

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE, LA VIE, LA TERRE, ET DE  
L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

*EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN BIOLOGIE*

Filière : Ecologie Végétale et Environnement.

Option : Ecosystème Steppique et Saharien.

*Thème*

# *Epuration des Eaux Usées : Cas de la Ville de Touggourt*

Réalisé par : M. GHETTAS Nouredine

Soutenu devant un jury composé de :

Président : M<sup>me</sup>. MEDJBAR T. M.A. (UKMO).

Promoteur: M. SLIMANI S. M.A. (UKMO).

Co promoteur: M. DEBBA M.S. Chef de centre ONA Hassi Messaoud.

Examineur: M. IDDER M.T. M.A. (UKMO).

Examinatrice : M<sup>lle</sup>. MERGOUD L. M.A. (UKMO).

Année universitaire 2008/2009

## Sommaire

### Première partie synthèse bibliographique

Introduction générale

#### Chapitre I : Généralités

1. L'eau en Algérie	05
2. Définition des eaux usées	05
2.1. Les eaux usées domestiques	06
2.2. Les eaux industrielles	06
2.3. Les eaux pluviales	07
2.4. Les eaux agricoles	07
3. Définition de la pollution des eaux	08
4. La pollution des eaux brutes	08
4.1. La pollution chimique	08
4.2. La pollution biologique	08
5. Les principaux types des polluants	08
6. Les conséquences de la pollution	09
6.1. Les conséquences écologiques	09
6.2. Les conséquences sanitaires	10
6.3. Les conséquences industrielles	10
6.4. Les conséquences agricoles	10
7. Les critères de pollution d'une eau	11
7.1. Les paramètres physiques	11
7.1.1 La température de l'eau	11
7.1.2. L'odeur	11
7.1.3. La couleur	11
7.1.4. Notion de l'équivalent habitant	11
7.1.5. Les matières en suspension	11
7.2. Les paramètres chimiques	12
7.2.1. Le potentiel hydrogène (pH)	12
7.2.2. L'oxygène dissous	12

7.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	12
7.2.4. La demande biologique en oxygène (DBO)	12
7.2.5. La conductivité	12
7.3. Autres éléments	13
7.3.1. L'azote	13
7.3.2. Le phosphore	13
7.3.3. Les micro-éléments	13
8. Les traitements des eaux et leurs objectifs	14
9. Normes de rejets dans un milieu récepteur	14
9.1. Normes de rejets internationales	14
9.2. Selon l'OMS	15
9.3. Selon les normes européennes	15
10. Techniques de traitement des eaux usées	15
10.1. Les étapes de traitement	15
10.1.1. Le prétraitement	15
10.1.1.1. Le dégrillage	15
10.1.1.2. Dessablage	16
10.1.1.3. Le dégraissage-déshuilage	16
10.1.2. Le traitement primaire (traitement physico-chimique)	16
10.1.2.1. La décantation	16
10.1.2.2. Coagulation-floculation	16
10.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique)	17
10.1.4. Le traitement tertiaire	17
10.1.5 Les différents procédés d'épuration biologiques.	18
10.1.5.1 Les procédés biologiques extensifs	18
10.1.5.2 Les procédés biologiques intensifs	18
10.1.5.2.1 Principe du procédé de boues activées	18

## **Deuxième partie : partie expérimentale**

### **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

1. Présentation du site d'étude	20
1.1. Localisation de la région de Touggourt	20
1.2. Climatologie.	21
1.2.1. Données météorologiques de la région de Touggourt.	21
1.2.1.1. La température	22
1.2.1.2. Précipitation	22
1.2.1.3. Humidité relative	22
1.2.1.4. Evaporation	22
1.2.1.5. Insolation	22
1.2.1.6. Vent	22
1.2.2. Synthèse climatique	23
1.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	23
1.2.2.2. Climagramme d'Emberger	23
1.3. Géomorphologie	25
1.4. Géologie	25
1.5. Pédologie	25
1.6. Hydrogéologie	26
1.7. Topographie	26
1.8. Stations de pompage dans la région de Touggourt	26
1.9. Analyse d'urbanisme	28
1.9.1. Population et évolution démographique	28
1.9.2. Réseau d'alimentation en eau potable	29
1.9.3. Evaluation du débit	29
1.9.4. Calcul des charges polluantes	30
1.9.4.1. Charges en DBO <sub>5</sub>	30
1.9.4.2. Les charges en matières en suspension (M.E.S)	30
1.9.4.3 Les charges en de DCO	30
1.9.5. Canal Oued Righ	32

1.10. Station d'épuration de Touggourt	32
1.10.1. Données techniques	33
1.10.2. Etapes de traitement	34
1.10.3. Equipement de la station	34
1.10.3.1. Dégrillage mécanique	34
1.10.3.2. Epuration biologique	35
1.10.3.3. Clarification	35
1.10.3.4. Epaisseur de boues	36
1.10.3.5. Retour des boues	36
1.10.3.6. Lits de séchage des boues	37
1.10.3.7. Laboratoire	37
2. Techniques d'analyse chimique des eaux usées	38
2.1. Prélèvement et échantillonnage de l'eau	38
2.2. Réactifs et matériel utilisé	38
2.2.1. Dosage de MES	38
2.2.2. Détermination de (DCO)	38
2.2.3. Détermination de DBO <sub>5</sub>	39
2.2.4. Analyses bactériologiques	39
2.2.4.1 Préparation des dilutions	39
2.2.4.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	39
2.2.4.3. Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux	41
2.2.4.4. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	43
2.2.4.5. Recherche de <i>Salmonella typhi</i>	45
2.2.4.6. Recherche des staphylocoques totaux et fécaux	46

## **Chapitre III : Résultats et Discussion**

1. Les résultats d'analyses physicochimiques	48
1.1. La demande biologique en oxygène	48
1.2. La demande chimique en oxygène	51
1.3. Les matières en suspension	53
1.4. Les nitrites	55
1.5. Les nitrate	57
1.6. Les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	58
1.7. Le pH	60
1.8. La température	62
2. Les résultats d'analyses microbiologiques	64
<b>Conclusion générale</b>	67
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

### Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
Tableau 01	Relation entre la conductivité et la minéralisation.	13
Tableau N° 02	Données climatiques de la région de Touggourt pour la période 1997-2007.	21
Tableau N° 03	Comparaison entre capacité de la station et les rejets de Touggourt.	31
Tableau N° 04	Matériel utilisé au niveau de laboratoire.	37
Tableau 05	Résultats des analyses bactériologiques.	65
Tableau 06	Caractéristiques des eaux résiduaires.	Annexe
Tableau 07	Traitement proposé pour répondre aux critères sanitaires applicables à la réutilisation des eaux usées selon l'OMS.	Annexe
Tableau 08	Réglementation concernant la qualité des rejets d'eau résiduaire urbaine.	Annexe
Tableau 9	Valeurs limites maximales des paramètres des rejets des installations de déversement industriel.	Annexe
Tableau 10	Normes extrêmes limitées aux eaux d'irrigation.	Annexe
Tableau 11	exemple de normes microbiologiques actuelles imposées aux eaux résiduaires utilisées pour l'irrigation.	Annexe
Tableau 12	Concentrations maximales recommandées par l'OMS des traces d'éléments des eaux destinées à l'irrigation.	Annexe
Tableau 13	Résultats des analyses des eaux brutes	Annexe
Tableau 14	Résultats d'analyses des eaux traitées	Annexe
Tableau 15	Résultats des rendements des différents paramètres.	Annexe

## Liste des figures

Figure N° 01	Schéma du fonctionnement d'un traitement par boue activée.	17
Figure N° 02	Situation géographique de la ville de Touggourt	20
Figure N° 03	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Touggourt	23
Figure N° 04	situation de Touggourt selon le climmagramme d'Emberger.	24
Figure N° 05	représentation des points de rejet de Touggourt	27
Figure N° 06	Positionnement de la station dans la commune de Tbesbest	33
Figure N° 07	Dégrilleur mécanique	34
Figure N° 08	Bassin d'aération	35
Figure N° 09	Décanteur	35
Figure N° 10	Epaississeur	36
Figure N° 11	Vis Archimède	36
Figure N° 12	lit de séchage	37
Figure N° 13	recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	40
Figure N° 14	Recherche des streptocoques et coliformes	41
Figure N° 15	Comparaison entre deux tubes dont l'un est positif et l'autre négatif	41
Figure N° 16	Recherche des Streptocoques fécaux	42
Figure N° 17	Recherche de clostridium sulfite réducteur (addition du VF).	43
Figure N° 18	Deux tubes positifs de clostridium sulfite réducteur	43
Figure N° 19	Recherches de Clostridium sulfite-réducteurs	44
Figure N° 20	Boite de milieu de culture SS après incubation	45
Figure N° 21	Ensemencement dans le milieu TSI	45
Figure N° 22	Recherche des Staphylocoques fécaux	46



Figure N° 23	Technique d'incubation du milieu TSI	46
Figure N° 24.1	Evolution de la DBO <sub>5</sub> des eaux brutes dans le temps.	50
Figure N° 24.2	Evolution de la DBO <sub>5</sub> des eaux traitées dans le temps.	50
Figure N° 25.1	Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps.	52
Figure N° 25.2	Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps	52
Figure N° 26.1	Evolution des MES des eaux brutes dans le temps	54
Figure N° 26.2	Evolution des MES des eaux traitées dans le temps.	54
Figure N°27.1	Evolution du PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> des eaux brutes dans le temps.	56
Figure N°27.2	Evolution du NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> des eaux traitées dans le temps.	56
Figure N° 28	Evolution du NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> des eaux traitées dans le temps.	57
Figure N° 29.1	Evolution du PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> des eaux traitées dans le temps.	59
Figure N° 29.2	Evolution du NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> des eaux brutes dans le temps.	59
Figure N° 30.1	Evolution du pH des eaux brutes dans le temps.	61
Figure N° 30.2	Evolution du pH des eaux traitées dans le temps.	61
Figure N° 31.1	Evolution des températures des eaux traitées dans le temps.	63
Figure N° 31.2	Evolution des températures des eaux brutes dans le temps	63

## 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
- DBO<sub>5</sub> : 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

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 dite 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  $DBO_5$ , 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.

## Chapitre I

### Généralités

#### I.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 (Hadeb A. et Hadeb R., 2000).

#### I.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 agricoles.

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)

### **I.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 constituée par :

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

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

### **I.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)

### **I.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)

### **I.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 normal d'un milieu aquatique (Benslimane, 2001).

### **I.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).

### **I.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.

#### **I.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)

#### **I.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)

### **I.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)

## **I.6. Les conséquences de la pollution**

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

### **I.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).

### **I.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).

### **I.6.3. Les conséquences industrielles**

L'industrie est un gros consommateur d'eau, il faut par exemple 1m<sup>3</sup> 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).

### **I.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).

## **I.7. Les critères de pollution d'une eau**

### **I.7.1. Les paramètres physiques**

#### **I.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).

#### **I.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).

#### **I.7.1.3. La couleur**

La coloration d'une eau peut être soit d'origine, naturelle, soit associés 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).

#### **I.7.1.4. Notion de l'équivalent habitant**

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

#### **I.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)

## **I.7.2. Les paramètres chimiques**

### **I.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)

### **I.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)

### **I.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'O<sub>2</sub>/l. (Taradat, 1992).

### **I.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).

### **I.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 01 (Gaid, 1984).

**Tableau 01:** relation entre la conductivité et la minéralisation.

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

### I.7.3. Autres éléments

#### I.7.3.1. 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 minéral (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).

#### I.7.3.2. 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)

#### I. 7.3.3. 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 mécru et le nickel sont les polluants les plus fréquemment rencontrés. Les caractéristiques des eaux résiduaires sont représentées dans le tableau 06 (voir annexe).

## **I.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 épurées 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 permettait de réduire les apports d'engrais (Ladjel et Bouchefer, 2004).

## **I.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)

### **I.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).

## **I.9.2. Selon l'OMS**

Les normes caractéristiques par la suppression de certains éléments contenus dans l'eau usées sont notées dans le tableau 07 (voir annexe) (Traitement proposé pour répondre aux critères sanitaires applicables à la réutilisation des eaux usées selon l'OMS) (Mekkaoui et Hamdi, 2006).

## **I.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 08(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.

## **I.10.2. Techniques de traitement des eaux usées**

### **I.10.1. Les étapes de traitement**

#### **I.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)

##### **I.10.1.1.1. Le dégrillage**

Le dégrillage a pour objectif:

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

### **I.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).

### **I.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).

## **I.10.1.2. Le traitement primaire (traitement physico-chimique)**

### **I.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 DBO<sub>5</sub> et 60% à 90% des matières décantables (pour une eau usée domestique) (Ladjel, 2006)

### **I.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).



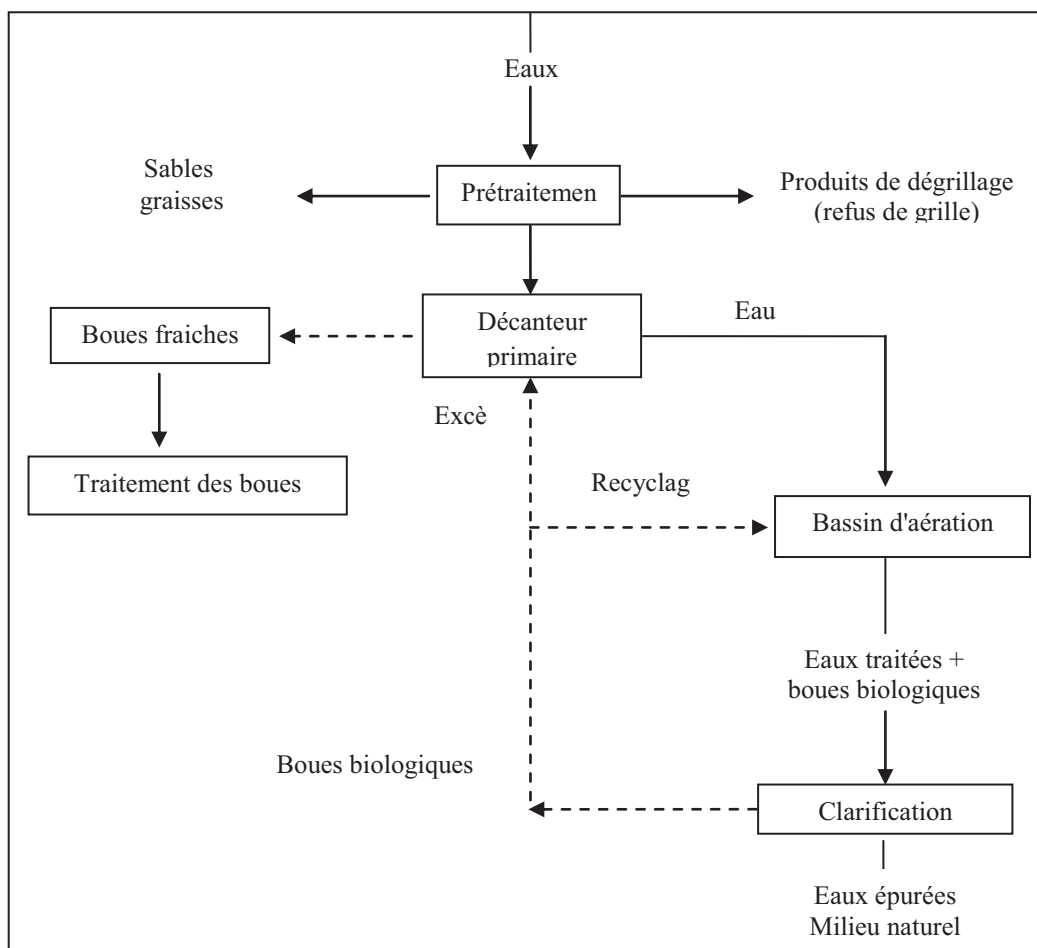
### I.10.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique)

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

### I.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).



**Figure N° 01:** Schéma du fonctionnement d'un traitement par boue activée (Ladjel, 2006)

### **I.10.1.5 Les différents procédés d'épuration biologiques**

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

#### **I.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.

#### **I.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.

##### **I.10.1.5.2.1 Principe du procédé de boues activées**

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).

## Chapitre II.

### Matériel et Méthodes

#### II.1. Présentation du site d'étude

##### II.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 pole régionale et de centre de transit (Direction de l'Artisanat Touggourt, 1999).

Positionnement géographique :

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

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

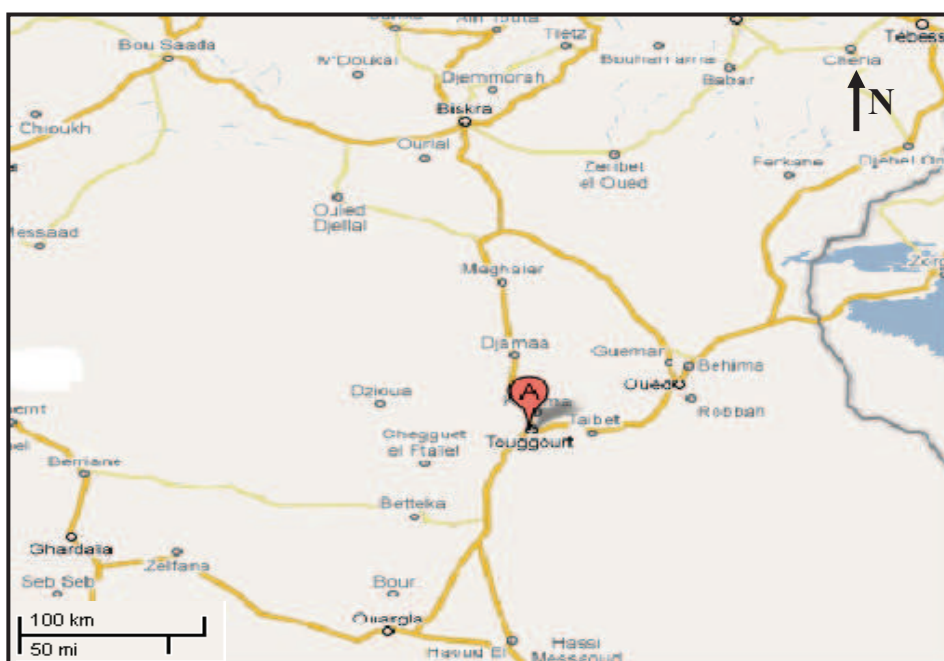


Figure N° 02 : Situation géographique de la ville de Touggourt (maps.google.fr)

## II.1.2. Climatologie

### II.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 (1997-2007). Les données sont consignées dans le tableau suivant.

**Tableau N° 02** : Données climatiques de la région de Touggourt pour la période 1997-2007 (ONM, 2008)

	T M (°C)	T m (°C)	H (%)	V (m/s)	Evap. (mm)	Ins. (h)	T moy. (°C)	Préc. (mm)
janvier	30,127	<b>4,17</b>	66,09	2,418	82,09	225,8	10,68	<b>9,864</b>
février	19,673	6,018	54,64	2,6	110,1	237,6	12,85	1,573
mars	24,464	10,26	46	3,318	175,5	284,3	17,55	2,636
avril	28,564	14,42	41,36	3,836	212,4	284,1	21,44	6,4
mai	33,927	20,23	37,27	3,964	283,2	306,1	27,15	2,373
juin	39,427	25,03	<b>31,73</b>	3,327	324,3	342,5	32,03	1,373
juillet	<b>40,673</b>	26,02	33	3,145	<b>347,9</b>	<b>356</b>	33,78	0,164
août	40,018	26,45	33,45	2,982	297,7	312,5	33,74	3,909
septembre	35,818	22,52	41,64	2,918	227,1	266,1	29,49	5,518
octobre	30,582	17,28	50	2,682	181,1	251,6	24,15	5,036
novembre	22,6	9,782	58,09	2,636	131	224,9	16,05	5,973
décembre	17,745	5,573	<b>66,73</b>	2,691	<b>85,55</b>	<b>217,5</b>	11,45	6,382
Moy	31,317	15,65	<b>46,67</b>	3,043	<b>2458*</b>	<b>275,8</b>	22,53	<b>51,2*</b>

T M : température maximale.

T m : température minimale.

H : Humidité relative.

V : vents.

Ins. : Insolation.

T moy. : Température moyenne.

Préc. : Précipitations.

\* : Cumul

### **II.1.2.1.1. La température**

A partir du tableau N°02 nous observons que la température moyenne maximale du mois le plus chaud est atteinte en juillet avec 40,673 °C et la température moyenne minimale du mois le plus froid en Janvier avec 4,17 °C.

### **II.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'Août et un maximum au mois de Janvier avec 9,864 mm. Le cumul annuel des précipitations est de l'ordre de 51,02 mm (tableau 02).

### **II.1.2.1.3. Humidité relative**

L'humidité relative de l'air est faible, elle est de l'ordre de 31,73 % en Juin, atteignant un maximum de 66,73 % au mois de Décembre et une moyenne annuelle de 46,67 % (tableau 02).

### **II.1.2.1.4. Evaporation**

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. 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 02).

### **II.1.2.1.5. Insolation**

L'insolation est considérable à Touggourt. Elle est de l'ordre de 275,8 h/mois, avec un maximum de 354 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 02).

### **II.1.2.1.6. Vent**

Les vents dominants sont de direction N.N.E en hiver et S.S.E en été. Ils se caractérisent par une vitesse dépassant parfois 20km/s et provoquant le déplacement des dunes et le dessèchement des végétaux. Le sirocco qui est un vent chaud, souffle particulièrement au mois d'avril à juillet (Labeled et Meftah, 2007).

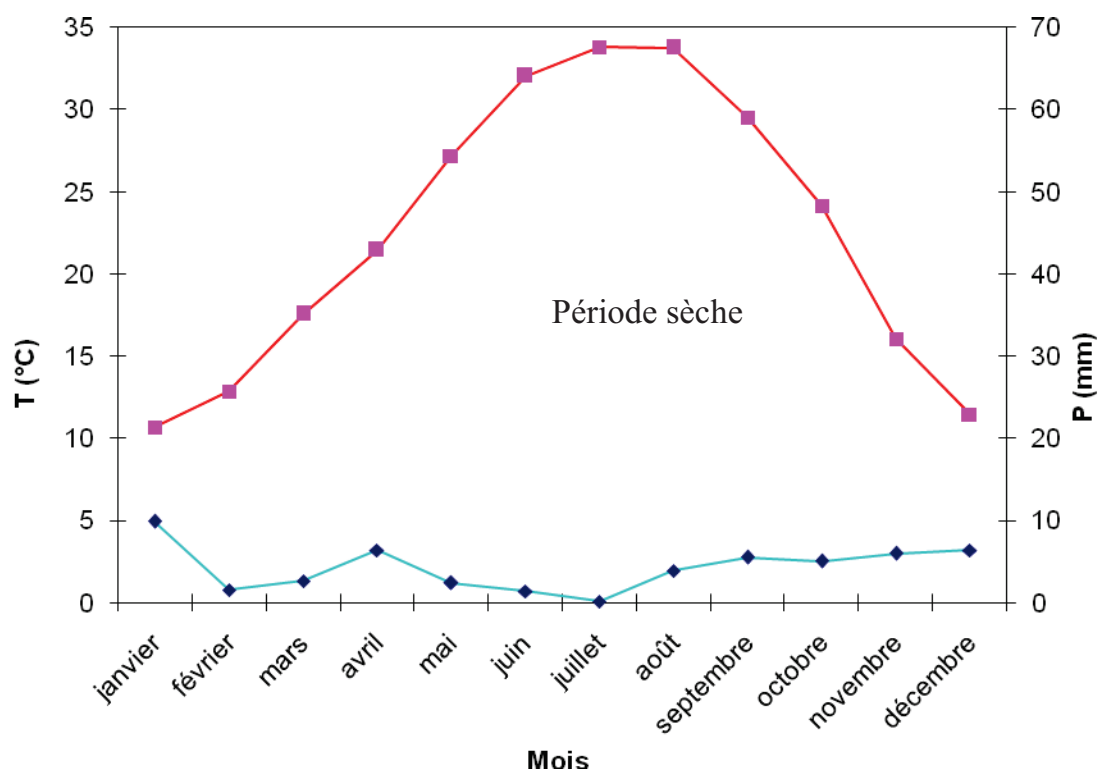
## II.1.2.2. Synthèse climatique

### II.1.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de déterminer la période sèche suivant un principe à échelle  $P = 2T$ .

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.



**Figure N° 03:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Touggourt (1997-2007).

### II.1.2.2.2. Climagramme d'Emberger

Emberger (1955) a établi un quotient pluviothermique à l'issue duquel il classe les différents types de climat.

Nous avons utilisés la formule de Stewart (1968) adaptée pour l'Algérie et le Maroc.

$$Q_3 = 3.43 P/M-m.$$

Où :

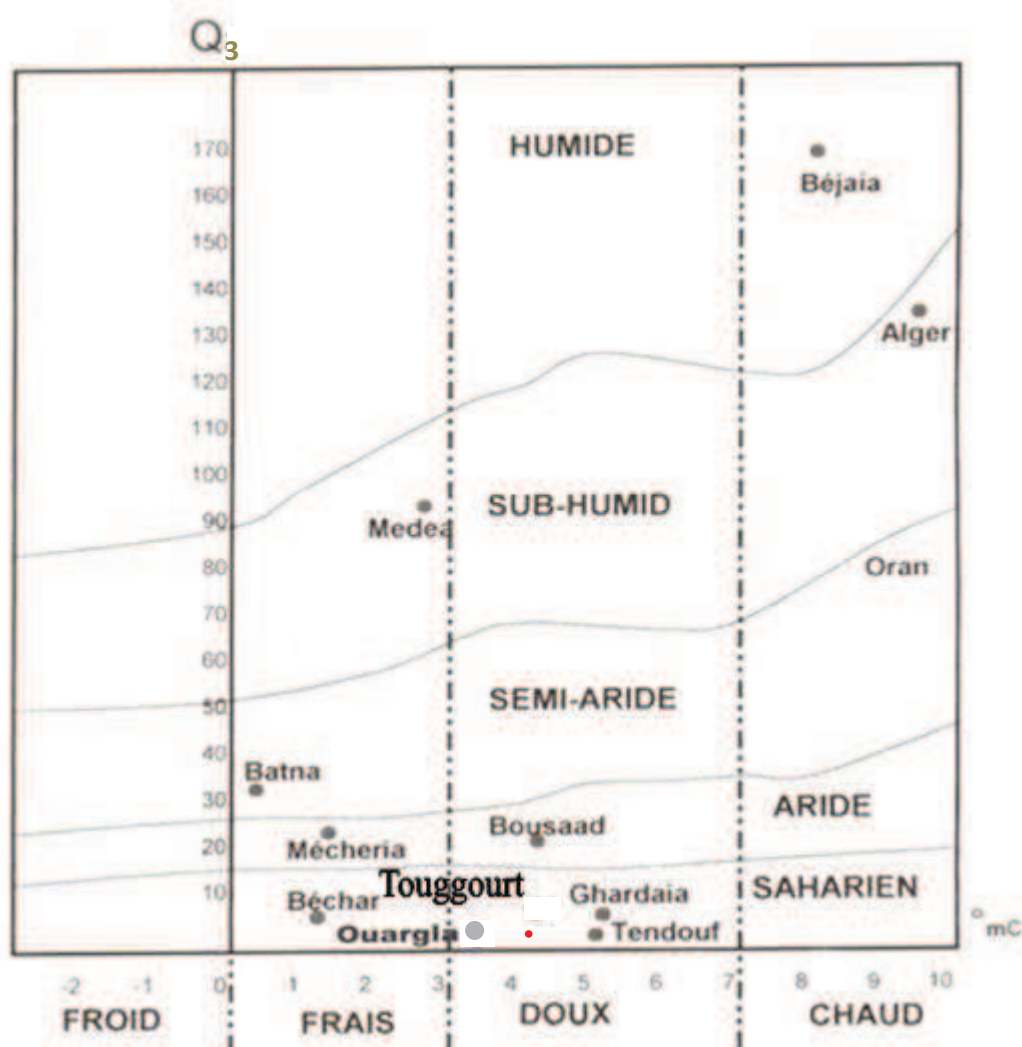
$Q_3$  : quotient pluviothermique d'Emberger (1955) modifié par Stewart (1968) pour l'Algérie et le Maroc ;

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm ;

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C ;

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C ;

Grâce à cette formule il est possible de calculer le quotient pluviothermique de la région d'étude. Les calculs donnent  $Q_3$  égale à 4,17 avec  $m = 4,31^\circ\text{C}$ . Ce qui permet de classer la région dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (figure N°04)



**Figure N° 04** : Situation de Touggourt selon le Climmagramme d'Emberger (1997-2007).

### II.1.3. Géomorphologie

La vallée d'El Oued Righ est un large fossé de direction Sud Nord, prenant son origine au Sud de la palmeraie d'El Goug débouchant sur le chott Merouane.

La pente générale est de l'ordre de 1%. La dénivellation entre le haut et le bas du paysage est de quelques mètres seulement, les pentes sont faibles et le relief est peu marqué reposant sur les formations mio-pliocènes et éocènes qui s'infiltrent progressivement vers le nord (Helal et *al*, 2004 in Labeled et Meftah, 2007).

### II.1.4. Géologie

La région de Touggourt se présente comme une cuvette synclinale du grand bassin sédimentaire du bas Sahara. Ce dernier se situe entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas Saharien. Avec plus de 600km de diamètre, il couvre 720.000 km<sup>2</sup> de superficie et s'étendent des pieds de l'Aurès au Nord jusqu'au tassili au Sud.

Tous les terrains, depuis le cambrien jusqu'au tertiaire, sont dissimulés en grande partie par le grand Erg Oriental, soit 125.000km<sup>2</sup>. Cependant quelques affluents sont observés sur les bordures (Helal et *al*, 2004 in Labeled et Meftah, 2007).

### II.1.5. Pédologie

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

La fraction organique est très faible (inférieur à 1%) et ne permet pas une bonne agrégation.

Ses sols squelettiques sont très peu fertiles car leur rétention en eau est très faible, elle représente environ 8% en volume d'eau disponible (Daoud et *al*, 2004 in Labeled et Meftah, 2007).



### **II.1.6. Hydrogéologie**

Les ressources en eau souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères qui s'étendent au delà des frontières Algériennes. Ceux du continental intercalaire (CI) et des complexes terminaux (CT) (A.N.R.H, 2006).

Les formations sont constituées par une série de dépôts alternativement marins et continentaux dans un vaste bassin sédimentaire (A.N.R.H, 2006).

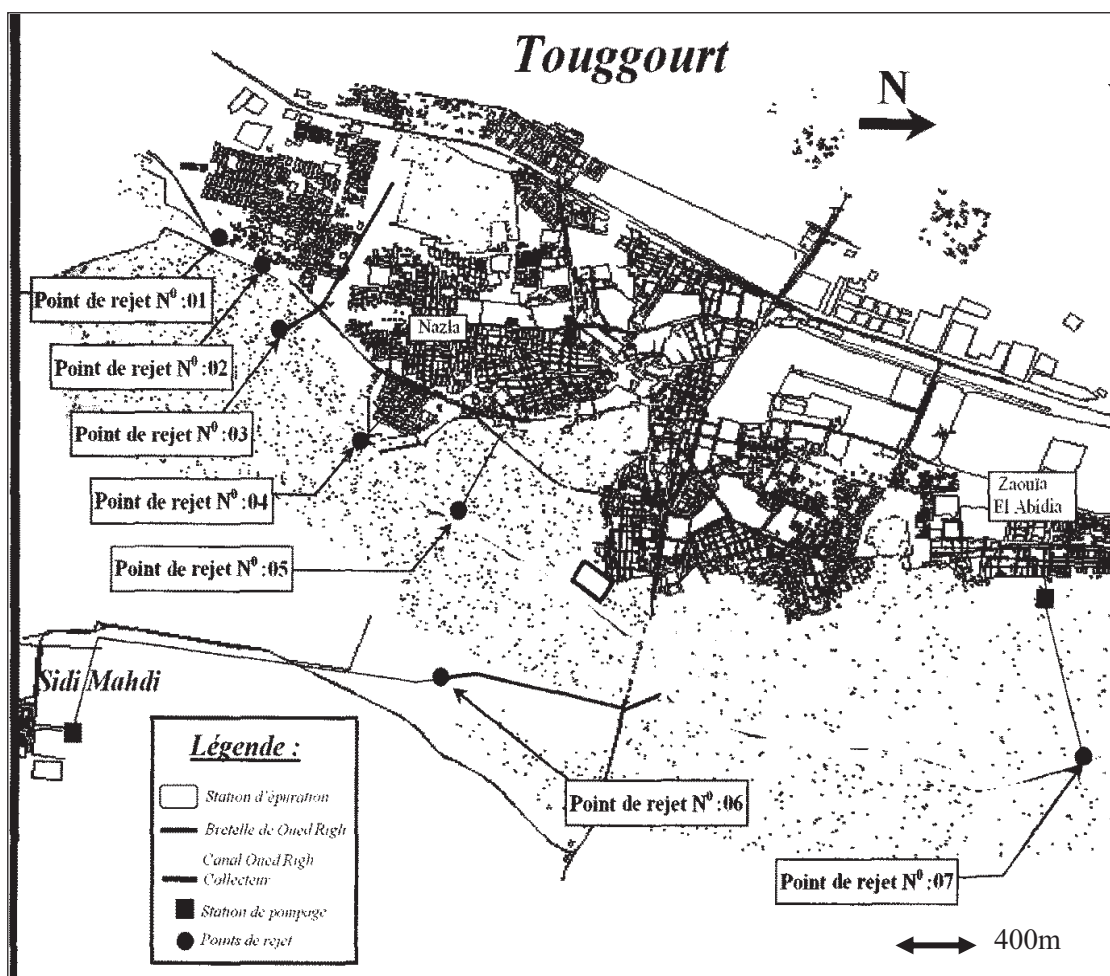
Dans la région d'Oued Righ il existe plusieurs niveaux aquifères dont : la nappe phréatique au Nord et le complexe terminale d'âge du sénomo-éocène carbonaté est d'âge de mio-pliocène sablo-argileux, et continental intercalaire d'âge du crétacé inférieur (A.N.R.H 2006 *in* Labeled et Meftah, 2007).

### **II.1.7. 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 2 %.( S.T.E.P Touggourt, 2008).

### **II.1.8. 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



**Figure N° 05:** représentation des points de rejet de Touggourt (S.T.E.P Touggourt, 2008).

#### • Point de rejet N°01

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

#### • Point de rejet N°02

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

#### • Point de rejet N°03

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

• **Point de rejet N°04**

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

• **Point de rejet N°05**

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

• **Point de rejet N°06**

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

• **Point de rejet N°07**

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

## II.1.9. Analyse d'urbanisme

### II.1.9.1. Population et évolution démographique

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

D'après l'annuaire statistique de la wilaya d'Ouargla, le nombre d'habitants de la commune de Touggourt est d'environ 167 659 habitants pour l'année 2006. On utilise la loi des intérêts (S.T.E.P. Touggourt, 2008) pour estimer le nombre d'habitants en 2007.

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

$P_n$  = population à l'horizon futur.

$P_0$  = population de l'année de référence (2006).

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

N : nombre d'années séparant les horizons.

On aura :

$$P_{(2009)} = 188322 \text{ hab.}$$

### II.1.9.2. 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 .

### II.1.9.3. 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. /  $Q_{dom} = kr \times D \times N$

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

$Kr$  : 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 hab188322. Pour l'année 2009.

#### Calcul :

$$Q_{dom} = 0.7 \times 200 \times 10^{-3} \times 188322 \rightarrow Q_{dom} = 26365.08 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$Q_{éq} = 30 \times 25938.5 / 100 = 7909.52 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$Q_{usée} = Q_{éq} + Q_{dom} = 26365.08 + 7909.52$$

$$Q_{usée} = 34274.6 \text{ m}^3/\text{J}$$

#### Débit moyen horaire $Q_m$ :

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

$$Q_m = Q_{usée} / 24$$

$$Q_m = 34274.6 / 24 = 1428 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_m = 1405 \times 1000 / 3600 = 396.66 \text{ L/S}$$

#### II.1.9.4. Calcul des charges polluantes

##### II.1.9.4.1. Charges en DBO<sub>5</sub>

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 DBO<sub>5</sub> de Touggourt, sera :

$$\text{DBO}_{5T} = \text{Charge DBO}_5(\text{Kg}) \text{ par habitant} \times \text{Nombre d'habitants.}$$

$\text{DBO}_{5T}$  = charge DBO<sub>5</sub>(en Kg) de Touggourt.

$$\text{DBO}_{5T} = 54 \times 10^{-3} \times 188322 = 10169.38 \text{ Kg/J}$$

Concentration de la DBO<sub>5</sub> en mg/L :

$$[\text{DBO}_5] = \text{DBO}_{5T} / Q_{\text{usée}}$$

S<sub>0</sub> = concentration du DBO<sub>5</sub> (en mg) par litre.

$$[\text{DBO}_5] = 10169.38 \times 10^6 / 34274.6 \times 10^3 = 296.70 \text{ mg/L}$$

##### II.1.9.4.2. 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

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

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

$$\text{M.E.S}_T = 70 \times 10^{-3} \times 188322 = 13182.54 \text{ kg /J}$$

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

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

$$[\text{M.E.S}] = 13182.54 \times 10^6 / 34274.6 \times 10^3 = 384.61 \text{ mg /L}$$

##### II.1.9.4.3 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:

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

$DCO_T$  = charge M.E.S (en Kg) de Touggourt.

$$D.C.O : 90 \times 188322 \times 10^{-3} = 16948,98 \text{ kg/j.}$$

Concentration du DCO en mg/l

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

$$[D.C.O.] = 16948,98 \times 10^6 / 3427,6 \times 10^3 = 494,48 \text{ mg/L}$$

**Tableau N° 03** : 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 (m3/j)	34274.6	35628,50	43243,38	52485,70	9 360
Débit moyen horaire (m3 /h)	1428,10	1484,52	1801,80	2186,90	3 90
Débit moyen (1/s)	396,66	412,36	500,50	607,47	108,33
Charges en DBO <sub>5</sub> 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 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.

### II.1.9.5. 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 principale 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 M'raier.

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. ha et pour assurer en même temps un niveau de drainage de 1.70 m d 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.

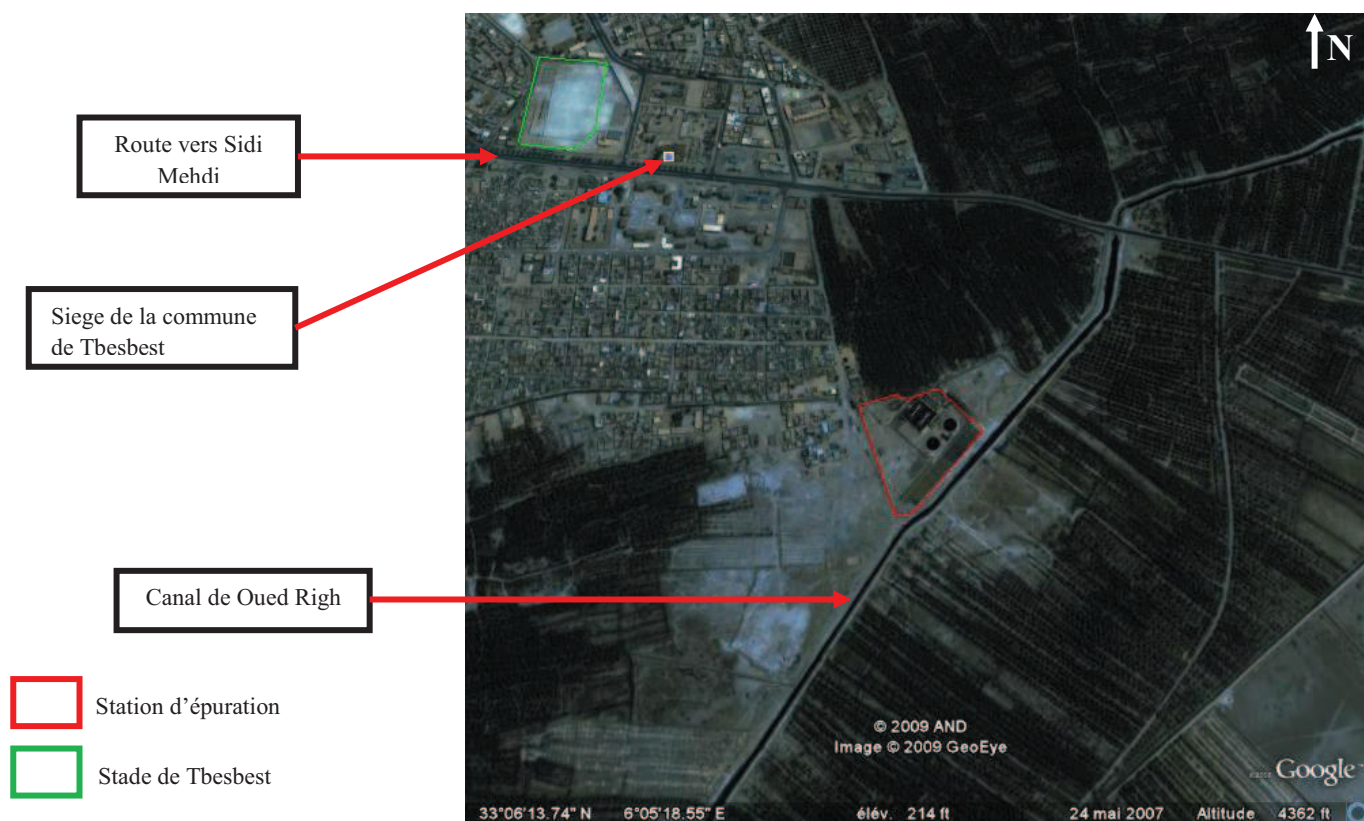
Le canal est subdivisé en 4 tranches qui sont:

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 de M'raier (Direction hydraulique de Touggourt, 2008).

### II.1.10. Station d'épuration de Touggourt

La station d'épuration des eaux usées de Touggourt est située à Ben Yassoued, dans la municipalité de Tebesbest, sur la route d'el oued. Elle s'étend sur une superficie de 5 hectares. Elle a été mise en service le 20/11/1993 et réhabilitée en

2004 et traite aujourd'hui une partie des rejets d'eaux usées déversées par la ville de Touggourt. L'office National d'Assainissement est chargé de son exploitation (S.T.E.P Touggourt, 2008)



**Figure N° 06 :** Positionnement de la station dans la commune de Tbesbest.

### II.1.10.1. Données techniques

C'est une station d'épuration à boues activées, prévue pour 62500 équivalents habitants (S.T.E.P Touggourt, 2008)

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

Débit moyen:  $9\,360\text{ m}^3/\text{j}$  ;

Débit de pointe:  $3\,90\text{ m}^3/\text{h}$  ;

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

Charge moyenne de DBO/j:  $3\,375\text{kg/j}$  ;

Charge moyenne de DCO/j:  $5\,625\text{kg/j}$  (S.T.E.P Touggourt, 2008).



### II.1.10.2. 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 à travers des cribles à barreaux moyens ;
- 5- Les eaux usées traitées destinées à l'irrigation seront désinfectées au chlore.

### II.1.10.3. Equipement de la station

#### II.1.10.3.1. Dégrillage mécanique

- Dégrillage mécanique, grilles mécaniques constituées des barreaux de large espacement de 20 mm ;
- Canaux de dessablage et déshuilage: avec portion d'extraction des sables, et centrale de production d'air pour aération des dessableurs.



**Figure N° 07:** Degrilleur mécanique

### II.1.10.3.2. Epuration biologiques

- 02 bassins d'aérations fonctionnant en parallèle ;
- Equipement par bassin: capacité totale 7 200 m<sup>3</sup> ;
- 2 aérateurs de 45 KW- capacité d'aération 80 kg O<sub>2</sub>/h.



**Figure N° 08:** Bassin d aération

### II.1.10.3.3. Clarification

Deux décanteurs circulaires à pont diamétral de 24 m muni d'un racleur. Nous devons signaler ici que l'étape de l'addition du chlore n'est pas toujours activée a cause des déversements des eaux dans le canal est sont pas réutilisées.



**Figure N° 09:** Décanteur

#### II.1.10.3.4. Epaississeur de boues

Un bassin circulaire : de 10 m de diamètre, muni d'un agitateur à pieux fixé sur le pont.



**Figure N° 10:** Epaississeur

#### II.1.10.3.5. Retour des boues

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



**Figure N° 11:** Vis Archimède

### II.1.10.3.6. Lits de séchage des boues

Il existe 16 lits de séchage d'une surface totale de 3 200 m<sup>2</sup>.



**Figure N° 12:** lit de séchage.

### II.1.10.3.7. Laboratoire

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

**Tableau N° 04:** Matériel utilise au niveau de laboratoire.

Paramètres mesurées	Equipement utilisé	type
MES	Centrifugeuse et étuve	D 1600 U25
MVS	Four à moufle	MF 120
DBO5	BSB DBO	620 T
DCO	Reactor et Colorimetre.	HACH DR 820
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Colorimerte.	DR 820
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Colorimetre	DR 820

## II.2. 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 applicables 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, DBO<sub>5</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>) (Amouria et Medjouri, 2007).

Toutes les analyses chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de la station d'épuration de Touggourt.

### II.2.1. 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 de 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, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

### II.2.2. Réactifs et matériels utilisés

#### 2.2.1. Dosage de MES

La méthode utilisée pour les MES de l'eau est la centrifugation (Rodier et *al.* 2005).

#### II.2.2.2. Détermination de (DCO)

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier et *al.* 2005).

### II.2.2.3. Détermination de DBO<sub>5</sub>

Il s'agit de la mesure de l'oxygène consommé en en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placé dans une enceinte thermostatée à 20°C. (Rodier et *al.* 2005).

### II.2.2.4. 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.

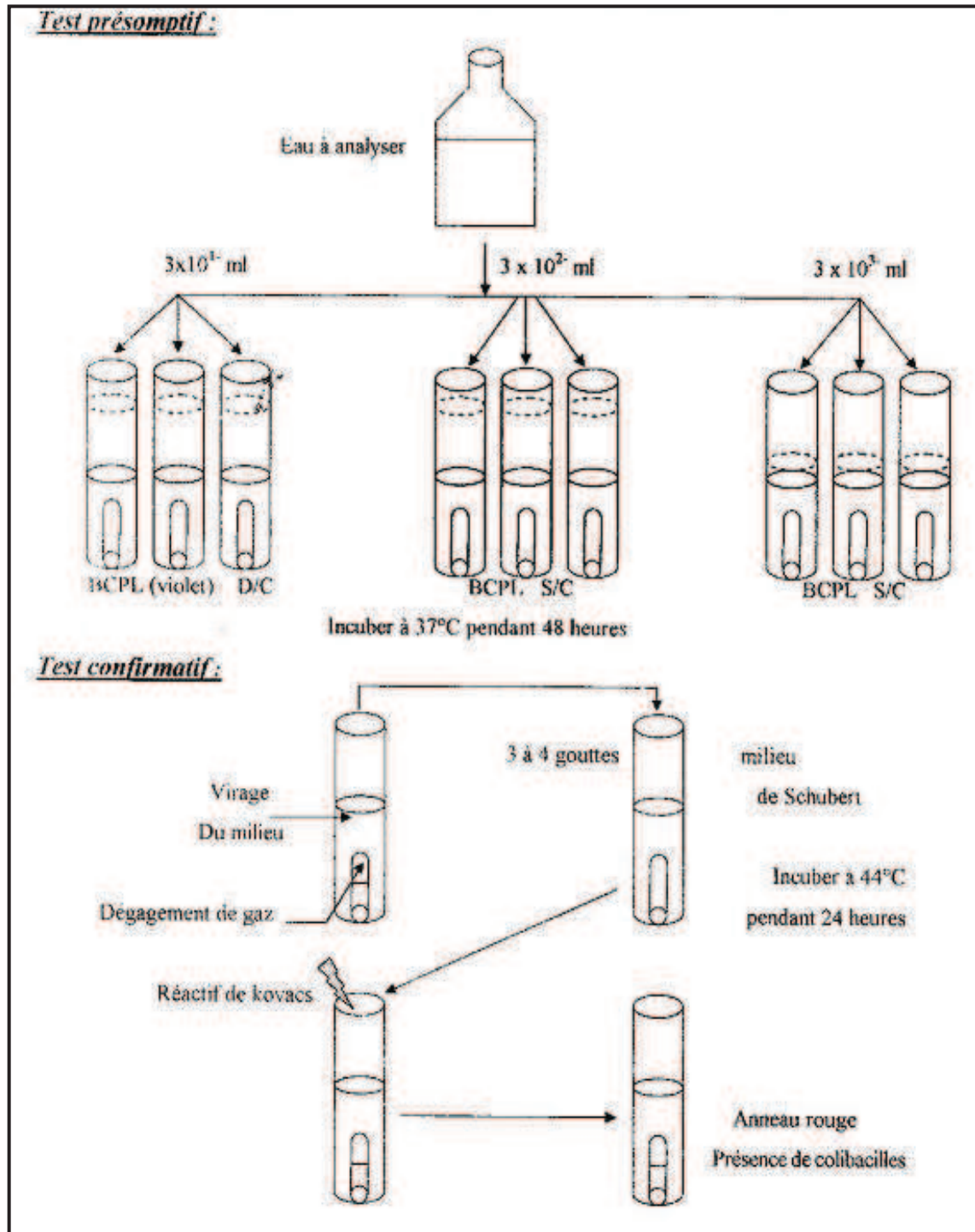
#### II.2.2.4.1. Préparation des dilutions

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<sup>-1</sup>, aussi obtenus on procède de la même manière jusqu'à atteindre la dilution 10<sup>-4</sup>.

#### II.2.2.4.2. 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).

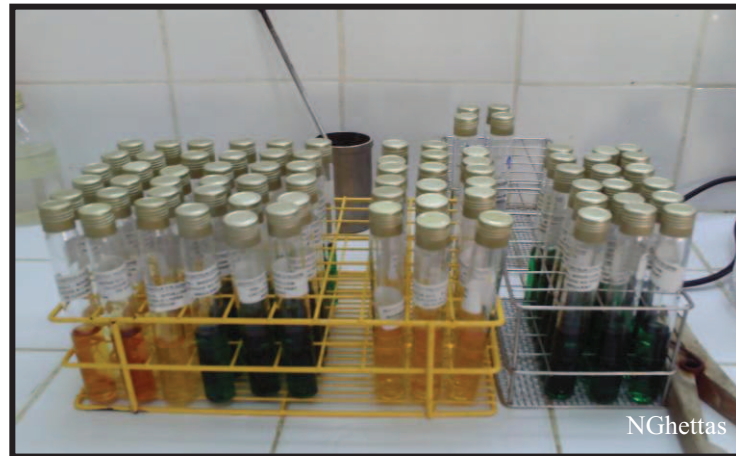
Il s'agit d'un ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série de tubes (série de 3) contenant un milieu de culture non véritablement sélectif mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz (Rodier *et al*, 2005).



**Figure N° 13 :** recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Amouria et medjouri, 2007).

### II. 2.2.4.3. 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).



**Figure N° 14 :** Recherche des streptocoques et coliformes par méthodes de 3 tubes dilution.



**Figure N° 15 :** Comparaison entre deux tubes dont l'un est positif et l'autre négatif



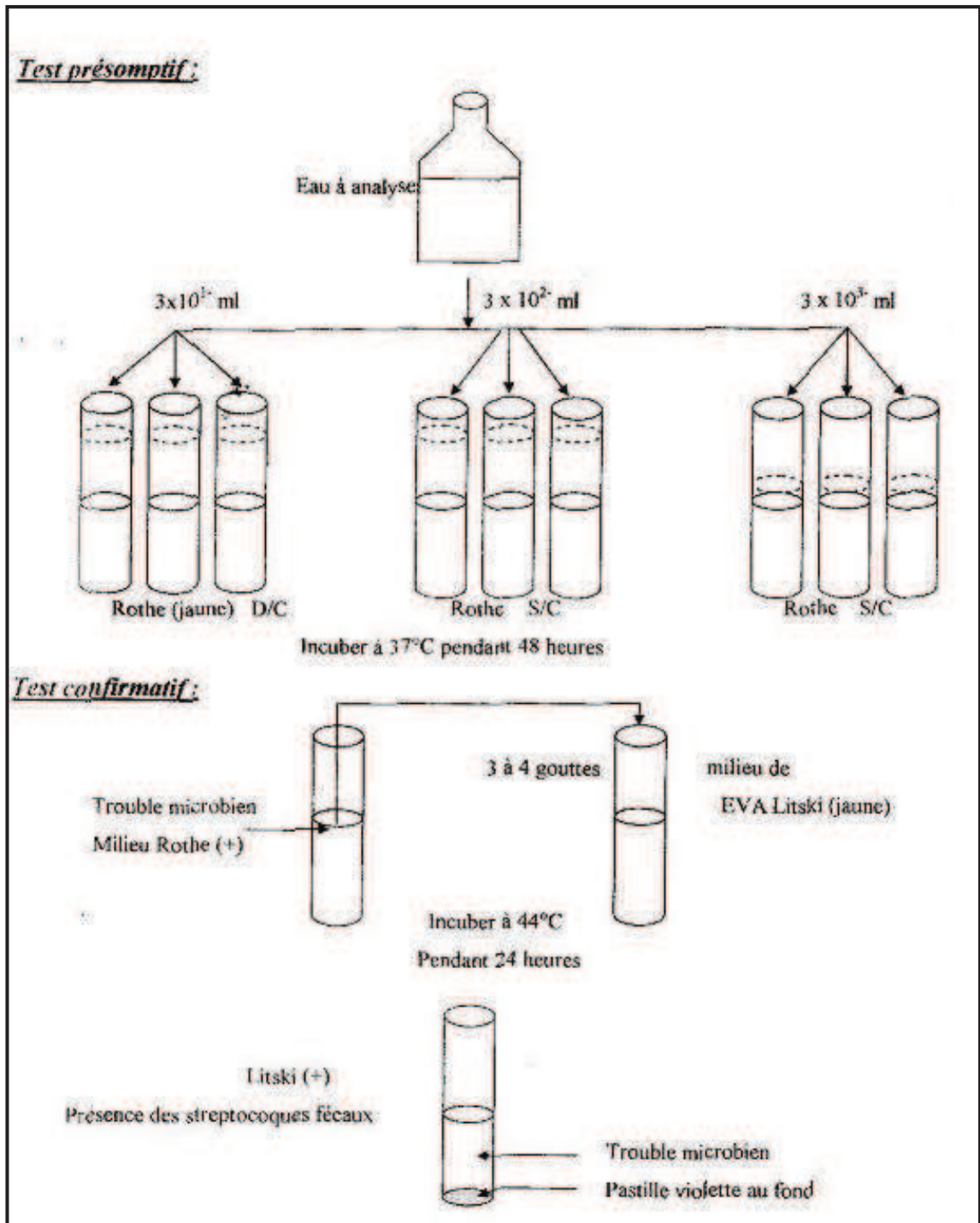


Figure N° 16 : Recherche des Streptocoques fécaux (Amouria et Medjouri, 2007)

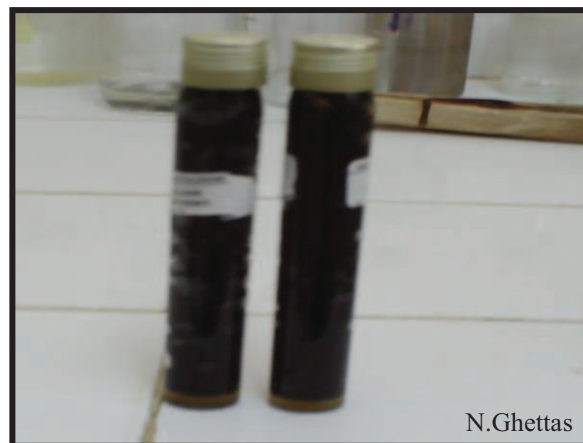
#### II.2.2.4.4. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*

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

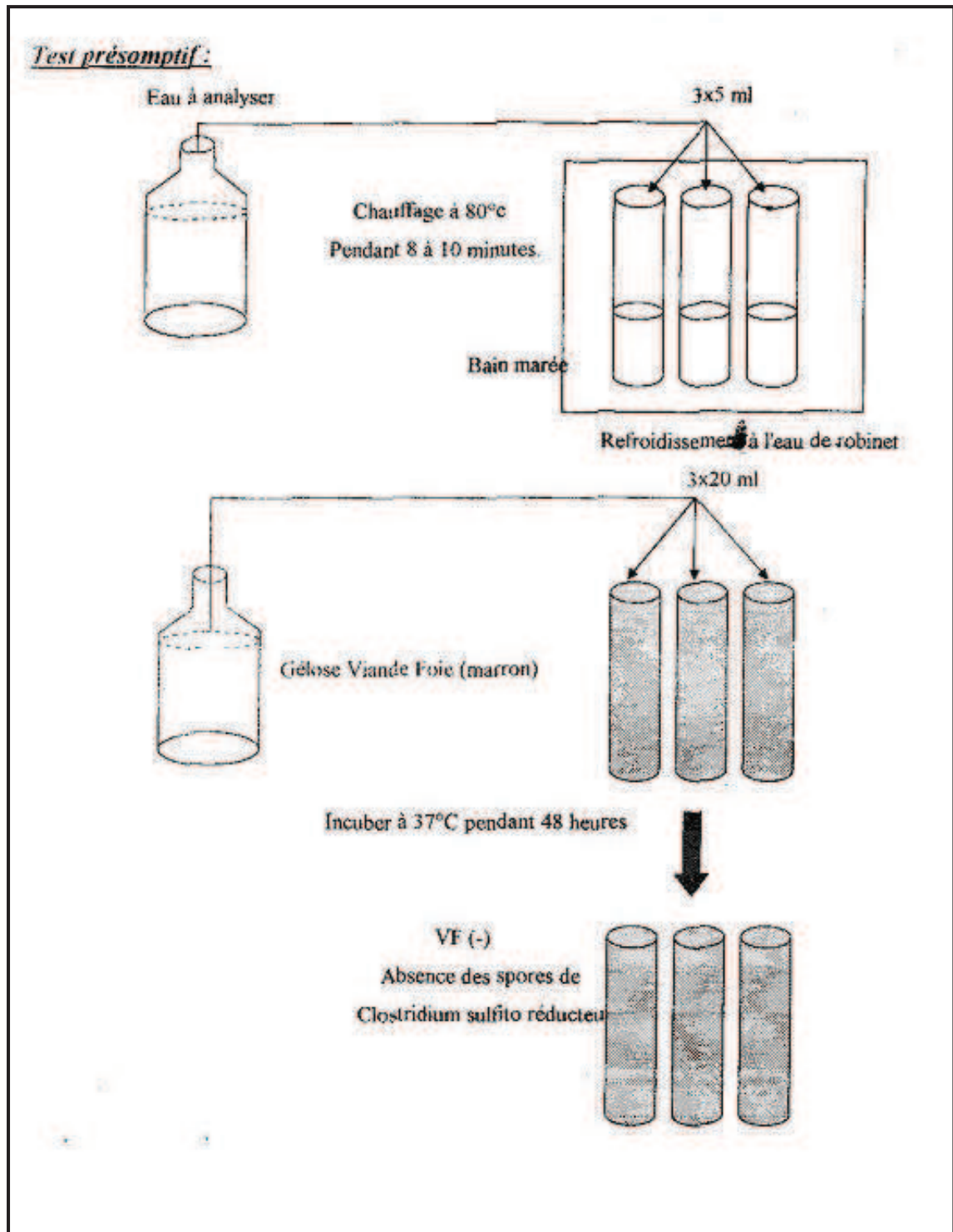
Après destruction des formes végétatives par chauffage à 80 °C, l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu, régénéré et additionné de sulfite de sodium et de sel de fer. La composition du milieu est établie pour tenir compte d'un volume déterminé d'eau incorporé. (Rodier et *al.* 2005).



**Figure N° 17** : Recherche du clostridium sulfito réducteur (addition du VF).



**Figure N° 18** : Deux tubes positifs de clostridium sulfito réducteur.

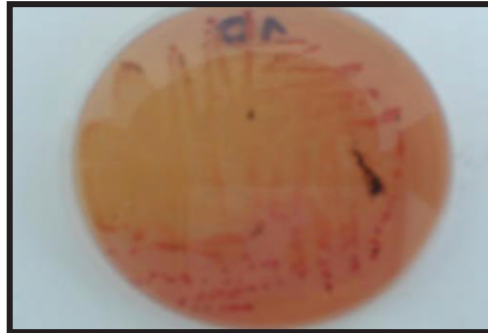


**Figure N°19 :** Recherches de *Clostridium sulfite-réducteurs* (Amouria et Medjouri, 2007)

#### II.2.2.4.5. 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).



**Figure N° 20 :** Boite de milieu de culture SS après incubation (les colonies visibles sur la gélose ne sont pas des salmonelles)



**Figure N° 21 :** Ensemencement dans le milieu TSI

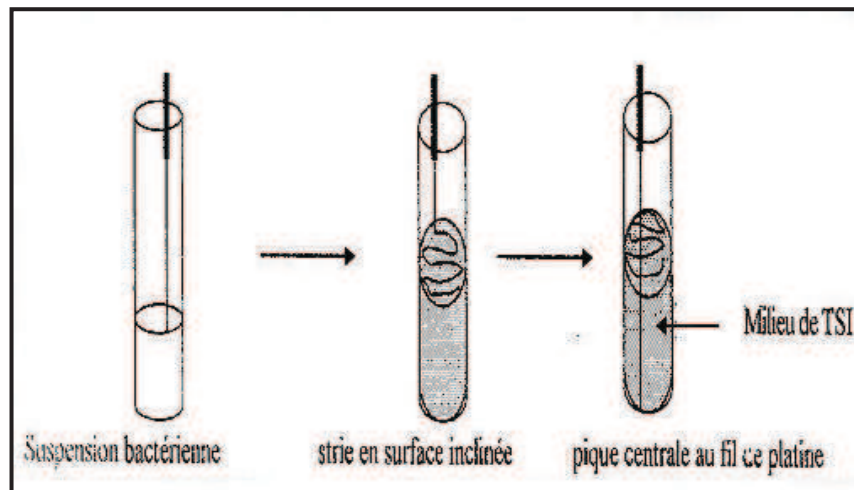


Figure N° 22 : Technique d'incubation du milieu TSI (Amouria et Medjouri, 2007)

#### II.2.2.4.6. Recherche des staphylocoques totaux et fécaux

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

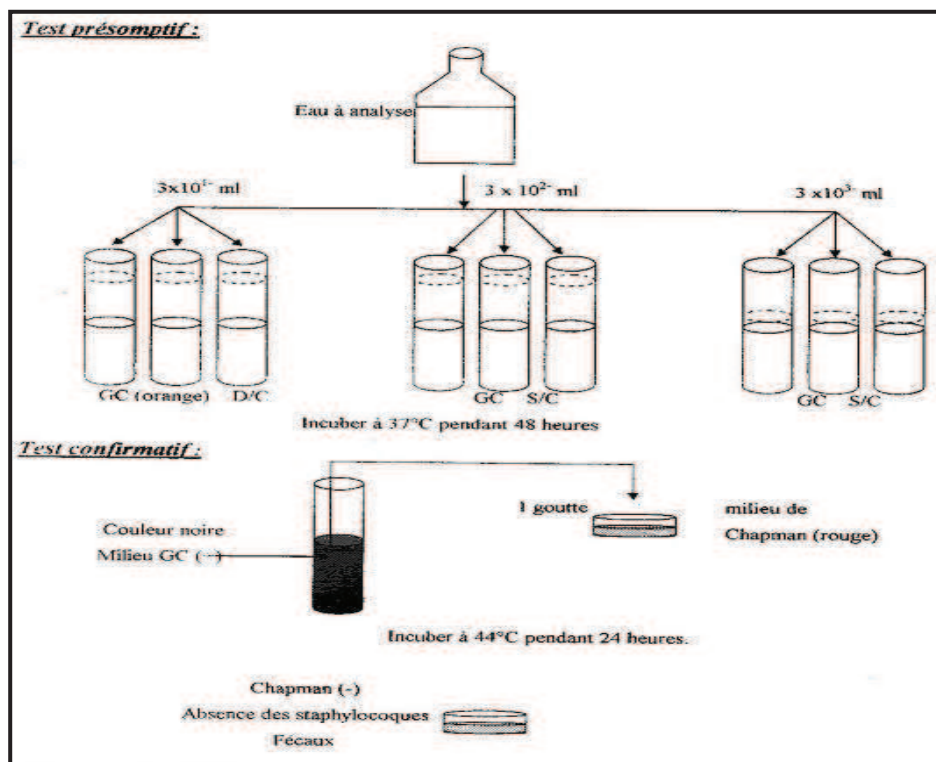


Figure N° 23 : Recherche des Staphylocoques fécaux (Amouria et Medjouri, 2007)

## **Chapitre III**

### **Résultats et Discussion**

#### **III.1. 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

##### **III.1.1. 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 DBO<sub>5</sub> en milligrammes d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20°C.

D'après les résultats obtenus (annexe N°15), 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 16). En comparant entre les valeurs de DBO<sub>5</sub> 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), 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  $\text{DBO}_5$  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 de grandes variations car les périodes de prélèvements ne sont pas très éloignées dans le temps les unes des autres.

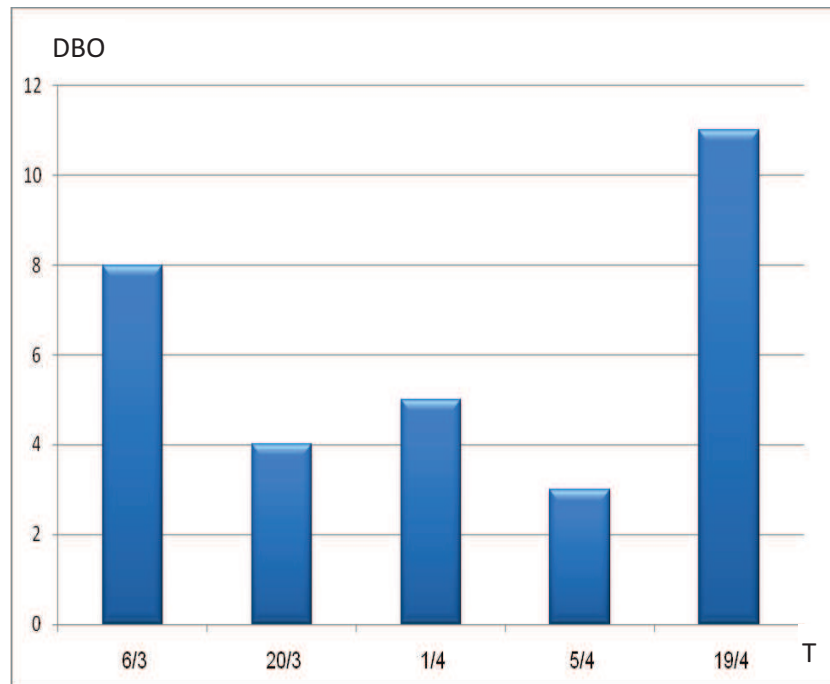


Figure N° 24.1 : Evolution de la DBO<sub>5</sub> des eaux traitées dans le temps.

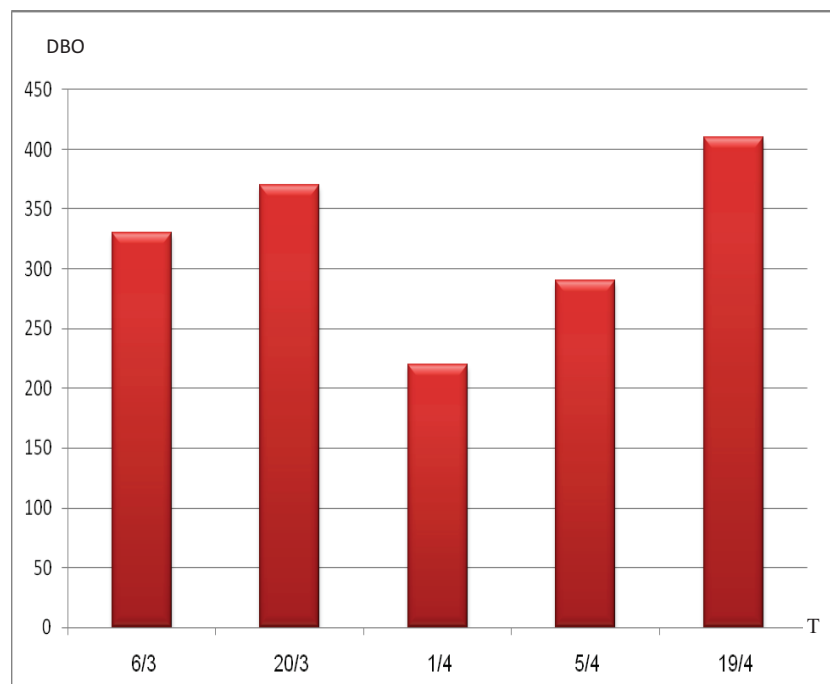


Figure N° 24.2 : Evolution de la DBO<sub>5</sub> des eaux brutes dans le temps.



### III.1.2. 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 tab. 14 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 cinq 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.

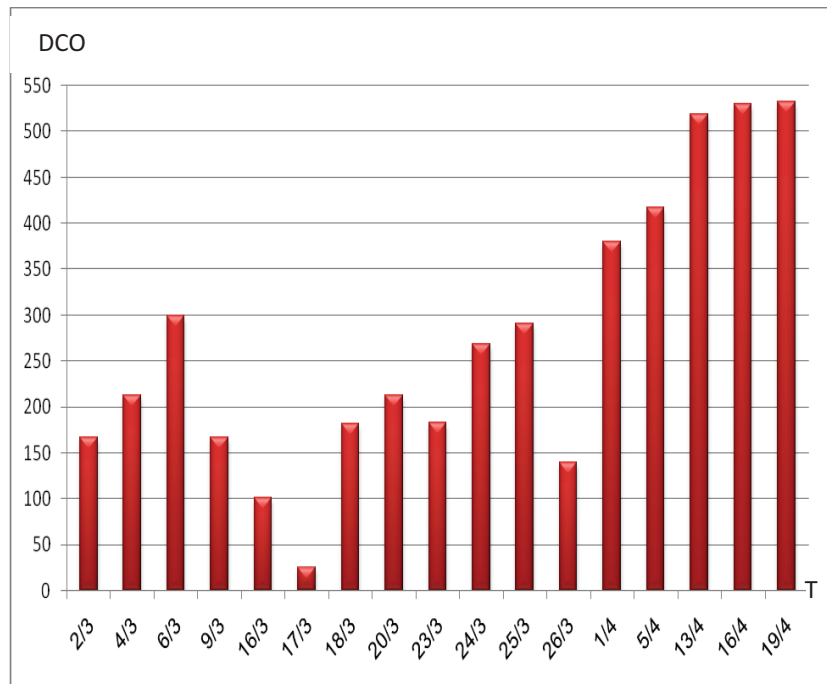


Figure N° 25.1 : Evolution de la DCO des eaux brutes dans le temps.

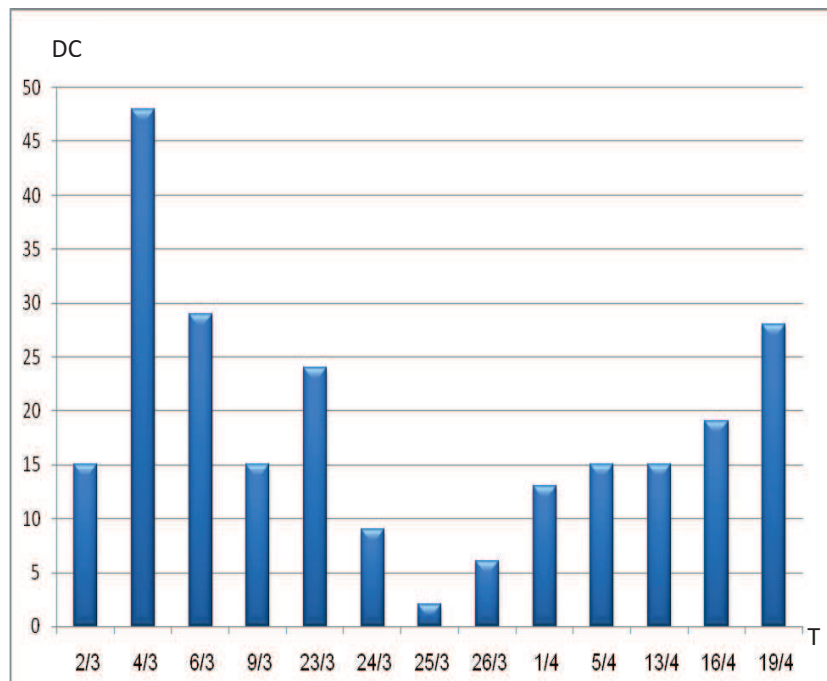


Figure N° 25.2 : Evolution de la DCO des eaux traitées dans le temps

### III.1.3. 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.

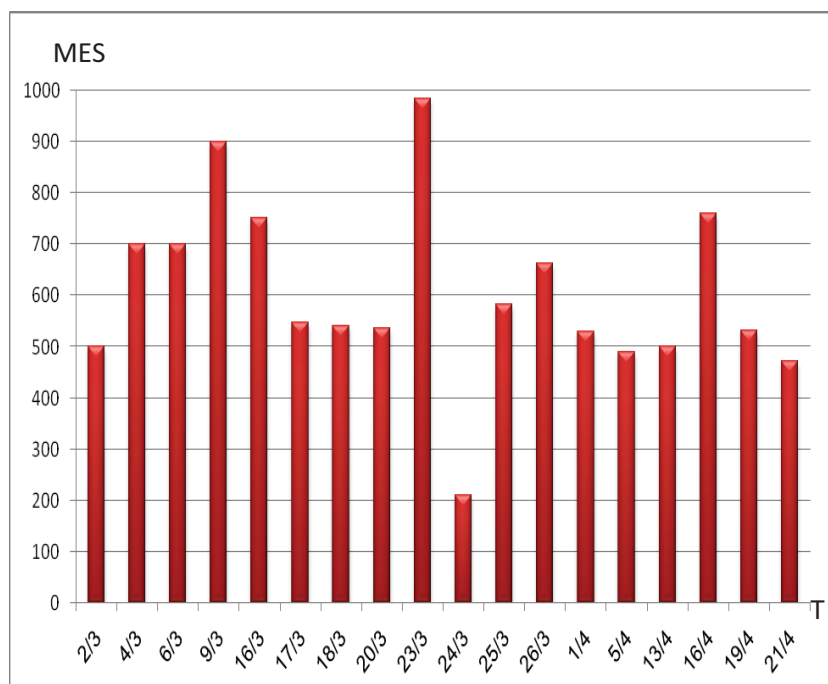


Figure N° 26.1 : Evolution des MES des eaux brutes dans le temps.

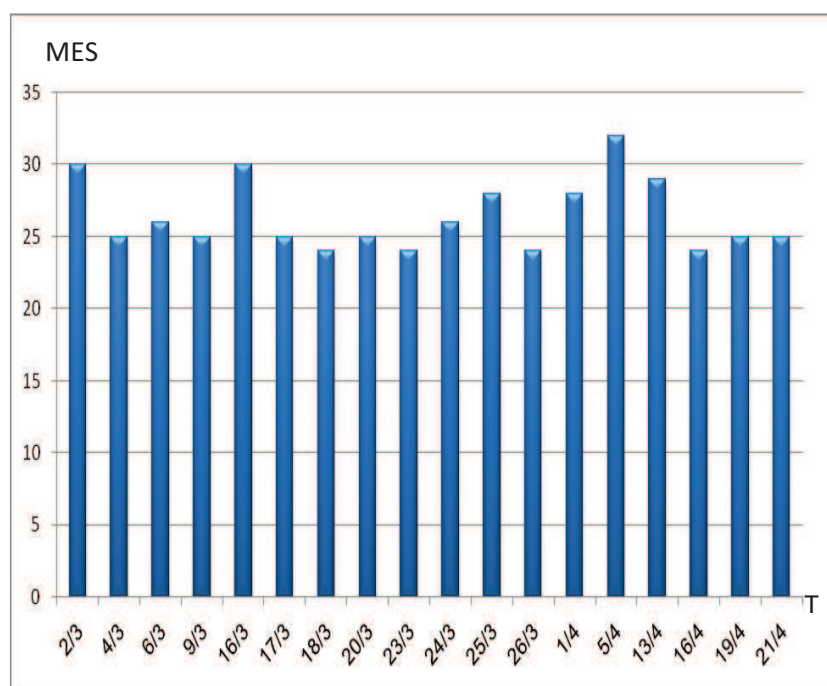


Figure N° 26.2 : Evolution des MES des eaux traitées dans le temps.

#### III.1.4. 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 dénitrifiante (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 méthomoglobinisante 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, B<sub>6</sub> ...). 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 26.1 et 26.2 montrent une évolution similaire des teneurs en nitrites avant et après traitement.

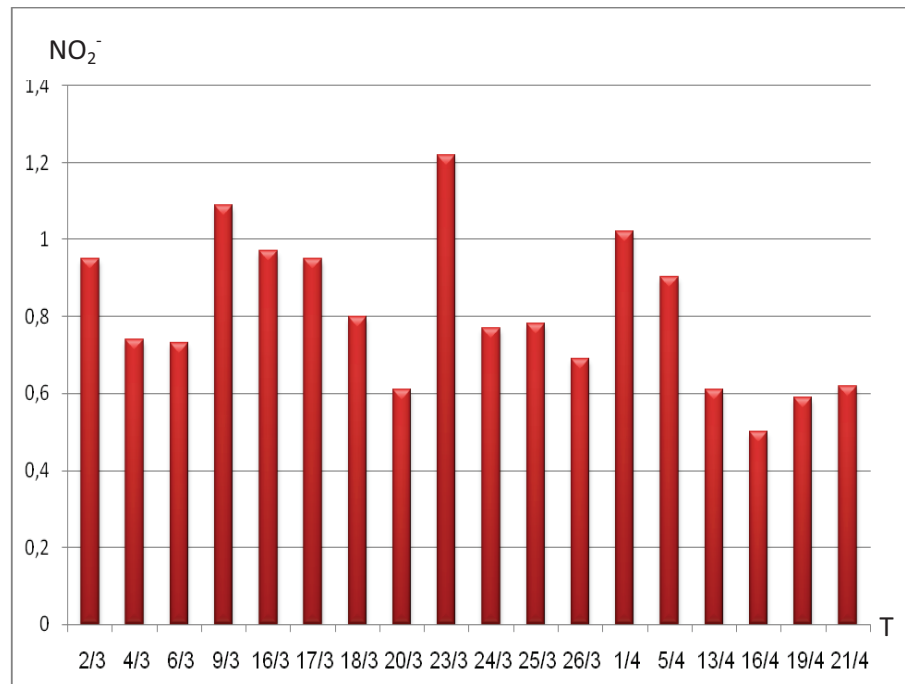


Figure N°27.1 : Evolution du  $\text{NO}_2^-$  des eaux brutes dans le temps.

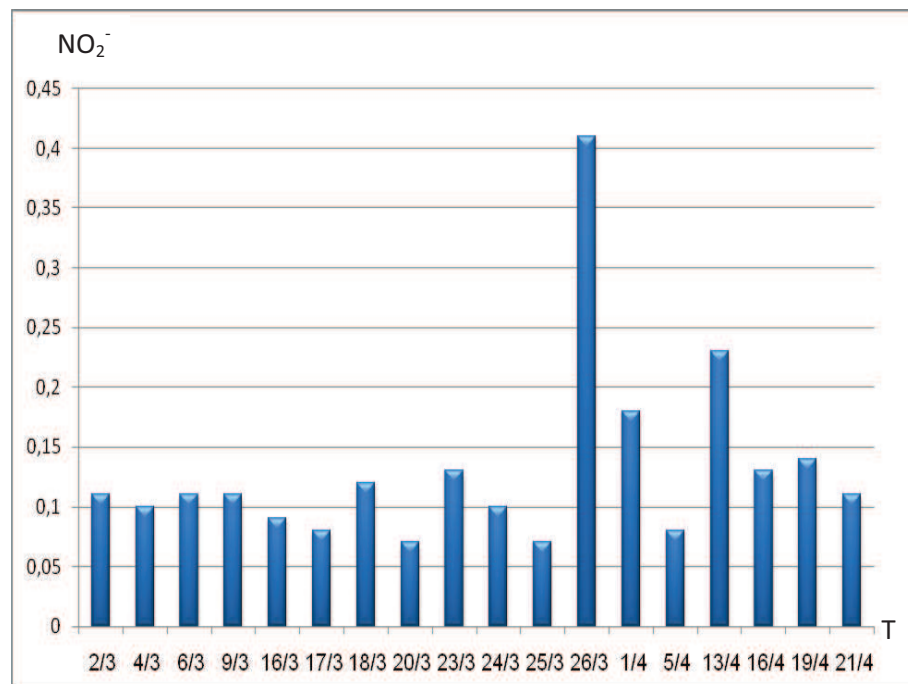


Figure N°27.2: Evolution du  $\text{NO}_2^-$  des eaux traitées dans le temps.

### III.1.5. Les nitrate

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.

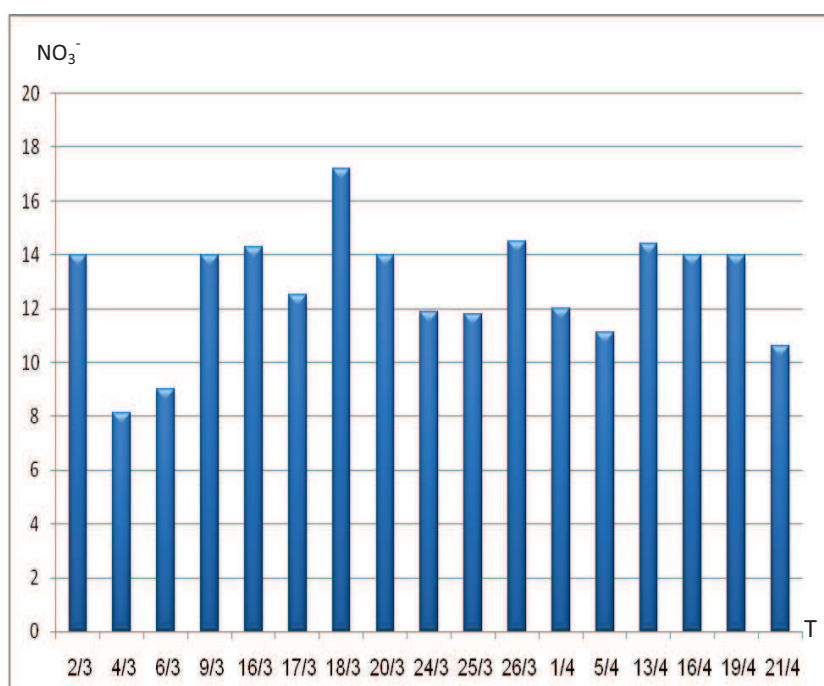


Figure N° 28: Evolution du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> des eaux traitées dans le temps.

### III.1.6. Les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphore peut se trouver sous différentes formes oxydées; sous la forme acide, on trouve les acides méta ( $\text{HPO}_3$ ), pyro ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) et ortho ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). 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  $\text{PO}_4^{3-}$ . 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 pour la date 16 Mars.



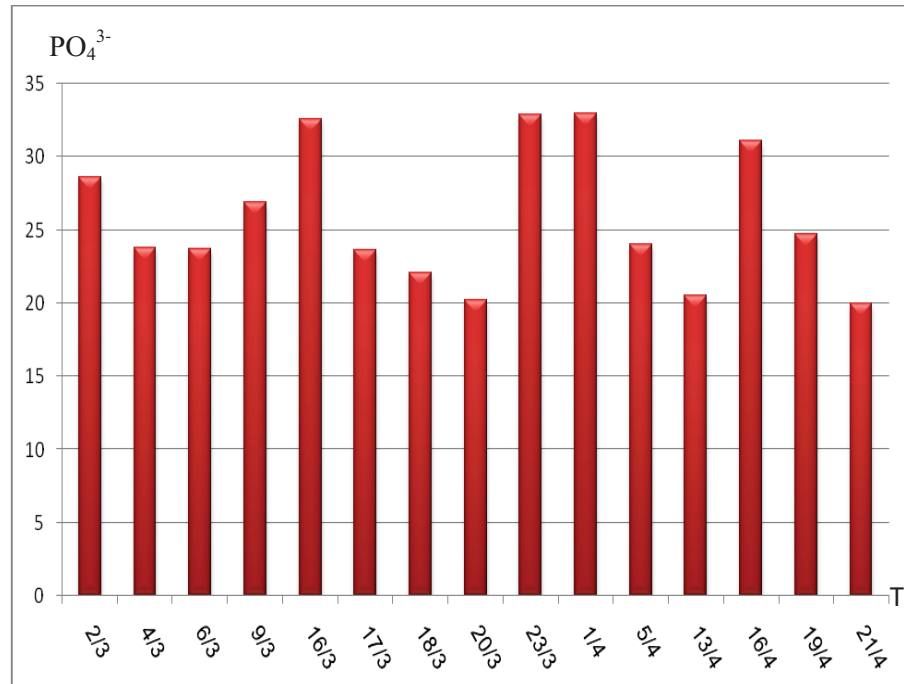


Figure N° 29.1 : Evolution du  $\text{PO}_4^{3-}$  des eaux brutes dans le temps.

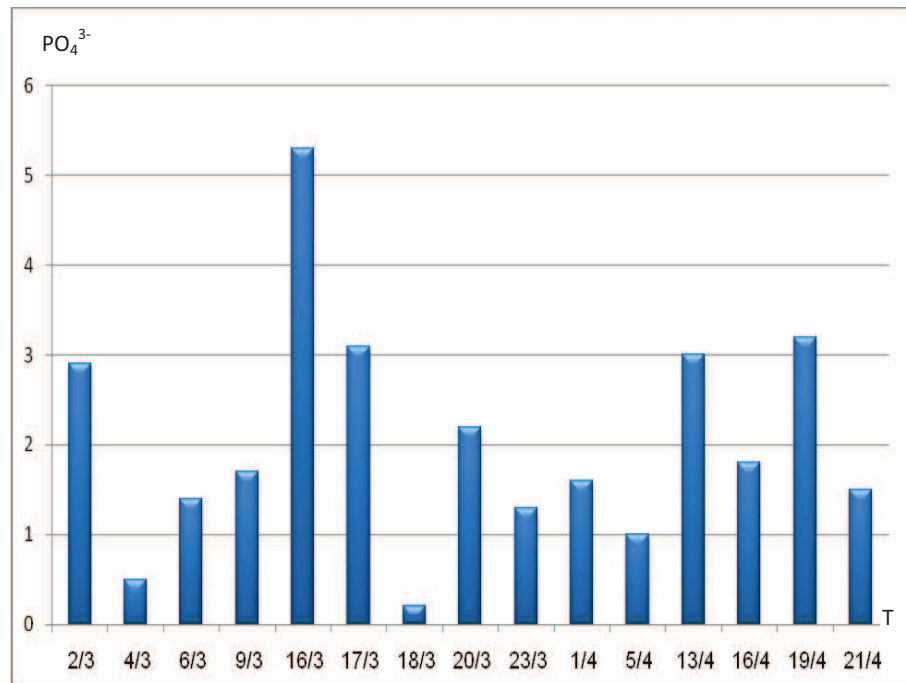


Figure N° 29.2 : Evolution du  $\text{PO}_4^{3-}$  des eaux traitées dans le temps.

### III.1.7. 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. Étant 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.

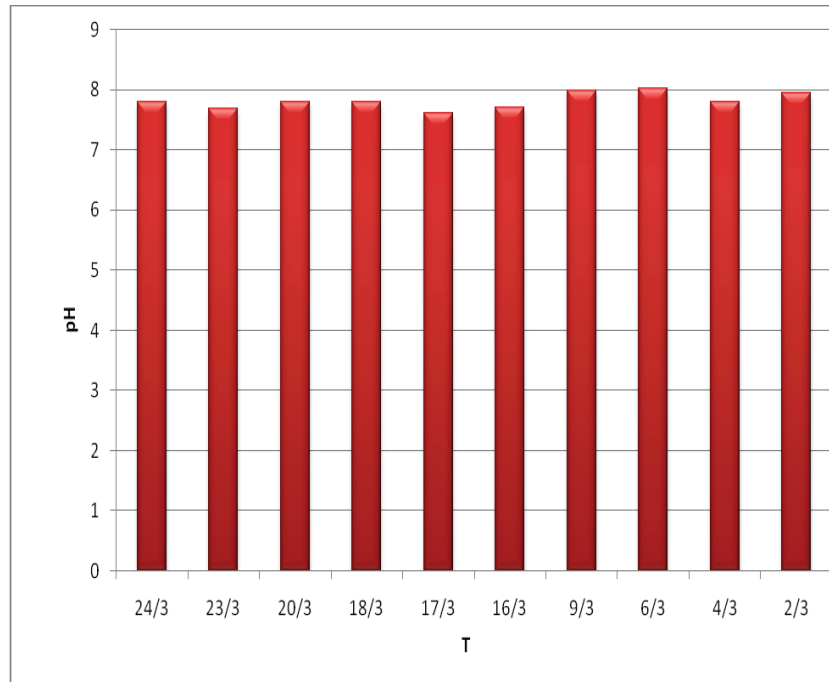


Figure N° 30.1 : Evolution du pH des eaux brutes dans le temps.

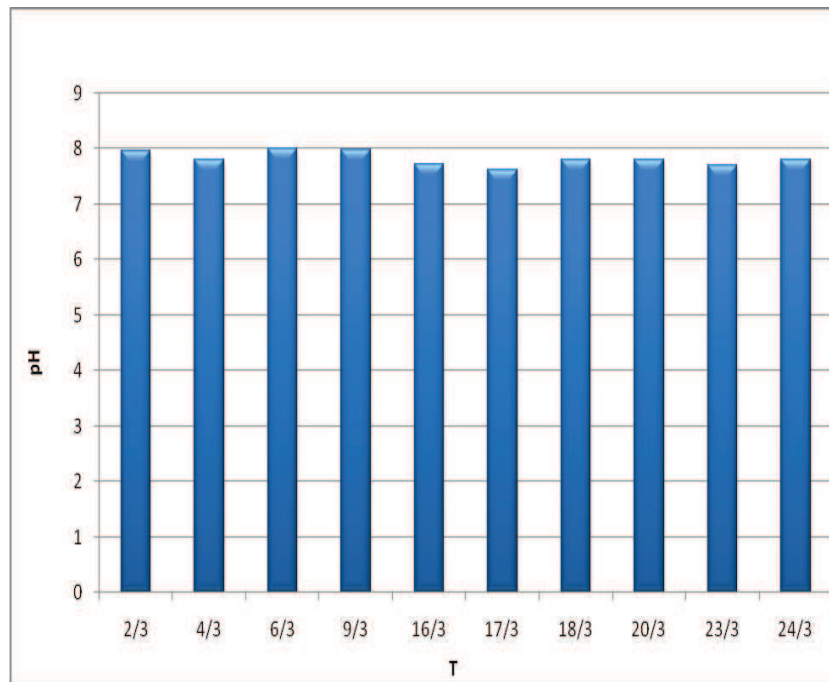


Figure N° 30.2 : Evolution du pH des eaux traitées dans le temps.

### III.1.8. 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 (tab. 14 et tab. 15) 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 16 avril. Ceci peut être interprété par l'arrivée d'une quantité d'eau très chaude.

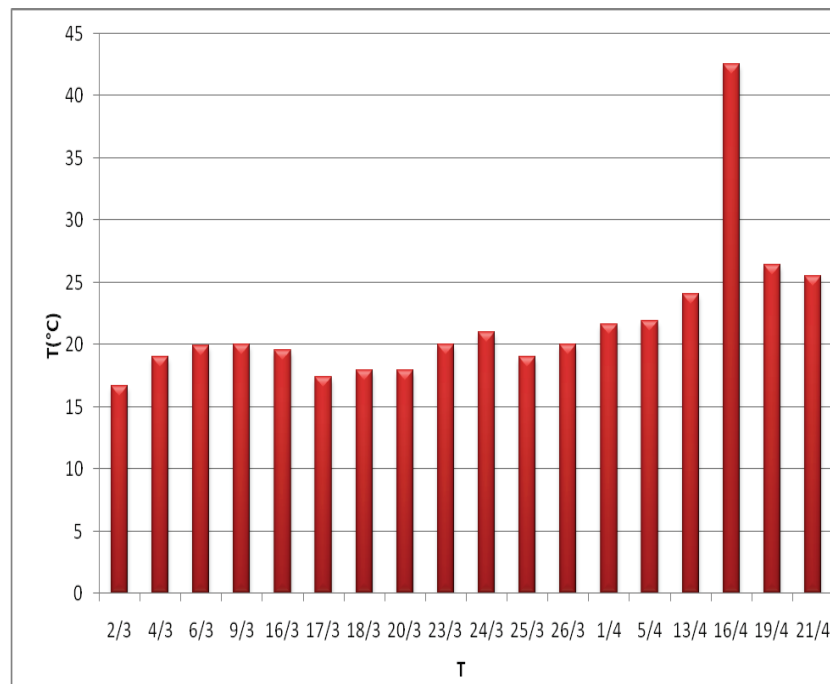


Figure N° 31.1 : Evolution des températures des eaux brutes dans le temps.

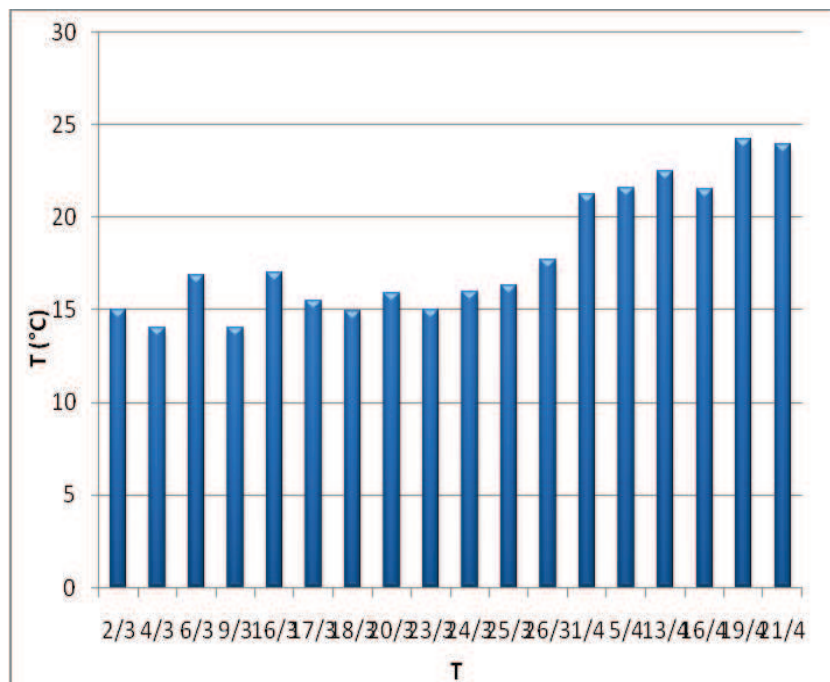


Figure N° 31.2 : Evolution des températures des eaux traitées dans le temps.

### III.2. 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: 28.03.2009							
Eau	Colif. T	Colif. F	Strept. T	Strept. F	Clostr.	Salm.	Staph.
Eau B	110.10 <sup>4</sup> / 100 ml	110.10 <sup>4</sup> / 100 ml	460.10 <sup>3</sup> / 100 ml	11.10 <sup>4</sup> / 100ml	Indénombr.	Abs.	Abs.
Eau T	110.10 <sup>2</sup> / 100 ml	46.10 <sup>2</sup> / 100 ml	240 / 100ml	240 / 100 ml	Indénombr.	Abs.	Abs.
Deuxième prélèvement le: <u>25.04.2009</u>							
Eau	Colif. T	Colif. F	Strept. T	Strept. F	Clostr.	Salm.	Staph.
Eau B	110.10 <sup>4</sup> / 100 ml	110.10 <sup>4</sup> /100 ml	1100 /100 ml	460.10 <sup>3</sup> / 100 ml	M.M.	Abs.	Abs.
Eau T	1100 / 100 ml	1100 / 100ml	460 / 100ml	460 / 100ml	M.M.	Abs.	Abs.
Troisième prélèvement le: <u>09.05.2009</u>							
Eau	Colif. T	Colif. F	Strept. T	Strept. F	Clostr.	Salm.	Staph.
Eau B	110.10 <sup>4</sup> / 100 ml	110.10 <sup>4</sup> / 100 ml	110.10 <sup>3</sup> / 100 ml	110.10 <sup>3</sup> /100ml	M.M.	Abs.	Abs.
Eau T	15.10 <sup>2</sup> / 100 ml	15.10 <sup>2</sup> / 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.**

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 DBO<sub>5</sub> 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

- 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. 2<sup>ème</sup> 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. 1<sup>er</sup> édition, 2<sup>e</sup> tirage. 289p.
- Dermont J,** 1978. Mémenton technique de l'eau. Tec. et doc. Edition Lavoisier, 8<sup>ème</sup> 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. 2<sup>ème</sup> 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 Daïra 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 la STEP de Touggourt 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<sup>eme</sup> 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 sur [http://www.cieau.com/toutpubl/recherch/index\\_rech.ASP](http://www.cieau.com/toutpubl/recherch/index_rech.ASP)

Maps.google .com

**Tableau 06:** 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 <sup>+</sup> mg/l	20 à 80	0%
N-NO <sub>2</sub> mg/l	< 1	0%
N-NO <sub>3</sub> mg/l	< 1	0%
Detergents mg/l	6 à 13	0%
P mg/l	10 à 25	10%

**Tableau 07:** 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 08** : 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 <sub>5</sub>	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 dun22/12/94 (10000 EH correspondent environ à 600 kg DBO<sub>5</sub>/J).

**Tableau 9:** 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 10:** 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 <sub>5</sub>	< 30*
NO <sub>3</sub> (mg/l)	< 50*
NO <sub>2</sub> (mg/l)	< 1*
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	< 0.94*
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	500**
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l)	400**
CL <sup>-</sup> (mg/l)	1065**
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	400**
Na <sup>+</sup> (mg/l)	920**
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	60.75**
Cd <sup>2+</sup> (mg/l)	0.01*
Pb <sup>2+</sup> (mg/l)	0.05*
Zn <sup>2+</sup> (mg/l)	2*
Cr <sup>6+</sup>	0.1*
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	< 2*

Source: \*OMS, \*\* FAO

**Tableau 11:** 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 <sub>5</sub>	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 <sup>3+</sup>	Mg/l	3
Chrome Cr <sup>6+</sup>	Mg/l	0.1
Fer	Mg/l	5
Manganèse	Mg/l	1
Mercuré	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 12:** 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.

**Tableau 13:** Résultats des analyses des eaux brutes.

Date	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	T (°C)	pH
02-mars	500		167	0,95	35	28,6	16,7	7,8
04-mars	700		213	0,74	35	232,8	19	7,75
06-mars	700	330	300	0,73	35	23,7	19,9	7,92
09-mars	900		167	1,09	35	26,9	20	7,96
16-mars	752		101	0,97	35	35,6	19,5	7,4
17-mars	547		25	0,95	358	23,6	17,4	7,25
18-mars	540		182	0,8	35	22,1	17,9	7,1
20-mars	536	370	213	0,61	35	20,2	17,9	7,11
23-mars	985		183	1,12	35	32,9	20	7,21
24-mars	211		269	0,77	35		21	7,25
25-mars	582		291	0,78	35		19	
26-mars	663		193	0,69	35		20	
01-avr	530	220	380	1,02	35	33	21,6	
05-avr	490	290	417	0,902	35	24,8	21,9	
13-avr	500		519	0,61	35	20,5	24	
16-avr	760		530	0,5	35	31,1	24,5	
19-avr	533	410	533	0,59	35	24,7	26,4	
21-avr	472			0,62	35	20	25,5	

**Tableau 14** : résultats d'analyses des eaux traitées.

Date	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	T(°C)	pH
02-mars	30		15	0,11	14	2,9	15	7,95
04-mars	25		48	0,1	8,1	0,5	14	7,8
06-mars	26	8	29	0,11	9	1,4	16,9	8,01
09-mars	25		15	0,11	14	1,7	14	7,99
16-mars	30		trace	0,09	14,3	50,3	17	7,71
17-mars	25		trace	0,08	12,5	3,1	15,5	7,61
18-mars	24		trace	0,12	17,2	0,2	14,9	7,8
20-mars	25	4	trace	0,07	14	2,2	15,9	7,8
23-mars	24		24	0,13		1,3	15	7,69
24-mars	26		9	0,1	11,9		16	7,8
25-mars	28		2	0,07	11,8		16,3	
26-mars	25		6	0,41	14,5		17,7	
01-avr	28	5	13	0,18	12	1,6	21,2	
05-avr	32	3	15	0,08	11,1	1	21,6	
13-avr	29		15	0,23	14,4	3	22,5	
16-avr	24		19	0,13	14	1,8	21,5	
19-avr	25	11	28	0,14	14	3,2	24,2	
21-avr	25			0,11	16,6	1,5	23,9	

**Tableau 15** : Résultats des rendements des différents paramètres.

<b>Date</b>	<b>MES%</b>	<b>DBO<sub>5</sub> %</b>	<b>DCO %</b>	<b>Pt %</b>	<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup> %</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> %</b>
02-mars	98		91,02	89,86	82,49	60
04-mars	96		77,46	97,9	90,54	76,86
06-mars	96	98	90,33	94,09	89,45	74,29
09-mars	97		91,02	93,68	90,92	60
16-mars	96		100	83,74	93,02	59,14
17-mars	95		100	86,86	95,39	64,29
18-mars	96		100	99,1	91,9	50,86
20-mars	95	99	100	89,11	93,85	60
23-mars	98		86,89	96,05	88,57	100
24-mars	88		96,65	95,15	97,26	66
25-mars	95		99,31	95,97	94,78	66,29
26-mars	96		95,68	85,37	60,6	58,57
01-avr	95	98	96,58	94,21	90,65	65,71
05-avr	93	99	96,4	87,04	95,878	68,29
13-avr	94		97,11	92,5	81,15	58,86
16-avr	97		96,42		80,24	60
19-avr	95	97	94,75		87,35	60
21-avr	95				91,63	69,71

## Annexe 16 : journal officiel de la république algérienne N° 46.

14 juillet 1993

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 46

7

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 21. — Tout prélèvement opéré aux fins d'analyse donne lieu à l'établissement d'échantillons placés chacun dans un récipient approprié et mis sous scellés avec étiquette portant :

- les dates, heures et lieu de prélèvement,
- l'identification complète de chaque échantillon,
- la signature de l'inspecteur de l'environnement chargé du contrôle.

Les échantillons sont conservés sous la responsabilité de l'inspecteur de l'environnement qui les place dans des conditions de bonne conservation.

Art. 22. — L'analyse des échantillons porte sur leurs caractéristiques physique, chimique et biologique.

Elle peut être accompagnée d'analyses bactériologiques.

Des analyses spéciales, déterminées selon les activités qui sont à l'origine des rejets, peuvent compléter le contrôle.

Les analyses sont effectuées, selon les normes algériennes en vigueur, par des laboratoires agréés dont la liste est fixée par un arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement, du ministre chargé de l'hydraulique et du ministre chargé de la santé.

Art. 23. — Lorsque des termes du procès-verbal ou des analyses, il ressort la commission d'infraction, l'inspecteur de l'environnement chargé du contrôle transmet le procès-verbal contenant lesdites infractions au ministère public territorialement compétent.

Art. 24. — Toute infraction aux dispositions du présent décret sera punie conformément aux lois en vigueur.

Art. 25. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 10 juillet 1993.

Bélaïd ABDESSELAM

## ANNEXE

VALEURS LIMITES MAXIMALES DES PARAMETRES DE REJET  
DES INSTALLATIONS DE DEVERSEMENT INDUSTRIELLES

PARAMETRES	UNITES	VALEURS MAXIMALES
Températures	°C	30
PH	"	5,5 à 8,5
Mes	mg / l	30
DBO5	"	40
DCO	"	120
Azote Kjeldahl <i>NO2</i>	"	40
Phosphates	"	02
Cyanures	"	0,1
Aluminium	"	5
Cadmium	"	0,2
Chrome 3 +	"	3,0
Chrome 6 +	"	0,1
Fer	"	5
Manganèse	"	1
Mercure	"	0,01
Nickel	"	5
Plomb	"	1
Cuivre	"	3
Zinc	"	5
Huiles et Graisses	"	20
Hydrocarbures	"	20
Phénols	"	0,5
Solvants organiques	"	20
Chlore actif	"	1,0
PCB	mg / l	0,001
Détergents	"	2
Tensio-actifs anioniques	"	10



## 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 deux mois (Mars et 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 epuration in Touggourt. We focussed on periodic control of water quality before and after treatment operation throughout two months (Mars and April).

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

**Key words :** waist water, pollution parameters, epuration

## ملخص

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

للاوصول إلى هذا الهدف تمت عملية متابعة لمدة شهرين (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.