

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie et physiologie cellulaire  
Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Spécialité : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire**

**Evaluation de l'efficacité du traitement biologique à boues activées  
dans l'épuration des eaux résiduaires urbaines au sein  
de l'unité de CHENOUA**

**Présenté par**  
TAIBI Khaled  
SADOUKI Boumediene

**Devant le jury :**

Mme Kadri F	Maître de conférences	Blida1	Présidente
Mme Amarouche N	Maître Assistante A	Blida1	Examinatrice
Mme Benmansour N	Maître Assistante A	Blida1	Promotrice

**Année Universitaire 2013-2014**

## *Remerciements*

Qu'il nous soit permis de remercier ici profondément tout d'abord :

Dieu tout puissant qui nous a permis d'arriver à ce stade.

Et ensuite,

Tous ceux qui de près ou de loin, se sont intéressés à ce modeste travail et nous ont aidé

à sa réalisation et en particulier :

Notre promotrice, *Mme Ben Mansour N.* qui a bien voulu suivre et diriger ce travail, ses conseils précieux, ses justes critiques ont été pour nous un encouragement permanent.

*Mme Amarouche N, Mme Kadri F,* nous exprimons notre profonde reconnaissance d'avoir accepté de présider cette soutenance.

Nous n'omettrons jamais d'exprimer toutes nos gratitudee à tout le staff de la station d'épuration de CHENOUA, surtout l'équipe de laboratoire, qui n'ont épargné aucun effort pour que notre travail se termine dans les bonnes conditions.

A toute l'équipe du laboratoire d'hygiène de Tipaza, surtout le chef service : Ms.

*Abdesslamyen Abdelkader,* de nous avoir accueillis au sein de leur laboratoire.

A tous mes amis qui nous ont aidés à réaliser ce projet sans citer les noms pour ne pas faire des jaloux.

## إهداء

إلى والداي الكريمين, أعلى ما أمك في هذه الدنيا, أطال الله في عمرهما وبارك لنا فيهما و وفقنا لبرهما.

إلى زوجتي , رفيقة دربي , و أبنائي : أميمة, شيماء و محمد.

إلى إخوتي الأعزاء محمد و بوعزة و زوجاتهم و أبنائهم .

إلى أخواتي العزيزات : فاطمة الزهراء, فلة, رزيقة و نسيمة و أزواجهم و أبنائهم .

إلى كل زملائي في مديرية التجارة لولاية تيبازة .

إلى كل أصدقائي.....

بومدين

## ملخص :

مياه الصرف الصحي تحتوي وتنقل مجموعة واسعة من الملوثات و كذا الكائنات الحية الممرضة للبشر و رميها مباشرة في الوسط الطبيعي دون معالجة لها نتائج خطيرة على الإنسان و على الأنظمة البيئية.

الهدف الرئيسي لمعالجة مياه الصرف هو تخفيض إلى الحد الأقصى نسبة الملوثات و كذا عدد الأحياء الدقيقة, حتى نتمكن من إلقاء هذه المياه في الوسط الطبيعي دون تأثير سلبي سواء على الصحة العمومية أو على الطبيعة. الهدف من هذا العمل ، هو تقييم نوعية المعالجة الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي على مستوى محطة معالجة مياه الصرف الصحي SEAAL بشنوة ( تيبازة ) و ذلك عن طريق إجراء تحاليل فيزيوكيميائية و ميكروبيولوجية للمياه القذرة الخام و كذا المياه المنقاة .

نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية التي تم الحصول عليها بعد العلاج تظهر انخفاض ملحوظ في نسبة DBO5 و DCO و أن هذه القيم توافق المعايير. أما بالنسبة للتحاليل الميكروبيولوجية ، فجميع النتائج توافق المعايير وهو ما يؤكد أن عملية المعالجة لمياه الصرف الصحي عن طريق الحمأة المنشطة مرضية جدا .

الكلمات الرئيسية : المياه العادمة ,المعالجة الفيزيائية , الكيمائية و المعالجة البيولوجية .

# *Sommaire*

<b>Introduction</b> .....	01
---------------------------	----

## **Etude bibliographique**

### **Chapitre I : Généralité sur les eaux usées**

I.1.Définition.....	02
I.2.Principaux type de pollution des eaux.....	03
I.3.Origine et composition des eaux usées .....	03
I.4. Composition des eaux usées .....	04
I.5. Caractéristiques des eaux usées.....	09

### **Chapitre II : Procédés de traitement des eaux usées**

II.1.Déversements des eaux usées dans le milieu naturel.....	16
II.2.Traitements des eaux usées .....	16
II-3-Problématique des boues .....	21

## **Etude expérimentale**

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

III.1.Présentation de la zone d'étude .....	23
III.2.Prélèvement et transport des échantillons .....	24
III.3.Matériel.....	25
III.4. Analyse microbiologique.....	33

### **Chapitre IV : Résultats et interprétation**

IV.1.Résultats des analyses physico-chimiques.....	38
IV.2.Résultats des analyses bactériologiques .....	53

<b>Conclusion</b> .....	60
-------------------------	----

## **Références bibliographique**

## **Annexes**

## *Liste des Figures*

<b>Figure (1)</b> : schéma du traitement biologique aérobie à boue activée.....	29
<b>Figure (2)</b> : Situation géographique de la station de CHENOUA (Google Earth)....	Annaxe 1
<b>Figure (3)</b> : Technique de dénombrement des coliformes totaux, fécaux et Staphylocoques..	34
<b>Figure (4)</b> : Technique de dénombrement des Streptocoque fécaux.....	35
<b>Figure (5)</b> : Technique de dénombrement des anaérobies Sulfito-réductrices.....	37
<b>Figure (6)</b> : Variation de la température des eaux usées brutes et épurées.....	38
<b>Figure (7)</b> : variation de pH des eaux brute et épurées.....	39
<b>Figure (8)</b> : Variation de la Conductivité Electrique (CE).....	40
<b>Figure (9)</b> : Variation de la matière en suspension MES.....	41
<b>Figure (10)</b> : Rendement d'élimination des MES.....	42
<b>Figure (11)</b> : Variation des la demande biochimique en oxygène DBO <sub>5</sub> .....	43
<b>Figure (12)</b> : Rendements d'élimination de DBO <sub>5</sub> .....	44
<b>Figure (13)</b> : Variation des la Demande Chimique en Oxygène DCO.....	45
<b>Figure (14)</b> : Rendement d'élimination de DCO.....	46
<b>Figure (15)</b> : Variation de la concentration des Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	47
<b>Figure (16)</b> : Variation de teneur en nitrate.....	48
<b>Figure (17)</b> : Variation de l'Azote Ammoniacal.....	49
<b>Figure (18)</b> : Variation de l'azote total.....	50
<b>Figure (19)</b> : variation de la te la teneur en phosphate.....	51
<b>Figure (20)</b> : variation des concentrations moyennes des coliformes totaux (CT).....	53
<b>Figure (21)</b> : Rendements d'élimination des coliformes totaux (CT).....	54
<b>Figure (22)</b> : variation des concentrations moyennes des coliformes fécaux (CF).....	55
<b>Figure (23)</b> : Rendements d'élimination des coliformes fécaux (CF).....	56
<b>Figure (24)</b> : variation des concentrations moyennes des Streptocoques fécaux (SF).....	56
<b>Figure (25)</b> : Rendements d'élimination des Streptocoques fécaux (SF).....	57
<b>Figure (26)</b> : variation des concentrations moyennes des Anaérobies Sulfito-réducteurs (ASR).....	58
<b>Figure (27)</b> : Rendements d'élimination des Anaérobies Sulfito-réducteurs (ASR).....	59
<b>Figure (28)</b> : Les étapes de traitement des eaux usées.....	Annaxe 1
<b>Figure (29)</b> : Dégrilleur grossier.....	Annexe 1

<b>Figure (30) : Dégrilleur</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (31) : Déshuileur</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (32) : Déssableur</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (33) : Bassin biologique</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (34) : Clarificateur</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (35) : Bassin de chloration</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (36) : Sal de Déshydratation des bous par filtra à bande</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (37) : Les boues d'épuration</b> .....	Annexe 1
<b>Figure (38) : Préleveur</b> .....	Annexe 2
<b>Figure (39) : filtration sur membrane</b> .....	Annexe 2
<b>Figure (40) : DBO mètre</b> .....	Annexe 2
<b>Figure (41) : DR2800</b> .....	Annexe 2
<b>Figure (42) : pH-mètre</b> .....	Annexe 2
<b>Figure (43) : Centrifugeuse</b> .....	Annexe 2
<b>Figure (44) : Photos des résultats de recherche des coliformes totaux</b> .....	Annexe 5
<b>Figure (45) : Photos des résultats de recherche des coliformes fécaux</b> .....	Annexe 5
<b>Figure (46) : Photos des résultats de recherche des Streptocoques fécaux</b> .....	Annexe 5
<b>Figure (47) : Photos des résultats de recherche Clostridium Sulfito-réductrices</b> .....	Annexe 5

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau (I) :</b> Composants majeurs typique d'eau usée domestique.....	4
<b>Tableau(II) :</b> Les virus dans les eaux usées.....	6
<b>Tableau(III) :</b> Les bactéries pathogènes dans les eaux usées.....	7
<b>Tableau (IV) :</b> Le volume de la prise d'essai en fonction de la DBO.....	27
<b>Tableau (V) :</b> Résultats des analyses physico-chimiques.....	Annexe 3
<b>Tableau (VI) :</b> Rendement des principaux paramètres physico-chimiques.....	Annexe 3
<b>Tableau (VII) :</b> Résultats des Analyses Microbiologiques.....	Annexe 3
<b>Tableau (VIII) :</b> Rendement des Analyses Microbiologiques.....	Annexe 3
<b>Tableau (IX) :</b> Normes du rejet de l'OMS appliquées en Algérie.....	Annexe 3
<b>Tableau (X) :</b> Normes Microbiologiques du rejet des eaux traitées (Gilles, 1999).....	Annexe 3
<b>Tableau (XI) :</b> Normes appliquées dans la STEP (CHENOUA).....	Annexe 3



## *Liste des abréviations*

<b>Abréviation</b>	<b>Mots utilisé</b>
<b>ASR</b>	Anaérobie Sulfito-Réducteur
<b>BRE</b>	Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe
<b>BA</b>	Boues Activées
<b>CE</b>	Conductivité Electrique
<b>CF</b>	Coliforme Fécaux
<b>CT</b>	Coliforme Totaux
<b>DBO</b>	Demande Biologique en Oxygène
<b>DBO5</b>	Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours
<b>DCO</b>	Demande Chimique en Oxygène
<b>EB</b>	Eau Brute
<b>EDS</b>	Eau Distillée Stérile
<b>EE</b>	Eau épurée
<b>BA</b>	Boues activées
<b>Eq/H</b>	Equivalent - Habitant
<b>g/l</b>	Gramme par litre
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxygène
<b>IM</b>	Indice de MOHLMAN
<b>MES</b>	Matières En Suspension
<b>MMS</b>	Matières Minérale en Suspension
<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>MVS</b>	Matière Volatile Sèche.
<b>NaOH</b>	Hydroxyde de Sodium.
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniac.
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Ammonium.
<b>NPP</b>	Nombre le Plus Probable.
<b>NO<sub>2</sub></b>	Nitrites.
<b>NT</b>	Azote Totale
<b>OD</b>	L'oxygène Dissous
<b>OIE</b>	Office International de l'Eau
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>ONA</b>	Office Nationale d'Assainissement
<b>pH</b>	le potentiel d'Hydrogène
<b>PT</b>	Phosphate Totale
<b>ufc</b>	Unité format colonnes
<b>SEAAL</b>	Société de l'Eau et d'Assainissement d'Alger
<b>SF</b>	Streptocoques Fécaux
<b>SFB</b>	Bouillon au Sodium Cystéine
<b>SS</b>	Salmonella et Shigella
<b>STEP</b>	Station d'Epuration des Eaux Polluées
<b>T</b>	Température.

### **Introduction :**

L'eau est un bien précieux, un élément indispensable à la vie, et aussi le vecteur privilégié de la vie et de l'activité humaine, qui subit diverses pollutions et dégradations : les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés. Nous avons commencé à contrôler et à protéger aussi bien l'eau que l'on boit que l'eau que l'on rejette.

Les eaux usées doivent être épurées avant d'être renvoyées vers les rivières ou la mer, où elles réintègrent le cycle de l'eau. A ce stade, ces eaux doivent répondre à des normes de qualité fixées par les autorités responsables de la gestion des ressources en eau.

De par leur fonction, certaines zones du milieu naturel requièrent également une qualité microbiologique accrue car elles constituent un facteur de propagation d'épidémies, par l'ingestion des pathogènes qu'elles comportent par exemple. C'est le cas notamment des zones comprenant les eaux de baignade, les eaux conchylicoles et les eaux servant à l'irrigation. En 2003, **Shuval** estima le coût global annuel des maladies provenant de la baignade, de l'ingestion de produits et des eaux de mer polluées, à 12 milliards de dollars (12 milliard de dollars) (**Shuval, 2003, dans Ottoson et al, 2006**). Il s'agit donc ici d'une problématique environnementale qui mérite une attention particulière car l'impact sur la santé humaine peut s'avérer fort important.

L'épuration des eaux usées a pour objectif de rejeter dans le milieu naturel des eaux d'une qualité suffisante pour altérer le moins possible le milieu récepteur.

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. A l'heure actuelle, avec le développement des technologies, surtout dans les pays riches, les méthodes de traitement de l'eau évoluent de plus en plus

Notre travail, l'objet de cette étude, est donc d'évaluer l'efficacité du traitement des eaux usées résiduaires urbaines par boues activées au niveau du station d'épuration (STEP) de la ville de Tipaza (station de CHEBOUA), pour cela des analyses physicochimiques et bactériologiques des eaux usées à l'entrée du station (eaux brutes) et à la sortie du station (eau épurée) sont effectuées.

**I.1.Définition :**

La pollution se définit comme l'introduction dans un milieu naturel des substances provoquant sa dégradation (**Alloway, et Ayres; 1993**). Les effets néfastes peuvent avoir lieu à tous les niveaux : sanitaire, écologique et économique

Selon (**Metahri ; 2012**). « La pollution de l'eau s'étend, comme une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produites directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropre à l'utilisation normale établit ».

**I.2.Principaux types de pollution de l'eau :****I.2.1. Pollution chimique :**

Elle est due au versement des substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides (pesticides, organochlorés et organométalliques), les métaux lourds (zinc, cadmium, mercure...) ou encore à la dissolution des sels minéraux (nitrates, nitrites, et chlorures) (**Bellan et Peres ; 1974**).

**I.2.2. Pollution biologique :**

Elle s'agit de pollution par les microorganismes (bactéries, virus, champignons, parasites...etc.), lorsque l'eau est mise en contact avec des matières (exemple : rejets de l'industrie agroalimentaire) ou des milieux (l'égout) contaminés.

**I.2.3. Pollution physique :**

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau, tels que la température, la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau, ainsi que les rejets d'eaux chaudes des centrales nucléaires, les pétrolières et les radiations ionisantes (**Lacaze ; 1996**).

**I.3.Origine et composition des eaux usées :****I.3.1. Eaux usées domestiques :**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses, appelées : **eaux grises** et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux, appelées : **eaux noires** (**Metahri ; 2012**).

**I.3.2. Eaux usées industrielles :**

Elles ont une composition très différente et plus complexe que celle des eaux usées domestique .leur caractéristique varient d'une industrie à l'autre. En plus de matière organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir, des hydrocarbures.

Certaines d'entre elles nécessitent un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que si elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollutions (**Deec; 2007**).

**I.3.3. Eaux pluviales et de ruissellement :**

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritux, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

**I.3.4. Les eaux agricoles :**

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses (**Bontoux ; 1993**). Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (**Gomella et Gerree ;1978**).

**I.4. Composition des eaux usées :**

La composition des eaux usées (**Tableau I**), est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.)

Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension (MES), les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (**Baumont et al ; 2004**).

**Tableau I: Composants majeurs typique d'eau usée domestique. (Djeddi Hamza, 2007).**

Constituants	Concentration (mg/l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote	85	40	20
Phosphore	20	10	6
Chlore	100	50	30
Alcalinité	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO <sub>5</sub>	300	200	100

#### **I.4.1. Matières en suspension (MES):**

Les MES représentent l'ensemble des matières solides et colloïdales floculées, organiques ou minérales, contenues dans une eau usée et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation. Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (Faby ; 1997).

#### **I.4.2. Micropolluants organiques et non organiques :**

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

**I.4.3. Substances nutritives :**

L'azote, le phosphore, le potassium, les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, sont indispensables à la vie des végétaux. Elles se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non.

**I.4.4. Micro-organismes :**

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

**a-Les virus :**

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries (**Tableau II**). Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (**CSHPF, 1995**).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre  $10^3$  et  $10^4$  particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (**Asano, 1998**)

Tableau II : Les virus dans les eaux usées. (Djeddi, 2007).

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination Principales
<b>Virus de l'hépatite A</b>	Hépatite A.		Ingestion
<b>Virus de l'hépatite B</b>	Hépatite B.		Ingestion
<b>Rotavirus</b>	Vomissement, diarrhée.	400 à 85000	Ingestion
<b>Virus de Norwalk</b>	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
<b>Adénovirus</b>	Maladie respiratoire, Conjonctivite, vomissement.		Ingestion
<b>Astrovirus</b>	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
<b>Calicivirus</b>	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
<b>Coronavirus</b>	Vomissement, diarrhée.		Ingestion/ Inhalation
<b>Réovirus</b>	Affection respiratoire bénigne, diarrhée.		Ingestion
<b>Entérovirus</b>			Ingestion
<b>Poliovirus</b>	Paralyse, méningite, fièvre.	182 à 492000	Ingestion
<b>Coxsackie A</b>	Méningite, fièvre, pharyngite, Maladie respiratoire.		Ingestion
<b>Coxsackie B</b>	Myocardite, anomalie congénitale du coeur (si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, méningite, maladie respiratoire.		Ingestion
<b>Echovirus</b>	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre.		Ingestion
<b>Entérovirus 68-71</b>	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite hémorragique aigue,		Ingestion

**b-Les bactéries :**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau (**tableau III**). Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10<sup>12</sup> bactéries/g (**Asano, 1998**).

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10<sup>6</sup> à 10<sup>7</sup> bactéries/100 ml dont 10<sup>5</sup> proteus et entérobactéries, 10<sup>3</sup> à 10<sup>4</sup> streptocoques et 10<sup>2</sup> à 10<sup>3</sup> clostridium. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les Salmonellas dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermotolérants (**Faby, 1997**).

**Tableau III : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées. (Djeddi Hamza, 2007).**

<b>Agent pathogène</b>	<b>Symptomes, maladie</b>	<b>Nombre pour un litre d'eau usée</b>	<b>Voies de contamination Principales</b>
<b>Salmonella</b>	Typhoïde, paratyphoïde, Salmonellose.	23 à 80 000	Ingestion
<b>Shigella</b>	Dysenterie bacillaire.	10 à 10 000	Ingestion
<b>E. coli</b>	Gastro-entérite.		Ingestion
<b>Yersinia</b>	Gastro-entérite.		Ingestion
<b>Compylobacter</b>	Gastro-entérite.	37 000	Ingestion
<b>Vibrio</b>	Choléra.	100 à 100 000	Ingestion
<b>Leptospira</b>	Leptospirose.		Cutanée/Inhalation/ Ingestion
<b>Legionella</b>	Légionellose.		Ingestion
<b>Mycobacterium</b>	Tuberculose.		Ingestion



**c-Les protozoaires :**

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

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (**Baumont et al, 2004**). Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne et *giardia lamblia* (**Asano, 1998**).

**I.5. Caractéristiques des eaux usées :**

La caractérisation de ces composés au sein de l'effluent s'effectue grâce à des mesures globales de la pollution (**Boutaux et al ; 1994**). Elles définissent un « équivalent » de la pollution commun à tous les composés de l'effluent. Ces caractéristiques sont également utilisées pour définir les seuils de rejet en milieu naturel.

**I.5.1 Caractéristiques physiques****A) Température :**

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

De plus en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (**Rodier et al ; 1996**).

**B) Conductivité**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions

chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

**C) Turbidité**

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

**D) Matières en suspension (MES) :**

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

**E) Matières décantables :**

Des nombres particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 millimètre et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

**I.5.2. Caractéristiques chimiques :****A) pH :**

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 (Metahri ; 2012).

**B) Oxygène dissous :**

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

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

**C) Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

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

**D) Demande chimique en oxygène (DCO) :**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales).

**E) Carbone organique total (COT) :**

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

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

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

**F) Azote :**

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH<sub>4</sub>.

Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique (**Gaujous ; 1995**).

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

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH<sub>3</sub> et l'ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température.

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

**G) Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

Les ions nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et les ions nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation.

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification.

Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température (**Rodier ; 2009**).

**H) Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau.

Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (**Rodier., 2009**).

### I.5.3. Caractéristiques microbiologique :

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles et les Shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux (**Baumont et al ; 2004**).

Dans le domaine de l'hygiène, les analyses bactériologiques concernent souvent, non pas des micro-organismes pathogènes, mais des germes jouant un rôle d'indicateurs sans que leur présence constitue nécessairement un risque en soi pour la santé publique. Sont ainsi distingués deux types principaux d'indicateurs. Les *indicateurs de contamination fécale* permettent d'apprécier, avec plus ou moins de sûreté ou de précocité, le risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des micro-organismes pathogènes. Les *indicateurs d'efficacité de traitement* permettent d'évaluer la qualité d'un traitement de désinfection de l'eau vis-à-vis de micro-organismes pathogènes dont la présence peut être redoutée dans l'eau brute utilisée. En général, les mêmes germes sont utilisés dans l'une ou l'autre des situations. Si dans ces deux cas, les modalités d'interprétation des résultats sont entièrement différentes, les techniques de mise en évidence sont par contre le plus souvent les mêmes, ou tout au moins très voisines (**Rodier ; 2009**).

#### I.5.1. 1.les germes témoins de contamination fécale :

##### A) Les coliformes totaux :

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram (-) non sporulant (**PNUE/OMS ; 1977**). Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C (**RODIER et al ; 1996**). Ils regroupent les genres *Echerichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* (**RODIER et al, 1996 ; JOLY et REYNAUD ; 2003**). La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (**RODIER et al ; 1996**).

**B) Les coliformes fécaux :**

Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies, non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d '*Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...etc.) (PNUE/OMS, 1977 ; RODIER et al ,1996 ; JOLY et REYNAUD, 2003).

**C) Les streptocoques fécaux :**

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de Lance Field (SHARPE, 1979). Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homoférmementaire avec production de l'acide lactique sans gaz (Manuel de Bergey. 1984).

Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés (GAUJOUS, 1995). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (PNUE/OMS, 1977).

**D) Les Clostridiiums sulfito-réducteurs :**

Ils peuvent être considérés comme des germes fécaux, ce sont aussi des germes telluriques et de ce fait aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence. Dans une telle optique d'interprétation il y a intérêt à ne chercher que les espèces les plus susceptibles d'être d'origine fécale, c'est le cas en particulier de *Clostridium perfringens* (RODIER et al ; 1996). Les *Clostridium perfringens* sont des bâtonnets anaérobies, gram (+), sporulants et qui réduisent les sulfites en sulfures en 24 à 48heures (PNUE/OMS, 1977).

Elles sont employées comme indicateurs dans l'étude des pollutions littorales pour un certain nombre de raisons (PNUE/OMS, 1977) :

- ✓ Elles se trouvent en abondance dans les eaux usées qui sont principalement d'origine humaine.
- ✓ Elles ne se multiplient pas dans les sédiments.

- ✓ Elles survivent dans les sédiments, ce qui permet de déceler une pollution ancienne ou intermittente (**RODIER et al ,1996**).

### I.5.1. 1.les germes pathogènes :

#### A) Les Salmonelles :

Elles appartiennent à la famille des enterobactériacées et sont des bâtonnets mobiles , Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, mais elles ne fermentent pas le saccharose.

Elles sont retrouvées dans les excréments de porteurs sains et malades d'animaux ou d'hommes .Elles sont peut être la cause la plus fréquente d'infections des êtres humains par des organismes pathogènes à hôte animal (**PNUE/OMS, 1977**).

Dans le milieu marin, les exutoires d'eaux usées constituent la principale source de pollution par les salmonelles (**LECLERC et al, 1995**).

#### B) Les Staphylocoques :

Les staphylocoques sont des cellules sphérique de 0.5 à 25 um généralement regroupées en amas, ils sont immobiles et ne forment pas de spores, ils sont aérobies ou anaérobies facultatifs, Gram (+), catalase (+), fermentent les sucres en produisant de l'acide lactique (**LECLERC et al ; 1995**).

L'espèce *Staphylococcus aureus* ou « staphylocoque doré » possède toutes ces caractéristiques, ajoutant à cela qu'elle est coagulase (+), il est à noter que les staphylocoques sont ubiquistes, très largement distribués dans l'environnement (**LECLERC et al ; 1995**).

#### C) Vibrio Cholerae :

C'est une bactérie, en forme de fin bacille incurvée à paroi Gram (-), mobile par un seul flagelle polaire, le sérype : vibrio cholrae O:1 est responsable de la forme endémique classique de la maladie (le cholera) ce groupe (vibrio cholérae O : 1) peut se diviser en biotypes ou biovars : vibrio cholérea el tor O : 1, vibrio cholérea el tor O :139 isolée lors des épidémies de cholerea (**Desmarchelier ; 1997**).

**II.1.Déversements des eaux usées dans le milieu naturel :**

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (**Chellé et al ; 2005**).

Quand les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant le rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine (**Vaillant, 1974**).

**II.1.1.Nécessité de l'épuration :**

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et, d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielle, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) (**Hamsa D ; 2006**).

**II.1.2.Stations d'épuration (STEP) :**

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, des substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs Sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques. (**Brière ; 1994**).

**II.2.Traitements des eaux usées :**

L'objectif principal du traitement est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement. À cet égard, le traitement des eaux résiduaires le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.



Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

### **II.2.1. Procédés de traitement des eaux usées :**

#### **II.2.2. traitement préliminaire**

Les dispositifs de prétraitement sont présent dans toutes les stations d'épuration domestiques, quels que soient les procédés mis en œuvre. Ils sont pour but d'éliminer les éléments solides les plus grossiers susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements. Ils se composent généralement de trois étapes :

##### **II.2.2.1. Dégrillage**

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

- ✓ Un dégrillage grossier : l'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm. (Annexe 1)
- ✓ Un dégrillage fin : après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250m<sup>3</sup>/ h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s (**Legube ; 1996**). (Annexe 1)

##### **II.2.2.2. Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. (Annexe 1)

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessabler » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une

pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau. **(Dégriment ; 1972)**.

### **II.2.2.3. Déshuilage**

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations **(Bonnin ; 1977)**. (Annexe 1)

### **II.2.3. Traitement primaire :**

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants **(FAO ; 2003)**.

La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée par l'indice de Mohlman. Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système.

À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO5 supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires. **(Bontaux ; 1994)**.

### **II.2.4. Traitement secondaire (traitement biologique) :**

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires **(FAO ; 2003)**.

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées. **(Desjardins ; 1997)**.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

**a. la voie anaérobie :** Si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub>, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...)

**b. la voie aérobie :** si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub> et de biomasse (**Dégrémont ; 1972**).

L'épuration biologique des eaux usées peut être mise en œuvre dans les micro-organismes se développent en suspension dans l'eau (boues activées), ou encore dans réacteurs à biomasse fixée dans lesquelles les micro-organismes se développent sur un support grossier ou sur garnissage plastique (lit bactériens), sur de disque (disques biologiques).

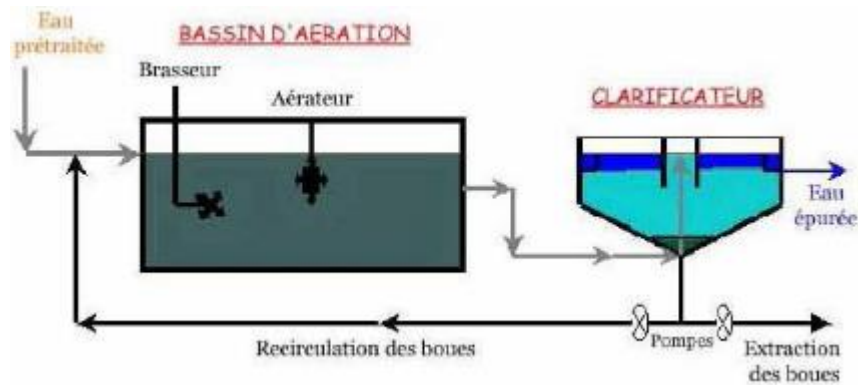
#### **II.2.4.1. boues activées :**

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur. Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau. Donc les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire (**Céline PERNIN ; 2003**).

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- ✓ Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice, - un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne,
- ✓ Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération de la boue biologique récupérée dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché,
- ✓ Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat,

- ✓ Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération,
- ✓ Un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, **(Dégriment ; 1972)**.



**Figure 1: schéma du traitement biologique aérobie à boue activée.**

#### II.2.4.2.Lit bactérien :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la  $DBO_5$

#### II.2.5.Traitement tertiaire :

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (**REUE**), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les micro-organismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration « classiques » (mis à part le lagunage) ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable **(Edline, 1996)**.

**II.2.5.1. Traitement bactériologique par rayonnement UV :**

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très courte (20 à 30 s).

**II.2.5.2. Traitement par voie physico-chimique :**

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants:

- ✓ Désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes).
- ✓ Neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

**II.2.5.3. Traitement des odeurs :**

Les premières phases du traitement, le dégrillage, le dessablage/déshuilage et la phase anaérobie du traitement biologique sont généralement confinées dans des bâtiments plus ou moins étanches afin que les mauvaises odeurs ne se répandent pas dans l'environnement de la station. Ce qui provoquerait des nuisances olfactives inacceptables par les riverains. Cet air nauséabond est collecté et traité. Il passe par trois tours de lavage : une d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), une de Javel et une de soude. (ALLOUCHE F ; 1990).

**II.3. Problématique des boues :**

Le processus de dépollution des eaux usées urbaines produit d'un côté de l'eau épurée ; de l'autre des sous-produits en grande quantité : les boues ; représentant chaque jour un volume considérable, ces boues doivent trouver une destination en continu.

**II.3.1. Origine des boues :**

Les éléments polluants et leur produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grande majorité des cas, dans suspension, plus ou moins concentré, dénommées « boues ». La composition d'une boue urbaine dépende à la fois de la nature de la pollution initiale de l'eau et des procédés de traitement auxquels elle a été soumise dans la station d'épuration (Rejesk ; 2002).

**II.3.2. Traitement des boues :**

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 gramme de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion des matières organique. Elles sont donc très fermentescibles et susceptible de causer des nuisances.

Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- ✓ Réduction de leur volume par épaissement, déshydratation, séchage thermique ou incinération.
- ✓ Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement.

La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les collectivités locales.

L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage ; incinération, récupération d'énergie, en centre d'enfouissement technique. **(INRS ; 2004)**

**Introduction :**

Notre travail a été réalisé au niveau de la station d'épuration (STEP) des eaux usées de CHENOUA (SEEAL Tipaza) pendant la période allant du mois de Juillet au mois d'Octobre 2014. Durant cette période nous avons réalisés des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées, en deux points de traitement, à l'entrée et à la sortie du STEP.

Toutes les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station d'épuration, tandis que les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène de Tipaza.

**III.1. Présentation de la zone d'étude :****1. Fiche technique de la station d'épuration des eaux usées du CHENOUA (Tipasa) :**

La Station de Traitement et d'Épuration des eaux usées du CHENOUA (Tipasa) se situe en périphérie Nord-ouest de la ville. Mise en service en 2008, qui prend en charge les eaux usées de Tipasa, Nador et Sidi Moussa, dispose d'une capacité de traitement de 11.200 m<sup>3</sup>/jour pour 70.000 habitants. La collecte des eaux usées et leur déversement dans la STEP de cette région balnéaire se fait à partir de l'oued Nador, à travers un réseau principal d'une longueur de 11.150 mètres linéaires, équipé de sept stations de relevage, ce qui a permis de mettre fin au casse-tête des déversements des eaux usées directement en mer et aux estivants durant l'été désagréments causés.

Les eaux assainies sont, pour le moment, réutilisées seulement par la Protection civile et quelques fellahs de la région, tandis que les boues sont utilisées comme engrais naturel pour les pépinières ou encore au niveau du centre d'enfouissement technique de Sidi Rached.



**Figure 2 : Situation géographique de la station de CHENOUA (Google Earth)**

## 2. Les différents ouvrages de traitement au niveau de la station de CHENOUA :

Filière d'épuration des eaux usées utilisée dans la station SEAAL est la suivante (**Annexe 1**)

### ✓ Filière Eau :

- 1- Entrée : Dégrillage grossier par grilles avec râteau manuel
- 2- Dessablage et dégraissage par le biais de canaux déssableurs aérés, avec écumage
- 3- Bassin biologiques : 2 bassins biologiques, aération prolongée
- 4- Clarification : 2 clarificateurs
- 5- Bassin de chloration

### ✓ Filière boues :

- 6- Epaississement : 1 épaisseur
- 7- Déshydratation : 2 filtres à bandes

## III.2. Prélèvement et transport des échantillons :

### III .2.1 Point de prélèvement :

Afin d'étudier les caractéristiques des eaux usées de la station d'épuration de CHENOUA, on réalise des prélèvements à deux points :

- Le premier point : à l'entrée de la station, c'est-à-dire l'eau brute (EE).
- Le deuxième point : à la sortie de la station, c'est-à-dire l'eau épurée ou traitée sortant du clarificateur (EB).

### III.2.2 Types des préleveurs :

Le prélèvement d'eau usée est effectué par :

- **Des préleveurs automatiques** : En cas de présence de prélèvement non asservi au débit, le réglage se fait par rapport au temps de remplissage du prélèvement proportionnel au débit.

Le temps de remplissage de chaque flacon est de 24h divisé par le nombre de flacons de préleveur (12 flacons). Chaque 12 min il prélèvera 100ml pendant 2h

Reconstitution de l'échantillon moyen proportionnel au débit :

$V_F$  = Volume du flacon (prélèvement).

$Q_F$  = Volume d'entrée pendant la tranche horaire du prélèvement dans le même flacon.

$Q$  = Volume totale d'entrée.

$$V_p = V_F \times (Q_F / Q) \text{ ml}$$

$V_p$  = Volume à prélever

Ce volume est multiplié par 2 pour avoir un volume final de 2l.



Dans le cas de non possibilité de reconstitution de l'échantillon moyen proportionnel au débit, le réglage se fait par rapport au temps. Chaque 12 min il prélèvera 100 ml pendant 24h.

- **Manuellement** : En cas d'absence ou panne de préleveurs, on effectue les prélèvements selon le planning :
  - Chaque 02 heures on prélève 1000 ml d'eau concernée
  - On prend de chaque prélèvement 500ml pour la reconstitution de l'échantillon moyen.

### **III.3.Matériel**

#### **III.3.1 Matériel biologique**

Eaux usées brutes (EB)

Eaux usées épurées (EE)

#### **III.3.2 Matériel non Biologique :**

Verrerie et appareillages (**Annexe2**)

Milieux de culture (**Annexe3**)

Réactifs et solutions.

#### **III.3.Analyses physico-chimiques ont porté sur :**

- ✓ La détermination de la matière en suspension (MES).
- ✓ La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).
- ✓ La détermination de la demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO5).
- ✓ La Détermination de pH
- ✓ La détermination de conductivité électrique (CE)
- ✓ La détermination de température (T)
- ✓ Azote total
- ✓ Nitrate et Nitrite
- ✓ Phosphate

#### **A) Détermination de pH avec électrode combinée à une sonde de température**

Le principe consiste à mesurer la différence de potentiel existant entre une électrode de mesure (électrode de verre) et une électrode de référence plongeant dans une même solution.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Introduire l'électrode du pH-mètre, préalablement rincée de l'eau distillée dans un bécher contenant l'échantillon à analyser.

- ✓ Agiter doucement avec un barreau magnétique.
- ✓ Appuyer sur la touche (Read Enter), la valeur du pH et de la température évoluent, un bip sonore indique la stabilité de la valeur, noter cette dernière.

- **Résultats**

- ✓ La valeur du pH est donnée directement par l'appareil ainsi que la température.
- ✓ La valeur du pH est donnée à deux chiffres après la virgule.

**B) Détermination de la conductivité électrique**

La conductivité électrique est une mesure de la conductance d'une colonne d'eau placée entre deux électrodes métallique (généralement en platine). Elle dépend de :

- ✓ La concentration des ions
- ✓ La nature des ions
- ✓ La température de la solution
- ✓ La viscosité de la solution

- **Mode opératoire**

- ✓ Prendre un échantillon conservé dans des bonnes conditions
- ✓ Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode de la conductivité.
- ✓ Mettre l'électrode dans le bécher, puis appuyer sur la touche READ, la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro siemens par centimètre ( $\mu\text{s/cm}$ ) ou bien (ms/cm) milli siemens par centimètre.

- **Résultat**

- Si les résultats de la conductivité dépassent la valeur  $9999 \mu\text{s/cm}$ , la conductivité sera exprimée en ms/cm

$$1\text{ms/cm}=1000\mu\text{s/cm}$$

**C) Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO).**

- **Principe**

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 de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (sel de Mohr).

- **Mode opératoire**

- ✓ Transfère 10 ml de l'échantillon dans le tube de l'appareil à reflux et ajoute 5 ml de la solution de dichromate de potassium et quelques régulateurs d'ébullition à la prise d'essai et agite soigneusement.
- ✓ Ajouter, lentement et avec précaution, 155 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent (6.2.2) en agitant soigneusement le contenu. Relier le réfrigérant aux tubes de l'appareil à reflux pendant 2 heures. La température du mélange réactionnel doit être de 150°C.
- ✓ Rincer le réfrigérant avec un petit volume d'eau distillée. Enlever alors le réfrigérant et compléter le contenu à 75 ml avec de l'eau distillée.
- ✓ Titrer le contenu avec le sulfate de fer (II) et d'ammonium en présence de 2 ou 3 gouttes de l'indicateur coloré (ferroïne).

**Calcul de la DCO :**

La DCO exprimée en mg/l est calculée selon la formule suivante :

$$DCO = \frac{8000 * C * (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Où :

**C** : est la concentration, exprimée en moles/l, de la solution de sulfate de fer (sel de Mohr) et d'ammonium, (0,12N).

**V<sub>0</sub>** : est le volume en ml, de la prise d'essai, avant dilution.

**V<sub>1</sub>** : est le volume, en ml de la solution de sulfate de fer et d'ammonium, utilisé pour l'échantillon.

**V<sub>2</sub>** : est le volume en ml, de la solution de sulfate de fer et d'ammonium, utilisé pour le blanc.

**D) Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> est la masse d'O<sub>2</sub> moléculaire dissoute nécessaire aux micro-organismes pour la dégradation par oxydation (mais aussi pour la transformation) des matières organiques contenues dans l'eau, dans des conditions définies et dans un espace de temps donné.

- **Principe**

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo-stabilisée est mis à incuber en présence d'air, les micro-organismes présents consomment l'O<sub>2</sub> dissous qui est remplacé en permanence par l'O<sub>2</sub> en provenance du volume d'air situé au-dessus de potassium.

Cette détermination en O<sub>2</sub> crée une dépression qui est enregistrée par une élévation du niveau de mercure.

- **Mode opératoire**

Un échantillon mesuré d'eau est placé dans chacun des six flacons bruns du DBO mètre, connectés par leurs bouchons aux capteurs de pression de l'appareil. L'échantillon est continuellement agité pour le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon. Cet oxygène est consommé par les bactéries, pendant la période de mesure, pour oxyder les matières organique.

Les capteurs de pression contrôlent la pression d'air dans les flacons d'échantillon. la variation de pressions est convertie en mg/l de DBO lorsque la pression diminue dans les flacons. Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) qui est produit par les micro-organismes est absorbé par l'hydroxyde de Lithium placé dans la cupule.

- **Sélection du volume d'échantillon**

Le tableau n°4 fixe le volume de la prise d'essai à considérer en fonction de la DBO de l'échantillon.

**Tableau IV : Le volume de la prise d'essai en fonction de la DBO**

La charge	DBO (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
Très faible	0 – 40	432	1
Faible	0 – 80	365	2
Moyenne	0 – 200	250	5
Plus que la moyenne	0 – 400	164	10
Peu chargée	0 – 800	97	20
Chargée	0 – 2000	43.5	50
Très chargée	0 – 4000	22.7	100

Au-delà de 700 ml/l procéder par dilution.

- **Mode opératoire**

- ✓ A l'aide d'une éprouvette, verser le volume approprié d'échantillon dans le flacon de l'appareil BODtrak contenant un agitateur magnétique.
- ✓ Applique de la graisse pour robinet sur le bord de chaque flacon et sur la lèvre de la cupule.
- ✓ Placer la capsule contenant environ 0.4g d'hydroxyde de Lithium dans le goulot de chaque flacon.
- ✓ Placer les flacons sur l'appareil BODtrak.

- ✓ Raccorder le tuyau approprié à chaque flacon et serrer soigneusement le bouchon.
- ✓ Chaque tuyau est étiqueté avec le n° de voie qui correspond à celui du panneau de commande.
- ✓ Placer l'appareil BODtrak dans l'incubateur réglé à 20°C.
- ✓ Après cinq jours, les résultats sont lus directement à l'affichage de l'appareil BODTrak en pressant le numéro de voie correspondant à chaque échantillon.

#### F) Dosage des matières en suspension (MES)

- **Principe**

L'analyse des MES passe par une filtration. Elle consiste à retenir sur un filtre toutes les particules supérieures à 0.45 µm. La teneur en matière en suspension est ainsi obtenue par la différence de poids du filtre avant et après filtration, rapportée au volume d'eau filtré.

La précision sur la concentration des (MES) dépend du volume d'eau filtré et de la sensibilité de la balance (**Rodier et al, 2005**).

- **Mode opératoire**

- ✓ Attendre jusqu'à ce que les échantillons soient à température ambiante.
- ✓ Homogénéiser le contenu du flacon, en l'agitant.
- ✓ Si cela est possible, introduire la totalité d'échantillon dans le pot de la centrifugation et centrifuger à 4000 tr/min durant environ 20 min. éliminé alors la phase claire et recueillir le dépôt. Le volume de cet échantillon doit être tel qu'il conduise à la pesée d'au moins 30 mg de matières en suspension.
- ✓ Si le volume d'échantillon nécessaire à la mesure excède la capacité du pot, opérer en plusieurs fois en récupérant à chaque fois le dépôt constitué, jusqu'à avoir centrifuge volume requis.
- ✓ Sécher le creuset vide à 105°C pendant 2h. Passer au dessiccateur plus les peser (Masse MO).
- ✓ Mettre le dépôt dans le creuset, sécher le tout à 105°C pendant 2h. Passe au dessiccateur et peser a 0.500 mg/prés. Recommencer les opérations de dessiccation et de pesée jusqu'à ce que la différence entre deux successives n'excède pas 0.500 mg .

- **Expression des résultats**

La teneur en matières en suspension est calculée selon l'expression suivante :

$$MES = \frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

Où

MES : représente la teneur en matières en suspension (mg/l).

V : volume, en millilitre, de la prise d'essai

M<sub>0</sub> : masse en milligrammes de la capsule vide.

M<sub>1</sub> : masse en milligrammes du creuset et de son contenu après séchage à 105°C et dessiccation.

#### F) Déterminations des matières volatiles sèches (MVS)

- **Principe**

Matières transformées en CO<sub>2</sub> après calcination à 550°C et déterminées par gravimétrie.

L'eau est centrifugée à 3000 tours/minute pendant 15 minutes. Le culot est recueilli, séché à 105°C et pesé. Il est calciné à 550°C et pesé de nouveau.

- **Mode opération**

- ✓ Prendre la capsule qui a servi à l'analyse de MES, avec le dépôt de dans, après séchage à 105°C et dessiccation (Masse M<sub>1</sub>).
- ✓ Mettre la capsule dans un four à moufle à 550°C pendant 1 heure
- ✓ Récupérer la capsule du four et laisser refroidir dans un dessiccateur.
- ✓ Peser la capsule, jusqu'à poids constant, (Masse M<sub>2</sub>)

- **Expression des résultats**

- ✓ La matière minérale :

$$MM = \frac{M_1 - M_2}{V} \times 1000 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

Où

MM : teneur en matière minérale en mg/l.

M<sub>1</sub> : la masse de la capsule pleine après séchage à 105°C et dessiccation en mg.

M<sub>2</sub> : la masse de la capsule pleine après calcination à 550°C en mg.

V : volume d'eau traitée en millilitres.

- La matière volatile sèche

$$MVS = MES - MM \left( \frac{mg}{l} \right)$$

### G) Dosage des nitrates par méthode kit Hach LCK339

- **Mode opératoire**

- ✓ Pipeter 1ml d'échantillon dans la cuve à code barre.
- ✓ Ajouter 0.2 ml de la solution A (LCK339).
- ✓ Fermer la cuve et mélanger le contenu en le retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet.
- ✓ Laisser reposer la cuve pendant 15 min.
- ✓ Insérer la cuve dans la DR2800 après avoir nettoyé son extérieur en appuyant sur le menu code à barre.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné par le spectrophotomètre (DR 2800) en milligramme par litre de nitrate (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

### H) Dosage des nitrites LCK341

- **Mode opératoire**

- ✓ Enlevez délicatement la feuille de protection DosiCap Zip détachable.
- ✓ Dévissez le DosiCap Zip.
- ✓ Pipeter 2 ml de l'échantillon
- ✓ Vissez immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant le cannetage vers le haut.
- ✓ Secouer énergiquement : attendre 10 min et mélanger de nouveau.
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code à barre

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné par le spectrophotomètre (DR 2800) en milligrammes par litre de nitrite (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

**I) Dosage de l'azote total LCK338****• Principe**

- ✓ l'azote de composition organique s'oxyde en présence Peroxydisulfate et est transforme donc en nitrite. Les ions nitrites réagissent dans une solution d'acide Sulfurique et Phosphatique avec du Diméthylphénol-2.6 en formant du Nitrophénol.

**• Réactif**

- ✓ Pour la détermination de l'azote totale, en utilise des testes avec (DR lange) LCK338.

**• Préparation et conservation des échantillons :**

- ✓ Prélever l'échantillon pour laboratoire, conserver à 5°C et analyser dans les 24h. Le pH d'échantillon doit être compris entre 3 et 12.
- ✓ La température d'échantillon /réactif doit être comprise entre 15°C et 25°C.

**• Mode opératoire**

- ✓ Allumer le (DR2800).
- ✓ Pipeter 0.2 ml d'échantillon.
- ✓ Ajouter 2.3 ml de la solution A et un pastis de B.
- ✓ Faire chouffe le tube d'essai à 100°C pendant 1h.
- ✓ Laisser refroidir le tube pendant 15 min jusqu'à atteindre une température 20°C.
- ✓ Ajoute un micro cap C et bien mélanger le tube à essai.
- ✓ Pipeter de tube à essai 0,5ml dans la cuve à code barre.
- ✓ Laisser reposer la cuve pendant 15min.
- ✓ Ajouter à la cuve à code barre 0,2 ml de la solution D.
- ✓ Insérer la cuve dans le DR2800 en appuyant sur le menu : programme code à barre. A.B. (annexe 2)

**• Expression des résultats**

- ✓ Le résultat est donné par le spectrophotomètre (DR 2800) en milligrammes par litre d'azote totale.



**J) Dosage de l'Azote ammoniacal par méthode kit Hach LCK302/LCK303/LCK305****• Mode opératoire**

- ✓ Enlevez délicatement la feuille de protection DosiCap Zip.
- ✓ Dévissez le DosiCap Zip.
- ✓ Pipeter 0,2 ml de l'échantillon dans la cuve à code barre pour LCK302/LCK303 et 0,5 ml de l'échantillon pour LCK 305.
- ✓ Vissez immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut et secouer énergiquement.
- ✓ Attendre 15 min. bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer en appuyant sur le menu code a barre.
- ✓ Le DR 2800 affiche des résultats en mg/l de  $N-NH_4^+$ .

**III.4. Analyse microbiologique**

Nous avons opté pour la méthode de filtration sur membrane pour mesurer la charge bactérienne contenue dans l'eau usée. C'est la méthode de concentration la plus utilisée au laboratoire, pour sa facilité et sa reproductibilité.

Elle consiste à recueillir, sur une membrane stérile un volume donné de produits à analyser, la membrane est ensuite déposée sur un milieu nutritif convenable, après incubation, les colonies sont dénombrer et identifier. (**Champiat et Larpent ; 1994**).

**• Matériel**

- ✓ Dispositif de filtration de marque « Sartorius stedium »
- ✓ Deux bec-bunsen de manière à ménager une zone de travail stérile, et à pouvoir stériliser le matériel, boîte de Pétri avec les milieux de culture spécifique pour chaque germe.
- ✓ Membrane d'ester de cellulose, filtrants, de marque MILLIPORE, quadrillées et stériles (en emballage individuel) de porosité de 45 pm et 47 mm de diamètre susceptibles de retenir les bactéries.
- ✓ Deux incubateurs (l'un réglé à 37°C et l'autre à 44°C), pompe à vide, pinces stérilisées et pipettes.

**• Mode opératoire**

- ✓ Stériliser le dispositif de filtration.
- ✓ Mettre en place le dispositif
- ✓ Poser stérilement la membrane stérile.
- ✓ Filtrer un volume d'échantillon (100ml).
- ✓ Déposer le filtre sur le milieu adéquat, sans faire de bulles d'air et sans la retourner.
- ✓ Incrire sur la boîte de Pétri, le numéro de l'échantillon et la date.
- ✓ Placer la boîte de Pétri en position inverse et les incubés à une température adéquate.
- ✓ Flamber l'ensemble godet-base pour une autre manipulation.
- ✓ La composition des milieux de culture et des réactifs utilisés est cosignée en (annexe 2)

#### **III.4.1. Dénombrement des Coliformes, Streptocoques fécaux et des Staphylocoque.**

##### **a. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo tolérant (fécaux)**

Le milieu nutritif « gélose Tergitol » est utilisé pour le dénombrement des coliformes, après filtration, les boîtes sont incubées à 37 °C pour les coliformes totaux et 44 °C pour les coliformes thermo tolérant. Après 24 ou 48 heures, on voit apparaître éventuellement une prolifération d'une colonie qui pourrait être le micro-organisme recherché (**Jean-Bernard ; 1999**).

##### **b. Dénombrement des Staphylocoques**

Parmi les staphylocoques, c'est le *Saureus* qui est dénombré sur milieu Chapman. Colonies jaunes dorées suspectes sont dénombrées et ont fait l'objet d'une identification (coloration de Gram, test de la catalase et ma galerie Api 20 Staph).

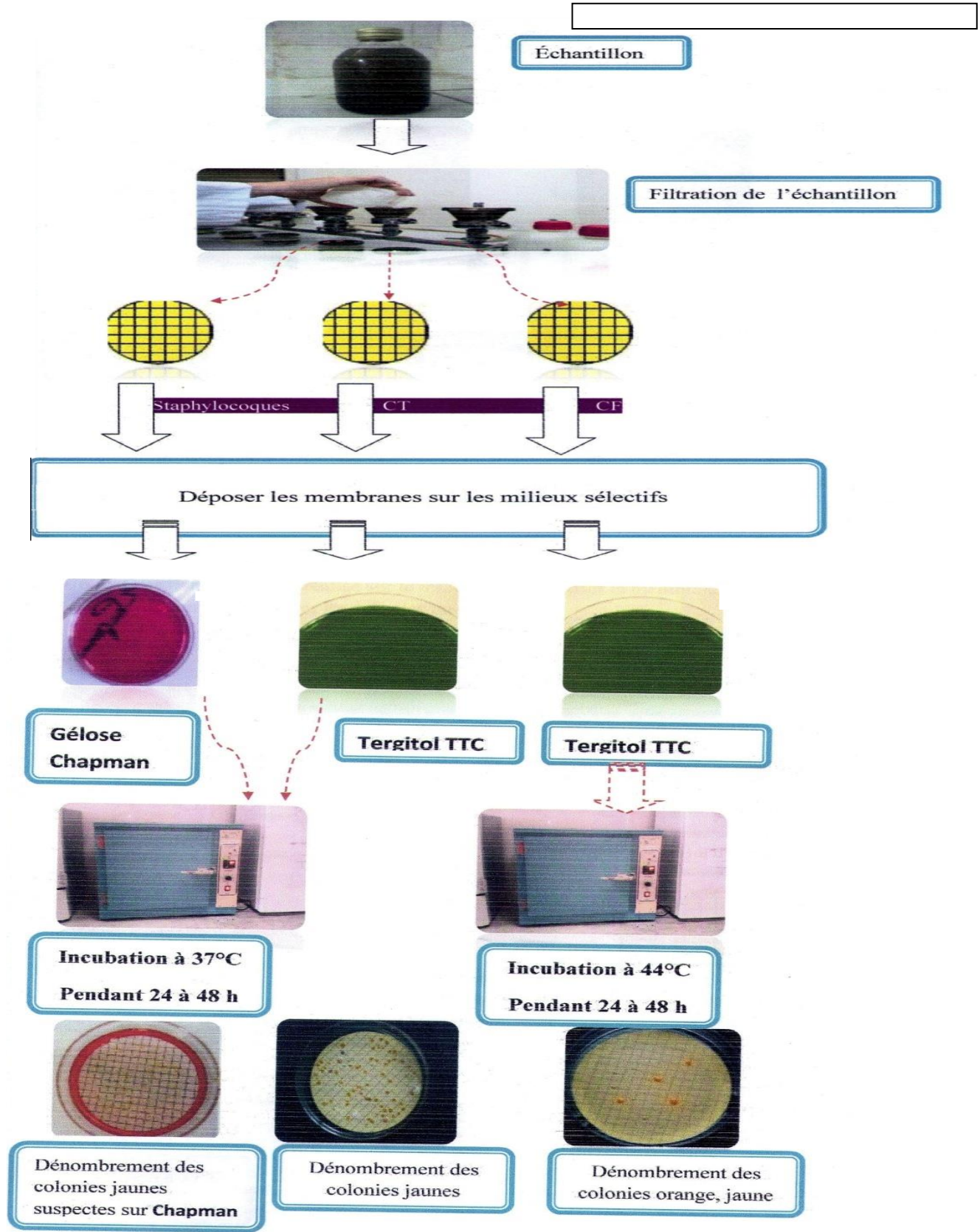


Figure 3 : Technique de dénombrement des coliformes totaux, fécaux et Staphylocoque

### c. Dénombrement des Streptocoques fécaux

La technique de recherche des streptocoques fécaux indiquée dans la figure nécessite deux tests consécutifs :

- **Un test présomptif** : il est réalisé sur le milieu de **Slanetz et Bartley** avec une incubation à 37 °C pendant 24 à 48 heures, pour dénombrer les colonies rouge).
- **Un test confirmatif** : il est réalisé sur le milieu BEA (déposer la membrane précédente sur BEA ,20mn après dénombrer les colonies noires).

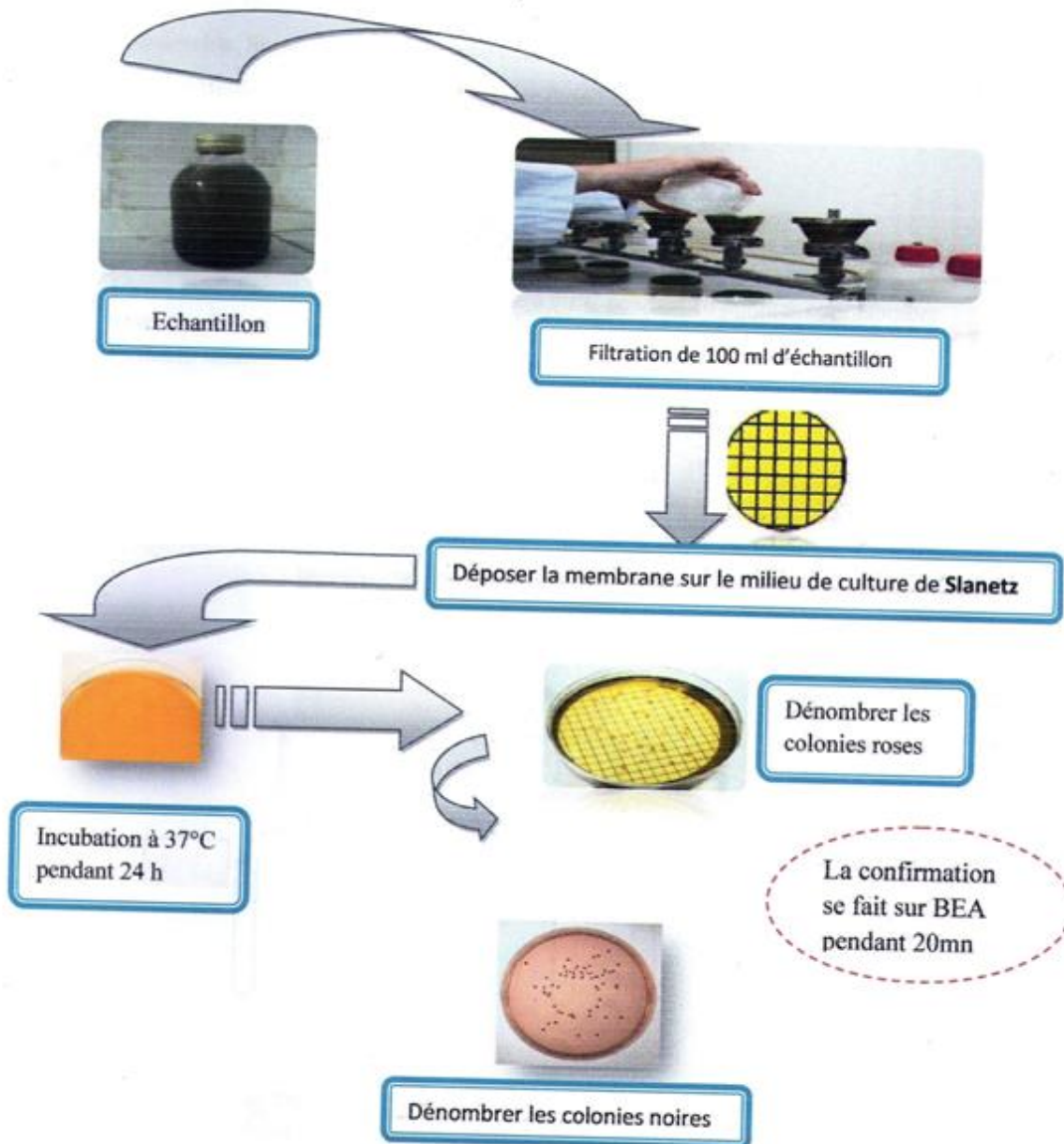


Figure 4: Technique de dénombrement des Streptocoque fécaux

**d. Dénombrement des germes Sulfito-réducteurs**

On peut dénombrer les spores de Clostridies, en général de *Clostridium perfringens*, ce bacille à Grain+, anaérobie, Sporogènes, se rencontre normalement dans les matières fécales humaines et animales. Ses spores peuvent survivre dans l'eau et dans l'environnement pendant plusieurs mois (**Claude R ; 1996**).

**• Mode opératoire :**

- ✓ Prélever 1 ml, à l'aide d'une pipette stérile, de chaque dilution dans un tube à essai vide.
- ✓ Mettre les échantillons dans un bain marie à 80°C pendant 10 minutes pour éliminer toutes les formes végétatives,
- ✓ Refroidir immédiatement sous l'eau de robinet,
- ✓ Ajouter 15 ml de la gélose viande-foie additionnée des additifs sulfites de sodium et Alun de fer.
- ✓ Laisser solidifier puis incuber à 27 °C pendant 14 à 48 heures.
- ✓ Lecture : dénombrer les colonies blanches entourées d'halo noir.
- ✓ Exprimer les résultats par gramme de sédiment.

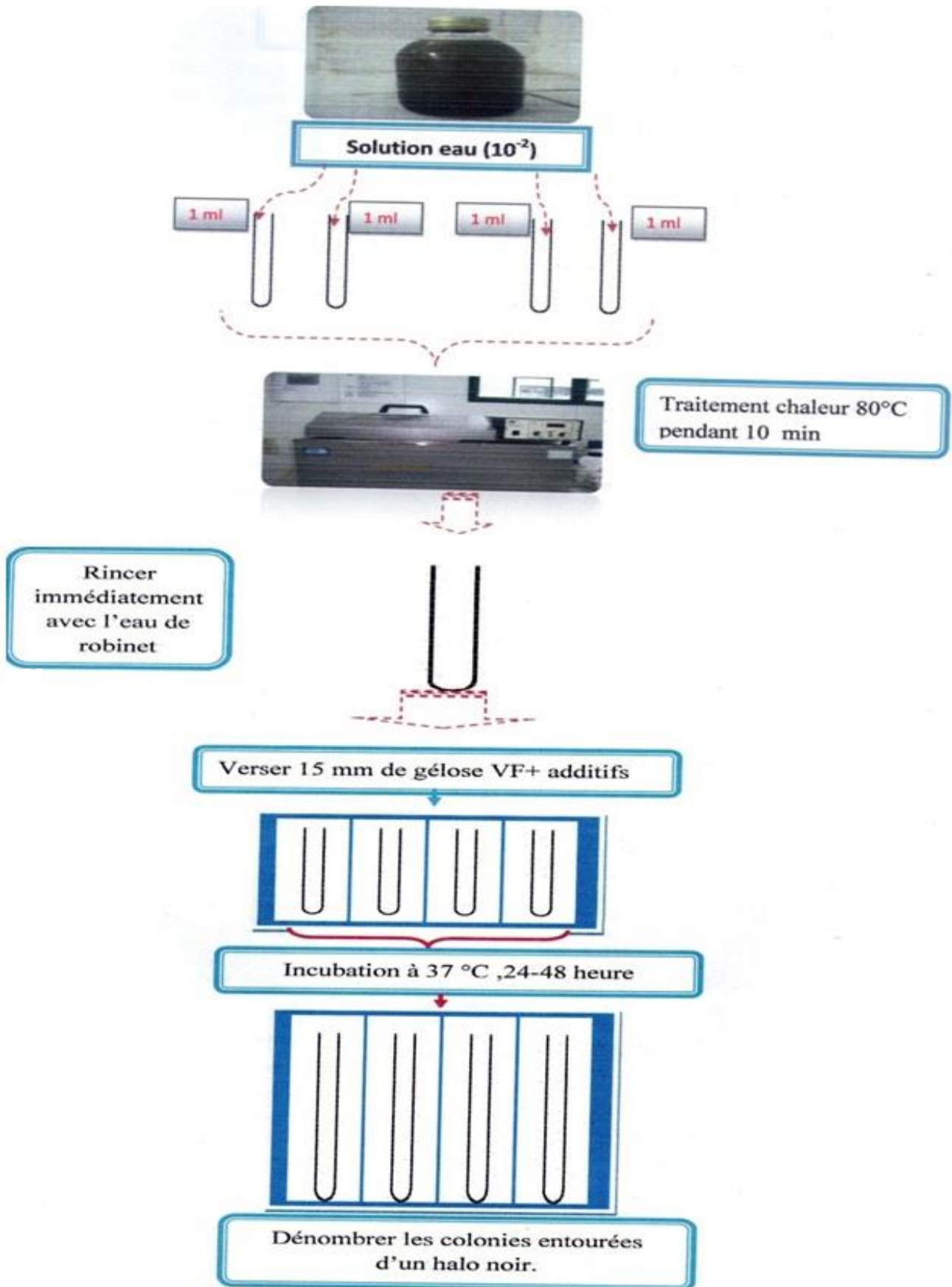
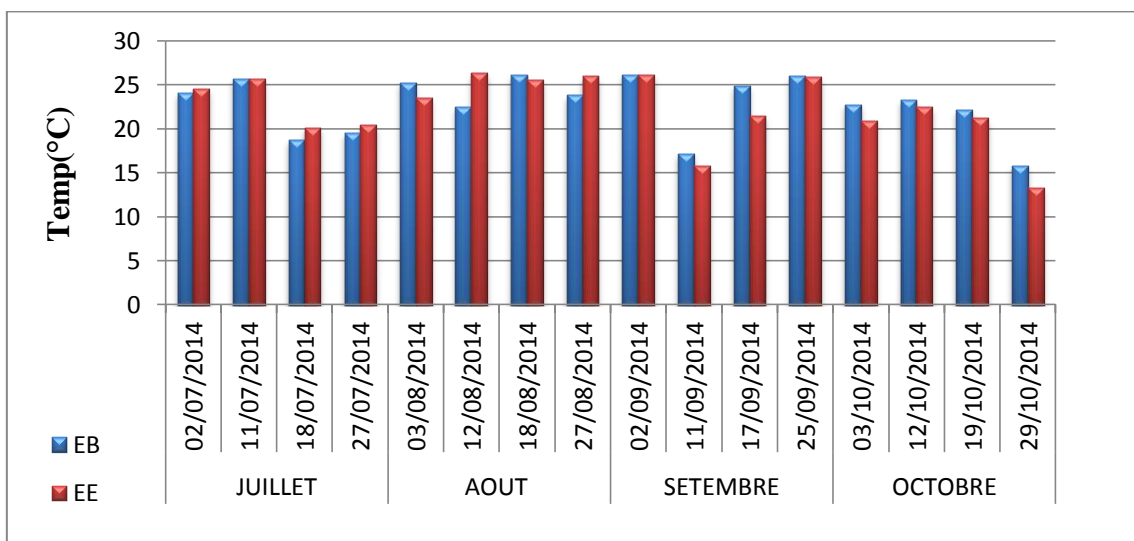


Figure 5: Technique de dénombrement des anaérobies Sulfito-réductrices

### IV.1 Résultats des analyses physico-chimiques

#### IV.1.1 La Température

Les températures des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 6)



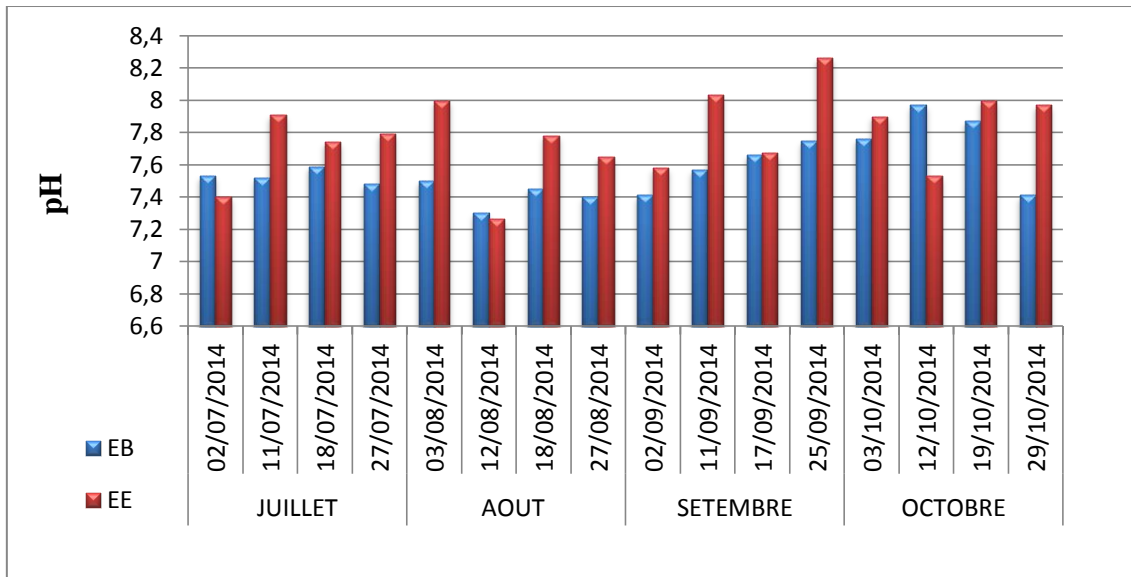
**Figure 6 : Variation de la température des eaux usées brutes et épurées**

D'après les résultats obtenus (Figure 6), les valeurs de la température des différents échantillons sont proches. Elles se situent dans un intervalle qui va du minimum de 15.8°C au maximum de 26.2°C à l'entrée et entre 13.3°C et 26.2°C pour les eaux épurées, avec une moyenne de 22.48°C

La température d'une eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Les températures enregistrées au niveau des effluents de la STEP sont inférieures à 30°C norme de l'OMS.

## IV.1.2 PH

Les valeurs de pH des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 7)



**Figure 7 : variation de pH des eaux brute et épurées**

Une eau usée urbaine possède un pouvoir tampon élevé. Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement sont comprises entre 7.3 et 7.97 avec une moyenne de 7,57 qui est une caractéristique des eaux résiduaires, dont le pH est souvent de l'ordre de 7.5 à 8. (FRANCK ; 2002).

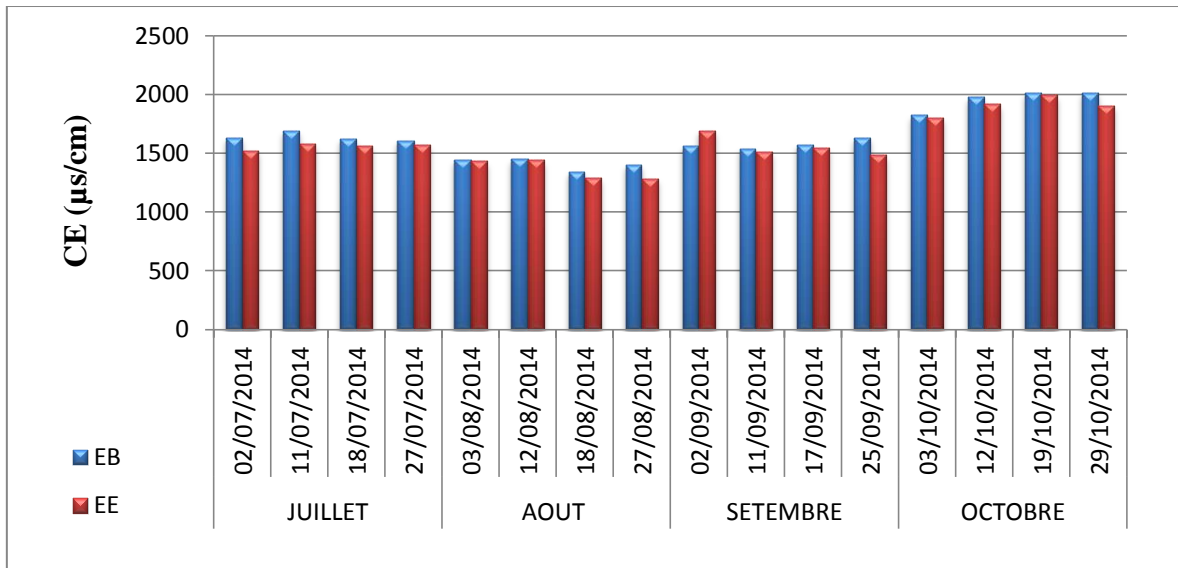
En ce qui concerne les eaux traitées, le pH est toujours supérieur à celui enregistré à l'entrée. Les valeurs gravitent autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité, elles varient entre 7.26 et 8.26 avec une moyenne de 7,78 (Figure 7), respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5 (JORA, 1993). Cette valeur coïncide, d'après GAUJOUS, (1995), avec le pH normal de l'eau de mer et des eaux douces en zones calmes.

La valeur la plus forte a été enregistrée à la sortie le (8.23), Selon (Person et al ; 2007) quand les valeurs se rapprochent de 9, il y a augmentation des mortalités des coliformes fécaux.



### IV.1.3 Conductivité Electrique (CE)

Les valeurs de CE des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 8)



**Figure 8 : Variation de la Conductivité Electrique (CE)**

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution.

Les valeurs de la conductivité électrique, se situent de 1339 à 2012 µs/cm (Figure 8) à l'entrée et de 1280 à 1901 µs/cm, enregistrées à la sortie.

Ces valeurs sont élevées traduisent selon (Gaujous ; 1995) une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels, expliquant les valeurs élevées enregistrées toujours à l'entrée. La diminution des valeurs moyennes de l'entrée vers la sortie au niveau de la station d'épuration est probablement due au traitement non biologique effectué sur l'eau usée.

IV.1.4 Matières en Suspensions (MES)

Les valeurs des MES des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 9)

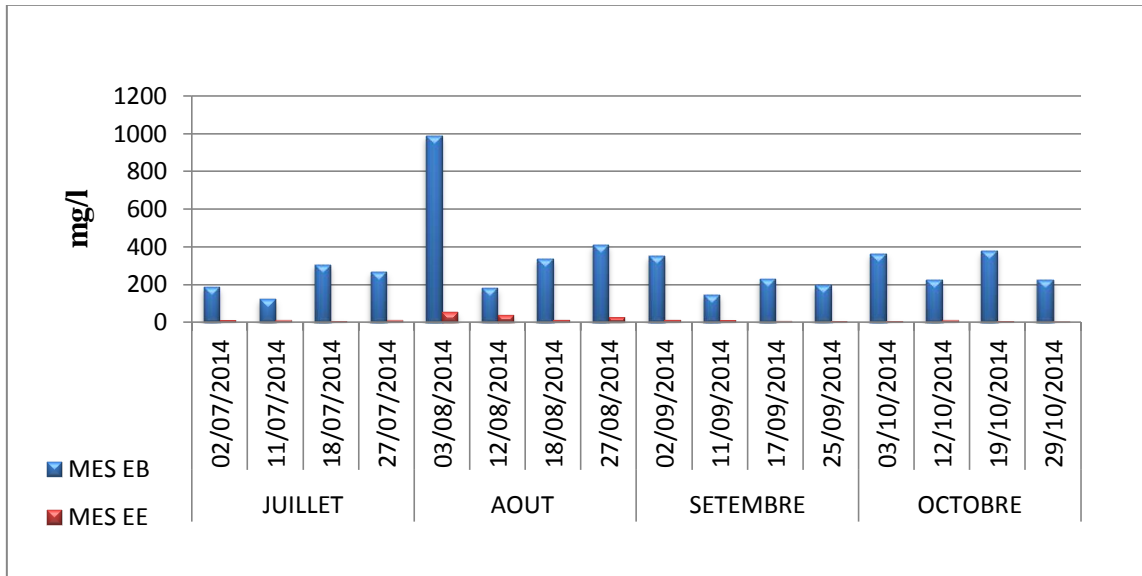
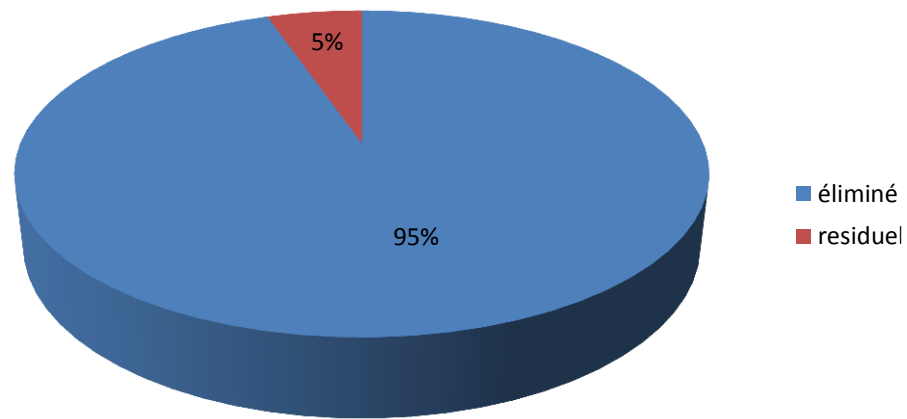


Figure 8 : Variation de la matière en suspension MES

Les matières en suspension (MES) sont en majeure partie de nature biodégradable (FAO, 2003). Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent entre 124 et 990 mg/l avec une moyenne de 370 mg/l (Figure 9) pour les eaux brutes. La remonté brusque de la concentration en MES 990 mg/l aux 03/08/2014 est probablement lié à un arrivage d'eau chargée en matière minérale à savoir le sable, limon, argile...etc. Cela est dû au fait que ces prélèvements coïncidaient avec des tempêtes de sable.

En ce qui concerne les eaux épurées, le taux des MES varie entre 8 et 54 mg/l, ces faibles valeurs sont dues à la bonne décantation des matières décantables, avec une moyenne de 16.21 mg/l, notre valeur reste inférieure à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/l) et à celle du journal officiel algérien limitée à 40 mg/l (JORA.1993)



**Figure 10 : Rendement d'élimination des MES**

Notre eau épurée a un taux de réduction de 95% (**Figure 10**) cette diminution est très importante car il ne reste que 5% des MES initiales ce qui donne encore une idée sur l'efficacité du traitement. Selon **CARDOT (1999)** nos valeurs sont semblables à celles qu'il a trouvées 88%-96%.

La présence des matières en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Cependant, l'expérience montre que le maintien d'une concentration importante en matière en suspension dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes (**FAO ; 2003**).

IV.1.5 La Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)

Les valeurs des DBO<sub>5</sub> des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 11)

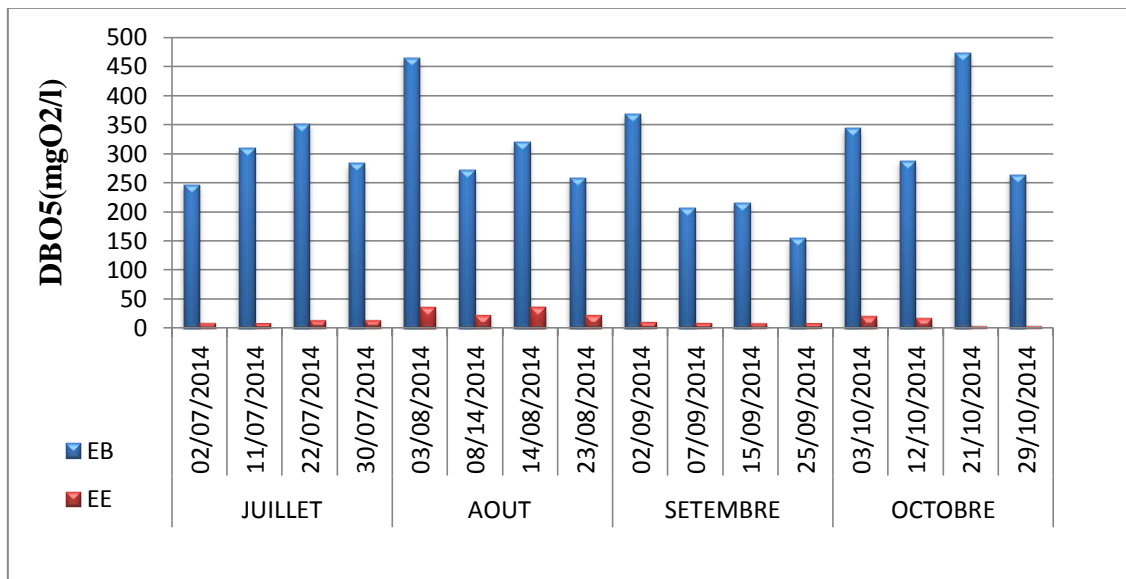
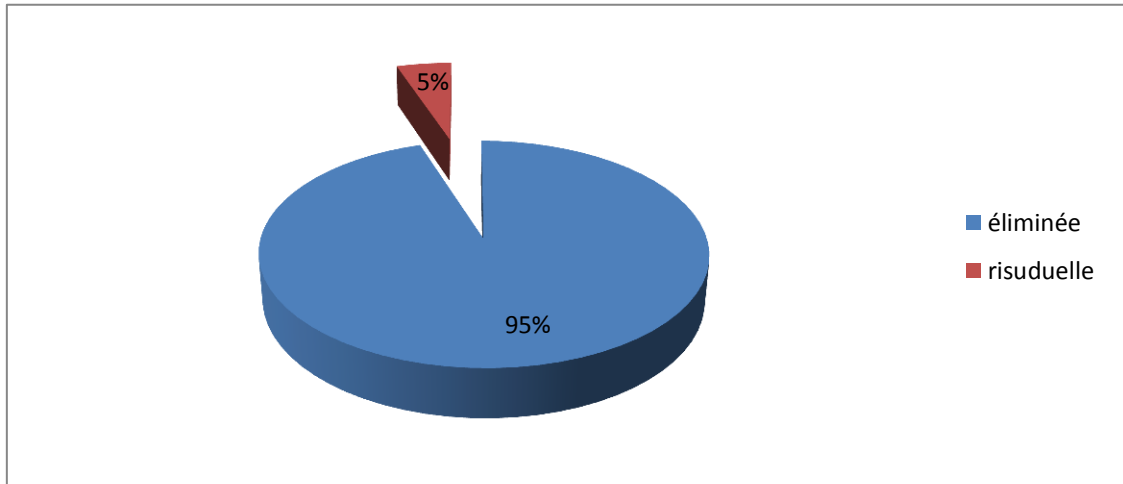


Figure 11 : Variation des la demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub>

La DBO<sub>5</sub> indique la quantité de matière organique présente dans les eaux usées (Xanthoulis, 1993).

Pour déterminer l'efficacité du traitement et prévoir l'impact des effluents sur les eaux réceptrices, on effectue des tests de DBO<sub>5</sub>, avant et après le traitement (Gaujous, 1995).

Les variations de la teneur en DBO<sub>5</sub>, au cours de notre suivi, le long de la filière de traitement sont représentées par la (figure 11). La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 154 et 474 mg O<sub>2</sub>/l, Les variations des concertations en DBO<sub>5</sub> de l'eau brute s'expliquent par la nature des eaux résiduaires de la direction régionale de Tipaza. Cependant, on constate que le maximum de pollution organique biodégradable est éliminé par la station, les effluents traités s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO<sub>5</sub> entre 4 36.6 mg O<sub>2</sub>/l, ce qui correspond à un taux d'abattement moyen de 95% (Figure 12), Nos valeurs trouvées sont supérieures à celles trouvées par REJSK(2002).



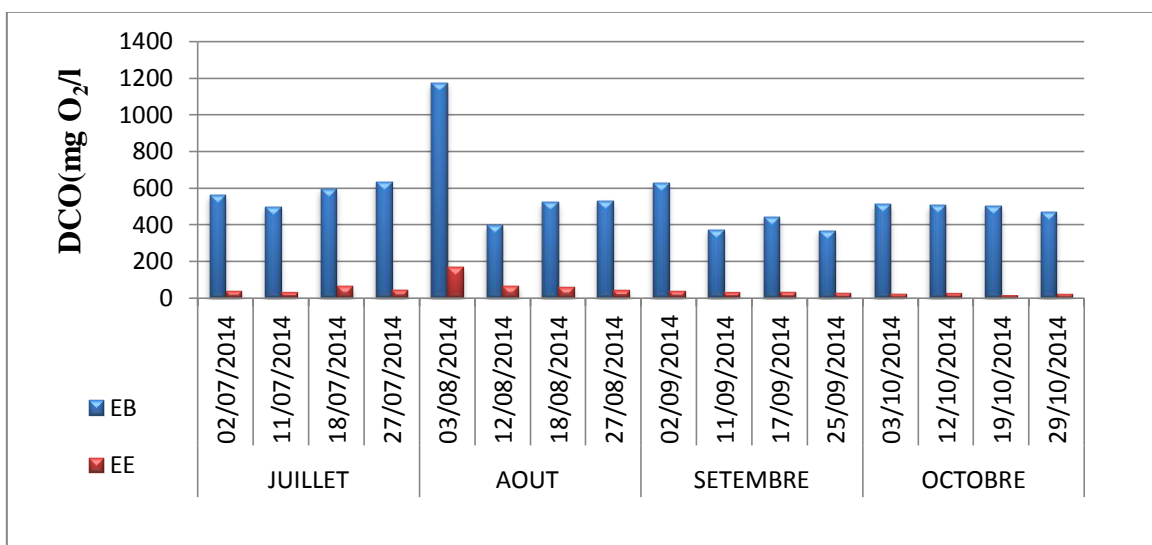
**Figure 12 : Rendements d'élimination de DBO<sub>5</sub>**

La concentration organique des eaux usées, mesurée par la DBO<sub>5</sub>, est un critère utilisé dans la conception d'une installation des eaux usées.

La valeur minimale enregistrée à la sortie de la station d'épuration, indique l'efficacité de traitement biologique effectué sur l'eau usée, surtout si on considère que la norme Algérienne 25 mg O<sub>2</sub>/l

## IV.1.6 La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

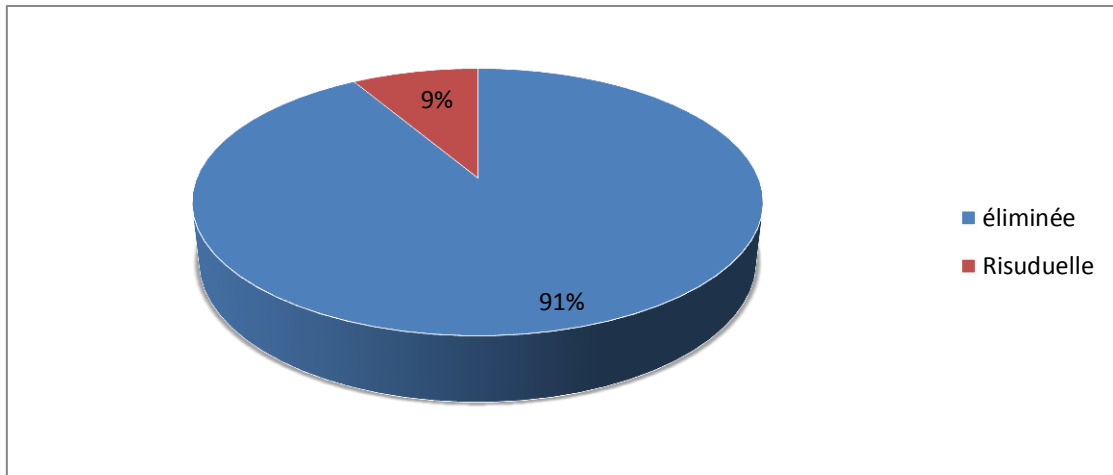
Les valeurs des DCO des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 13)



**Figure 13 : Variation des la Demande Chimique en Oxygène DCO**

On remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute sont variables, elles oscillent entre 369 et 1176 mg O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 545.37 mg O<sub>2</sub>/l. Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieures à celle de l'eau brute avec une moyenne de 46.37 mg O<sub>2</sub>/l, elles varient entre 15 et 170 mgO<sub>2</sub>/l (**figure 13**)

Le taux d'élimination de la teneur de DCO après traitement est représenté par la (**figure14**), il est de l'ordre de 91%, cette valeur est supérieure a celle déterminée par **CARDOT(1999)** (85%-88%).



**Figure 14 : Rendement d'élimination de DCO**

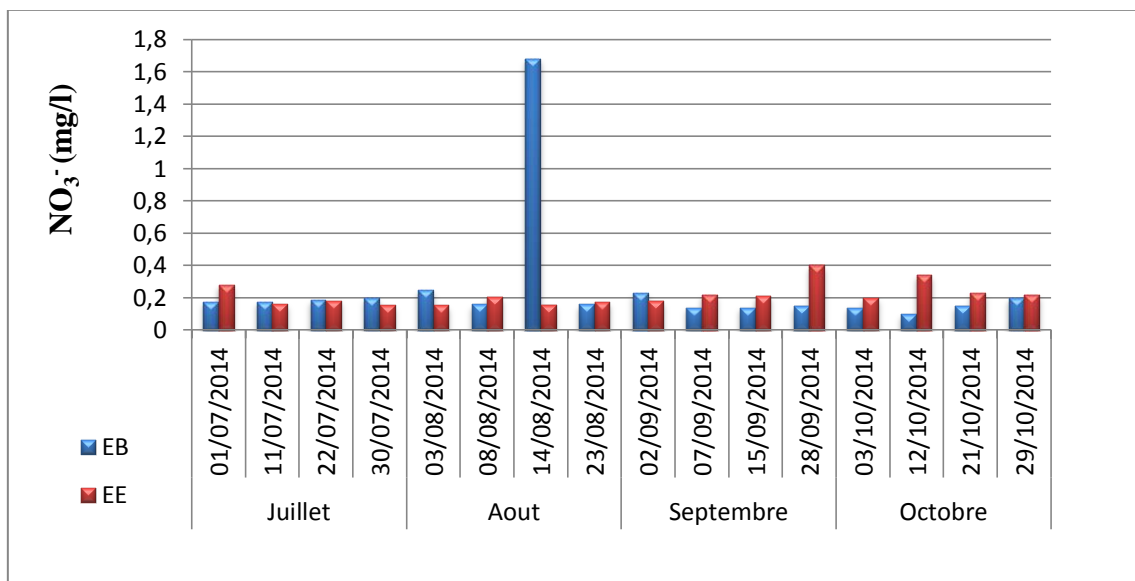
La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organique ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau à travers la quantité d'oxygène chimique totale. (Thomas O ; 1985)

Selon (BLIEFERT et PERRAUD ; 2001). La DCO c'est un paramètre indiquant la présence des quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau.

La valeur minimale enregistrée à la sortie de la station d'épuration, indique l'efficacité de traitement biologique effectué sur l'eau usée, puisque la norme exige une DCO ( $<$  ou  $=$ ) 90 mg O<sub>2</sub>/l.

IV.1.7 Nitrites  $\text{NO}_2^-$ 

Les valeurs de Nitrite des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 15)



**Figure 15 : Variation de la concentration des Nitrites  $\text{NO}_2^-$**

On remarque que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.1 et 0.247 mg/l au niveau des eaux brutes et il a été enregistré une valeur maximale (1.68mg/l le 14/08/2014).Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0.152 à 0.4 mg/l (Figure 15). Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque soit de la nitrification, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant à des températures élevées, (CHOUBERT, 2002).

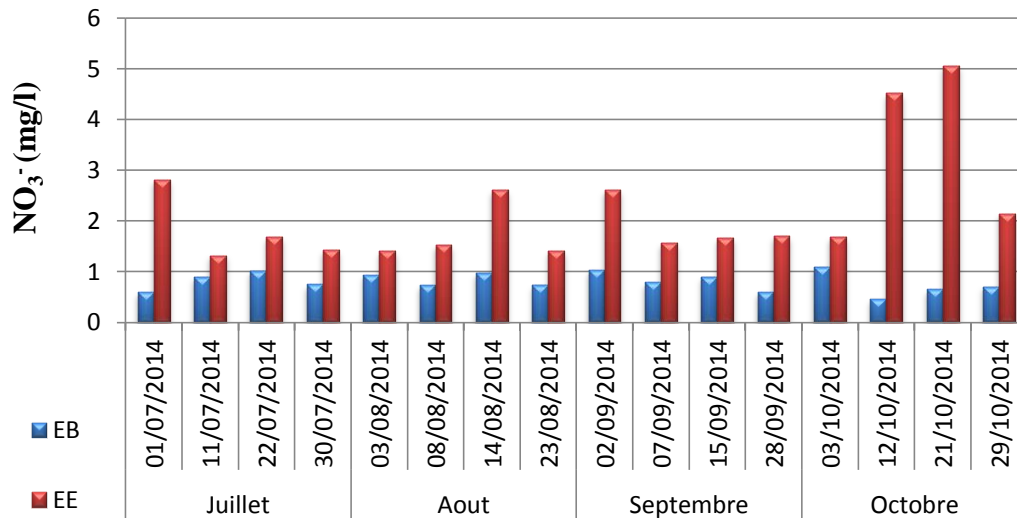
Des valeurs de 1.68 mg/l eau brute et 0.4 et 0.34mg/l eau épuré on été enregistrées (Figure 15) ceci est probablement liée à la température relativement élevée.

Les travaux de (SANZ et al ; 1996) montrent qu'il existe des changements de l'activité de la biomasse autotrophe nitrifiante sous l'effet des variations de la température, ce qui influence le taux de nitrification. Ainsi, une eau refermant des nitrites est à considérer comme suspecte car ces substances sont souvent associées à une détérioration de la qualité microbiologique (RODIER, 1996). Cependant, la moyenne de la concentration des nitrites au cours du suivi (0.216mg/l) est inférieure aux normes internationales des eaux destinée à l'irrigation selon l'OMS (1989) (<1mg/l)



IV.1.8 Nitrate  $\text{NO}_3^-$ 

Les valeurs de Nitrate des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 16)



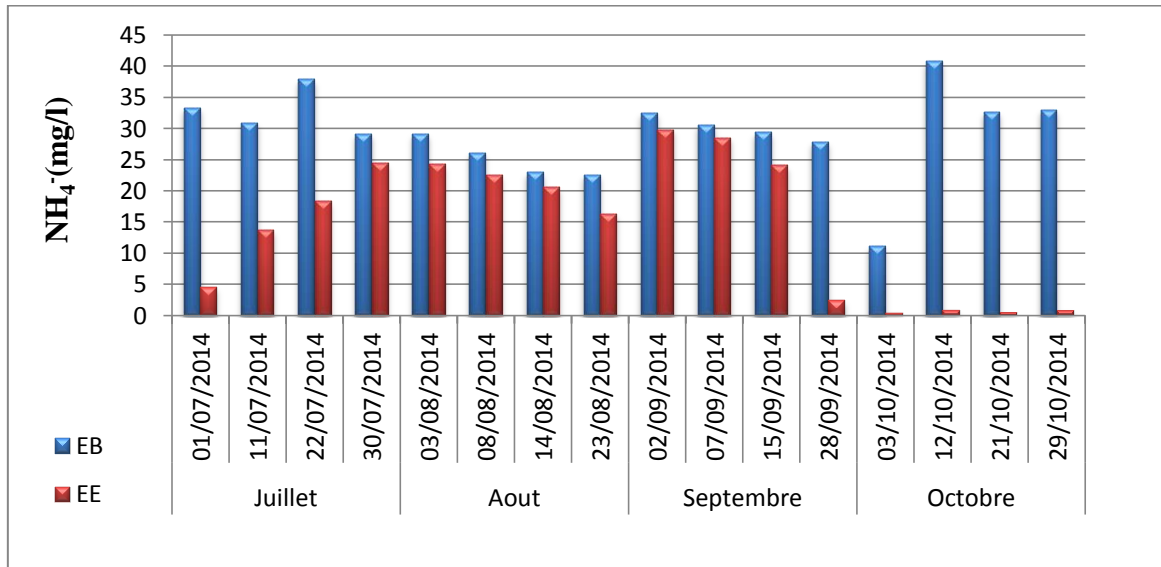
**Figure 16 : Variation de teneur en nitrate**

Les valeurs des nitrates obtenues, varient entre 0.47 et 1.09 mg/l à l'entrée et de 1.32 à 5.06mg/l au rejet, avec une valeur moyenne de 36.20 mg/l. on constate que les taux de nitrates ont augmenté considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes (Figure 16).

Les faibles teneurs en nitrates au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine. On estime environ 13g/jour d'azote rejeté par un être humain adulte, sous forme essentiellement organique, présent dans l'urine (CHOCAT ; 1997). C'est donc sous les formes organiques et ammoniacales que l'azote est présent dans les eaux usées que devront traiter les stations d'épuration. Ainsi, le transfert dans l'égout, véritable réacteur biologique, entraîne la réduction de ces nitrates, essentiellement en azote gazeux (CHOUBERT ; 2002).

#### IV.1.9 Azote Ammoniacal $\text{NH}_4^+$

Les valeurs d'Azote Ammoniacal des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (**Figure 17**)



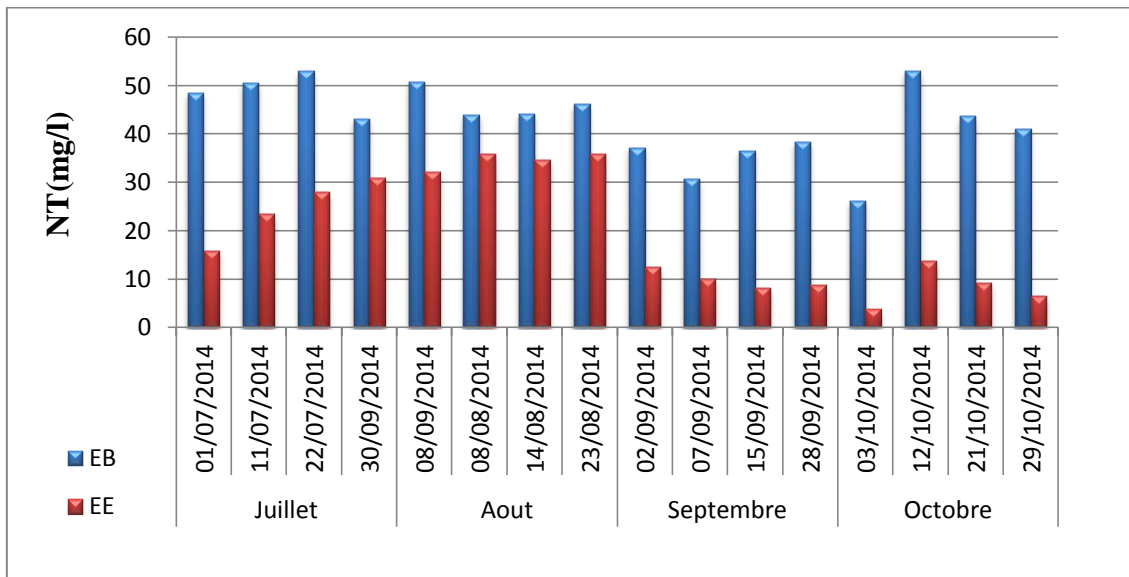
**Figure 17 : Variation de l'Azote Ammoniacal**

Les valeurs de concentration d'azote ammoniacal de l'eau brute varient entre 11.1 et 40.8 mg/l et, cependant une diminution est observée concernant les concentrations d'azote ammoniacal de l'eau épurée, jusqu'à atteindre des valeurs entre 0.5 et 24.5 mg/l et un rendement d'élimination de 64 %.

D'après (**Nisbet et Vernaux ; 1970**), l'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cela explique l'élévation de teneur en  $\text{NH}_4^+$  de l'eau usée avant le traitement.

#### IV.1.10 Azote Total (NT)

Les valeurs d'Azote total des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 18)



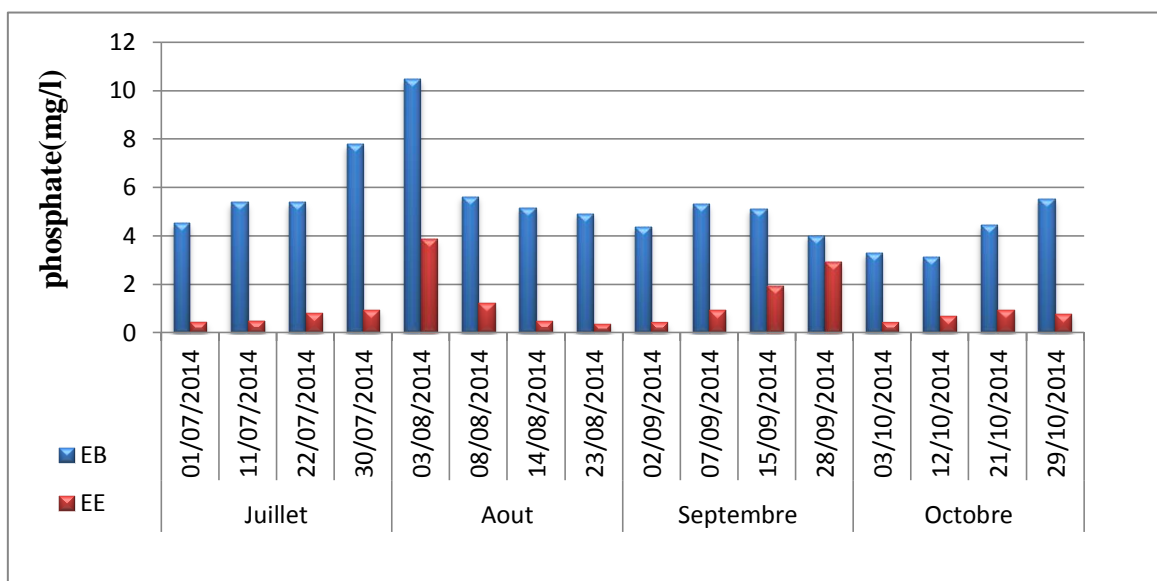
**Figure 18 : Variation de l'azote total**

Les valeurs de l'azote total à l'entrée de la STEP varient entre 26.2 et 52.9 mg/l alors qu'à la sortie varient entre 3.95 et 34.7 mg/l. une réduction de 55%. Ces résultats sont conforme aux normes ce qui explique la bonne nitrification dans le bassin biologique.

L'azote organique est estimé à 40% de concentration en azote total dans les eaux usées. Il entre dans la composition de diverses molécules des êtres vivants. L'azote organique à part le fait qu'il résulte de la décomposition des déchets organique et d'organismes aquatiques, sa présence dans l'eau est un signe de pollution (Edline ; 1996)

## IV.1.11 Phosphate

Les valeurs phosphate des échantillons prélevés durant notre expérimentation sont représentées par la (Figure 19)



**Figure 19 : variation de la te la teneur en phosphate**

D'après les résultats obtenus, les valeurs varient du minimum de 3.11 à 10.5 mg/l au niveau des eaux brutes concernant les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 0.41 à 3.86 mg/l (Figure 19). La teneur moyenne en phosphate des eaux brutes (5.27mg/l) semble supérieure à celle enregistrée dans les eaux épurés (1.09mg/l). Soit un taux d'abattement de 79%.

L'origine du phosphore dans les eaux usées domestiques est déduite de la connaissance des sources de phosphore naturel et de son utilisation (VILLEBRUN, 1989).

Il provient du métabolisme humain ; un homme excrète entre 1 et 2 grammes de phosphore par jour ce qui représente 30 à 50% du phosphore total. (DERNAT et al, 1994) ; et les rejets de détergents qui sont à l'origine de 50 à 70% du phosphore. Ces détergents et en particulier, les lessives, utilisent des poly phosphates pour lutter contre la dureté de l'eau, facilite l'émulsion des graisses et maintenir la salissure en suspension. Les poly phosphates sont ensuite rejetés au cours du rinçage et ont tendance à s'hydrolyser en phosphates dans les eaux usées (FRANCK, 2002).

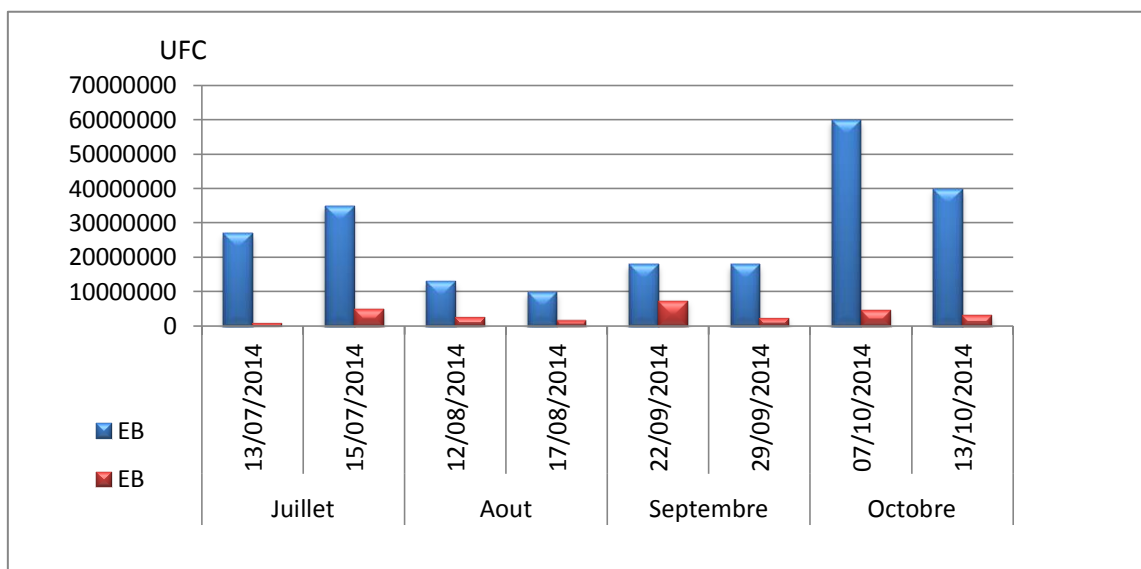
De ce fait, les phosphates échappent en majeure partie (80%) au traitement des stations d'épuration biologique classique (boues activées). Ainsi ils se retrouvent dans les rejets essentiellement sous forme d'ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ). 90% de ces rejets peuvent être importants et accompagnés par une source d'azote comme les nitrates.

**(RODIER et al ; 2005).**

## IV.2 Résultats des analyses bactériologiques

### IV.2.1 les Coliformes totaux (CT)

La (figure20) représente la concentration des coliformes totaux trouvés dans les différents échantillons analysés.

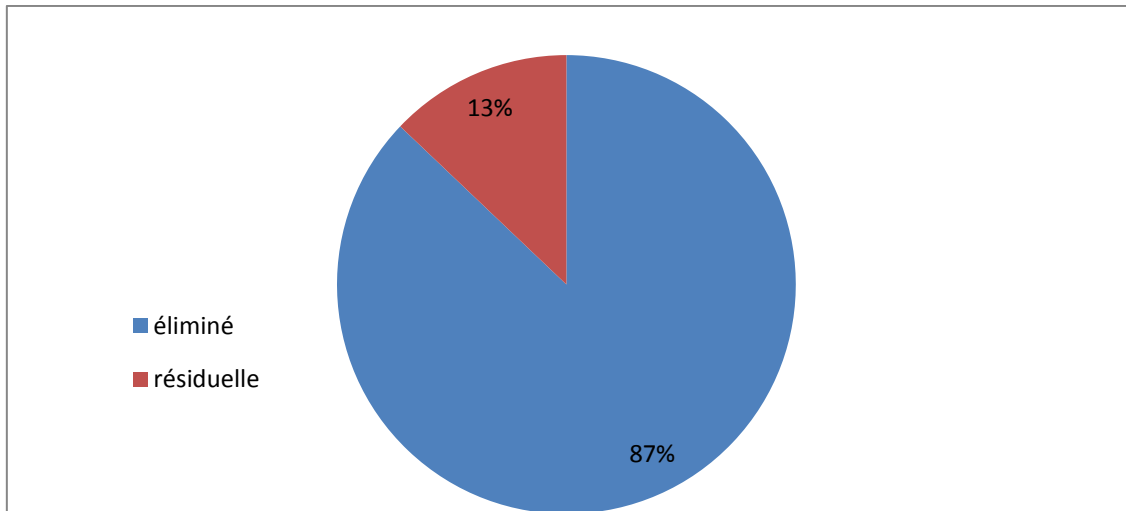


**Figure 20 : Variation des concentrations moyennes des coliformes totaux CT**

On constate que le nombre des coliformes totaux à l'entrée de la station d'épuration de CHENOUA, (l'eau brute) est très élevé, il est entre  $10 \cdot 10^6$  et  $60 \cdot 10^6$  germes /100ml. Ces valeurs sont semblables à celles qui avait trouvées par (Painustein et al ,1990) ( $10^5$  et  $10^7$  germes /100ml), ainsi qu'à celles trouvées par (Bechac et al, 1984) ( $180 \cdot 10^6$  germes/100).

Les abondances en coliformes dans les effluents traités dépendent de la qualité microbiologique des eaux brutes d'une part, et de l'efficacité de la filière de traitement à éliminer les coliformes, d'autre part. La présence de coliformes, résulte de leur abondance dans matières fécales des animaux à sang chaud et constituent des indicateurs fécaux de première importance (DUPRAY et DERRIEN, 1995).

Cependant, une diminution importante à la sortie de la station c'est-à-dire dans l'eau purifiée a été enregistré avec des valeurs comprise entre  $17 \cdot 10^5$  et  $52 \cdot 10^5$  germes /100 ml. Les mêmes résultats sont obtenus par (Block, 1992) ( $10^3$  –  $110 \cdot 10^3$  ml).



**Figure 21 : Rendement d'élimination des coliformes totaux CT**

Le rendement d'élimination des coliformes totaux est satisfaisant 87% (**figure 21**). Ce dernier peut être expliqué par l'entraînement des coliformes avec les boues lors de l'opération de clarification. Ces résultats sont conformes aux normes de rejets dans le milieu naturel qui fixent des valeurs de conformité comprises entre  $10^3 - 10^7$  germes /100ml.

IV.2.2. Les Coliformes Fécaux (CF)

La (figure 22) représente la concentration des coliformes fécaux trouvés dans les différents échantillons analysés.

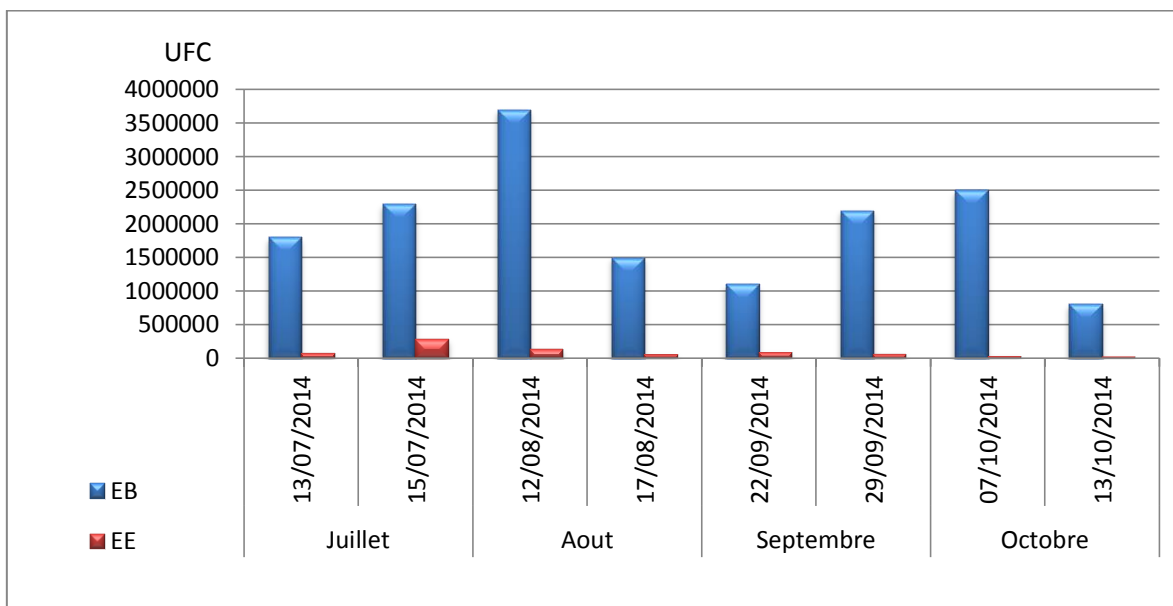


Figure 22 : Variation des concentrations moyennes des coliformes fécaux

D’après l’histogramme (Figure 22), il existe une grande variation entre les valeurs a l’entrée et à la sortie de la station d’épuration, la valeur des coliformes fécaux dans l’eau brute est comprise entre  $8.10^5 - 37.10^5$  germes /100 ml. Elle est de l’ordre de  $3.10^4$  à  $28.10^4$  germes/100ml à la sortie de la STEP.

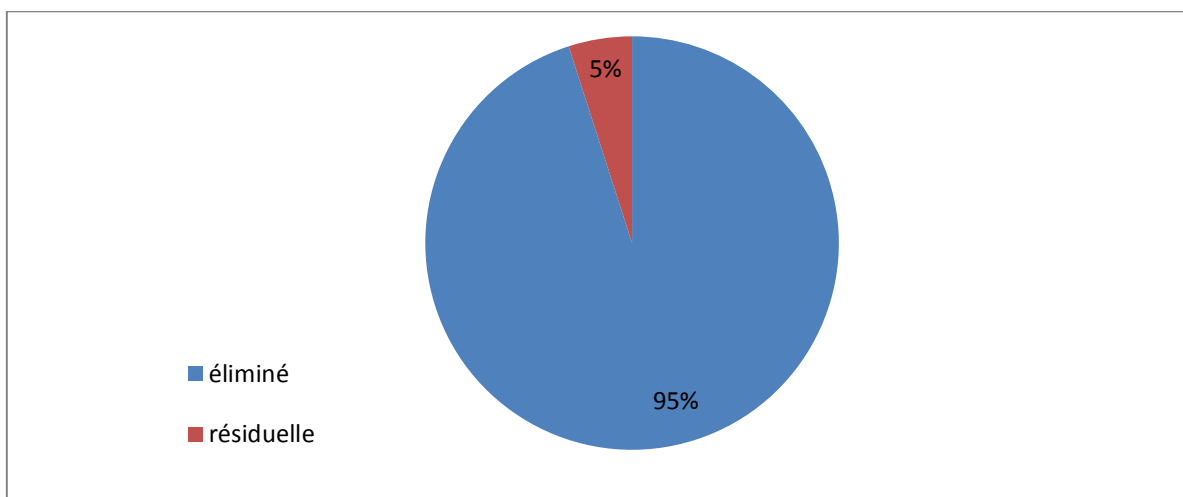


Figure 23 : Rendement d’élimination des coliformes fécaux CF

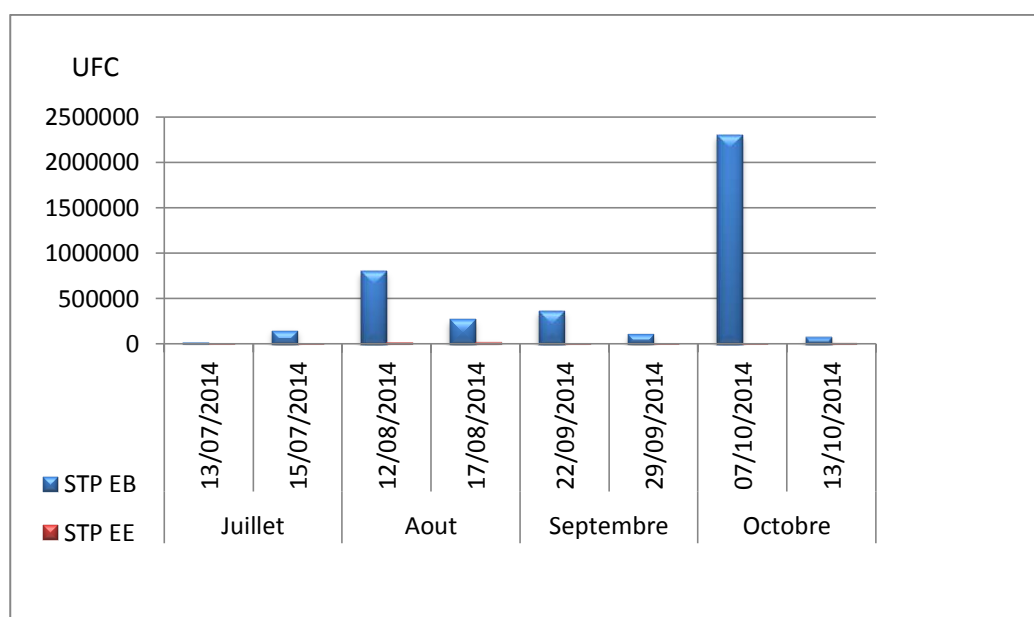


On constate un taux d'abattement très élevé de l'ordre de 95% (**Figure 23**). Ce rendement très élevé est du essentiellement l'élimination des coliformes par la boue lors de l'opération de clarification.

Selon (**shuval et al. 1986 ;Mara et Cairncross, 1989, Cooper, 1997, Westcot, 1997**) les coliformes fécaux sont considérés comme des indicateurs de la contamination fécale ces résultats sont conformes au normes de rejet fixés par l'OMS comprise entre  $10 - 10^6$  germes/100ml.

#### IV.2.3.Les Streptocoque Fécaux (SF)

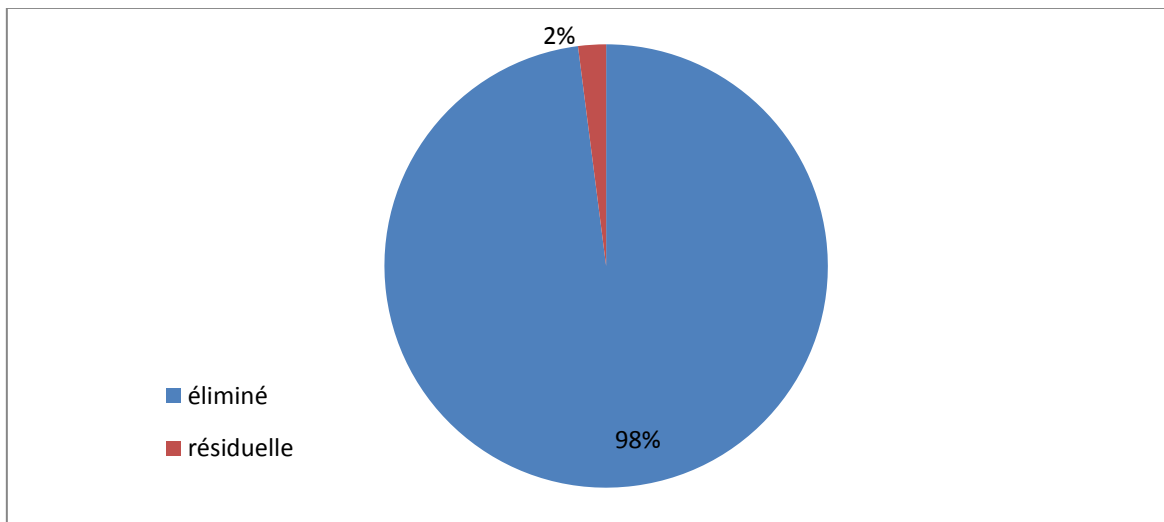
La (**figure 24**) représente la concentration des Streptocoque Fécaux trouvés dans les différents échantillons analysés.



**Figure 24 : Variation des concentrations moyennes des Streptocoques fécaux SF**

La (**Figure 24**) montre que le nombre des streptocoques fécaux à l'entrée de la STEP est comprise entre  $80.10^3 - 8.10^5$  germes/100ml tandis qu'il est entre  $10^3 - 4.10^3$  germes/10 On remarque qu'il y a une réduction significative des coliformes fécaux dans l'eau épurée, le rendement d'élimination est pratiquement de 98%. (**Figure 25**)

Ainsi, ces bactéries sont des témoins assez résistants de contamination fécale, y compris dans les milieux salés (**GAUJOUS, 1995**). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, par conséquent, sont utilisés comme indicateurs d'organismes pathogènes qui présentent une résistance similaire au pH élevé (**OMS ; 1979**).



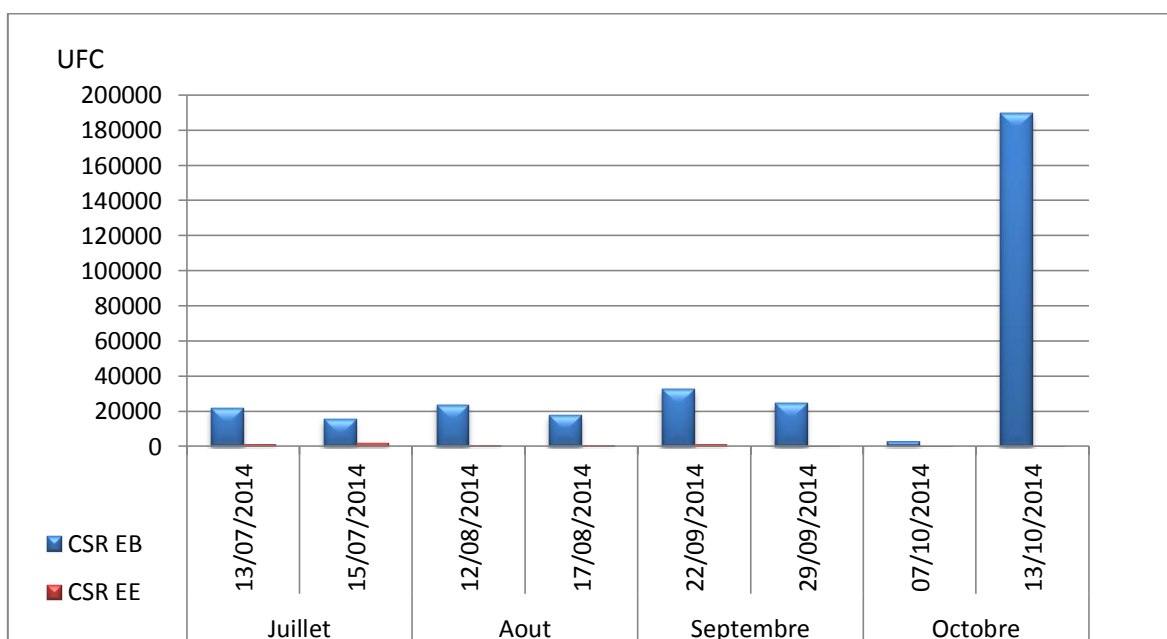
**Figure 25 : Rendement d'élimination des Streptocoque Fécaux SF**

On remarque qu'il y a une réduction significative des coliformes fécaux dans l'eau épurée, le rendement d'élimination est pratiquement de 98%. (**Figure25**)

Ainsi, ces bactéries sont des témoins assez résistants de contamination fécale, y compris dans les milieux salés (**GAUJOUS ; 1995**). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, par conséquent, sont utilisés comme indicateurs d'organismes pathogènes qui présentent une résistance similaire au pH élevé (**OMS ; 1979**).

#### IV.2.4. Les Anaérobies Sulfite-réducteur (ASR)

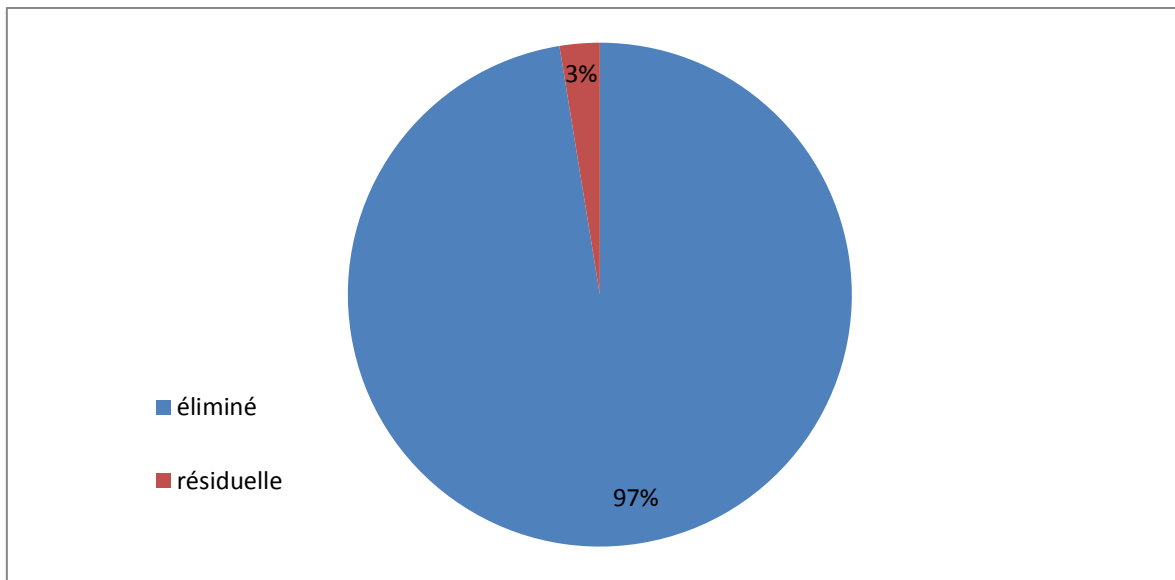
La (figure 26) représente la concentration des Anaérobies Sulfite-réducteur trouvés dans les différents échantillons analysés.



**Figure 26 : Variation des concentrations moyennes des Anaérobies Sulfite Réducteurs**

Ce groupe renferme des anaérobies sporogones, dont le plus caractéristique est le *Clostridium perfringens*. Il est normalement présent dans les fèces et en plus grand nombre qu'*E. Coli*. Toutes fois, ils ne sont pas d'origine exclusivement fécale et leur présence dans l'environnement peut avoir d'autres origines (Emmanuel ; 2003).

La (figure 26) révèle une réduction importante des spores des ASR dans l'eau épurée. Les résultats de recherche et de dénombrement des ASR ont montré que le nombre des spores dans les eaux brutes varient entre  $3 \cdot 10^3$  -  $19 \cdot 10^4$  germes/20ml, alors que dans les eaux épurées il est comprise entre  $10^2$  -  $2 \cdot 10^2$  germes/20ml. Cela signifie un rendement de traitement est 97 % (Figure 27)



**Figure 27 : Rendement d'élimination des Anaérobies Sulfite-Réducteurs ASR**

## *Référence*

1. **Allouche F, Lamri.D, .et Zahf,F**, (1999). « Surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali boussid,Saby, Ben Badis, wilaya de Sidi Bel Abbas », mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, Université de sidi bel Abbas.
2. **Asano T**, (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475p.
3. **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A**, (2004). Réutilisation des eaux Usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
4. **Bachec JP,BoutinP,Marcier B et Nuer P,1984**. Traitements des eaux usées .Paris : Eyrolles ; 28p
5. **Bechac J.P. et Boutill P**, (1987),, Traitement des eaux usées, 2ème édition. Ed. Eyrolles, p281.
6. **Bellan G., Peres J.M, 1974**. La pollution des mers. Edit. Presses Universitaires de France. 127 p.
7. **Blok(JK) ; 1987.Elimination** des microorganismes au cours du traitement des eaux usées urbaines ; point sur l'épuration et le traitement des effluents (eau-air) tome1 ; coordonné par ;Guy M, Paris :Lavoisier technique et documentation214p.
8. **Bonnin J**, (1977), « Hydraulique urbain », 5ème édition Eyrole Paris, 228p.
9. **Bontaux j**, (1994), « Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle », 2<sup>ème</sup> édition Lavoisier technique et documentation, 225p.
10. **Briere F.G**,(1994). Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal
11. **CARDOT C**.1999 .Génie de l'environnement : les traitements de l'eau paris : Ellipses.247P
12. **Céline Pernin**, (2003). Épandage de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral. Étude des effets in situ et en mésocosmes sur la mésofaune du sol et la décomposition d'une litière de chêne liège (*Quercus suber* L.) Ecole doctorale: Sciences de l'environnement, MARSEILLE (AIX-MARSEILLE III).
13. **CHOUBERT J-M. (2002)**- Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées a basse température. Thèse Doctorat de l'Université Louis Pasteur – Strasbourg I, pp 29-32

14. **Champiat D et Larpent J-P ; 1994.**biologie des eaux : méthode et techniques
15. **CHOCAT. B. (1997)**-Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition Techniques et documentations, Paris, pp1124.
16. **Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermey L, (2005).**, L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15p.
17. **Cshapf, (1995).** Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.
18. **Claude R, 1996.génie de l'environnement : technique applique au traitement de l'eau .**Edt. Ellipe.248
19. **Djeddi Hamza, 2007)** thèse de magistère, université de mentouri Constantine, utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines.
20. **DERNAT M, ELMERICH P, POUILLOT M. (1994)**-Vers une optimisation de la déphosphatation physicochimique, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances n°182.
21. **DEEC ; 2007.** Ditection de l'envirinement et des établissements classés.2007. Normes sénégalaise, eaux usée Norme de Rejet.
22. **Degrémont Mémento, (1972),** « technique de l'eau ». Paris : Dégriment.
23. **Deschamp.J, (1984),** « .Dépollué les eaux pluvials », édition Lavoirie, technique et documentation, 240 p.
24. **Dejardins R, (1997).**le traitement des eaux.2 éme édition Ed.Ecole polytechique
25. **Desmarchelier.P.M,(1997).** Pathogeniqenic vibrie, In A.D .Hoking,,G .-Arnold.I ,K ;Newton and P, Sutherland ,eds. Food borne microorganisms of publique Heath signifiante 5 th Editio,P 285-312. Northe Sidney. Australian. Institue of food science and thechnology.
26. **Edline F, (1979).** L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
27. **Edline F, (1996).** L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC,
28. **Emmanuel ,2003.**Evaluation des risque solitaires et écotoxicologue lies aux effluents hospitalires ;these de doctorat N° d'ordre :004.LSE.EBTPE ;LAEPSO INSA de Lyon.260p
29. **Faby J.A., Brissaud F, (1997).** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office

30. **FAO. (2002).** The use of treated waste water in forest plantations in the near east region
31. **FAO. (2003).**, L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.
32. **FRANCK.R. (2002)**-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.
33. **Gaujous D, (1995).** La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation .Paris.217p.
34. **Gomella C, Guerree H, (1978),** « les eaux usées dans les agglomérations urbain ou rurales :(2) le traitement », Edition Eyrolles, Parise, 277p
35. **Hamsa D, (2006).** « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbains», mémoire de fin d'étude de Magistère en Ecologie et Environnement Université de Constantine.
36. **INRS ; 2004.**Traitement des eaux usées p 2
37. **Jean-Bernard, 1999).**la pollution des eaux.Edition actualisée, p127
38. **JORA. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (1993)**- Annexe des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles, n°46, pp 7.
39. **Lacaze J.C, 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales.192 p.
40. **Leclerc H., Gailard J.L., Simonet M, (1995).** Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edit. Doin. 535p.
41. **Legube B, (1996)** « le traitement des eaux superficielle pour la production d'eau potable », agence de l'eau loir -Bretagne
42. **Manuel de Bergey, (1984).** Systematic bacteriology; 9<sup>th</sup> edition.
43. **Mayet J., (1994),** « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2<sup>ème</sup> Edition, p382, Paris,
44. **Metahri M., 2012.** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat d'état en agronomie option : Génie des procédés, 148 p.
45. **Nisbet M., Verneaux J (1970).**, Composants chimique des eaux courantes. Anales de limnologie ; 6 fase.161-190p.
46. **OMS. (1989)**-L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture recommandation avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, pp 17-60.

47. **Painusstein, Neuhaus, Freseiner Fet Schneider W, 1991.** Technologie des eaux résiduaires : production, collecte, traitement et analyse des eaux résiduaires. Paris Sorschugnis, 1220p
48. **PNUE / OMS., (1977).** Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p.
49. **Rejesk, F, (2002),** « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine ;
50. **Rejesk, F, (2005),** « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine ;
51. **Rodier J et al. (1996)** « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ». 8<sup>ème</sup> édition. DUNOD. PARIS.
52. **Rodier J, (2009).** « (L'analyse de l'eau » 9<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris,
53. **Rodier J., Bazin C, Chanbon P, Broutin J.P, Champsaur H., et Rodi L, (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. Dunod, Paris: 1383p.
54. **SANZ. J. P., FREUND. M., and HOTHER. S. (1996)**-Nitrification and denitrification in continuous upflow filters process modelling and optimization. Water Science and Technology, 34, pp 441-448.
55. **SHARPE; (1979).** Identification of the lactic acid bacteria, identification methods for microbiologists. Skinner F.A and D.W, Lovelock (Edi). Academic press (London). 1233 – 1255 p.
56. **Shuvel, H.I.H; Avner A., Fattal, B., El Yahu, R Yakupiel, P. 1986.** Enteric pathogens in wastewater and their survival in soil crops and air in wastewater irrigation in developing countries: Health effect and technological solution. World Bank studies in water supply and sanitation. The World Bank Washington DC. USA. Chp2. p27-57.
57. **SEVRIN-REYSSAC J., DE LA NOÛE J., PROULX D. (1995)**-Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, pp118.
58. **Tarmoul F, Sodi M ;(2007).** Mémoire, « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel ».
59. **Tarmoul F, Sodi M ;(2007).** Mémoire, « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel ». Tribune de l'eau n° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp: 27.



60. **Thomas O., 1985.**(Métrologie des eaux résiduelle).Ed.Cebedoc/Tec.ey Doc.11,liège-75384.
61. **Vaillant J.R.** (1974)., Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
62. **VILLEBRUN J. F. (1989)**-La déphosphatation biologique appliquée à la station d'épuration de Craon, Rapport de la DDAF de la Mayenne. Volume 2 : Critères d'hygièneet documentation à l'appui, Genève, Suisse, pp330.
63. **Xanthoulis D.** (1993)., Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires.

# Annexe 1

## Photo des machines qui se trouvent a la station

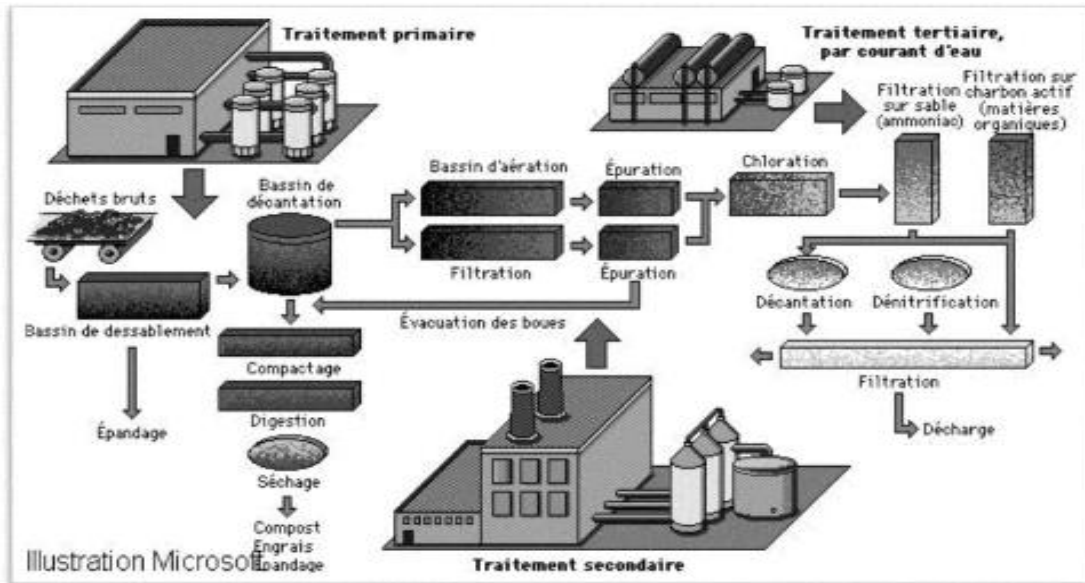


Figure 28 : Les étapes de traitement des eaux usées



Figure 29 : Dégrilleur grossier



Figure 30 : Dégrilleur



**Figure 31 : Déshuileur**



**Figure 32 : Déssableur**



**Figure 33 : Bassin biologique**



**Figure 34 : Clarificateur**



**Figure 35 : Bassin de chloration**



**Figure 36 : Sal de Déshydratation des bous par filtra à bande**



**Figure 37 : Les boues d'épuration**

## *Annexe 2*

### **Verrerie et appareillages :**

- ✓ Pipettes pasteur.
- ✓ Tubes à essais stériles.
- ✓ Pipettes graduées 1ml, 10ml.
- ✓ Flacons stériles.
- ✓ Eprouvette graduée.
- ✓ Boite de pétri.
- ✓ Becher 100ml.
- ✓ Erlen Meyer 250ml.
- ✓ Etuves à 37°C, 44°C.
- ✓ Etuve à 40°C à 200°C.
- ✓ Balance de précision.
- ✓ Bec bunsen.
- ✓ Bain Marie.
- ✓ Papier filtre.
- ✓ Appareil de filtration sur membrane.
- ✓ Pompe à vide.
- ✓ pH-mètre.
- ✓ Thermomètre.
- ✓ Conductimètre.
- ✓ Spectrophotomètre.
- ✓ Préleveur.
- ✓ BOD trak.
- ✓ Centrifugeuse.
- ✓ DR2800.
- ✓ DBO mètre

**Photos de quelque appareil :**



**Figure 38 : Préleveur**



**Figure 39 : filtration sur membrane**



**Figure 40 : DBO mètre**



**Figure 41 : DR2800**



**Figure 42 : pH-mètre**



**Figure 43 : Centrifugeuse**

## *Annexe 3*

Composition des milieux de culture utilisés dans les analyses bactériologiques :

### **Gélose Lactosée au T.T.C et Tergitol :**

#### **Composition :**

- Peptone : 10 g/l
- Extraite de levure : 6g/l
- Extraite de viande : 5g/l
- Lactose : 20g/l
- Bleu de broothymol : 0.05g/l
- Agar : 12.75g/l

**Préparation :** Mettre 54g poudre dans un litre d'eau distillée. Attendre 5mn, puis mélanger jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène. Chauffer lentement, en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'au complète dissolution.

Ajuster le pH si est nécessaire à 7.2, Répartir à raison de 100 ml par flacon de 150ml puis stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 15 min.

### **Gélose Viande-fois :**

#### **Composition :**

- Base viande-fois : 30g/l
- Glucose :2 g/l
- Amidon : 2g/l
- Sulfite de sodium : 1 g/l
- Citrate de fer ammoniacal : 0.5g/l
- Agar : 11g/l
- pH=7.6

**Préparation :** Dissoudre 34.2g de poudre dans un litre d'eau distillée. Porter à ébullition en agitant fréquemment pour dissoudre l'agar. Autoclaver à 121 °C pendant 15 min

## **Bile-Esculine-Azide (BEA) :**

### **Composition :**

- Tryptone: 17g/l
- Peptone: 3g/l
- Extrait de levure: 5g/l
- Bile de bœuf déshydratée : 10g/l
- Chlorure de sodium : 5g/l
- Esculine : 1g/l
- Citrate de fer et d'ammonium : 0.5g/l
- Azoture de sodium ou azide de sodium : 0.15g/l
- Agar : 15g/l

**Préparation :** Verser 76g de poudre dans un litre de l'eau distillée, chauffer légèrement et laisser bouillir quelques secondes, ne pas autoclaver. Refroidir à 60°C et couler en boîte de pétri.

## **Gélose T.S.I**

### **Composition :**

- Peptone : 20 g/l
- Extraite de levure : 3g/l
- Extraite de viande : 3g/l
- Chlorure de sodium : 5g/l
- Citrate de ferrique : 0.3 g/l
- Thiosulfate de sodium : 0.3 g/l
- Lactose : 10g/l
- Glucose : 1g/l
- Rouge de phénol : 9.5g/l
- Agar : 12.g/l

**Préparation :** Verser 76g de poudre dans un litre de l'eau distillée, porter à ébullition jusqu'à la dissolution complète ; bien mélanger et répartir dans des tubes stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 15min. Incliner les tubes de flacon afin d'obtenir un culot de 3 cm de hauteur.



## **Gélose de Slanetz**

### **Composition :**

- Agar-agar : 10 g
- Peptone : 20 g
- Azide de sodium : 0,4 g
- Glucose : 2 g
- TTC (chlorure de 2-3-5 triphényl-tétrazolium) : 0,1 g
- pH = 7,2

### **Préparation :** A partir du milieu déshydraté complet :

- ✓ Mettre en suspension 41,5 g de milieu déshydraté complet (BK037) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
- ✓ Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps
- ✓ nécessaire à sa dissolution.
- ✓ Eviter tout chauffage excessif.
- ✓ Ne pas autoclaver.
- ✓ Refroidir et maintenir à 47°C (ne pas refondre un milieu repris en masse).
- ✓ Couler en boîtes de Petri stériles (l'épaisseur de gélose doit être au moins égale à 5 mm).
- ✓ Laisser solidifier sur une surface froide.

## *Annexe 4*

**Tableau (V) : Résultats des analyses physico-chimiques**

mois	Jours	Température (°C)		pH	
		EB	EE	EB	EE
JUILLET	02/07/2014	24,1	24,6	7,53	7,4
	11/07/2014	25,7	25,7	7,52	7,91
	18/07/2014	18,8	20,1	7,59	7,74
	27/07/2014	19,6	20,4	7,48	7,79
AOUT	03/08/2014	25,3	23,6	7,5	8
	12/08/2014	22,5	26,4	7,3	7,26
	18/08/2014	26,1	25,6	7,45	7,78
	27/08/2014	23,8	26	7,4	7,65
SETEMBRE	02/09/2014	26,2	26,2	7,41	7,58
	11/09/2014	17,2	15,8	7,57	8,03
	17/09/2014	24,9	21,5	7,66	7,67
	25/09/2014	26	25,9	7,75	8,26
OCTOBRE	03/10/2014	22,8	20,9	7,76	7,9
	12/10/2014	23,3	22,5	7,97	7,53
	19/10/2014	22,2	21,2	7,87	8
	29/10/2014	15,8	13,3	7,41	7,97
		22,76875	22,48125	7,573125	7,779375

mois	Jours	CE ( $\mu\text{cm}$ )		MES (mg/l)	
		EB	EE	EB	EE
JUILLET	02/07/2014	1628	1522	186	13
	11/07/2014	1687	1581	124	12
	18/07/2014	1623	1559	306	10
	27/07/2014	1607	1570	266	11,5
AOUT	03/08/2014	1441	1429	990	54
	12/08/2014	1449	1438	180	40
	18/08/2014	1339	1286	336	15
	27/08/2014	1398	1280	408	27,5
SETEMBRE	02/09/2014	1560	1688	352	15
	11/09/2014	1542	1514	148	13,5
	17/09/2014	1572	1546	232	6,5
	25/09/2014	1627	1479	194	8,5
OCTOBRE	03/10/2014	1821	1801	362	8,5
	12/10/2014	1974	1916	224	11
	19/10/2014	2011	1992	380	8
	29/10/2014	2012	1901	224	5,5
		1643,1875	1593,875	307	16,21875

mois	Jours	DBO <sub>5</sub> (mg/l)		Jours	DCO (mg/l)	
		EB	EE		EB	EE
JUILLET	02/07/2014	246	8,6	02/07/2014	246	8,6
	11/07/2014	310	8,8	11/07/2014	310	8,8
	22/07/2014	352	12,5	22/07/2014	352	12,5
	30/07/2014	284	12,7	30/07/2014	284	12,7
AOUT	03/08/2014	466	36,6	03/08/2014	466	36,6
	08/14/2014	272	22	08/14/2014	272	22
	14/08/2014	320	37	14/08/2014	320	37
	23/08/2014	258	22	23/08/2014	258	22
SETEMBRE	02/09/2014	368	11	02/09/2014	368	11
	07/09/2014	206	9,5	07/09/2014	206	9,5
	15/09/2014	216	8,1	15/09/2014	216	8,1
	25/09/2014	154	9	25/09/2014	154	9
OCTOBRE	03/10/2014	344	20	03/10/2014	344	20
	12/10/2014	288	17	12/10/2014	288	17
	21/10/2014	474	4	21/10/2014	474	4
	29/10/2014	264	4	29/10/2014	264	4
		301,38	15,18		301,38	15,18

mois	jours	NT (mg/l)		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		PT (mg/l)	
		EB	EE	EB	EE	EB	EE
Juillet	01/07/2014	48,5	15,8	33,4	4,53	4,52	0,439
	11/07/2014	50,6	23,5	30,9	13,8	5,37	0,496
	22/07/2014	52,9	27,9	37,9	18,4	5,37	0,801
	30/09/2014	43,1	30,9	29,1	24,5	7,78	0,947
Aout	08/09/2014	50,9	32,2	29,1	24,3	10,5	3,86
	08/08/2014	44	36	26,1	22,6	5,63	1,21
	14/08/2014	44,1	34,7	23	20,6	5,16	0,471
	23/08/2014	46,1	36	22,6	16,32	4,92	0,373
Septembre	02/09/2014	37,2	12,5	23	7,47	4,36	0,41
	07/09/2014	30,8	10,1	26,6	0,83	5,33	0,92
	15/09/2014	36,5	8,22	26,4	1,35	5,1	1,93
	28/09/2014	38,4	8,7	22,2	4	4,02	2,92
Octobre	03/10/2014	26,2	3,95	11,1	0,5	3,29	0,413
	12/10/2014	53	13,8	40,8	0,92	3,11	0,68
	21/10/2014	43,7	9,26	32,7	0,58	4,46	0,95
	29/10/2014	41	6,46	33	0,84	5,52	0,77
		42,9375	19,374375	27,99375	10,09625	5,2775	1,099375

mois	jours	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	
		EB	EE	EB	EE
Juillet	01/07/2014	0,177	0,277	0,605	2,81
	11/07/2014	0,176	0,161	0,888	0,863
	22/07/2014	0,187	0,183	1,02	0,678
	30/07/2014	0,198	0,152	0,745	0,425
Aout	03/08/2014	0,247	0,152	1,95	0,709
	08/08/2014	0,158	0,203	0,891	0,402
	14/08/2014	1,68	0,157	0,75	0,69
	23/08/2014	0,158	0,174	1,01	0,784
Septembre	02/09/2014	0,23	0,18	0,78	0,43
	07/09/2014	0,14	0,22	1,04	2,28
	15/09/2014	0,14	0,21	0,96	0,78
	28/09/2014	0,15	0,4	0,84	2,4
Octobre	03/10/2014	0,14	0,2	1,09	1,68
	12/10/2014	0,1	0,34	0,47	4,51
	21/10/2014	0,15	0,23	0,65	5,06
	29/10/2014	0,2	0,22	0,71	2,14
		0,2644375	0,2161875	0,8999375	1,6650625

EB : eau brute.      EE : eau épurée

**Tableau (VI) : Rendement des principaux paramètres physico-chimiques**

	Valeur moyennes					
	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	Pt (mg/là)	NT (mg/l)
EB	301,38	545,375	307	27,993	5,27	5,27
EE	15,18	64,375	16,218	10,0962	1,099	19,37
Rendement (%)	95	91	95	64	79	55

**Tableau (VII) : Résultats des Analyses Microbiologiques**

mois	jours	CT (ufc/100ml)		CF (ufc/100ml)	
		EB	EE	EE	EB
Juillet	13/07/2014	27.10 <sup>6</sup>	11.10 <sup>5</sup>	18.10 <sup>5</sup>	8.10 <sup>4</sup>
	15/07/2014	35. 10 <sup>6</sup>	52. 10 <sup>5</sup>	23. 10 <sup>5</sup>	28.10 <sup>4</sup>
Aout	12/08/2014	13. 10 <sup>6</sup>	26.10 <sup>5</sup>	37.10 <sup>5</sup>	14. 10 <sup>4</sup>
	17/08/2014	10. 10 <sup>6</sup>	17. 10 <sup>5</sup>	15.10 <sup>5</sup>	6. 10 <sup>4</sup>
Septembre	22/09/2014	180. 10 <sup>5</sup>	75.10 <sup>5</sup>	11.10 <sup>5</sup>	9.10 <sup>4</sup>
	29/09/2014	18. 10 <sup>6</sup>	24.10 <sup>5</sup>	22. 10 <sup>5</sup>	7.10 <sup>4</sup>
Octobre	07/10/2014	60. 10 <sup>6</sup>	47.10 <sup>5</sup>	25. 10 <sup>5</sup>	4. 10 <sup>4</sup>
	13/10/2014	40. 10 <sup>6</sup>	33. 10 <sup>5</sup>	8. 10 <sup>5</sup>	3. 10 <sup>4</sup>
		27,610 <sup>6</sup>	35,62. 10 <sup>5</sup>	19,87. 10 <sup>5</sup>	9,875. 10 <sup>4</sup>

mois	jours	STP (ufc/100ml)		CSR (ufc/20ml)	
		EB	EE	EB	EE
Juillet	13/07/2014	19.10 <sup>3</sup>	7.10 <sup>3</sup>	22. 10 <sup>3</sup>	14.10 <sup>2</sup>
	15/07/2014	15.10 <sup>3</sup>	4. 10 <sup>3</sup>	16. 10 <sup>3</sup>	25. 10 <sup>2</sup>
Aout	12/08/2014	08.10 <sup>5</sup>	17. 10 <sup>3</sup>	24. 10 <sup>3</sup>	11.10 <sup>2</sup>
	17/08/2014	27.10 <sup>4</sup>	24.10 <sup>3</sup>	18. 10 <sup>3</sup>	9. 10 <sup>2</sup>
Septembre	22/09/2014	36.10 <sup>4</sup>	12.10 <sup>3</sup>	33.10 <sup>3</sup>	16.10 <sup>2</sup>
	29/09/2014	11.10 <sup>4</sup>	103	25.10 <sup>3</sup>	7.10 <sup>2</sup>
Octobre	07/10/2014	23.10 <sup>5</sup>	4.10 <sup>3</sup>	3. 10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>
	13/10/2014	80.10 <sup>3</sup>	14.10 <sup>3</sup>	19.10 <sup>4</sup>	2.10 <sup>2</sup>
		51,11.10 <sup>4</sup>	10,37.10 <sup>4</sup>	33,1.10 <sup>4</sup>	85. 10 <sup>3</sup>

**Tableau (VIII) : Rendement des Analyses Microbiologiques**

	Valeur moyenne			
	CT (ufc/100ml)	CF (ufc/100ml)	STP (ufc/100ml)	CSR (ufc/100ml)
EB	27,6.10 <sup>6</sup>	19,87. 10 <sup>5</sup>	51,11.10 <sup>4</sup>	33,1.10 <sup>4</sup>
EE	35,62. 10 <sup>5</sup>	9,875. 10 <sup>4</sup>	10,37.10 <sup>4</sup>	85. 10 <sup>3</sup>
Rendement (%)	87	95	98	97

EE : eau épurée

EB : eau

CT : coliformes totaux

CSR : Clostridium sulfito-réducteur

CF : Coliformes fécaux

STP : Streptocoque

**Tableau (IX) : Normes du rejet de l'OMS appliquées en Algérie**

paramètre	unités	valeur maximale
pH	/	6,5-8,5
Tm	°C	30
MES	mg/l	30
DCO	mg/l	90
DB5	mg/l	30
N-NH2	mg/l	/
Azote total	mg/l	50
N-NH3	mg/l	10
N-NH4	mg/l	2
phosphate	mg/l	2
Zinc	mg/l	2
Hydrocarbures	mg/l	10
Détergents	mg/l	1
Huiles et graisses	mg/l	20
Conductivité	µs/cm	1250

**Tableau (X) : Normes Microbiologiques du rejet des eaux traitées (Gilles, 1999)**

paramètre	Nbr de germe par 100ml (EE)
CT (germe/ml)	$10^3-10^7$
CF (germe/100ml)	$10-10^6$
STR fécaux (germe/100ml)	$10-10^5$
ASR (spore/20ml)	0-10
Salmonelle (germe/100ml)	0-10

**Tableau (XI) : Normes appliquées dans la STEP (CHENOUA)**

paramètre	Normes
DBO5	<30mg/l sur 24h
DCO	<90mg/l sur 24h
MES	<30mg/l sur 24h
NTK	<40mg/l sur 24h
PH	entre 6,5et 8,5
coliformes totaux	<20000/100ml





## *Annexe 5*

Photos de résultats expérimentaux :



**Figure 44 : Photos des résultats de recherche des coliformes totaux**



**Figure 45 : Photos des résultats de recherche des coliformes fécaux**



**Figure 46 : Photos des résultats de recherche des Streptocoques fécaux**



**Figure 47 : Photos des résultats de recherche Clostridium Sulfito-réductrices**