 450 T/min
- Hauteur cylindrique : 4.3 m
- Diamètre : 8 m
- Surface : 50 m²
- Temps de stockage : 3.3 jour
- Volume de bous épaissies : 62.5 m³/j



Photo 7: Epaisseur de boues.

3.2.7. Retour des boues

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

- Hauteur de relevage : 1.05 m
- Angle : 30°
- Diamètre 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. Lits de séchage des boues

Il existe 16 lits de séchage d'une surface totale de 3 200 m².



Photo 9: lit de séchage.

3.3. Procédé de fonctionnement de la station

Le procédé de fonctionnement utilisé dans notre station est type biologique (par boues activées). 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 décantée est évacuée par une pompe portée par pont racleur qui fait le va et vient, les huiles son piégées dans une zone de tranquillisation à partir de laquelle sont racleés en surface pour être récupérées dans un conteneur 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 minéralisées.
- L'eau aérée est transverse vers les deux décanteurs.
- Dans les bassin de décantation se trouvent les matières en suspension, qui sont à la fois minérales et organiques.
- Ces matières contiennent de la biomasse qui doit être recerclée afin que soit maintenu dans les bassin d'aération une concentration en matière sèche proche de 6 KG (6 g/l).
- Au bout 6 heures l'eau se trouve presque complètement décantée soit une réduction de 99.5 %, l'eau décantée passe de 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 son dites boues secondaire; la plus grande partie des boues de recirculation est recyclée vers les bassin d'aération, l'autre partir dite boues en excès est pompée vers l'épaisseur.
- La recirculation est assurée par 02 vis d'Archimède de 500 m³/h.
- Les boues en excès sont envoyées vers l'épaisseur par pompage de 23m³/h.
- Les bous en excès subissent un épaissement avant d'être séchées, l'objectif première est d'augment la concentration des boues en vie de rendre plus Pell table. Après épaissement, les boues sont transférées vers les lits de séchage par une pompe ; le séchage s'effectue dans 16 lits, les boues exposées a l'air libre subissent une double déshydratation ; par drainage et évaporation.

3.4. Méthodes dépuraton et de traitement des eaux résiduaires

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 list bactériens les lagunes d'oxydations, l'épuration par le sol et le système des boues activées. Dans le cas de notre étude, le procédé d'épuration est le boue activée. 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 flocs 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 floculés suffisamment long (Degremont, 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. Laboratoire d'analyse des eaux usées :

3.5.1. Introduction :

Le but d'analyse des eaux usées urbaines est d'apprécier la qualité de ces eaux, autrement dit ; déterminer les différents paramètres physico-chimiques et biologiques. Cette étape est indispensable car elle nous aide à 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.

3.5.2. Laboratoire :

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

3.5.3. 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.

3.5.3.1. Prélèvement et échantillonnage de l'eau:

Le prélèvement d'un échantillon d'eau conditionne les résultats analytiques et les interprétations pour ne pas y modifier les caractéristiques physicochimiques d'eau. (Amouria et Medjouri, 2007).

Dans notre cas, nous avons effectué le prélèvement de l'échantillon d'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt. L'opération s'est faite manuellement à l'aide d'un petit récipient qui est ensuite transvasé dans des bouteilles avant de prendre l'échantillon au laboratoire de la station d'épuration pour effectuer les analyses appropriées .

La fréquence d'échantillonnage est de l'ordre d'une à deux fois par semaine pour les analyses de : DBO, DCO, NO₂⁻, NO₃⁻ .



Photo 10: échantillon d'eau pour les analyses

3.5.3.2. Les matériels :

Tableau 3 : 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 |

3.6. Analyse d'urbanisme

3. 6.1. 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 188 322 habitants pour l'année 2009. On utilise la loi des intérêts (S.T.E.P. Touggourt, 2009) pour estimer le nombre d'habitants en 2013.

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

P_n = population à l'horizon future

P_0 = population de l'année de référence (2009).

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

N : nombre d'années séparant les horizons .

On aura :

$$P_{(2013)} = 219886 \text{ hab.}$$

3.6.1.1. Réseau d'alimentation en eau potable

La commune de Touggourt renferme des potentialités en eau souterraine très importantes comme réserve d'eau, surtout la nappe moi-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 Sidi Slimane sont estimées à 200 l/hab./J pour le long terme

3.6.1.2. Evaluation du débit

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

$$Q_{usée} = Q_{dom} + Q_{éq}$$

$Q_{usée}$: débit d'eau usée .

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

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

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 188322 . Pour l'année 2009

Calcul :

$$Q_{dom} = 0.7 \times 200 \times 10^{-3} \times 219886 \rightarrow Q_{dom} = 30784.04 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{éq} = 30 \times 30784.04 / 100 = 9235.212 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{usée}} = Q_{\text{ég}} + Q_{\text{dom}} = 30784.04 + 9235.212$$

$$Q_{\text{usée}} = 40019.252 \text{ m}^3/\text{j}$$

3.6.1.2.1. Débit moyen horaire Q_m

Le débit moyen horaire Q_m est donné par la formule suivante :

$$Q_m = Q_{\text{usée}} / 24$$

$$Q_m = 40019.252 / 24 = 1667.46 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_m = 1405 \times 1000 / 3600 = 463.185 \text{ L/S}$$

3.6.1.2.2. Calcul des charges polluantes

3.6.1.2.2. 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, sera :

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

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

$$\text{DBO5T} = 54 \times 10^{-3} \times 219886 = 11873.84 \text{ Kg/J}$$

3.6.1.2.3. Concentration de la DBO5 en mg/L:

$$[\text{DBO5}] = \text{DBO5T} / Q_{\text{usée}}$$

S_0 = concentration du DBO5 (en mg) par litre

$$[\text{DBO5}] = 11873.84 \times 10^6 / 40019.252 \times 10^3 = 296.70 \text{ mg/l}$$

3.6.1.2.4. Les 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 sera

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

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

$$\text{M.E.ST} = 70 \times 10^{-3} \times 219886 = 15392.02 \text{ kg /J}$$

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

$$[\text{M.E.S}] = \text{M.E.S} / Q_{\text{usée}}$$

$$[\text{M.E.S}] = 15392.02 \times 10^6 \times 40019.252 \times 10^3 = 384.61 \text{ mg/l}$$

3.6.1.2.6. Les 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 seront :

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

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

$$\text{D.C.O} : 90 \times 219886 \times 10^{-3} = 19789.74 \text{ kg/j}$$

Concentration du DCO en mg/l

$$[D.C.O.] = D.C.O./ Q \text{ usée}$$

$$[D.C.O.] = 19789.74 \times 10^6 / 40019.252 \times 10^3 = 494,50 \text{ mg/L}$$

Tableau 4 : comparaison entre capacité de la station et les rejets de Touggourt

| 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 |

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 l'un tiers (1/3) des eaux polluée 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.

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

Les paramètres essentiels qui prirent 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).

3.6.3. Rôles des station d'épuration

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).

Chapitre IV

partie expérimentale

Chapitre IV: partie expérimentale

4. 1 Les analyses physico-chimiques :

** 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'aire et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde.

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



Photo 11: PH mètre pour mesurer la température.

** Potentiel hydrogéné (pH) :

Le PH est relatif la concentration en ions (H^+) dans un milieu, donc à l'acidité de ce milieu. En absence d'influences externes le pH est le reflet des équilibres entre les espèces chimiques majeurs du milieu mais il est également l'indicateur de certaine pollution directe ou indirecte. En retour, il influence de nombreux processus chimiques

ou biologiques en régulant, d'une part les concentrations ou la spéciation d'espèces mineurs telle que les métaux (précipitation, dissolution, complexations) d'autre part, les réactions enzymatiques très sensibles à de petites variations de ce facteur, la plus part des bactéries vivent à pH entre 6.5 – 8.5, par contre les moisissures vivent en milieu acide, pH inférieur à 5. Le pH est déterminé à l'aide d'un pH mètre. La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil.



Photo 12: pH mètre pour mesurer le pH.

** 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 cm² 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 (μS/cm). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

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

- Matériel : Conductivimètre
- Mode opératoire : d'une façon générale, 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 13 : Conductivitémètre.

** 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 bécher.

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



Photo 14 : Oxymètre.

»» **Détermination** la NO_2 , NO_3 , PO_4

- Appareillage : spectrophotomètre
- Mode opératoire : on vers 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 15: DR 3900™ spectrophotomètre.

4. 2. Les analyses biochimiques :

** La matière en suspension (MES)

La détermination de la matière en suspension dans l'eau s'effectue par filtration et par centrifugation.

La méthode par filtration est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales pour être filtrées de bonne condition, en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure.

Méthode par centrifugation :

L'eau est centrifugée à 1600 tr/mn pendant 10 à 15 mn le calot est recueilli, séché à 105 °C et laissé refroidir ou dessiccateur et pesé.

• Expression des résultats

La teneur de l'eau en matière en suspension mg/l est donnée par l'expression

$$[(M1 - M2) / v] \cdot 1000 \text{ mg/l}$$

- M1 : la masse de capsule vide
- M2 : la masse de capsule pleine après dessiccation à 105 °C
- V : le volume d'eau traité en ml

• Matériels spéciaux

- Centrifugeuse susceptible de 2000tr/mn avec pots.
- Capsule en porcelaine.



Distillateur



Plaque chauffante

Photo 16: les appareils utilisés pour la détermination de MES.

»» Détermination de DCO

- Appareillage : réacteur, spectrophotomètre DREL/820

Adaptation de tube DCO sur DREL/820

- 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 17: la DCO-mètre.

**** Mesure de la DBO5 :**

La DBO5 des eaux usées est un critère largement employé comme indicateur de la matière organique qui peut être décomposée par action microbienne dans une période et une température de 20 °C. Le teste de la DBO5 est largement utilisé par les organismes de contrôle afin d'évaluer l'efficacité de leur station de traitement. Il repose sur la mesure de l'oxygène consommé dans un échantillon d'eau et de ces dilutions pour dégradé la pollution initiale par voie biologique. L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo staté est mis à incuber en présence d'air. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissout dans l'air d'un récipient fermé. Généralement l'intervalle de temps limité a 5 jours.



Photo 18: DBO mètre pour la détermination de DBO5.

• **Mode opératoire :**

Suivant la charge, on procède par l'une des méthodes suivantes :

Pour une charge de 200 à 400, on prend un échantillon de 164 ml d'eau à analyser, cette quantité est introduite dans des flacons DBO ambré de 500 ml. Pour une charge de 40 à 200, on prend un échantillon de 250 ml d'eau à analyser, cette quantité est introduite dans des flacons DBO ambré de 500 ml. Pour une charge de 0 à 40, on prend un échantillon de 432 ml d'eau à analyser, cette quantité est introduite dans des flacons DBO ambré de 500 ml. Les flacons sont placés sur l'appareil connecté par leurs bouchons aux capteurs de pression.

La consommation d'oxygène induit une production de CO₂ par les micro-organismes qui oxydent les matières organiques et doit être éliminé du système de manière à ce que la différence de pression mesurée dans le système soit seulement proportionnelle à la quantité d'oxygène utilisé. Des cristaux d'hydroxyde de lithium placés dans la coupole de chaque flacon absorbent le gaz carbonique. Le tout est laissé pendant 5 jours à l'obscurité et à une température de 20 °C. La période de mesure pendant l'échantillon

est continuellement agité. L'agitation aide le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon et permet de simuler des conditions naturelles.

La dépression est enregistrée par nanomètre.

La variation de pression est convertie en DBO en mg/l pour obtenir les résultats :

- _ on multiplie par 10 pour une charge allant de 200 à 400.
- _ on multiplie par 5 pour une charge allant de 40 à 200.
- _ on multiplie par 1 pour une charge allant de 0 à 40.

4.3. 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 ont été 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.

Avant d'effectuer aucune analyse nous avons préparé des dilutions des solutions mères. Toutes les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau de laboratoire microbiologique de l'hôpital SLIMANE AMIRAT de Touggourt.

4.3.1. Préparation des dilutions :

On prélève dans les meilleures conditions d'asepsie 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} .

4.8.4.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

La méthode utilisée pour cette recherche est la méthode de détermination du nombre le plus probable (NPP) par inoculation de tubes en milieux liquides (fermentation en tubes multiples) (Rodier et al. 2005).

Il s'agit d'un ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série de tubes (série de 3) contenant un milieu de culture non véritablement sélectif mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz (Rodier et al, 2005).

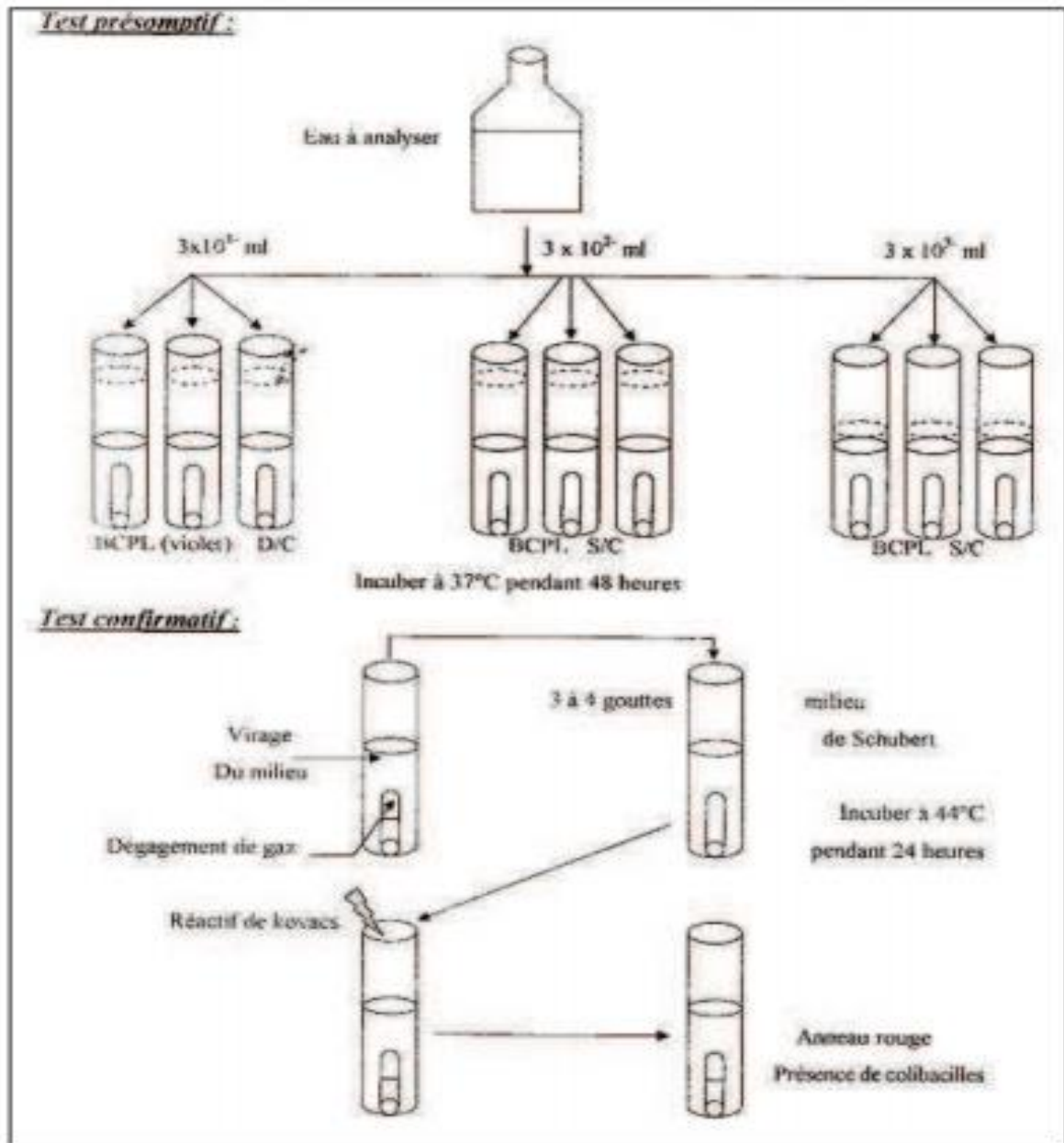


Fig. 13 : recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Amouria et medjouri, 2007).

4.3.2. Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux :

Nous avons utilisé la même méthode que précédente avec des milieux spécifiques pour les streptocoques (Rodier et al. 2005).

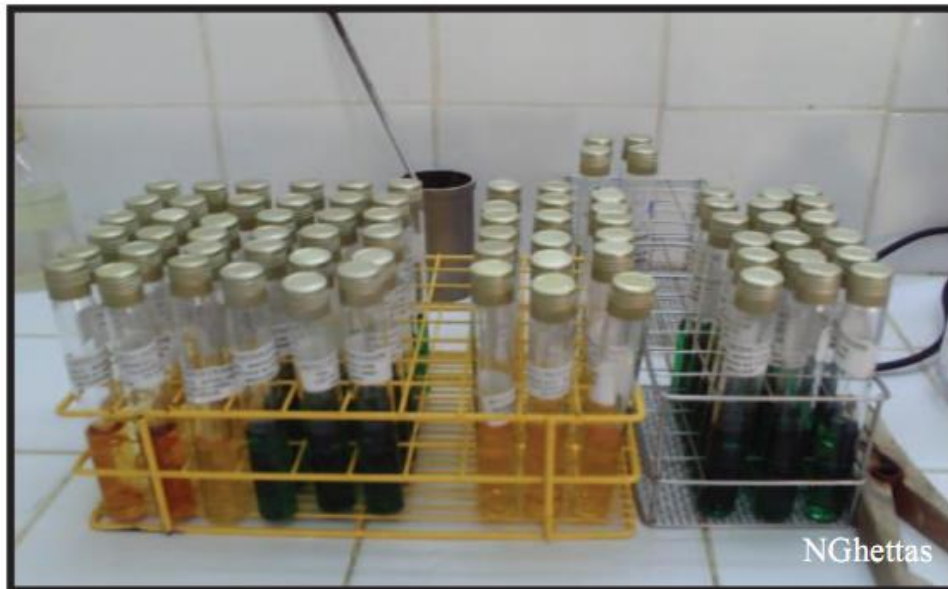


Photo 19 : Recherche des streptocoques et coliformes par méthodes de 3 tubes Dilution.

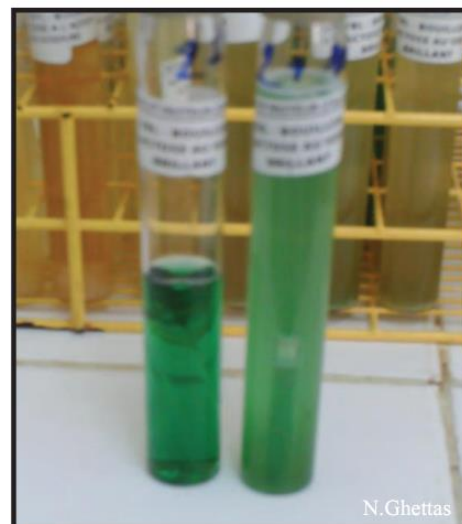
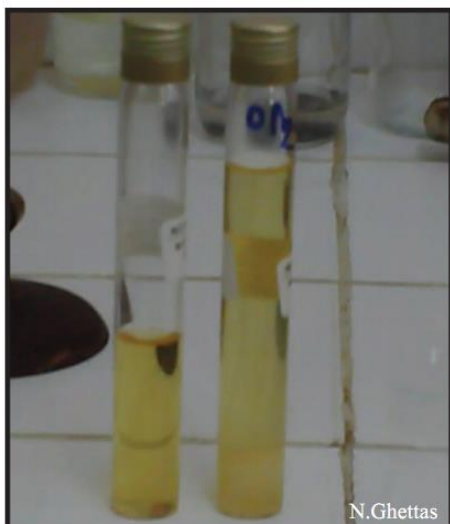


Photo 20 : Comparaison entre deux tubes dont l'un est positif et l'autre négatif

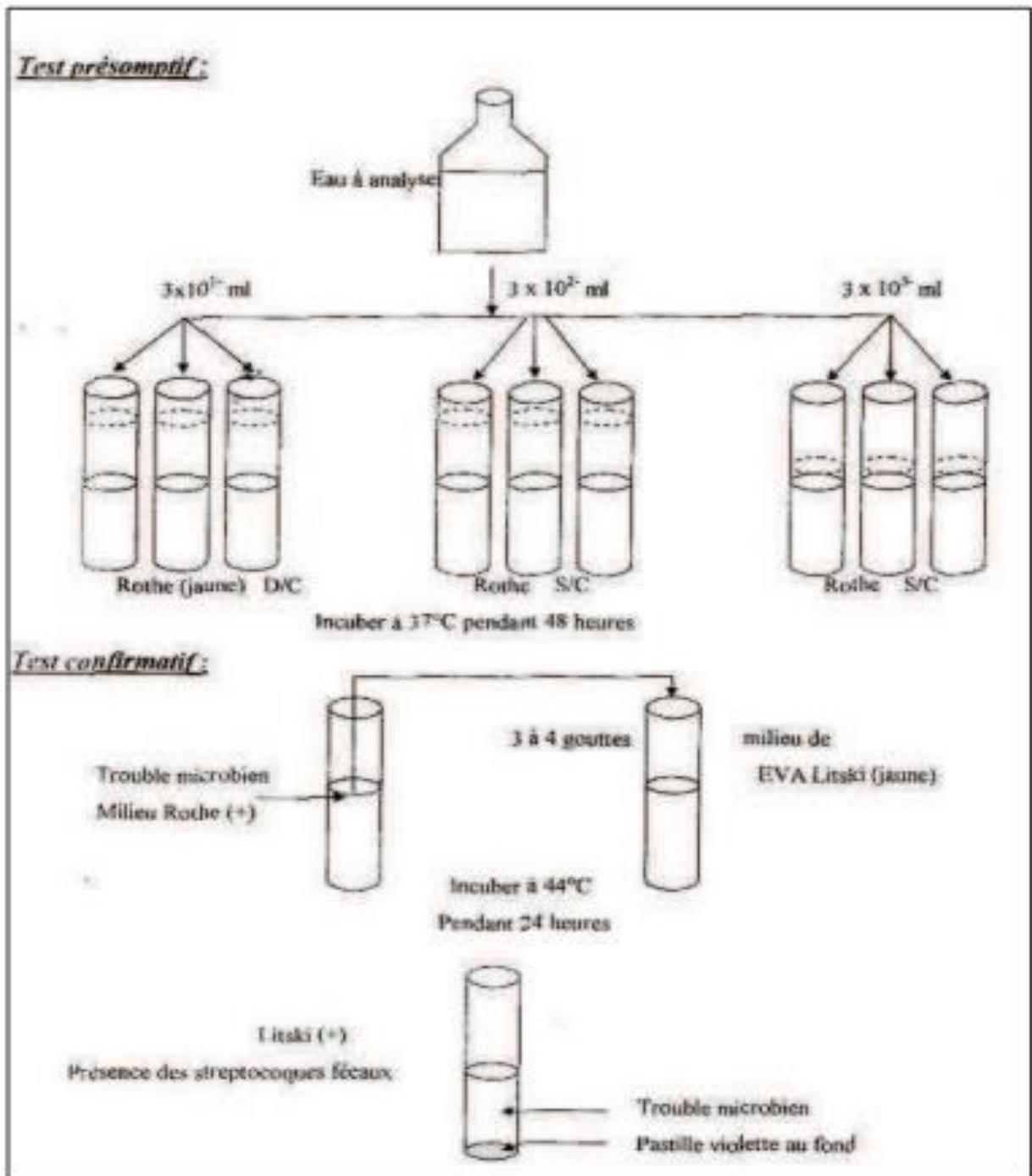


Fig. 14 : Recherche des Streptocoques fécaux (Amouria et Medjouri, 2007).

4.3.3. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :

Pour ce genre de bactéries on effectue la méthode par incorporation en gélose (Rodier et al. 2005).

Après destruction des formes végétatives par chauffage à 80 °C, l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu, régénéré et additionné de sulfite de sodium et

de sel de fer. La composition du milieu est établie pour tenir compte d'un volume déterminé d'eau incorporé. (Rodier et al. 2005).



photo 21 : Recherche du clostridium sulfito réducteur (addition du VF).

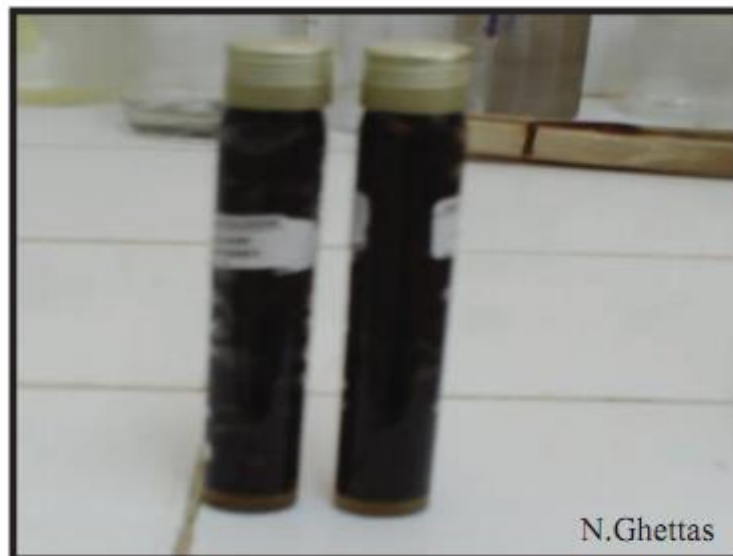


photo 22 : Deux tubes positifs de clostridium sulfito réducteur.

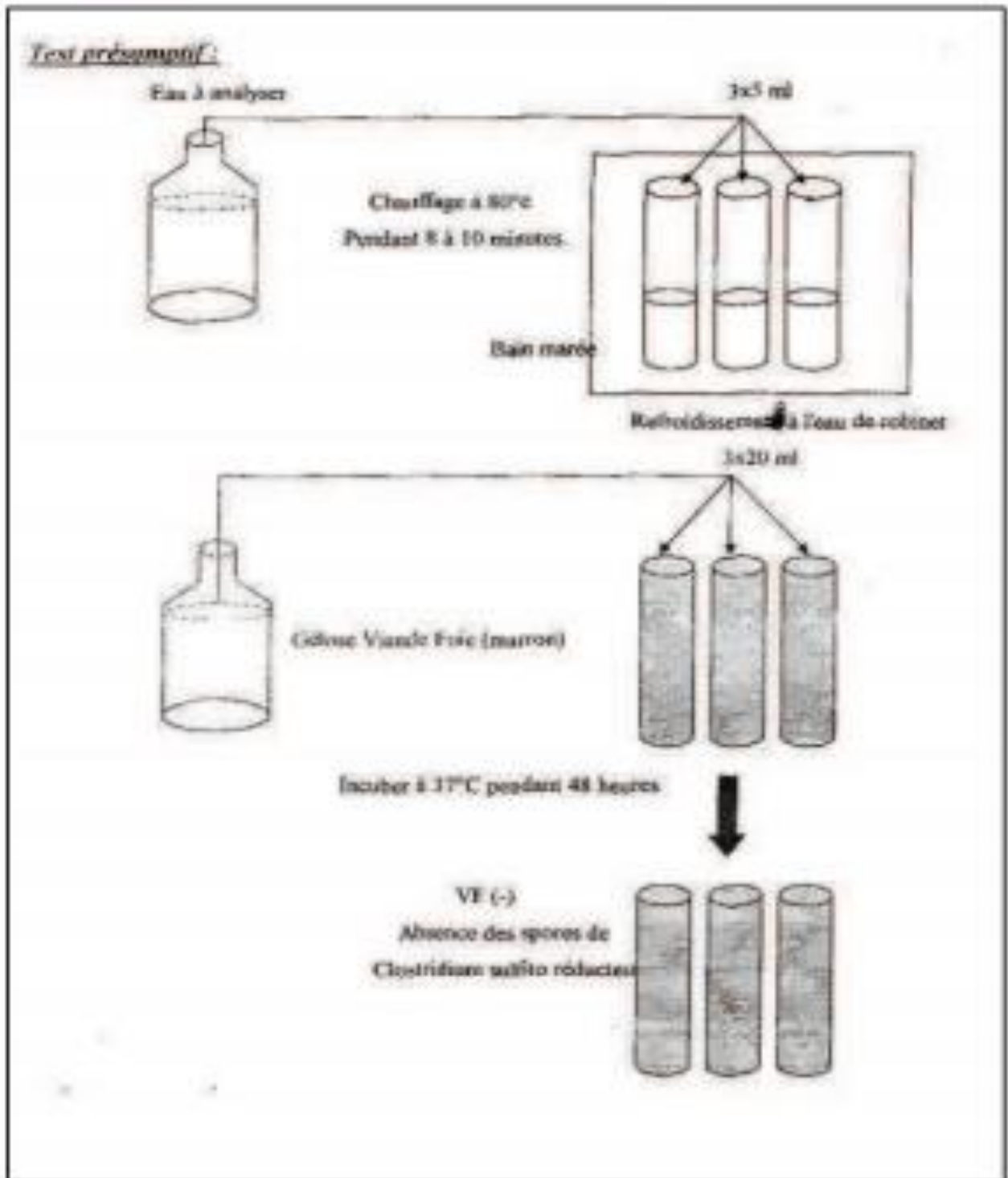


Fig. 15 : Recherches de *Clostridium sulfito-réducteurs* (Amouria et Medjouri, 2007).

4.3.4 Recherche de *Salmonella typhi* :

Un très grand nombre de méthode de recherche sur divers types de milieux sont disponibles. La recherche dans l'eau doit habituellement inclure une hase de pré-

enrichissement, de sélection puis de confirmation . Dans notre cas nous avons utilisé le bouillon au sélénite à l'acide de sodium SFB"(Amouria et Medjouri, 2007) .



Photo 23 : Boite de milieu de culture SS après incubation (les colonies visibles



Photo 24 : Ensemencement dans le milieu TSI

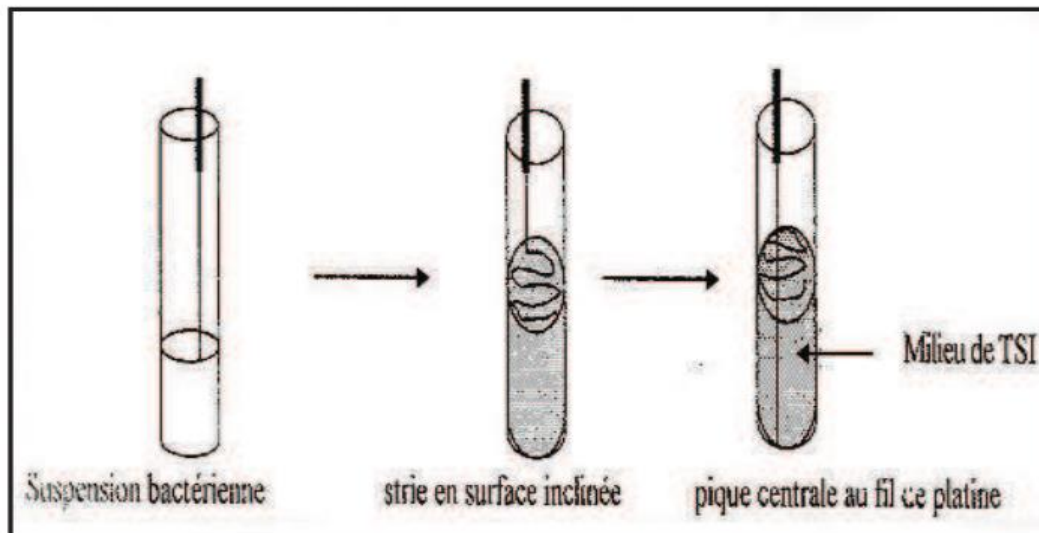


Fig. 16: Technique d'incubation du milieu TSI (Amouria et Medjouri, 2007)

4.3.5 Recherche des staphylocoques totaux et fécaux:

On a utilisé la même méthode que les coliformes et streptocoques. (Rodier et al. 2005).

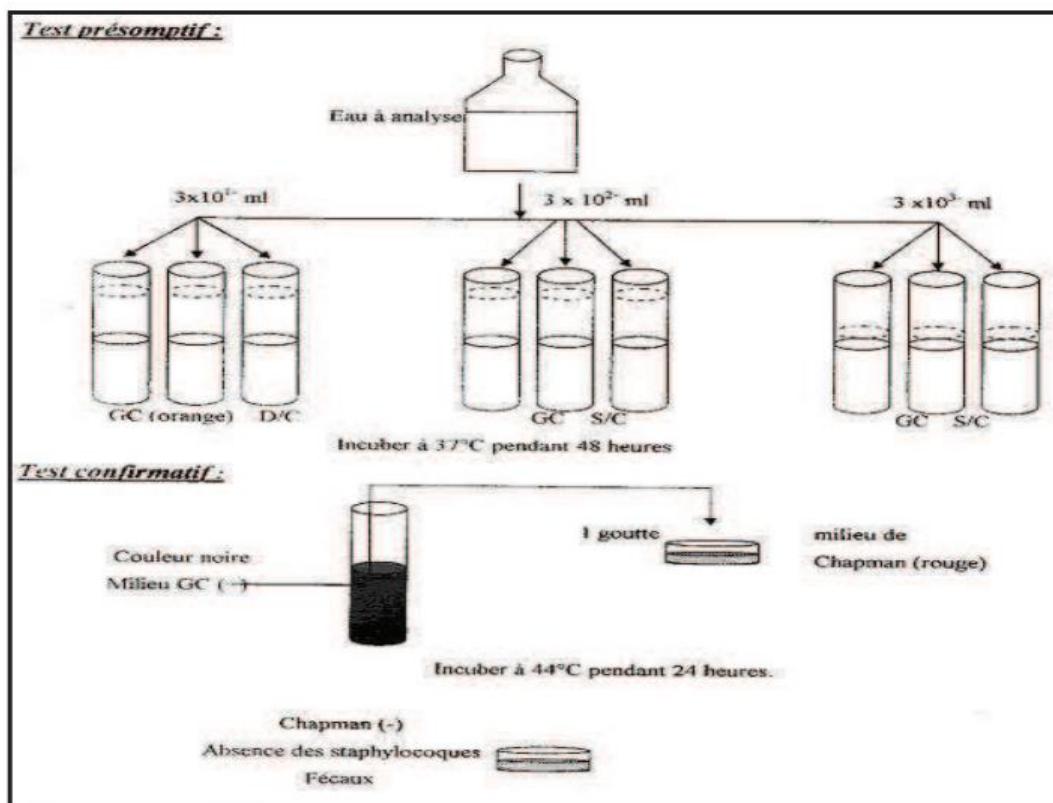


Fig. 17: Recherche des Staphylocoques fécaux (Amouria et Medjouri, 2007)

Résultats et Discussion

4.2 Les résultats d'analyses physicochimiques :

La réutilisation des eaux usées épurées dans les différents domaines notamment a ses bénéfices sur le plan économique, en revanche, elle a ses inconvénients surtout sur la santé des utilisateurs de ces eaux.

Nous étudierons dans cette partie la qualité de l'eau traitée dans la station d'épuration des eaux usées de Touggourt .

Afin de déterminer la qualité des eaux usées de la station d'épuration de Touggourt, nous avons effectué des analyses de différents paramètres de pollution dans la station .

Les tableaux bruts des résultats d'analyses sont présentés en annexes.

4.2.1 La demande biologique en oxygène:

La dégradation biochimique de l'oxygène mesure la quantité nécessaire pour la destruction des matières organiques, avec le concours de microorganismes. Elle a pour but l'évaluation du degré de la pollution organique de l'eau.

La dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protéiques des matières organiques se traduit, dans un premier temps, par une décomposition des chaînes carbonées. Celle-ci commence immédiatement et dure environ 20 jours à la température de 20°C,

Par contre le début de la transformation des matières azotées n'apparaît qu'après une dizaine de jours et demande beaucoup plus de temps. Dans ces conditions, il a été conventionnellement retenu d'exprimer la DBO5 en milligrammes d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20°C.

D'après les résultats obtenus (annexe N°13-14-15-16-17-18), nous remarquons que toutes les mesures des eaux traitées respectent les normes de rejets des installations de déversement industrielles (40 mg/l) (Journal Officiel de l'Algérie, 2005) (voir

annexe 18). En comparant entre les valeurs de DBO5 des eaux brutes et celles traitées nous remarquons une bonne élimination de cette pollution organique. La moyenne obtenue pour les eaux brutes est de 324 mg/l (annexes, tableau 13-14-15-16-17-18), celle des eaux traitées est de 6.2 mg/l. Ce qui signifie une moyenne de rendement égale à 98,2%. Nous signalons que le rendement de l'épuration de cette charge organique varie en fonction de certains facteurs : temps, saison, nature de rejets (urbain et/ou industriel).

Les figures ci-dessous présentent l'évolution des teneurs du DBO5 en fonction du temps. Nous remarquons une même allure pour les deux courbes avec des valeurs plus ou moins proches dans chaque qualité d'eau. La variation des teneurs n'est pas très forte. Cela peut être dû à l'activité biologique qui paraît constante et qui influe sur la variation des autres paramètres qui n'ont pas subi des grandes variations car les périodes de prélèvements ne sont pas très éloignées dans le temps les unes des autres.

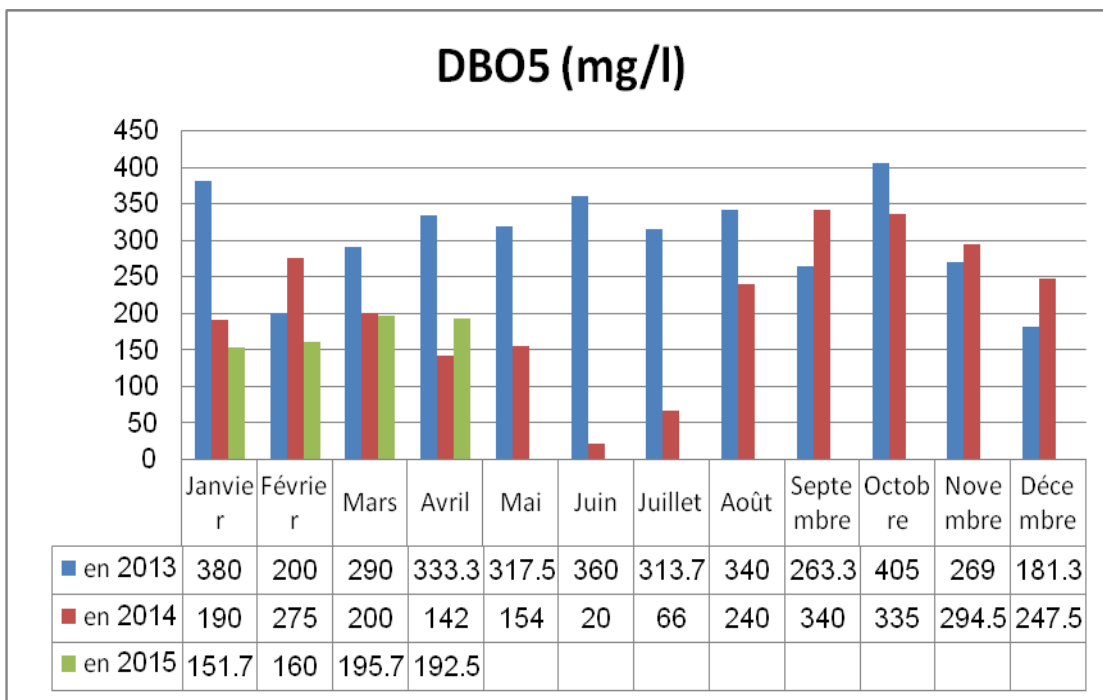


Fig. 18.1: Evolution de la DBO₅ des eaux brutes dans le temps

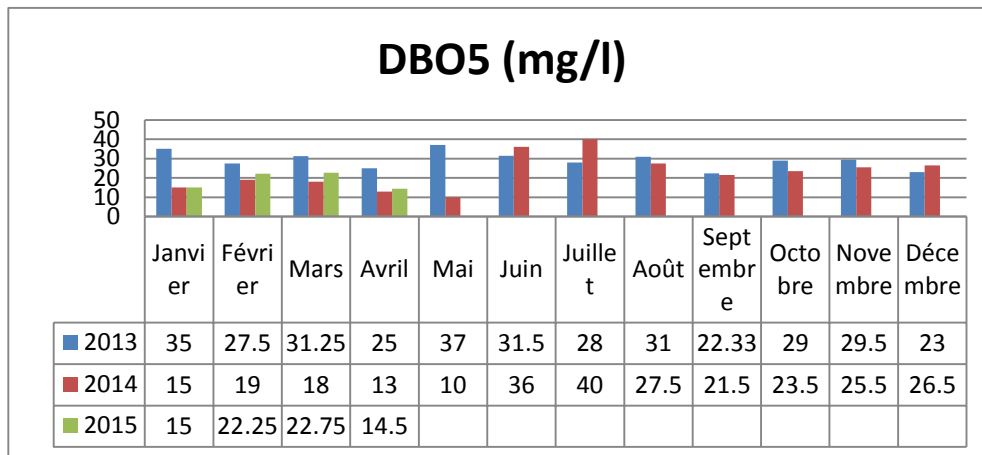


Fig. 18.2: Evolution de la DBO₅ des eaux traitées dans le temps

4.2.2. La demande chimique en oxygène

Dans les conditions expérimentales définies par la méthodologie, la DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires. Etant donné les conditions opératoires (température), le pouvoir oxydant du réactif ($K^2Cr^2O^7$) et l'emploi d'un catalyseur (Ag^2SO^4), les résultats sont plus élevés que celles obtenus avec le permanganate de potassium. Cependant d'une façon générale, les composés azotés ainsi que certains noyaux aromatiques et certaines chaînes aliphatiques peuvent échapper à l'oxydation (Rodier et al. 2005).

Les mesures effectuées pour les eaux traitées montrent que les valeurs de ce paramètre sont respectables à la norme du journal officiel (120 mg/l).

Par comparaison entre les valeurs des eaux brutes (voir tab13-14-15-16-17-18 dans l'annexe) qui ont une moyenne de 275.47 mg/l et celles des eaux traitées, de l'ordre de 18.30 mg/l (annexe 14), nous notons un bon rendement qui a une moyenne de l'ordre de 94.68%. Ceci dénote l'efficacité du traitement secondaire de la station dans l'élimination de cette pollution chimique .

Les figures ci-dessous montrent une même allure. Les teneurs du DCO ont une même tendance de devenir importante dans les derniers prélèvements. Nous remarquons que les valeurs les plus élevées correspondent aux jours de fin de semaine,

c'est à dire aux débits les plus importants des effluents. Notant aussi que l'abattoir de Touggourt fait partie du réseau de la station dont les jours de l'abattage correspondent aux valeurs les plus importantes de la DCO .

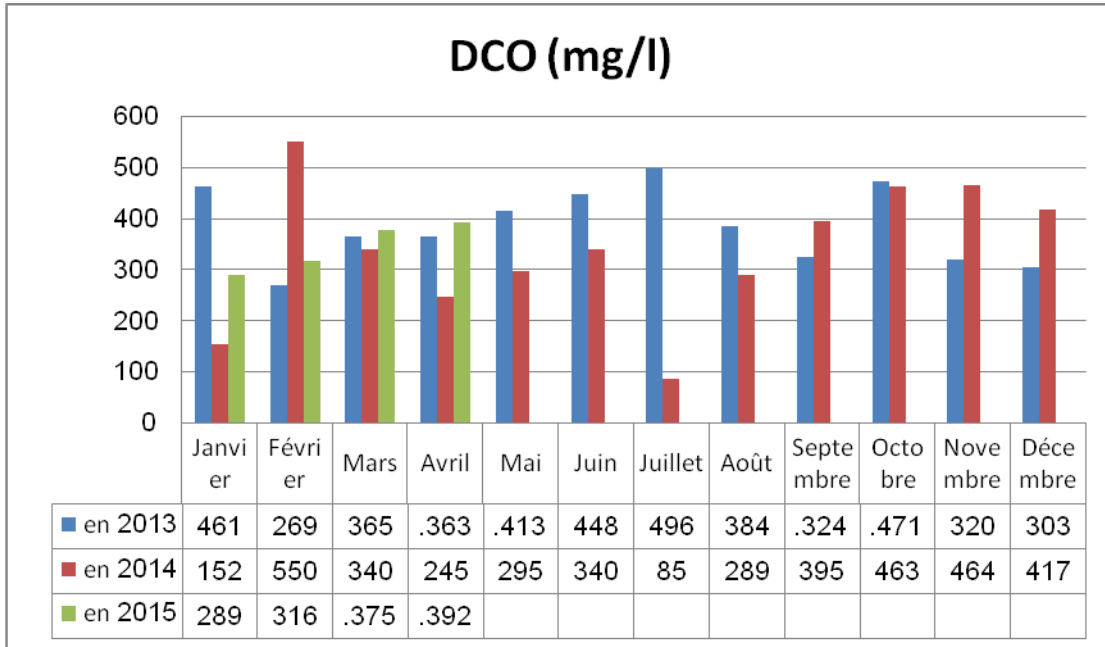


Fig. 19.1: Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps

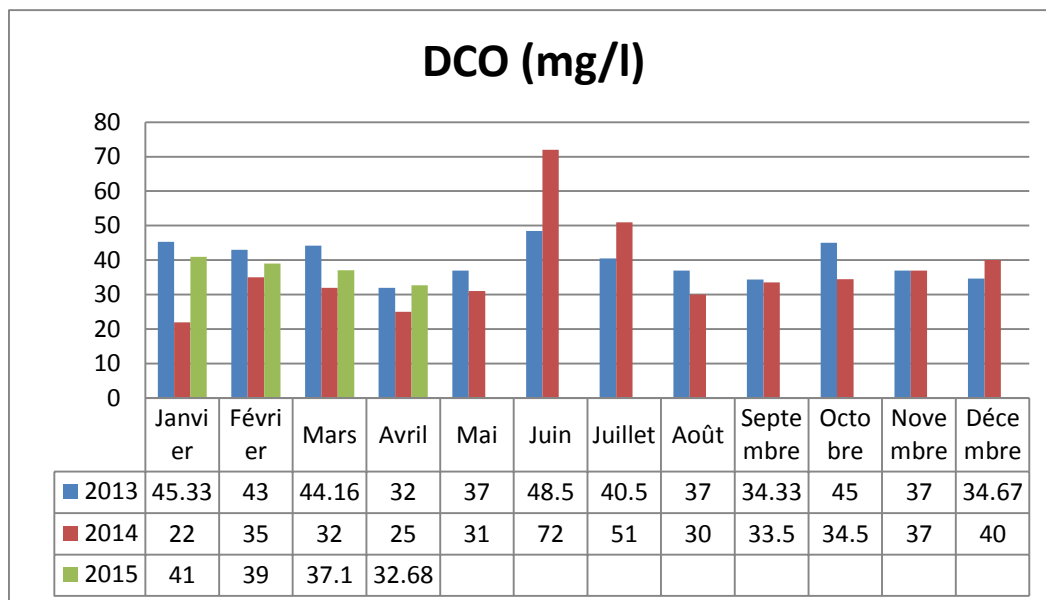


Fig. 19.2: Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps

4.2.3. Les MES :

L'intérêt de détermination des MES à la sortie de la STEP est de vérifier la conformité aux normes de rejet en MES selon les normes nationales (30 mg/l).

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau (sable, boues, particules organiques, plancton, etc.); elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets, etc. (Rodier et al. 2005).

Des teneurs plus élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous, compromettre le développement des œufs, réduire le stock de nourriture disponible et limiter ainsi le développement ichthyologique en créant des déséquilibre entre les diverses espèces. L'asphyxie des poissons, par colmatage des branchies, est souvent la conséquence d'une teneur élevée des matières en suspension (Rodier et al. 2005).

En comparant les moyennes obtenues des MES des eaux brutes (605.61mg/l) à celles des eaux traitées (26.4 mg/l) nous remarquons l'importance du rendement du traitement (95.27%) ; les valeurs des eaux traitées sont inférieures aux normes tracées dans le journal officiel .

D'après les figures suivantes, nous trouvons une même allure pour les deux graphiques et une même tendance de variation. Les valeurs maximales et minimales des M.E.S. brutes sont successives, cela peut être interprété par un apport externe important au niveau des matières en suspension par les vents par exemple.

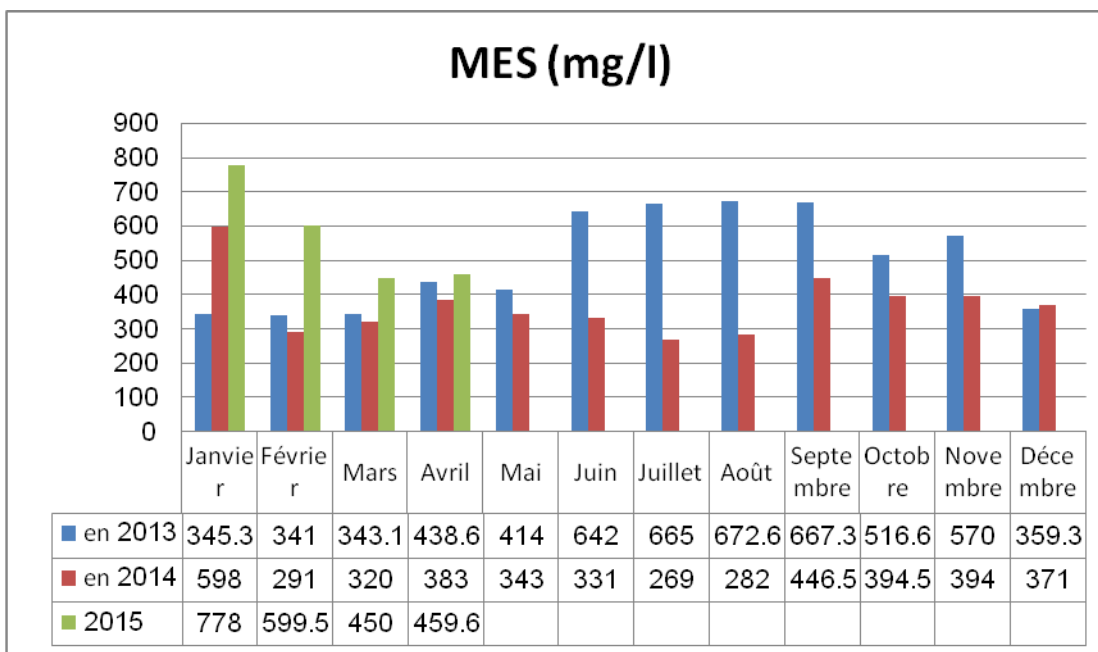


Fig. 20.1: Evolution des MES des eaux brutes dans le temps

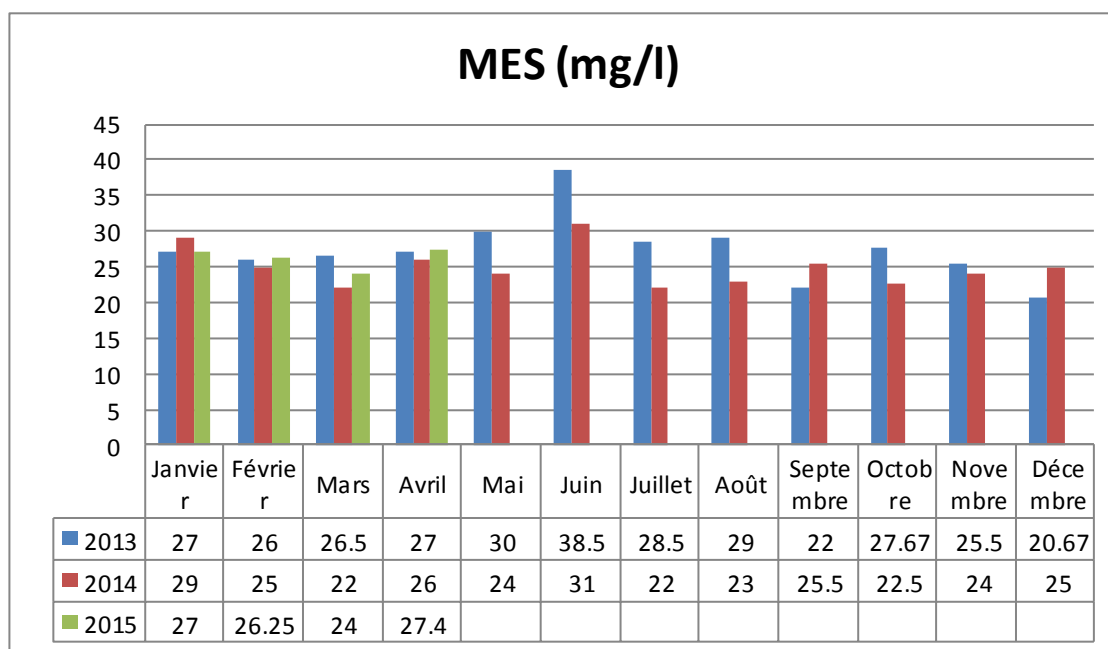


Fig. 20.2: Evolution des MES des eaux traitées dans le temps

4.3.4. Les nitrites :

Pour l'interprétation des résultats de nitrites, il est nécessaire de tenir en compte les teneurs de nitrates, d'azote ammoniacal et de matière organique. Les nitrates proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant

pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Mekkoui et Hamdi, 2006).

Du point de vue de la toxicité qui est très significative en raison de leur pouvoir oxydant, il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates. La salive contiendrait de 6 à 15 mg/l de nitrites; par ailleurs, ceux-ci inhiberaient l'activité biologique de certaines vitamines (A, E, B6 ...). Il semblerait que certains types de cancers (voies digestives supérieures, foie) peuvent avoir pour origine la présence de nitrosamines dans l'alimentation (Rodier et al. 2005).

Les résultats des eaux traitées obtenues en nitrites sont très faibles. Les valeurs oscillent entre 0.08 mg/l et 0.1 mg/l avec une moyenne de 0.13 mg/l, ce qui signifie l'efficacité du traitement biologique dans les bassins. Les résultats des rendements prouvent cette efficacité dont la moyenne générale est de 88.66%.

Les figures 21.1 et 21.2 montrent une évolution similaire des teneurs en nitrites avant et après traitement.

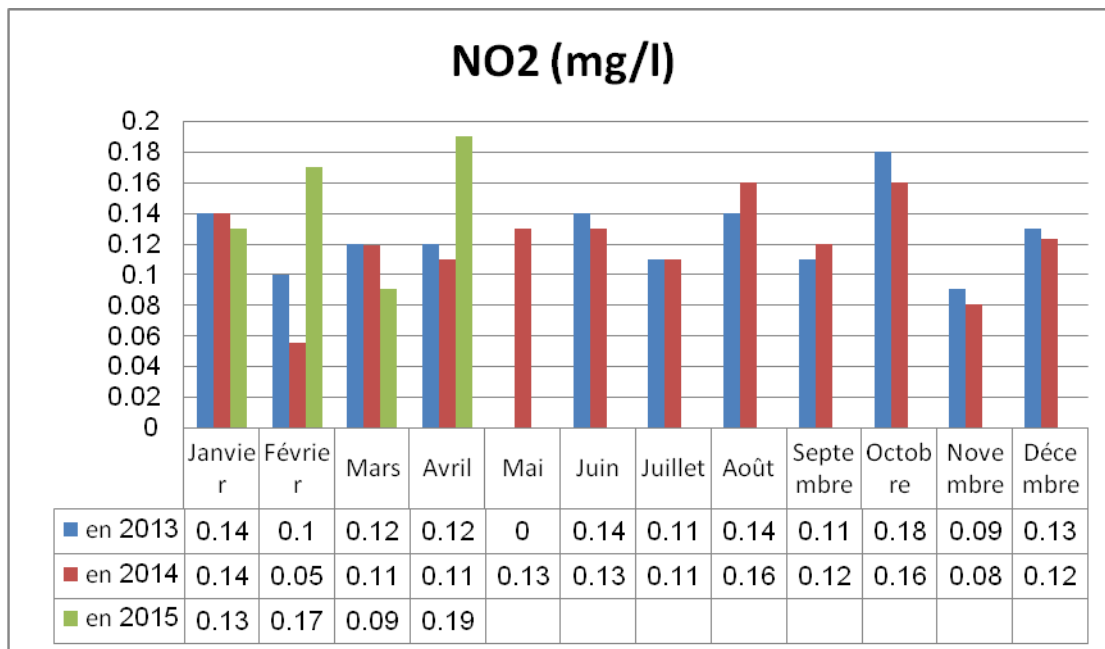


Fig. 21.1: Evolution du NO₂ des eaux brutes dans le temps

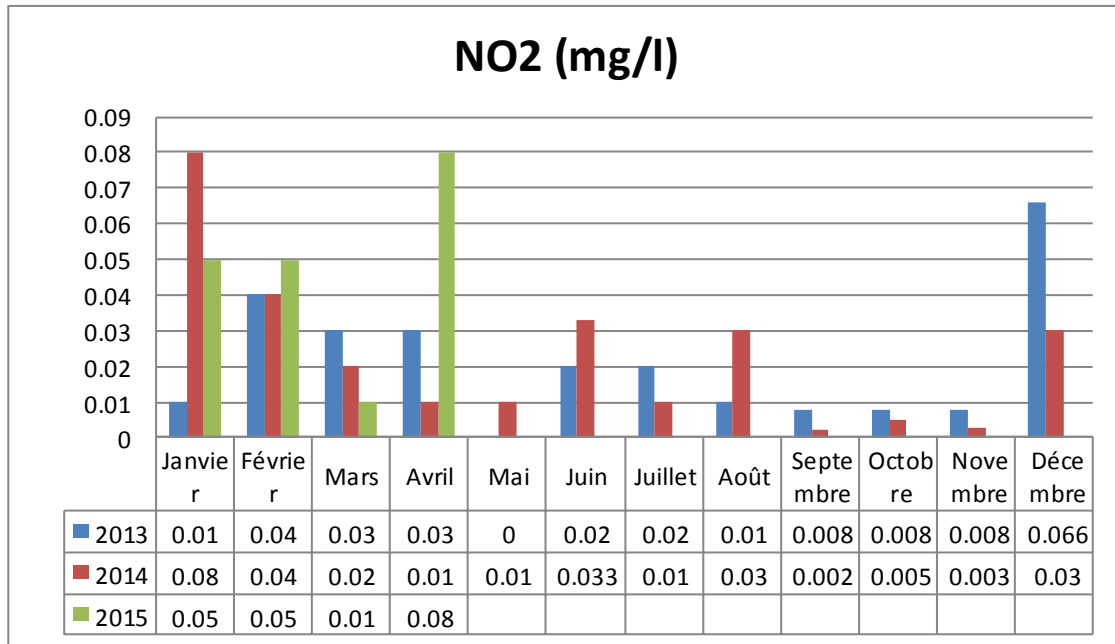


Fig. 21.2: Evolution du NO₂ des eaux traitées dans le temps.

4.3.5. Les nitrates :

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Les nitrates ont une toxicité indirecte par le fait qu'ils se transforment en nitrites, en ce qui concerne la toxicité à long terme, les enquêtes épidémiologiques, statistiquement valable ne font pas apparaître de phénomènes de cancérigènes avec ces deux types de sels (Rodier et al. 2005).

Les organismes nitrificateurs sont sensibles au pH et leur meilleure activité se situe dans une gamme de pH de 7.5 à 8 (Rodier et al. 2005).

D'après les résultats obtenus, nous enregistrons des valeurs compatibles aux normes internationales des eaux d'irrigations selon l'O.M.S. et la F.A.O. (< 50 mg/l).

La moyenne des teneurs en nitrates des eaux traitées est de 13.14 mg/l. Comparée à celles obtenue pour brutes, 35 mg/l, nous déduisons une moyenne de rendement de l'ordre de 65.49%.

Nous n'avons pas présenté la figure relative aux mesures prises avant traitement. L'appareil de mesure ne dépassant pas une lecture de 35 mg/l, toutes les valeurs affichées étaient de cet ordre.

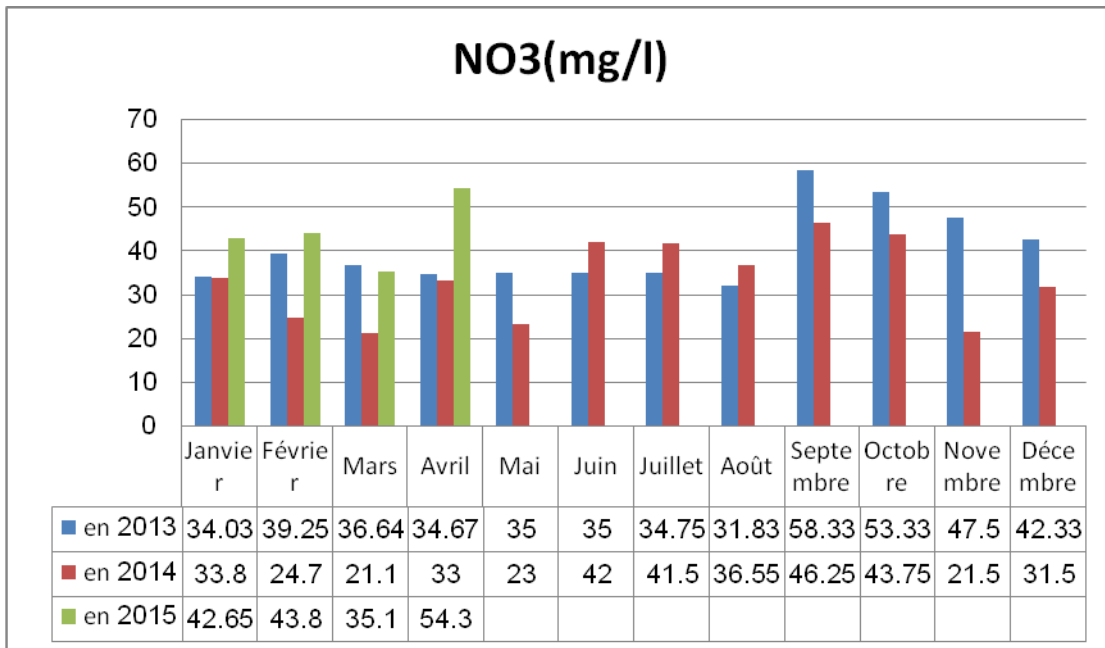


Fig. 22.1: Evolution du NO₃ des eaux brutes dans le temps

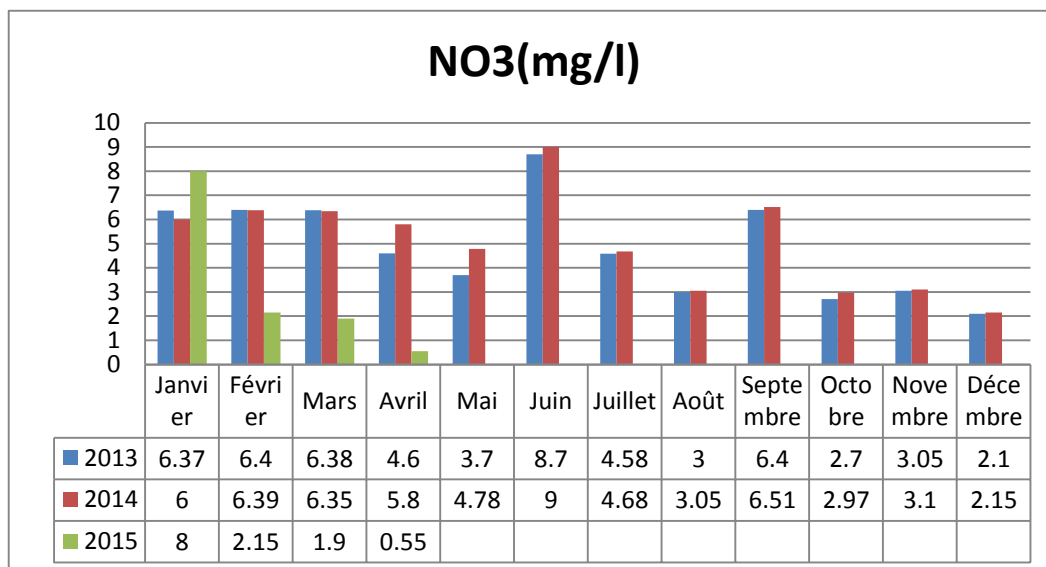


Fig. 22.2: Evolution du NO₃ des eaux traitées dans le temps

4.3.6. Les ortho phosphates (PO_4^{3-}):

Le phosphore peut se trouver sous différentes formes oxydées; sous la forme acide, on trouve les acides méta (HPO_3), pyro ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$) et ortho (H_3PO_4). En milieu aqueux, les acides métras et pyro tendent vers une forme plus stable: l'orthophosphate. Pratiquement, c'est sous cette forme qu'on le rencontre dans les eaux superficielles dont le pH est compris entre 5 et 8 (Rodier et al. 2005).

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues: il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les grosses canalisations et les eaux des lacs, ou il contribue à l'eutrophisation (Rodier et al.2005).

Les résultats enregistrés dans le cas des eaux traitées montrent des valeurs élevées en PO_4^{3-} . Dans l'ensemble, ces teneurs dépassent les seuils fixés par les normes du Journal Officiel (02 mg/l) et de l'O.M.S. (0.94 mg/l) pour les eaux d'irrigation. La moyenne de ces teneurs est de l'ordre de 2.04 mg/l.

Ce résultat peut être expliqué par les déversements des eaux usées industrielles (notant la présence d'une usine des produits cosmétiques dans la région) et domestiques riches en détergents phosphatés qui apportent environ 3g de phosphore par personne par jour.

Par ailleurs, lorsque on fait une comparaison entre les teneurs des eaux brutes et celles des eaux traitées, nous notons une moyenne des rendements égale à 92.04% ce que signifie, tout de même, l'importance de l'élimination des ortho phosphates.

En remarquant les figures ci-dessous, nous trouvons aussi la même variation des résultats des eaux brutes avec celle traitées, avec une variation remarquable pour les eaux traitées ce qui peut être interprété par un déversement excessif de l'usine de cosmétique présent dans la région .

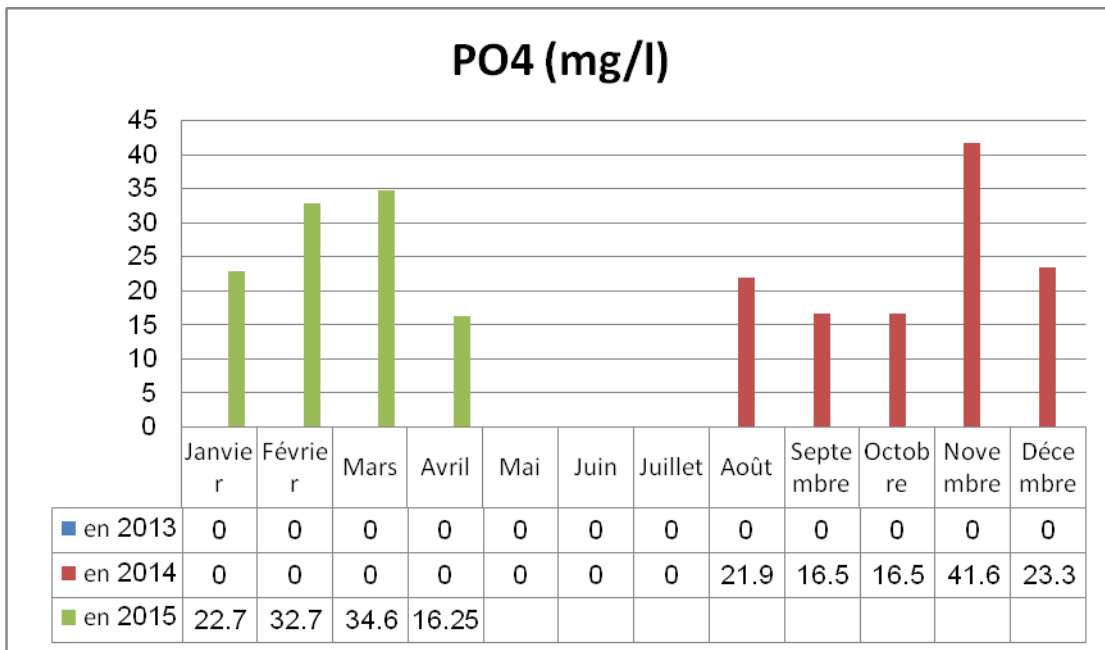


Fig. 23.1: Evolution du PO4- des eaux brutes dans le temps.

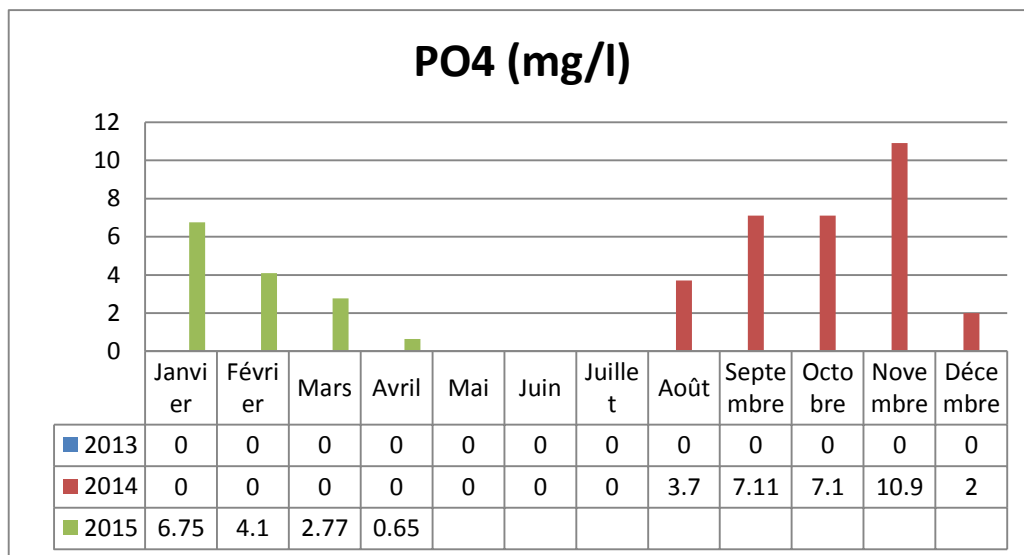


Fig. 23.2: Evolution du PO4- des eaux traitées dans le temps.

4.3.7. Le PH :

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité ; à pH 7 une eau est dite neutre, à un pH inférieur à 7 une eau dite acide et un pH supérieur à 7, elle est dite basique. Etant donné le pouvoir tampon de l'eau et sauf dans le cas de rejets industriels particuliers, il est rare que le pH soit une contre-indication à la potabilité. C'est cependant l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement. (Rodier et al, 2005).

Pour l'eau destinée à la consommation humaine l'OMS ne fixe pas de valeur précise qu'un faible pH peut poser des problèmes de corrosion et un pH élevé entraîner des problèmes de goût et de consommation accrue de savon ; elle recommande un pH inférieur à 8 pour une bonne désinfection par le chlore. Les directives du Conseil des communautés européennes précisent que l'eau ne doit pas être agressive et indiquent comme niveau guide : $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$ avec une valeur maximale admissible de 9,5 ; elles rappellent que les valeurs du pH ne s'appliquent pas aux eaux conditionnées. (Rodier et al, 2005).

Le pH joue un rôle très important dans les traitements de floculation et de coagulation. La correction des tendances agressives de l'eau s'effectue soit par aération, soit par adjonction de carbonate de calcium, soit par filtration sur des alcalino-terreux. (Rodier et al, 2005).

Les tableaux des résultats montrent des valeurs fiables avec la recommandation de l'OMS et le journal officiel de l'Algérie ($\leq 8,5$). Dont nous remarquons que tous les valeurs sont inférieures à 8,5.

En remarquant les figures ci-dessous on remarque une même tendance de variation. Nous trouvons aussi une très légère variabilité des valeurs.

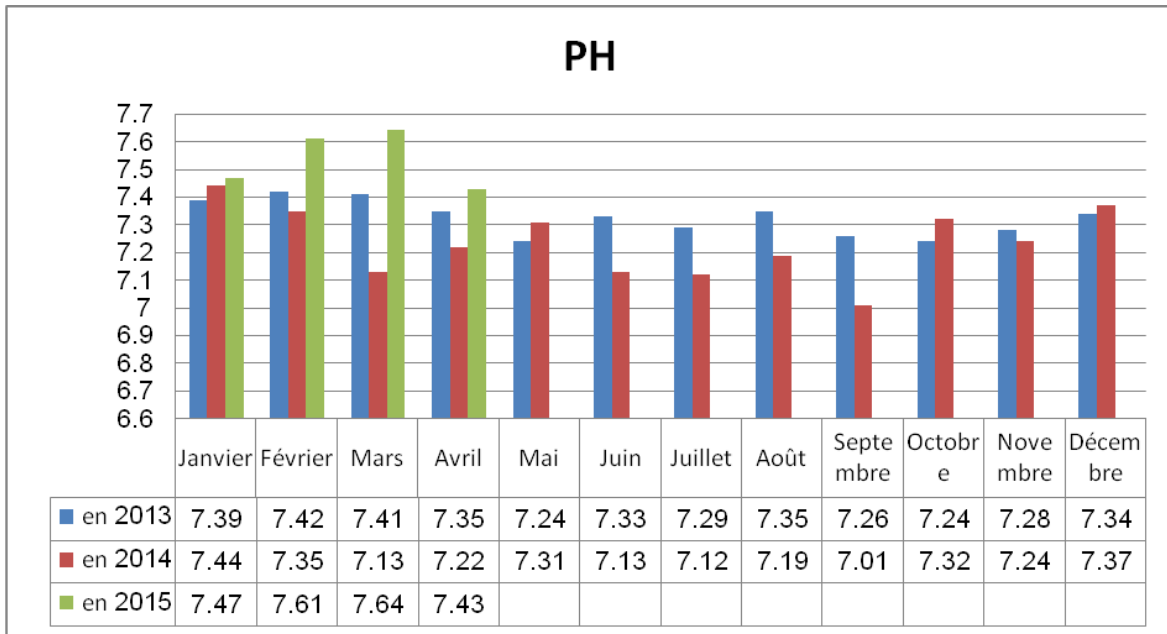


Fig. 24.1 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps.

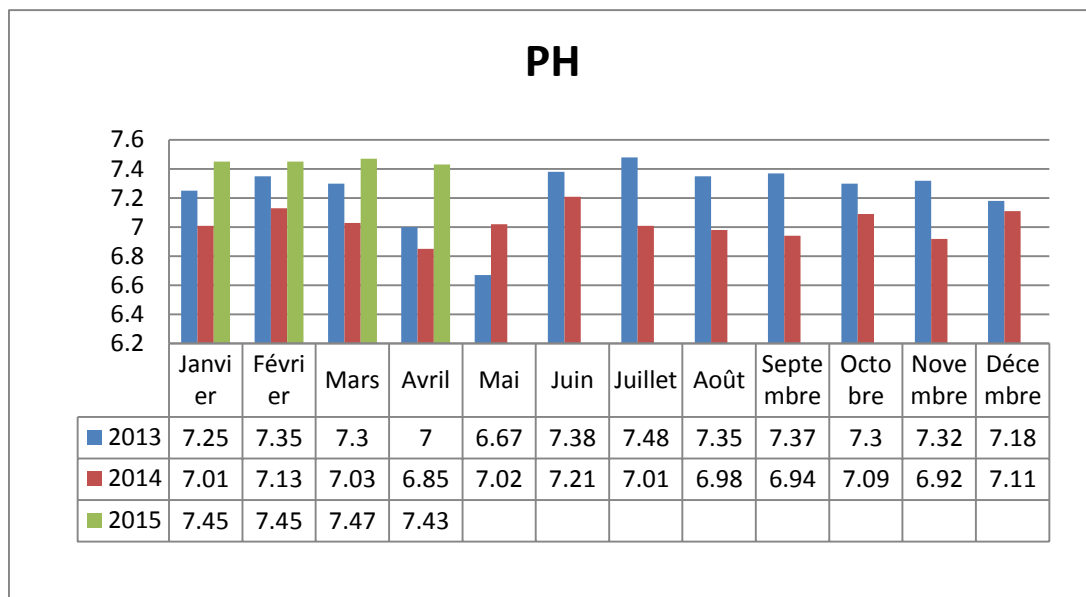


Fig. 24.2 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps.

4.3.8. La température:

En ce qui concerne les rejets d’eaux chaudes, il est assez impropre de parler de pollution thermique car il s’agit plutôt d’une nuisance par réchauffement dont il distinguer les effets physiques, physicochimique et biologiques. L’élévation de température s’accompagne d’une réduction de la viscosité, d’une augmentation de la

tension de vapeur saturante à la surface (évaporation), d'une diminution de la solubilité des gaz (oxygène). Quelques uns de ces effets peuvent avoir une action bénéfique ; c'est ainsi, par exemple, que l'augmentation de la température favorise l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épurations. Dans l'eau de mer réchauffée, la production biologique est améliorée (Beauchamp, Ross, Withehouse).

Les rejets d'eaux chaudes paraissent favoriser le développement d'espèces comme *Naegleria fowleri* qui peuvent être à l'origine de méningo-encéphalites amibiennes primitives, à évolution le plus souvent fatale. Ces amibes peuvent se développer à partir de 20 °C mais la température idéale pour leur prolifération se situe autour de 30°C surtout si cette température se maintient pendant un mois ou plus. (Rodier et al, 2005).

Les tableaux des résultats des eaux brutes et traitées (tab12-13-14-15-16-17-18) montrent des valeurs respectives aux limites indiquées par l'OMS et le journal officiel de la république algérienne.

D'après les figures ci-dessous on trouve la même allure pour les deux graphiques qui tend à augmenter dans le temps. Cette augmentation peut être expliquée par l'augmentation des températures naturelles au cours du changement des saisons. La seule valeur qui dépasse les normes des rejets est celle du Août . Ceci peut être interprété par l'arrivée d'une quantité d'eau très chaude.

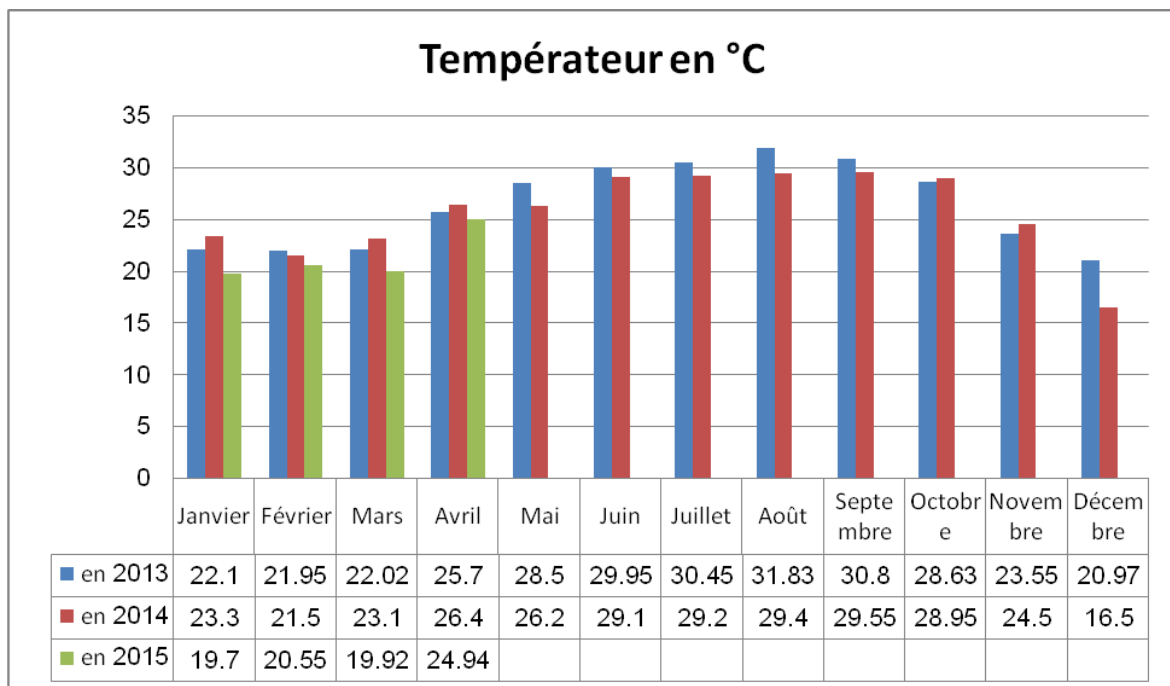


Fig. 25.1: Evolution des températures des eaux brutes dans le temps

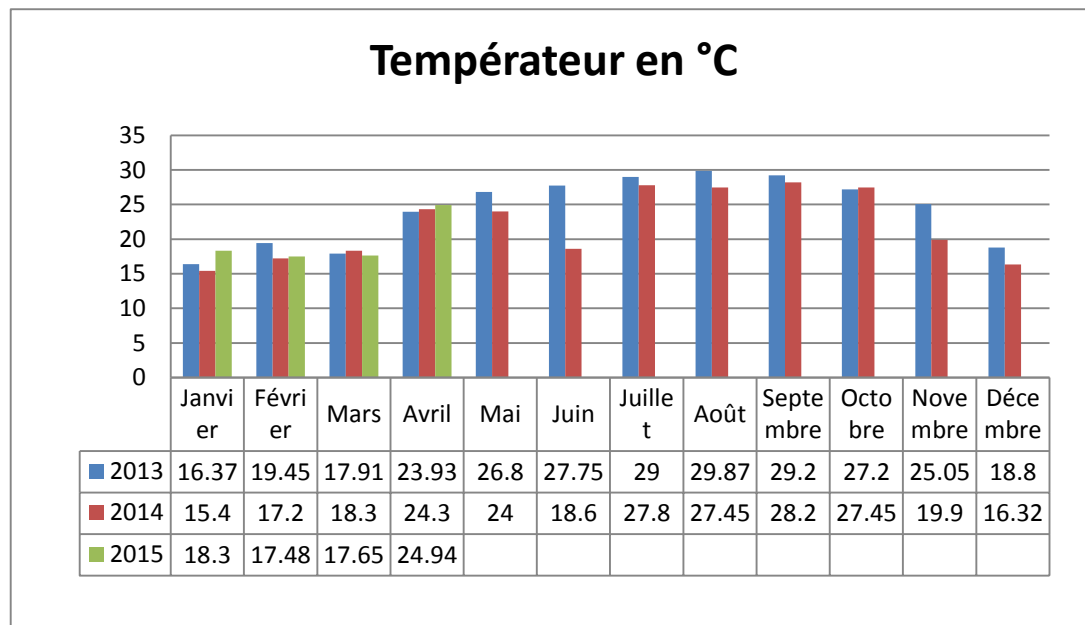


Fig. 25.2 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps

4.4 Les résultats d'analyses microbiologiques:

Ces germes présentent fréquemment des concentrations importantes dans les matières fécales de l'homme et des mammifères les plus susceptibles d'héberger des pathogènes. Par gramme de fèces, les valeurs suivantes multipliées par 10^6 sont approximativement et respectivement trouvés pour les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux: 13 et 3 chez l'homme; 0.2 et 1.4 chez les bovidés; 3.3 et 84 chez le porc; 23 et 980 chez le chien (Rodier et al. 2005). Ce sont donc des témoins sensibles, du fait de leur grande quantité dans les fèces, et complémentaire du fait de la concentration plus importante des coliformes fécaux chez l'homme, et des streptocoques fécaux chez l'animal.

Les résultats obtenus montrent la présence de certains germes comme les coliformes (totaux et fécaux) et les streptocoques (totaux et fécaux), ainsi que l'absence des salmonelles et staphylocoques (tableau N° 05).

La présence des genres indiqués peut être justifiée par l'absence de la dernière étape de traitement qui est la désinfection par le chlore. La présence de ces genres est pas recommandée pour les eaux de rejets, car elles peuvent contaminer l'Homme par les espèces animales sauvages qui rentrent en contact avec d'autres domestiquées.

Les autres genres ne sont pas présent (salmonelles et staphylocoques) car ces genres se caractérisent par une fragilité contre la variation de leur conditions favorables de vie. Elles ne peuvent pas résister les conditions de milieu où elles se trouvent.

On peut dire dans ce cas que le traitement n'est pas efficace dans l'élimination des

bactéries pathogènes pour la raison indiquée précédemment dont l'opération du chloration n'est pas toujours effectuée.

Tableau 05 : résultats des analyses bactériologiques.

| Premier prélèvement le: 28.03.2015 | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|-------|--------|
| Eau | Colif. T | Colif. F | Strept. T | Strept. F | Clostr. | Salm. | Staph. |
| Eau B | 110.10 ² / 100 ml | 110.10 ² / 100 ml | 460.10 ³ / 100 ml | 11.10 ⁴ / 100ml | Indénombr. | Abs. | Abs. |
| Eau T | 110.10 ² / 100 ml | 46.10 ² / 100 ml | 240 / 100ml | 240 / 100 ml | Indénombr. | Abs. | Abs. |
| Deuxième prélèvement le: 25.04.2015 | | | | | | | |
| Eau | Colif. T | Colif. F | Strept. T | Strept. F | Clostr. | Salm. | Staph. |
| Eau B | 110.10 ² / 100 ml | 110.10 ² / /100 ml | 1100 / /100 ml | 460.10 ³ / / 100 ml | M.M. | Abs. | Abs. |
| Eau T | 1100 / 100 ml | 1100 / 100ml | 460 / 100ml | 460 / 100ml | M.M. | Abs. | Abs. |
| Troisième prélèvement le: 09.05.2015 | | | | | | | |
| Eau | Colif. T | Colif. F | Strept. T | Strept. F | Clostr. | Salm. | Staph. |
| Eau B | 110.10 ² / 100 ml | 110.10 ² / 100 ml | 110.10 ³ / 100 ml | 110.10 ³ / /100ml | M.M. | Abs. | Abs. |
| Eau T | 15.10 ² / 100 ml | 15.10 ² / 100 ml | 1100 / 100 ml | 1100 / 100ml | M.M. | Abs. | Abs. |

M.M. : Manque de milieu de culture.

Indénombr. : Indénombrable.

Colif. T : Coliformes totaux.

Colif. F : Coliformes fécaux.

Strept. T : Streptocoques totaux.

Strept. F : Streptocoques fécaux.

Clostr. : Clostridium.

Salm. : Salmonelles.

Staph. : Staphylocoques.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif visé par cette étude est d'éclairer l'importance de l'opération d'épuration des eaux usées. Il s'agit d'une pratique qui a des influences sur l'environnement, l'économie du pays et la santé humaine

Dans ce cas, nous avons pris comme lieu d'étude la S.T.E.P de Touggourt Cette ville qui connaît une croissance démographique galopante dont le taux de croissance est estimée à 3,95% par an. Cette croissance rapide est accompagnée par une augmentation des quantités des eaux rejetées dans la nature et en générale une augmentation de la pollution du milieu environnemental.

La portée de la menace sur la santé publique est énorme. L'eau polluée risque de contaminer les nappes souterraines ainsi que la faune sauvage (notamment les oiseaux) qui rentrent en contact avec d'autres animaux domestiques et leur transmet des maladies pouvant toucher l'Homme.

Au terme de notre étude, et selon les résultats d'analyses effectuées dans le laboratoire de la station, nous remarquons la grande différence entre les valeurs des eaux traitées et celles des eaux brutes. Cela reflète le degré d'efficacité du traitement biologique des eaux résiduaires de Touggourt qui a un rendement pouvant atteindre 98%. Dont les résultats de chaque paramètres donne une idée sur le danger éliminé d'après cette eau, la DBO5 a un rendement de 98,2%, ainsi pour la DCO qui a eu un bon traitement (94.68%). Les matières en suspension sont aussi éliminées dont un rendement de celle-ci peut atteindre 95.27%. Pour les nitrites et nitrates, ces substances dangereuses on trouve un bon traitement ; 88.66% pour les nitrites et 65.49% pour les nitrates. Les orthophosphates ont un rendement de 92.04% malgré qu'on trouve des teneurs qui dépassent les seuils fixés par le journal national et l'OMS. Le pH est l'un des paramètres les plus important été toujours convenables aux normes nationales. En fin la température qui est aussi convenables aux degrés fixé par l'OMS et le journal national.

Par ailleurs, nous ne pouvons pas avancer que les objectifs de cette pratique sont atteints. En effet, pendant le premier semestre l'année en cours, la station d'épuration en question n'a enregistré qu'un traitement maximal d'environ 30 % du total des eaux usées de la ville de Touggourt. Ce pourcentage va éventuellement diminuer dans les années à venir suite à la croissance galopante que connaît Touggourt. Une quantité importante de ces eaux ne se retrouvera donc pas valorisées ni réutilisées dans un domaine quelconque, notamment dans l'irrigation.

Enfin, nous recommandons la mise en place d'urgence de moyens nécessaires pour une exploitation optimale et plus rentable de la station d'étude. D'autres stations sont à envisager dans les plus brefs délais pour couvrir toute la région. Cela va dans le sens d'une gestion durable et raisonnable de l'eau.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Baouia, A. et Habbaz, D.** 2006. La situation d'assainissement et d'évacuation des eaux usées de la ville d'Ouargla et caractérisation des eaux de Chott de Ain baida. Mém. Ing. Eco et Env. Ecos. steppique et saharien. Univ. d'Ouargla. 118p.
- Belkhiri, D.** 1999. Traitement des eaux usées urbaines (aspects environnemental). Mém. Ing. Eco et Env. Eco. Forestier. Univesité de Sétif. 84p.
- Bechak, J. et Boutin, B.** 1983. Traitement des eaux usées. 2eme Ed, Eyrollss. 192 p.
- Benslimane, R.** 2001. Contribution à l'étude des eaux résiduaires de la ville de Skikda et sa périphérie. Mém. Ing. Eco et Env. Patho. des écosystèmes. Université d'Annaba. 97p.
- Boudjela, M. et Djoudi, H.** 2003. Pollution de l'Oued Bousellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Mém. Ing. Eco et Env. Patho. des écosystèmes. Université de Sétif. 112p.
- Bliefert, C. et Perraud, R.** 2003. Chimie de l'environnement. 1er édition, 2e tirage. 289p.
- Dermont J,** 1978. Mémenton technique de l'eau. Tec. et doc. Edition Lavoisier, 8eme édition. 230p.
- Gaid, A.** 1984. Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tom 1, édition OPU, Alger, 261p.
- Guerre, H. et Gommelia, C.** 1982. Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales ; le traitement. Ed. Eyrollss. 2eme edition, Paris. 180p.
- Faure G.,** 2006. Principales dégradations de l'écosystème récifale. 50p.
- Hadef, R. et Hadef, A.** 2000. Le déficit d'eau en Algérie. Institut de génie mécanique, centre universitaire de larbi ben mhidi, Oum El Bouaghi. 215p.
- Labed, F. et Meftah, S.** 2007. Contribution à la caractérisation et l'effet de l'écosystème sur l'agrosystème dans la Daira de Touggourt. Mém. Ing. Eco et Env. Écosystème steppique et saharien. Uni d'Ouargla. 130p.
- Ladjel, F. et Bouchefer, S.** 2004. Exploitation, d'une station d'épuration à boues

activées Niveau II. Thème. CFMA (centre aux métiers de l'assainissement).

Boumerdes. 90p.

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.

Mekkaoui, Y. et Hamdi, D. 2006. Etude de réutilisation des eaux usées traitées de laSTEP deTouggourt dans l'irrigation. Mém. Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Univ. d'Ouargla.60p.

Mohammde Ouli, S. 2001. Procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, Ed OPU, Alger. 70p.

Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.-P., Chambon, P., Champsaur, H. et Rodi, L.2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{eme} édition. Ed. Dunod, Paris. 1383p.

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

Tableau 5: Caractéristiques des eaux résiduaires.(Mekkaoui, et Hamdi, 2006)(1991)

| Paramètres | Echelle de variation | Fraction de comptable |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| pH | 7.5 à 8.5 | 10 |
| extrait sec mg/l | 1000 à 2000 | 50 à 60 |
| DCO mg/l | 150 à 500 | 20 à 30 |
| DOB5 mg/l | 100 à 400 | 20 à 30 |
| DCO mg/l | 300 à 1000 | |
| COT mg/l | 100 à 1000 | 10% |
| NTK mg/l | 30 à 100 | 0% |
| N-NH ⁺ mg/l | 20 à 80 | 0% |
| N-NO ₂ mg/l | < 1 | 0% |
| N-NO ₃ mg/l | < 1 | 0% |
| Detergents mg/l | 6 à 13 | 0% |
| P mg/l | 10 à 25 | 10% |

Tableau 6: Traitement proposé pour répondre aux critères sanitaires applicables à la réutilisation des eaux usées selon l'OMS. .(Mekkaoui, et Hamdi, 2006)

| | Irrigation | | | Usages récréatifs | | Réutilisation industrielle | Réutilisation municipale | |
|---|--|--|---|-------------------|--------------|----------------------------|--------------------------|-------------|
| | Récolte destinée à la consommation humaine | Récolte consommation après cuisson; pisciculture | Récolte destinée à être consommée crues | Sans contact | Avec contact | | Eau non potable | Eau potable |
| Critères sanitaires | A+F | B+Fou D+F | D+F | B | D+G | Cou D | C | E |
| Traitement primaire | xxx | | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx |
| Traitement secondaire | | Xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx |
| Filtration sur sable ou méthodes équivalentes de traitement très poussées | | X | x | | xxx | x | xxx | xx |
| Nitrification | | | | | | x | | xxx |
| dénitrification | | | | | | | | xx |
| Clarification chimique | | | | | | x | | xxx |
| Adsorption sur charbon | | | | | | | | xx |
| Echange d'ions ou de méthode de déminéralisation | | | | | | x | | xx |
| Désinfection | | X | xxx | | x | x | xxx | xxx |

xxx : obligation

xx : nécessaire en général.

X : traitement complémentaire éventuel.

A : absence de solides grossiers, élément de grande partie des œufs de parasites.

B : comme A + élimination d'une grande partie de bactérie.

C : comme A + élimination plus complète des bactéries et élimination parallèle des virus.

D : au plus 100 coliformes par 100 ml dans 80% des échantillons.

E : aucun coliforme par 100 ml, aucune particule virale par 100 ml, aucun effet toxique sur l'Homme + autres critères pour l'eau de boisson.

F : pas de produits chimiques laissant des résidus indésirables dans les récoltes ou le poisson.

G : pas de produits chimiques provoquant une irritation des muqueuses et de la peau concernant la qualité microbiologique, le tableau suivant donne des exemples de normes microbiologiques.

Tableau 7 : réglementation concernant la qualité des rejets d'eau résiduaire urbaine(extraits de la directive 91/271/CEE du 21 Mai 1991.)

| Paramètres (mg/l) | Valeur limite (pour 95% des mesures) | Valeur tolérée (pour un nombre condition maximale de mesure*) | Condition** |
|-------------------|--|---|------------------------------|
| DBO ₅ | 25 mg/l Ou R= 70% | 50 mg/l | |
| DCO | 125 mg/l Ou R > 75% | 250 mg/l | |
| Azote total | 15 mg/l Ou R = 70% 10 mg/l Ou R = 70% | | < 100 000 EH > 100 000 EH |
| Phosphore total | 2 mg/l Ou R > 80 % 1 mg/l Ou R > 80 % | | < 100 000 EH > 100 000 EH |

*Défini en fonction du flux polluant reçu.

**exprimée en charge brute journalière de pollution organique dans l'arrêté du 22/12/94 (10000 EH correspondent environ à 600 kg DBO₅/J).

Tableau 8: exemple de normes microbiologiques actuelles imposées aux eaux résiduaires utilisées pour l'irrigation.

| Pays | Irrigation avec limitation | Irrigation sans limitation |
|-----------------|--|---|
| Arabie saoudite | Utilisation d'effluents secondaires autorisés pour les cultures fourragères, les cultures de plein champ et les légumes soumis à un traitement ultérieur, ainsi que pour l'irrigation des espaces verts. | 2.2 CT/100 ml 50 CF/100 ml |
| Kuwait | < 10 000 CT/100ml | < 100 CT/100 ml Exclu pour les salades ou les fraises. |
| Mexique | Pour les aires récréatives: < 10 000 CT/100ml <2 000 CF/100ml | Pour les légumes consommés crus et les fruits risquant d'entrer en contact avec le sol: < 1 000 CT/100 ml. |
| Oman | Au maximum 23CT/100ml En moyenne 2.2 CT/100ml Uniquement pour l'irrigation des zones vertes de ceintures | Interdite pour l'irrigation des cultures. |
| Pérou | Traitement précisé en fonction des modalités de réutilisation. | Irrigation interdite pour les cultures de végétation basse et les légumes racines susceptibles d'être mangés. |
| Tunisie | Vergers, cultures fourragères et légumes consommés cuits: -Traitement secondaire (y compris chloration) - Absence de vibrions cholériques et salmonelles. | Irrigation interdite pour les légumes consommés crus. |

Tableau 9: Norme extrême limitées aux eaux d'irrigation.

| Paramètres | Normes |
|--------------------------------------|-----------|
| pH | 6.5 à 8.5 |
| Conductivité électrique (ms/cm) | < 3* |
| MES (mg/l) | < 70* |
| DCO (mg/l) | < 40* |
| DBO ₅ | < 30* |
| NO ₃ (mg/l) | < 50* |
| NO ₂ (mg/l) | < 1* |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | < 0.94* |
| HCO ₃ (mg/l) | 500** |
| SO ₄ ²⁻ (mg/l) | 400** |
| CL ⁻ (mg/l) | 1065** |
| Ca ²⁺ (mg/l) | 400** |
| Na ⁺ (mg/l) | 920** |
| Mg ²⁺ (mg/l) | 60.75** |
| Cd ²⁺ (mg/l) | 0.01* |
| Pb ²⁺ (mg/l) | 0.05* |
| Zn ²⁺ (mg/l) | 2* |
| Cr ⁶⁺ | 0.1* |
| NH ₄ ⁺ (mg/l) | < 2* |

Source: *OMS, ** FAO

Tableau 10: Valeurs limites maximales des paramètres des rejets des installations de déversement industriel.

| Paramètres | Unités | Valeurs maximales |
|-------------------------|--------|-------------------|
| Température | C° | 30 |
| pH | | 5.5 à 8.5 |
| MES | Mg/l | 30 |
| DBO ₅ | Mg/l | 40 |
| DCO | Mg/l | 120 |
| Azote Kjeldhal | Mg/l | 40 |
| Phosphate | Mg/l | 2 |
| Cyanures | Mg/l | 0.1 |
| Aluminium | Mg/l | 5 |
| Cadmium | Mg/l | 0.2 |
| Chrome Cr ³⁺ | Mg/l | 3 |
| Chrome Cr ⁶⁺ | Mg/l | 0.1 |
| Fer | Mg/l | 5 |
| Manganèse | Mg/l | 1 |
| Mercure | Mg/l | 0.01 |
| Nickel | Mg/l | 5 |
| Plomb | Mg/l | 1 |
| Cuivre | Mg/l | 3 |
| Zinc | Mg/l | 5 |
| Huile et graisse | Mg/l | 20 |
| Hydrocarbure | Mg/l | 20 |
| Phénol | Mg/l | 0.5 |
| Solvants organiques | Mg/l | 20 |
| Chlore actif | Mg/l | 1 |
| Détergent | Mg/l | 2 |
| Tensioactif anionique | Mg/l | 10 |
| PCB | Mg/l | 0.001 |

Tableau 11: concentrations maximales recommandées par l'OMS des traces d'éléments des eaux destinées à l'irrigation.

| Elément | Concentration maximale (mg/l) recommandée | Remarque |
|-----------|---|---|
| Aluminium | 5.00 | Peut causer la baisse de productivité dans les sols acides (pH<5.5).mais des sols plus alcalins (pH>7.0) va précipiter l'ion et éliminer la toxicité. |
| Arsenic | 0.10 | La toxicité pour les plantes varie largement de 12mg/l pour le gazon du Soudan à moins de 0.05 mg/l pou le riz |
| Béryllium | 0.10 | Toxique pour les plantes van largement de 5mg/l pour Kalé à 0.5mg/l pou les haricots |
| Cadmium | 0.01 | Toxique pour les haricots. betterave et navet à des concentrations aussi faibles que 0.1 mg/l dans les solutions nutritives. La limite faible recommandée est due à son potentiel d'accumulation dans les plants et les sols à des concertations qui peuvent être nuisible à l'être humain. |
| Cobalt | 0.05 | Toxique pour les plantations de tomates à 1.0 mg/l dans les solutions nutritives. Il tend à être désactivé dans les milieux neutres ou alcalins. |
| Chrome | 0.10 | Pas généralement connu pour être un élément essentiel de croissance. Limites respectives due à l'ignorance de sont effet toxique sur les plantes. |
| Cuivre | 0.20 | Toxique pour un certain nombre de plantes à 0.1- 1.0 mg/l dans les solutions nutritives. |
| Fluor | 1.00 | Non activé dans les sols neutres ou alcalins |
| Fer | 5.00 | Non toxique pour les sols aéré. Mais peu contribuer à l'acidification des sols et l'absence des phosphores et molybdène. l'arrosage par aspersion peut conduire à des dépôts invisibles sur les plantes, les équipements et les bâtiments. |
| Lithium | 2.50 | Toléré par la plupart des plantes jusqu'à 5 mg/l mobile dans le sol. toxique pour les agrumes à faible concentration (0.007 mg/l) agit comme le bore. |
| Manganèse | 0.20 | Toxique pour un certain nombre de plantes à quelque dixième à quelque mg/l. mais seulement dans les sols acides normalement. |
| Molybdène | 0.01 | Non toxique aux plantes à concentration normale en sol et en peut être toxique aux animaux, si le fourrage est planté dans les sols avec haute concentration de molybdène. |
| Nickel | 0.20 | Toxique pour un certain nombre de plantes à 0.5 – 1.0 mg/l. toxique réduit avec un pH neutre ou alcalin |
| Plomb | 5.00 | Peut réduire la croissance des cellules des plantes à haute concentration. |

| | | |
|----------|------|---|
| Sélénium | 0.02 | Toxique pour les plantes à des concentrations aussi faible que 0.025 mg/l et toxique pour les animaux si le fourrage est planté dans des sols à hauts niveaux de sélénium, c'est un élément essentiel aux animaux mais à de faible concentration. |
| Vanadium | 0.10 | Toxique pour plusieurs plantes à des concentrations relativement faible |
| Zinc | 2.00 | Toxique pour plusieurs plantes à des concentrations très variées, toxicité réduite à pH 6.0 et dans des sols fins ou organiques. |

Résumé

Ce travail met en évidence l'importance de l'épuration des eaux usées, quelle soit sur le plan sanitaire ou surtout environnemental.

Pour arriver à cet objectif, un suivi périodique durant quatre mois (Janvier-février-mars-avril) a été effectué pour le contrôle des paramètres de pollution des eaux avant le traitement et après.

Les résultats obtenus montrent une efficacité relativement importante de l'opération de traitement. Toutefois, quelques insuffisances sont à signaler, notamment dans le pourcentage des eaux traitées par rapport à l'eau polluée totale de la région d'étude.

Mots clés : Eaux usées, paramètres de pollutions, épuration

Abstract

The current study highlights the evidence of water depuration in Touggourt. We focused on periodic control of water quality before and after treatment operation throughout for months (January-February- mares- April).

The results show the importance of the depuration efficiency. However we noticed some insufficiencies, especially that related to the rate of depurated water compared to total waist water emanating from the region's activities

Key words : waist water, pollution parameters, depuration

ملخص

هذا العمل يهدف إلى إلقاء الضوء على أهمية تصفية المياه سواء كان ذلك على المنظور الاقتصادي. الصحي أو خاصة البيئي

للولصول إلى هذا الهدف تمت عملية المتابعة لمدة أربعة أشهر - جانفي-فيفري-مارس أبريل- للخصائص الملوثة للمياه قبل دخولها عملية التصفية وبعد

بالمقارنة بين النتائج المتحصل عليها بالنسبة لكلا النوعين نلاحظ الفرق الشاسع بين درجة التلوث لكل نوع من المياه وهذا ما يأخذنا إلى الأهمية الكبرى للعملية المدروسة

الكلمات الدالة " المياه المستعملة - الخصائص الملوثة - التصفية