الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة الشاذلي بن جديد – الطارف
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de BIOLOGIE

Mémoire présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master II

Spécialité : Toxicologie appliquée

THEME

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DES EAUX USEES D'EL KALA (WILAYA D'EL TARF) ET EPURATION PAR LES BOUES ACTIVEES

Par :
Issani khawla
Memmadi jabir

Devant le jury

Présidente :	**Dr. DJABALI N**	**Grade MCB ; Université C. Bendjedid-El Tarf**
Examinatrice :	**M^me^ REKIOUA N.**	**Grade MAA ; Université C. Bendjedid-El Tarf**
Promotrice :	**Dr. BOUCHELAGHEM S.**	**Grade MCA ; Université C. Bendjedid-El Tarf**

Année Universitaire : 2015- 2016

Remerciement

Nous remercions d'abord Allah, le clément pour nous avoir guidé sur la bonne voie du savoir et de la recherche scientifique.

Nous remercions notre encadreur

le Docteur Bouchlaghem Sabrina

Nous tenons à exprimer nos remerciements au docteur Djabali Nacira pour avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions également au docteur Rekioua Naouel pour avoir accepté de juger notre travail.

Nous remercions également d'une façon toute particulière notre encadreur Mme Nojoud chef de laboratoire de step D'El-kala.

A mes amis et leurs proches : Abdallah, Khaled, Aladin Aicha, Hanna, Mona, Rahma ainsi que Randa,

Je vous dis merci pour tout.

Remerciement

Nous remercions d'abord Allah, le clément pour nous avoir guidé sur la bonne voie du savoir et de la recherche scientifique.

Nous remercions notre encadreur

madame Bouchlaghem Sabrina

Nous tenons à exprimer nos remerciements à madame Djabali Nacira pour avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions également Madame Rekioua Naouel pour avoir accepté de juger notre travail.

Nous remercions également d'une façon toute particulière notre encadreur M^me^ Nojoud chef de laboratoire de step D'El-kala.

A mes amis et à mon cher mari,

Je vous dis merci pour tout.

Dédicaces

Que ce travail témoigne de mes respects :

À mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu

Créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et

Mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront

Toujours fiers de moi.

À toute ma famille et à mon mari

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de

Reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

A tous mes professeurs :

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond

Respect et ma loyale considération.

A tous mes amis et mes collègues ainsi qu'à mes proches :

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie

Aissani khawla

Dédicaces

Que ce travail témoigne de mes respects :

À mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu

Créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et

Mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront

Toujours fiers de moi.

À la famille ACHI et MEMMADI.

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de

Reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

A tous mes professeurs :

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond

Respect et ma loyale considération.

A tous mes amis et mes collègues ainsi qu'à mes proches :

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie

Memmadi jabir

RESUME

Les problèmes biologiques, encore fréquents, limitent la fiabilité des stations d'épuration à boues activées. Complexes dans leur compréhension, leur maîtrise est parfois délicate pour les opérateurs chargés d'assurer le bon fonctionnement des installations.

Dans notre étude, nous nous somme intéressé aux caractères physico-chimique et microbiologique des eaux usées avant et après l'épuration dans la STEP d'El-kala et à son système de fonctionnement.

L'analyse des paramètres physico-chimiques a permis de constater que les eaux usées, présentent des concentrations importantes en MES variant à l'entrée entre 150 mg/l et 220,6mg/l, et de 29 mg/l et 61 mg/l, et une DCO variant entre 116,5 mg/l et 147mg/l avant traitement et de 50 mg/l et 85,5 mg/l après traitement. Des concentrations faibles de nitrates, nitrites, phosphate, le chrome et le cuivre.

une observation microscopique de la boue activée pour la STEP d'El-kala a été effectué pendant une période de d'un mois pour détecter différentes espèces protozoaires et métazoaires et vérifier la présence ou l'absence de bactéries filamenteuses qui sont à l'origine des problèmes de décantation au niveau du clarificateur.

Nous avons réalisé des analyses de recherche et de dénombrement microbiologiques et nous avons constaté que l'eau à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration contient un nombre important de coliformes totaux, absence de streptocoque à la sortie et absence total de l'*Escherichia coli.*

Mots clefs : station d'épuration, eau usée, boues activée, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

Abstract

Biological problems, still frequent, limit the reliability of wastewater treatment plants activated sludge. Complex in their understanding, their control is sometimes difficult for operators to ensure the proper functioning of the facilities.

In our study, we are interested in the physico-chemical and microbiological characteristics of wastewater before and after treatment in the wastewater treatment plant of El Kala and its operating system.

Analysis of physico-chemical parameters showed that the waste water, there are significant concentrations MY variant input between 150 mg / l and 220,6mg / l and 29 mg / l and 61 mg / l and a COD varying between 116.5 mg / l and 147mg / l before treatment and 50 mg / l and 85.5 mg / l after treatment. Low concentrations of nitrate, nitrite, phosphate, chromium and copper.

Microscopic observation of activated sludge for STEP El-kala was conducted for a period of one month to detect different species protozoa and metazoans and verify the presence or absence of filamentous bacteria that are causing settling problems at the clarifier.

We performed analysis research and microbiological count and found that the water at the entrance and exit of the treatment plant contains a large number of total coliform bacteria, streptococcus no exit and no Escherichia coli.

Keywords: sewage, wastewater, activated sludge, physicochemical quality, microbiological quality.

ملخص

في هده الدراسة و صعنا اهتمامنا على الخصائص الفيزيو-كميائية و البكتريولوجية لنوعية المياه و الصرف الصحي في محطة القالة قبل و بعد العلاج باستخدام محطة تنقية المياه.

أظهرت التحاليل الفيزيو الكيميائية لمياه الصرف الصحي على تركيزات عالية للمواد العالقة قبل المعالجة بين 150ملغ/ل و 220 ملغ/ل و و 29 ملغم / لتر و 61 ملغم / لتر بعد العلاج

DCO. قبل العلاج، و 50 ملغ / لتر و 85.5 ملغ / لتر و بعد العلاج/ mg بين 116.5 ملغ و ملغ/ل147

و تحصلنا على تركيزات منخفضة من النترات والنتريت والفوسفات والكروم والنحاس.

وقد أجريت الملاحظة المجهرية من الحمأة المنشطة لمحطة تصفية المياه لمدة شهر واحد للكشف عن الطفيليات أنواع مختلفة كما تحققنا من وجود أو عدم وجود البكتيريا الخيطية التي تسبب المشاكل في الترسيب.

أجرينا تحاليل البحوث المكروبيولوجية وجدني ان المياه عند مدخل ومخرج من محطة معالجة يحتوي على عدد كبير من البكتيريا القولونية الكلية، العقدية ولا القولونية.

الكلمات الرئيسية: مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصحي، والحمأة المنشطة، والجودة الفيزيائية والجودة المكروبيولوجية.

Liste des tableaux

Tableau N°	Le Titre	N° de page
01	Résultats relatifs au MES de la STEP d'El-kala	29
02	résultats relatifs au DCO de la STEP d'El-kala	30
03	résultats relatifs au PO_4^{3-} de la STEP d'el-kala	31
04	résultats relatifs au NO_2^- de la STEP d'el-kala	32
05	résultats relatifs au nitrate de la STEP d'el-kala	32
06	résultats relatifs au chrome dans la STEP d'el-kala	33
07	résultats relatifs au cuivre dans la STEP d'el-kala	33
08	résultats relatifs au v30	34
09	résultats de l'observation microscopique des boues d'aération	34
10	nombres des Coliformes totaux avant et après l'épuration dans la STEP El kala	36
11	nombres des Coliformes totaux avant et après l'épuration dans la STEP El kala	36
12	nombres de streptocoques avant et après l'épuration dans la STEP EL KALA	37

Liste des figures

Figure N°	Le titre	N° de la page
01	Situation géographique de la région d'el-taref.	16
02	Image satellitaire représentant la localisation de la station d'épuration D'El kala.	17
03	rompe de filtration	23
04	les étapes de stérilisation de la rompe de filtration	24
05	les étapes de filtrations	25
06	l'incubation	26
07	Dénombrement des Coliformes fécaux et E .Coli	26
08	réplique de colonies sur TSI	27
09	répliquer les colonies CTT sur TSI	27
10	Aspect d'un coliforme sur TSI	28
11	Caractères biochimique de E.Coli : urée- indole +	28
12	Valeur des MES dans la station d'el-kala	29
13	valeur des DCO dans la station d'el-kala	30
14	Les différentes espèces observées dans les bous activés durant la période d'étude	35

Liste des photos

Photo N°	Le titre	N° de la page
01	Bassin d'aération STEP El kala	13
02	Boue activée	14

Liste des abréviations

- : caractère négatif

+ : caractère positif

% : pourcent

CF : coliforme fécaux

CE : coliforme totaux

CT : coliformes totaux

DBO_5 : demande biochimique en oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

E. coli : Escherichia coli

Km : kilomètre

Km^2 : kilomètre carré

M^3 : mètre cube

Max : maximum

Mg/l : milligramme par litre

Min : minimum

OMS : organisation mondial de la santé

ONA : organisation nationale d'assainissement

PH : potentiel d'hydrogène

SF : streptocoque fécaux

STEP : station d'épuration des eaux usées

TSI : triple sugarIron

Table des matières

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Introduction Générale……1

Chapitre I : Généralité Sur Les Eaux Usées

1.1. Définition des eaux usées……5

1.2. Les différents types des eaux usées……5

1.2.1. Origine industrielle……5

1.2.2. Origine domestique……5

1.2.3. Origineagricole…6

1.3 Caractéristique des eaux usées……6

1.3.1.Les paramètres physicochimiques des eaux usées……6

1.3.2 Les paramètres bactériologiques……9

1.4. Climatologie ……10

1.4.1. Température……10

1.4.2. Précipitation……11

1.4.3. L'humidité relative de l'air……11

CHAPITRE II : Principes de fonctionnement d'une station à boues activées

2. Les boues activées……12

2.1Définition……13

2.2. Les étapes de traitement……13

2.2.1. Les pretraitements ……13

2.2.2.Traitement primaire……13

2.2.3. Traitement secondaire……13

3.2.4. Traitement tertiaires……14

3.2.5. Traitement des boues……15

3.1. Présentation de la zone d'étude……16

3.1.1. Situation géographique.....16
3.1.2. Localisation et présentation du site de prélèvement (la STEP d'El-kala).....17
3.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....18
3.2.1. Demande chimique en oxygène DCO.....18
3.2.2. Dosage du phosphore.....18
3.2.3. Nitrate.....18
3.2.4. Nitrite.....19
3.2.5. Chrome hexavalent.....19
3.2.6. Cuivre.....19
3.2.7. Vitesse de sédimentation v30.....19
3.2.8. Observation microscopique des boues d'aération.....20
3.3. Analyses microbiologique.....21
3.3.1. Echantillonnage.....21
3.3.2. Phase de laboratoire microbiologique.....22
Chapitre IV : résultats et discussions
4.1. Résultats 29
4.1.1. Paramètres physicochimique.....29
4.1.2. Paramètres microbiologiques.....36
4.2. Discussion.....38
4.2.1. Paramètres physico-chimiques.....38
4.2.2. Paramètres microbiologiques.....43
Conclusion.....45
Références bibliographiques.....47

Introduction Générale

Au cours des dernières décennies, la pollution de l'environnement compte parmi les problèmes les plus importants qui préoccupent tous les pays ou l'industrie connait un développement plus ou moins élève et qui présente un fléau qui menace la vie sur terre c'est l'une des plus importantes manifestations de la dégradation de l'environnement. L'explosion de la croissance démographique au cours du dernier siècle corrélée aux progrès de la civilisation technologique et de la production industrielle a entrainé inexorablement un accroissement massif du rejet de déchets [1].

Devant cette charge polluante élevée de ces industries et des rejets, le traitement de ces effluents et la réduction de la pollution à la source sont devenus une nécessité absolue. Cependant, actuellement, il n'existe pas des méthodes universelles convenables pour le traitement des effluents colorés, probablement à cause de la complexité et la variété des structures chimiques des composés qu'ils contiennent [2].

Cependant l'Algérie a connu ces dernières décennies une forte croissance démographique, une urbanisation massive et un développement des activités industrielles qui ont généré une production importante d'eaux usées, surtout dans les centres urbains. Le volume des eaux usées évacuées à travers les réseaux d'assainissement est estimé à près de 660 millions de m^3 par an, dont à peine 18% subissent un processus d'épuration partiel. Les eaux usées qui constituent une ressource potentielle non négligeable, sont totalement perdues chaque année et il n'y a pratiquement aucune stratégie pour les récupérer [3]. Les capacités d'épuration des eaux usées restent très faibles. Le nombre de populations agglomérées raccordées à une station d'épuration n'est que de 8%. On note un déficit important en matière de réalisation d'infrastructures d'épuration [4].

L'Algérie est un pays semi-aride, voire même aride et les ressource en eau sont faibles, irrégulières, localisées dans la bande côtières et proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. [5]. La problématique de l'eau constitue un domaine prioritaire tant au niveau des instances nationales, régionales qu'internationales ; en particulier, dans les zones arides ou semi arides ou la demande croissante en eau est associées à une diminution de cette ressource [6].

La région d'El Tarf est une zone essentiellement rurale ou les ressources hydriques sont fortement sollicitées pour les activités agricoles. La dégradation de la qualité des eaux naturelles est provoquée par les rejets liquides domestiques et industriels. La charge de ces rejets est de plus en plus croissante avec le développement socio-économique de la région.

De nos jours, les eaux domestiques 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 [7]. L'épuration de l'eau usée et son utilisation en irrigation est une option attrayante, en particulier dans les zones arides et semi-arides, car elle représente une source d'eau d'engrais additionnels renouvelables et fiables. La gestion des eaux usées épurées en Algérie, accordant une place importante à l'approvisionnement de l'agriculture en eau d'irrigation [8].

Pour cela, la wilaya d'El Tarf a mis en service une cinq station d'épuration (STEP : El kala ; zerizer ; asfour ; Gantra, El hout) qui pour objectif l'épuration de 3 649 m^3/j d'eaux usées, d'où un appoint non négligeable pour permettre l'irrigation des terres agricoles [9]

Les eaux usées urbaines sont épurées directement dans la station d'épuration avec une série de traitement primaires permettant d'éliminer les déchets, les sables, les graisses et les matières en suspension , puis un traitement biologique pour écarter le reste de la pollution [10].

Le traitement biologique à boues activées utilise les bactéries qui représentent la biomasse afin de dégrader la pollution présente dans le substrat. Ces réactions fonctionnent en aérobie, elles nécessitent donc de l'oxygène. L'épuration est une synergie entre la présence d'oxygène dans le bassin d'aération, et l'apport constant de pollution carbonée, « nourriture » des bactéries, via les effluents et à un brassage optimum (mise en contact de la biologie avec le substrat). Le développement de microorganismes est une condition nécessaire au bon fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées. Bien que nécessaire, cette condition n'est cependant pas suffisante, les caractéristiques de la biomasse influant directement sur la structure des flocs, leur densité et donc en définitive sur l'aptitude des boues à la décantation. Le bassin d'aération est l'élément clé d'une station de traitement des eaux en boues activées. [11]. L'oxygène est le facteur primordial du bon fonctionnement du bassin, il va conditionner la croissance des bactéries qui vont dégrader les substances polluantes. Une bonne aération optimise la dépollution. Cependant, l'oxygène est fourni par

un système d'aération. L'efficacité et la fiabilité de l'épuration restent étroitement dépendantes du bon déroulement de la phase de décantation. Celle-ci constitue en effet le dernier maillon de la chaîne de traitement avant rejet dans le milieu naturel. [12].

Le procédé d'épuration à boue activée est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées (EU). Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient approuvées, plusieurs types de dysfonctionnements biologiques peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue) ou un moussage stable. [13] Les mousses biologiques qui touchent les boues activées impliquent un surcoût d'exploitation (débouchage des canalisations de retour en tête des flottants - nettoyage des débordements - recyclage d'eaux excessif - recyclage de quantités élevées de flottants), et conduisent à une dégradation de la qualité de l'effluent épuré. [14] Les dysfonctionnements biologiques et les problèmes de décantation vont de pair, leur complexité et le manque de moyens mis en œuvre pour les résoudre fut longtemps la cause d'une certaine confusion et de discussions souvent stériles.

La station d'épuration d'el kala faisant objet du présent marché fonctionne sur la base d'un procédé à boues activées de faible charge avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente.

Boues activées, culture bactérienne libre brassée et oxygénée formée en bassin d'épuration, qui se rassemble en flocons ou "flocs" sous forme d'une sorte de boue [25]. Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées. Les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. En fait, on peut considérer que le système à boues activées est une extension artificielle des phénomènes d'épuration naturels. Dans un cours d'eau ou une rivière, les phénomènes entrant en jeu sont identiques à ceux présents dans les systèmes à boues activées, seule varie la concentration en microorganismes dans le milieu, et à fortiori, la vitesse de la réaction de dégradation [26].

L’objectif de ce travail vise à étudier :

- La qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la STEP (el kala) qui se verse dans l’eau de mer dont l’objectif de l’analyse physico-chimique est la détermination des paramètres de caractérisation des eaux qui constitue un bon moyen pour donner l’image de la qualité de ces eaux
- Des Analyses bactériologiques dans le but de rechercher les microorganismes qui sont susceptible d’être pathogènes (Salmonelles, Staphylocoques) et ceux qui sont indicateurs de contamination fécales (Coliformes et Streptocoques fécaux).

Ce travail est organisé en trois chapitres :

Chapitre I : Présente une idée générale sure les eaux usées.

Chapitre II : Traite les étapes du procédé d’épuration à boues activées.

Chapitre III : une description du matériel et des méthodes utilisés sera établie.

Chapitre IV : Les résultats obtenus seront ensuite détaillés et discutés.

Et en fin de travail une conclusion générale sera présentée.

1. Généralité sur les eaux usées

1.1. Définition des eaux usées

Les eaux résiduaires urbaines, ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine [17].

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels.

Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles) [18].

1.2. Les différents types des eaux usées

1.2.1. Origine industrielle

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industrieux utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté.

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [19].

1.2.2. Origine domestique

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains. [20].

1.2.3. Origine agricole

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,…) [21].

1.3 Caractéristique des eaux usées

Les eaux usées domestiques sont caractérisées par leur teneur élevée en matières organiques (MO) (Demande biologique en oxygène (DBO_5), Demande chimique en Oxygène (DCO) et matières en suspension (MES), leur concentration en azote et phosphore et par la présence de micro-organismes banaux et/ou pathogènes. Le rôle de l'assainissement est d'éliminer ces pollutions à des niveaux plus ou moins poussés, en fonction des exigences des milieux récepteurs de ces eaux traitées.

1.3.1. Les paramètres physicochimiques des eaux usées

L'analyse physicochimique consiste à la détermination des paramètres de pollution tels que le DCO, DBO5, MES, $NO3^-$, $NO2^-$ et l'O_2 dissous. Après avoir prélevé et conservé les échantillons selon les conditions requises pour les eaux usées, les analyses ont été effectués selon les protocoles préconisés [19].

1.3.1.1 La température

L'OMS donne une valeur guide concernant la température la limite acceptable est 25°C. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Lorsqu' elle est élevée la température s'accompagne d'une modification de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface, d'une diminution de la solubilité des gaz. L'augmentation de la température favorise aussi l'auto épuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration. Les élévations de température peuvent être

nuisibles pour les poissons, favoriser la mortalité de certaines espèces et le développement d'autres. De plus le pH et la conductivité sont également dépendants de la température de même que les processus de biodégradation carbonée [22].

1.3.1.2 Le pH

Le pH est un paramètre important qui influe sur la vie et le développement de la faune et de la flore existante dans les cours d'eau. Cependant, sa valeur peut être à l'origine des ennuis dans les canalisations (corrosion et dépôts calcaires) [23]. Le pH conditionne les réactions chimiques des milieux aqueux ainsi que la prolifération bactérienne. Il peut également être un indice de pollution pour les rejets industriels. L'eau naturelle pure est neutre c'est à dire pH égal à 7. Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité.

1.3.1.3 La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile limons, grains de silice, matières organiques, etc. La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux brutes [24].

1.3.1.4 Les matières en suspensions : MES

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés et de la saison des rejets. Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales. Elles peuvent également être des microorganismes vivants [25].

1.3.1.5 L'oxygène dissous

L'oxygène est souvent présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; L'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l [26].

1.3.1.6 La demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies [27]**.**Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O_2/l [28].

1.3.1.7 La demande biologique en oxygène (DBO5)

C'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO_2 les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique [29]. La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20 °C et à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée [30].

1.3.1.8 Les matières oxydables (MO)

Sont composées de matière organique élaborée par les organismes aquatiques ou apportée par le lessivage des sols et les rejets des stations d'épuration. Leur dégradation consomme l'oxygène dissous dans l'eau, parfois jusqu'à épuisement total en cas de surcharge excessive, entraînant la disparition des organismes vivants. C'est donc un paramètre d'état du milieu essentiel à suivre.

La charge en matières oxydables dans l'eau est appréciée par la quantité d'oxygène nécessaire à cette dégradation, soit par voie chimique (DCO), soit par voie biochimique (DBO5).

La matière oxydable exprimée en mg/l de carbone organique total est un paramètre

Important du contrôle sanitaire des eaux d'alimentation.

1.3.1.9 Le carbone organique total COT

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO_2 à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon [31].

1.3.1.10 L'azote

Aujourd'hui, le cycle naturel de l'azote est perturbé par le développement démographique, industriel, agricole et de l'urbanisation. (Badia et Gondar, 2003). Il peut se trouver sous forme minéral (ammoniac, nitrites ou nitrates) ou organique. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel [32].

1.3.1.11 Le phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine [33].

1.3.1.12 Métaux lourds :

Dans les eaux usées urbaines, on peut trouver toutes sortes de métaux lourds à savoir le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse et le molybdène qui proviennent essentiellement des détergents , des produits cosmétiques et des petites unités industrielles.

1.3.2 Les paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique vise à la recherche et le dénombrement des germes Suivants : germes totaux, Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfito-réducteurs. Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes. L'identification et le dénombrement des germes pathogènes des eaux usées brutes et épurées ont été réalisés suivant la méthode liquide [19].

1.3.2.1 Les Coliformes totaux

Les Coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme ß-galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié [34]. Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella* et *Serratia* [35]. La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé [36], à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli (E. coli)* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

1.3.2.2 Les Coliformes fécaux

Les Coliformes fécaux sont appelés aussi les Coliformes thermo-tolérants, ce sont des Coliformes qui fermentent le lactose mais à 44°C. Le germe *Escherichia coli* est le type de Coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante. [19].

1.3.2.3 Les Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram$^-$, sphériques à ovoïde formant des chainettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose à 44°C et à pH 9,6.

La recherche de Streptocoques fécaux ne doit être considérée que comme un complément à celle des Coliformes thermo-tolérants pour être le signe d'une contamination fécale [37].

1.3.3.4 Les Clostridium sulfito-réductrices

Elles ne sont pas seulement d'origine fécale, mais sont des germes ubiquistes, dont la présence dans l'eau est souvent révélatrice d'infiltration telluriques ou de matières organiques en putréfaction [38].Elles se rencontrent normalement dans les matières fécales humaines et animales ; leur spores peuvent survivre dans l'eau et l'environnement pendant plusieurs mois [39].

1.3.1.5 Les helminthes

Les helminthes sont des parasites intestinaux, fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 103 germes/l. Le dénombrement des helminthes dans les eaux usées traitées est d'une importance capitale, en particulier lorsque l'on souhaite réutiliser ces eaux dans des usages agricoles.

1.4. Climatologie :

L'étude des données climatologiques est une opération indispensable dans toutes les approches, car elle facilite la compréhension des mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux naturelles. En revanche, pour étudier les mécanismes de la pollution des eaux, il est important d'étudier les données climatiques afin de pouvoir déterminer le bilan hydrologique, A savoir les précipitations, l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration [40].

1.4.1. Température

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat. L'étude des températures moyennes mensuelles et annuelles est primordiale, car c'est elle qui nous permet d'évaluer l'interaction avec les autres facteurs météorologiques (insolation, humidité, évaporation, précipitation…) [41].

1.4.2. Précipitation

La pluie est un facteur climatique essentiel conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau. L'étude nécessite notamment une analyse minutieuse des données pluviométriques. Cette analyse aboutit à l'évaluation et à la quantification de différentes franges d'eau de surface, souterraines et atmosphériques [42].

1.4.3. L'humidité relative de l'air

L'humidité de l'air joue un rôle important dans l'évaporation ; plus l'air est humide moins il apte à absorbé de l'humidité supplémentaire. L'humidité élevée atténuée la sécheresse conditionne favorablement le développement des plantes [43].

2. Les boues activées

2.1 Définition

Boues activées, culture bactérienne libre brassée et oxygénée formée en bassin d'épuration, qui se rassemble en flocons ou "flocs" sous forme d'une sorte de boue [15]. Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées. Les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. En fait, on peut considérer que le système à boues activées est une extension artificielle des phénomènes d'épuration naturels. Dans un cours d'eau ou une rivière, les phénomènes entrant en jeu sont identiques à ceux présents dans les systèmes à boues activées, seule varie la concentration en microorganismes dans le milieu, et à fortiori, la vitesse de la réaction de dégradation [16].

2.2. Les étapes de traitement

Les différents procédés épuratoires sont décrits dans l'ordre classiquement adopté en épuration :

- Prétraitement : dégrillage, dessablage, déshuilage.

- Traitement primaires : décantation, traitements physico-chimiques.

- Traitement secondaires : épuration biologique des matières organiques.

- Traitements tertiaires : azote, phosphore, désinfection.

- Traitement des boues.

2.2.1. LES PRETRAITEMENTS

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval [44].

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements [45].

C'est une première étape indispensable comprenant :

2.2.2. Traitement primaire

Le traitement primaire consiste à réaliser l'étape de décantation qui élimine jusqu'à 60 % des matières en suspension (MES), et environ le tiers de la DBO5 entrante. Les boues produites fortement organiques et fermentescibles sont acheminées vers l'unité de traitement des boues. La phase aqueuse résultante, non-conforme aux seuils de rejet, est acheminée vers le traitement secondaire [46]. La décantation a lieu dans des décanteurs circulaires raclés ou dans des décanteurs lamellaires.

Le traitement primaire est une étape facultative, Dans de nombreuses stations, le flux prétraité est directement envoyé vers la phase de traitement secondaire.

2.2.3. Traitement secondaire

A l'issue des traitements précédents, la majorité des polluants est présente à l'état dissous. Le traitement secondaire de nature biologique a pour but d'éliminer la pollution carbone, azote et phosphore. Il utilise la capacité auto-épuratrice de microorganismes dédiés dont l'activité est améliorée en les plaçant dans des conditions optimales. De nombreux

Procédés peuvent être utilisés [15].

Les stations à boues activées reposent sur les principes suivants :

- L'eau à épurer est mise en contact avec une culture bactérienne importante dans le bassin d'aération. (Figure 1).

Figure 1: Bassin d'aération STEP El kala (Aissani, Memmadi 2016)

Figure 2 : Boue activée (Aissani; Memmadi, 2016)

3.2.4. Traitement tertiaires

3.2.4.1. Elimination de l'azote

L'azote contenu dans les eaux usées s'élimine par voie biologique simultanément à la pollution carbonée.

3.2.4.2. Elimination de phosphore

Dans les eaux usées urbaines, le phosphore provient environ des rejets humains et de l'utilisation de détergents on distingue :

- Le phosphore organique : résidu de matière vivante.

-Le phosphore minéral : essentiellement constitue d'orthophosphates.

Pour l'élimination du phosphore. On utilise deux methodes :

- La précipitation (procédé physico-chimique).

- La déphosphoration (procédé biologique).

3.2.4.3. Désinfection

Les traitements utilisés en désinfection sont :

- La chloration : par injection de chlore gazeux ou d'eau de javel.
- Le lagunage.

- Le traitement par ultra-violet.
- La filtration par membrane.

3.2.5. Traitement des boues

3.2.5.1. Epaississement

Permet d'augmenter la concentration des boues recueillies.

3.2.5.2. Stabilisation

Permet de réduire le caractère fermentescible des boues. Les procédés employés sont :

- Stabilisation aérobie0

- Digestion anaérobie.

- Stabilisation chimique des boues.

3.2.5.3. Déshydratation

Permet de passer d'une boue liquide à quelques dizaines de g/l une boue plus ou moins solide. Les techniques employées sont :

- Les lits de séchage.
- Les filtres à bande.
- Les centrifugeuses.
- Les filtres presses.
- La filtration sous vide.

3.1. Présentation de la zone d'étude

3.1.1. Situation géographique

La région d'El Tarf se situe à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, est issue du dernier découpage administratif de 1984. Elle s'étend sur une superficie d'environ 2 891 Km^2, au Nord elle est limitée par la mer méditerranée, au Sud et au Sud-Ouest par les wilayas de Souk-Ahras et de Guelma, à l'Ouest par la wilaya d'Annaba et à l'Est par la frontière algéro-tunisienne.

Figure 01: Situation géographique de la région d'el-taref.(Bahrouni, Kherici2011)

La région d'étude englobe 7Daïras regroupant 24 Communes totalisant une population de 424 419 habitants (au dernier recense sèment de 2008).la densité moyenne est de 174,9 habitants par km^2.

Cette population est fortement concentrée dans les agglomérations les plus importantes telles que: Besbes ,Dréan,Ben Mehidi, El Tarf... La principale agglomération de la wilaya d'El Tarf compte plus de 50 139 habitants Dréan; viennent ensuite les autres agglomérations: Besbes avec, Dréan avec 38 010 habitants, Ben M'hidi avec 36 130 habitants, El Chatt avec 35 115 habitants, El Kala avec 29 367 habitants et enfin Chebaïta Mokhtar avec 24 262 habitants [47].

3.1.2. Localisation et présentation du site de prélèvement (la STEP d'El-kala)

La station d'épuration d'El kala a été créée en 1984 et occupe un terrain agricole de 2 hectares. Elle se situe à environ 1.5 km environ au nord-est de la ville sur la nationale N44 menant à Oum Teboul à la sortie de l'agglomération. La station d'épuration a pour objectif l'épuration de 1900 m^3/jour d'eau usée de la ville d'El kala qui sont collectées par trois stations de relevage, station Boulif -station Mordjane – station Port.

Figure 02 : Image satellitaire représentant la localisation de la station d'épuration D'El kala (Google Earth, 2016)

l'objectif principal de ce travail et de faire les analyses physico-chimique et microbiologique des eaux usées de la station d'épuration d'EL Kala en deux points de traitement, l'eau d' entrée, et l'eau de sortie ,cela pour contrôler l'efficacité d'élimination de la matière minéral et organique ainsi que la qualité microbiologique de l'eau avant et après opération.

3.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques

3.2.1. Demande chimique en oxygène DCO

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale. La DCO étant en fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation [19]. La DCO est la concentration, exprimée en $mg.L^{-1}$, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme.

Principe :

L'échantillon est chauffé pendant 2 heures en présence d'un oxydant puissant, le bichromate de potassium. Les composés organiques réagissent en réduisant l'ion bichromate ($Cr_2O_7^{2-}$) en ion chromique de couleur verte (Cr^{3+}). Dans la méthode de détermination par colorimétrie ou titrimétrie, pour la concentration de 0.7 à 40.0 ou 3à 150mg/L, la détermination porte sur la quantité de Cr^{3+} produite. Le réactif pour la DCO contient des ions argent et mercure.

L'argent agit comme catalyseur, tandis que le mercure est utilisé pour complexifier les interférences dues au chlorure. Les lectures sont obtenues à 365 nm pour la gamme de 0.7 à 40.0 mg/L, à 420 nm pour la gamme de 3 à 150 mg/L et à 620 nm pour les gammes de 20 à 1.500mg/L et de 200 à 15.00 mg/L.

3.2.2. Dosage du phosphore

On utilise un réactif (réactif molybdique) donnant un dérivé coloré avec les phosphates (complexe phosphomolybdique de couleur bleue). L'intensité de la coloration, mesurée par colorimétrie ou spectrophotométrie, est proportionnelle à la concentration en phosphates dans certaines conditions. La lecture est obtenue à 880 nm.

3.2.3. Nitrate

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux

souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates.

Principe

Le cadmium réduit le nitrate dans l'échantillon en nitrite. L'ion nitrite réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium intermédiaire. Ce sel réagit avec l'acide gentisique pour former un complexe coloré ambre. La lecture est obtenue à 500 nm.

3.2.4. Nitrite

Les nitrites, NO_2^-, sont les intermédiaires entre azote ammoniacal et nitrates. Cet élément peut avoir un effet néfaste dans les milieux aquatiques : en milieu acide (conséquence de rejets essentiellement industriels) et en forte concentration, ce composé se révèle toxique pour les biocénoses aquatiques et la faune piscicole.

Ces matières azotées (hors nitrates) sont principalement liées aux rejets d'eaux usées urbaines et industrielles et de l'agriculture (effluents d'élevage).

3.2.5. Chrome hexavalent

Le chrome hexavalent est la plupart du temps introduit dans l'environnement par les activités industrielles. Il est possible de trouver des concentrations élevées de chrome(VI) aussi bien dans une boisson, dans l'eau, dans l'air ou dans du cuir, il s'agit surtout de produits issus du tannage.

Principe

Le chrome hexavalentréagit avec le diphénylcarbohydrazide pour former en milieu acide un complexe rose à violet dont l'absorbance à 540 nm est proportionnel à la concentration du chrome hexavalent.

3.2.6. Cuivre

Principe

Le cuivre de l'échantillon réagit avec un sel de l'acide bicinchoninique du réactif au cuivre CuVer 2 pour former un complexe dont la coloration mauve est proportionnelle à la concentration du cuivre. La lecture est obtenue à 560 nm.

3.2.7. Vitesse de sédimentation v30

C'est l'indice de décantation des boues. Cet indice définit (en millilitre) le volume de boue activée décanté en 1/2 heure par rapport à la masse de résidu sec de cette boue (engramme de matières).

L'essai est exécuté dans une éprouvette de 1 litre que l'on remplit d'une liqueur mixte prélevée dans le bassin de traitement biologique, puis on note le volume de boue après 30 minutes. $IM = V/P$

- V : volume occupé par la boue (ml)
- P : poids sec (g)

3.2.8. Observation microscopique des boues d'aération

L'observation au microscope binoculaire en lumière directe aux grossissements :

-100 x : vue générale, appréciation grossière des flocs et des protozoaires présents et dominants

-200 x : détermination des protozoaires et recherche des espèces rares

-400 x : identification en cas de difficulté.

4 échantillons de boues ont été observés au cours d'une période 1 mois.

3.3. Analyses microbiologique

3.3.1. Echantillonnage

3.3.1.1. Période de prélèvement

L'échantillonnage a été effectué du mois de février jusqu'à au mois de mai.

3.3.1.2. Conditions de prélèvement

Les prélèvements ont été effectués en prenant des précautions d'hygiène.

La teneur des échantillons en coliformes se modifie entre le moment du prélèvement et celui de l'examen. C'est pourquoi il est important de procéder à l'analyse le plus rapidement possible, de préférence dans l'heure suivante et en aucun cas après 24 heures [48].

3.3.1.3. Matériel de prélèvement

Pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination, il est souhaitable d'utiliser des flacons stériles en verre d'une contenance égale à 250ml.

La verrerie destinée aux prélèvements d'eau doit être munis d'un nettoyage avec un détergent puis rinçage avec l'eau propre (eau douce), puis un rinçage final avec l'eau distillée .les flacons sont stérilisée pendant deux heures l'autoclave [49].

Les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement de l'échantillon .Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse.

3.3.1.4. Mode de prélèvement

Les flacons ne doit pas être rempli entièrement .En effet, il convient de laisser un petit vide d'aire, permettant un mélange correct en secouant le flacon.

3.3.1.5. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiqueté soient lisible et i détachables. Dans ces derniers, on doit noter avec précision ; la date, l'heure, un numéro et toutes circonstances anormal.

3.3.1.6. Transport et conservation de l'échantillon avant l'analyse.

Ceci pour être obtenu en mettant l'échantillon a à labri de la lumière visible ainsi que dans des températures ambiantes. Habituellement, cette protection est obtenue grâce à l'utilisation d'une glacière contenant des poches de glace. On conserve généralement les échantillons à une température inférieure ou égale à +4°C

3.3.2. Phase de laboratoire microbiologique

3.3.2.1 .Matériels

Au laboratoire, le matériel utilisé est le suivant : des étuves à 37, à44, des boites de pétri, anse de platine, des pipettes pasteure, un bec bunsen et des milieux de culture liquides et solides, ainsi que plusieurs réactif

3.3.2.2. Méthodes d'analyse microbiologique de l'eau

L'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes d'analyses bactériologiques des eaux [49].

- Dans notre recherche nous avant effectué

Une recherche et un dénombrement des Coliforme totaux, Coliformes thermo tolérants (E.Coli) et des Streptocoques fécaux.

3.3.2.2. Analyse des eaux méthode par filtration

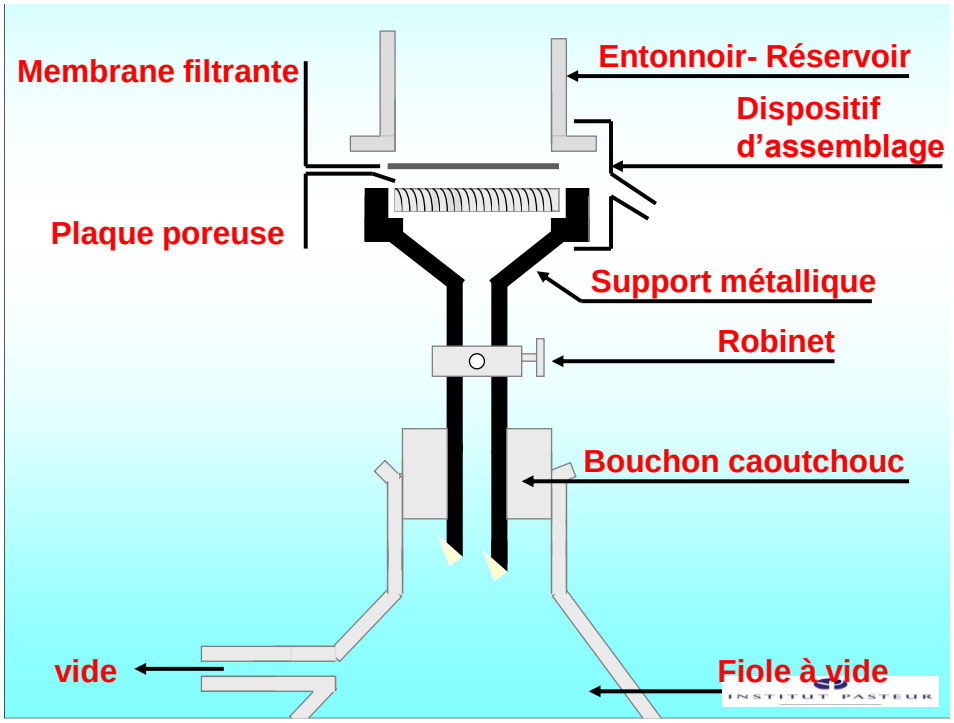


Figure 03: rompe de filtration

La technique de concentration par filtration sur membrane

La membrane est en esters de cellulose de porosité 0,22 µm ou 0,45 µm

La membrane de porosité de 0,22 µm ASR

La membrane de porosité de 0,45 µm autres paramètres

La Stérilisation de la rompe de filtration

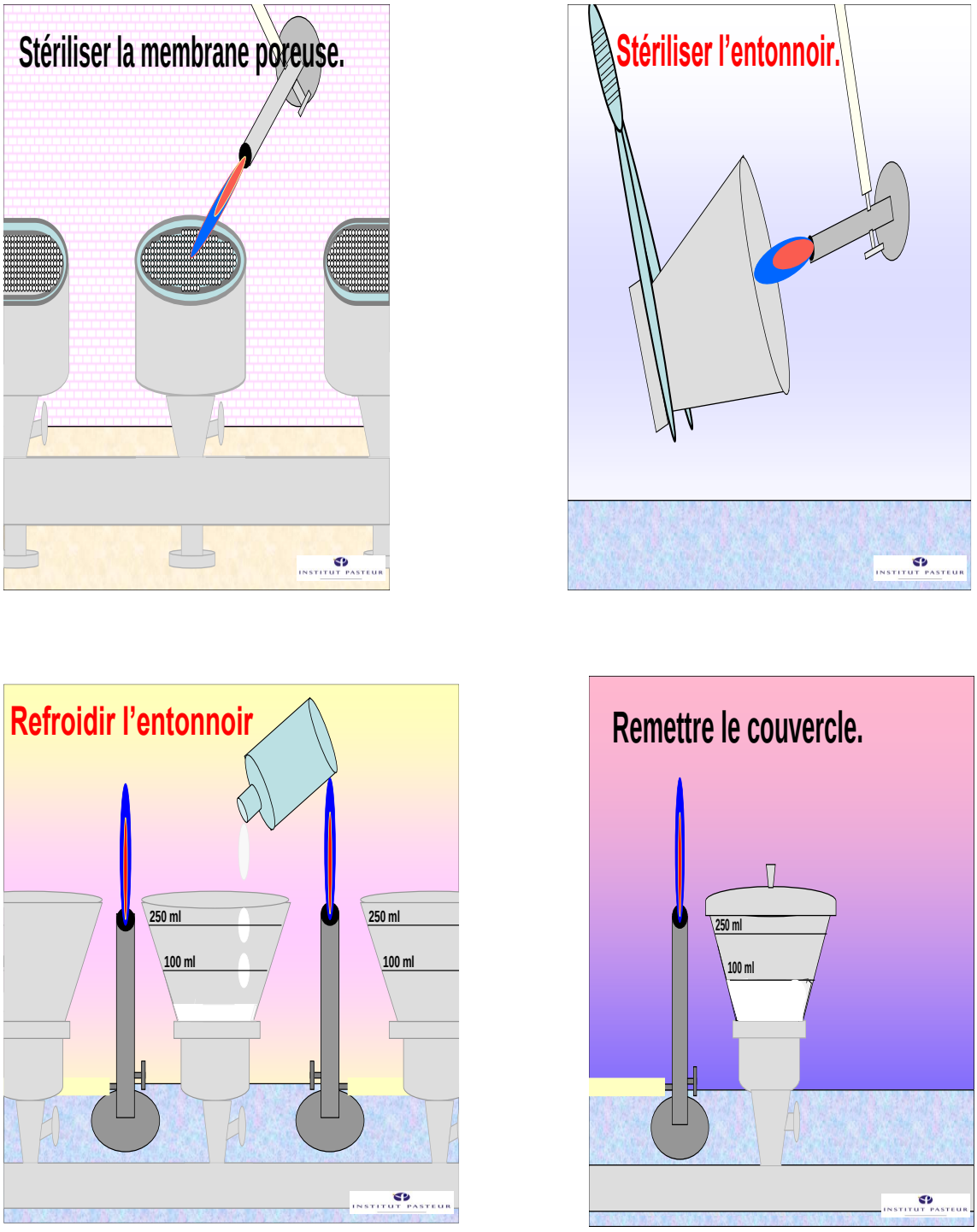


Figure 04 : les étapes de stérilisation de la rompe de filtration

Filtrations

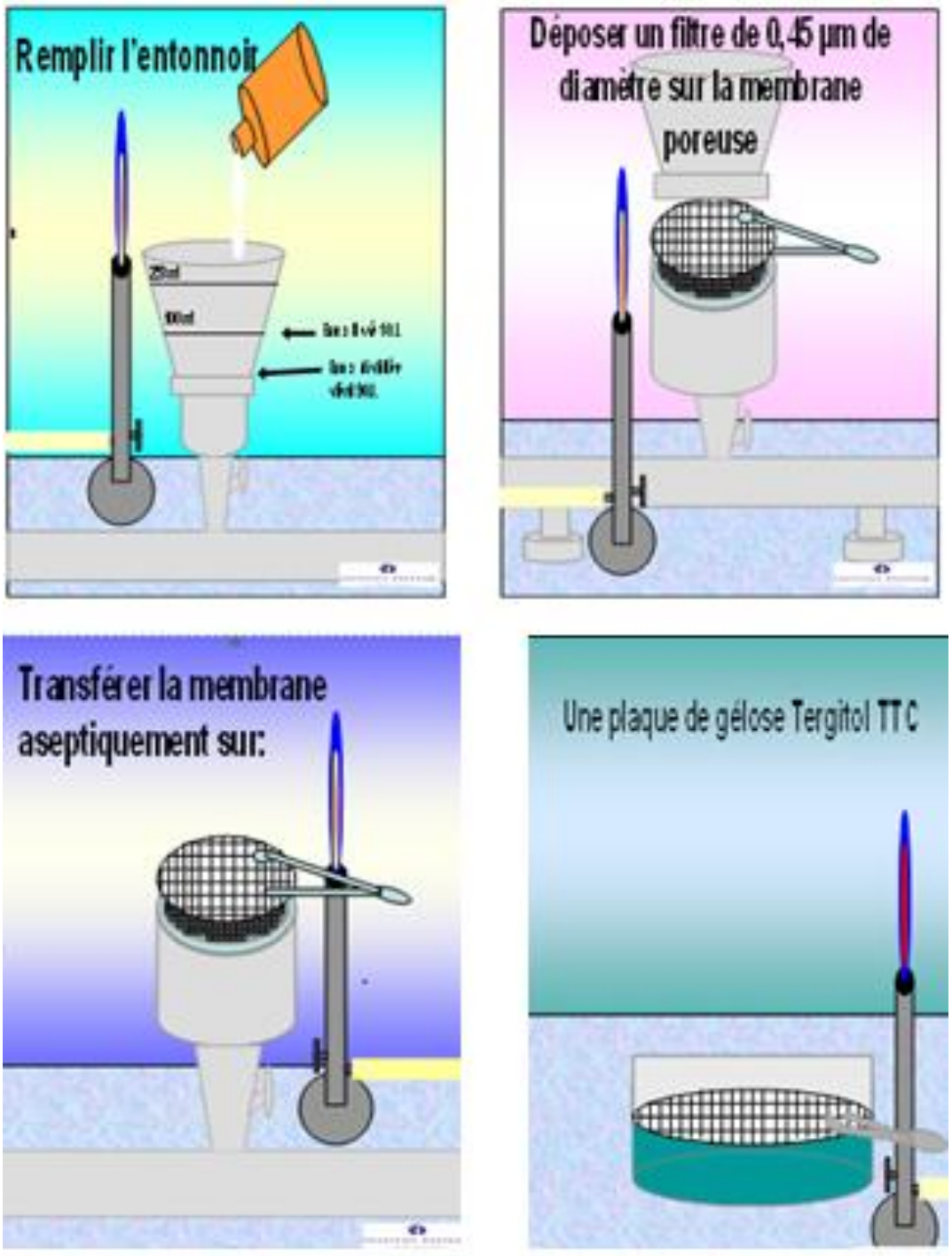


Figure 05 : les étapes de filtrations

Incubation

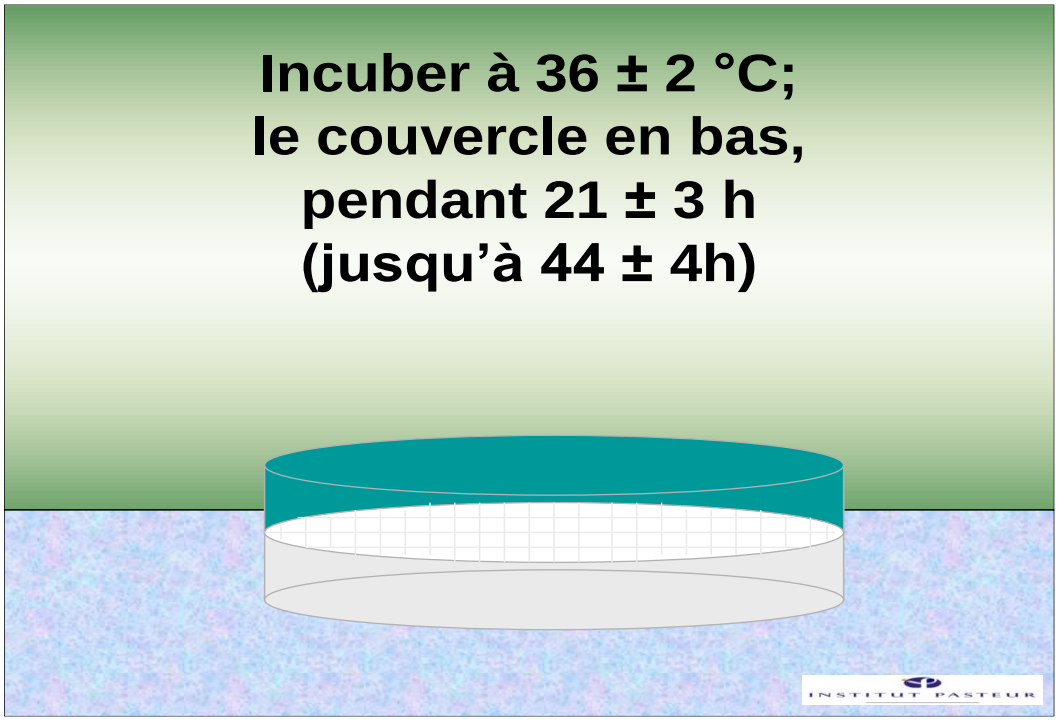


Figure 06: l'incubation

Remarque :

- pour les CT et les CTT : gélose tergitol.
- Pour les streptocoques fécaux : gélose starets et bar hey.
- CT et streptocoque à 37c°
    - CTT à 44 C°

Dénombrement des Coliformes fécaux et E.Coli

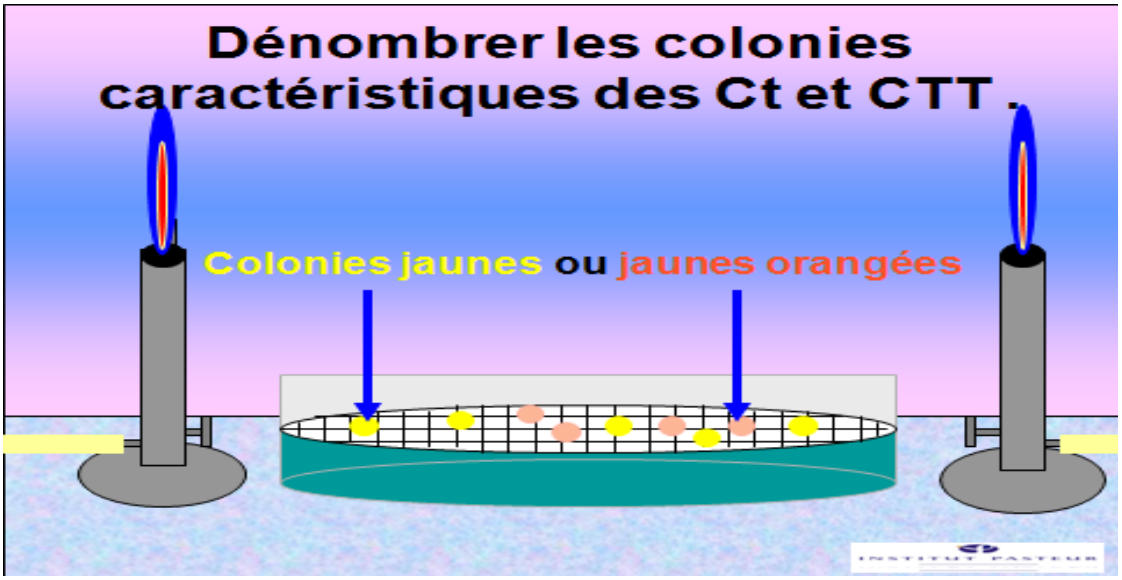


Figure 07: Dénombrement des Coliformes fécaux et E .Coli

Dénombrement des colonies caractéristiques des strepto fécales

N = C

C = nombre de colonies caractéristiques dans la boite tergitol

N = nombres de coliformes totaux dans 100 ml Pour les CT décantage.

Pour les strépto fécales confirmation sous microscopie optique

Pour les CTT après décantages on prend une colonie au Hazard pourlaTSI

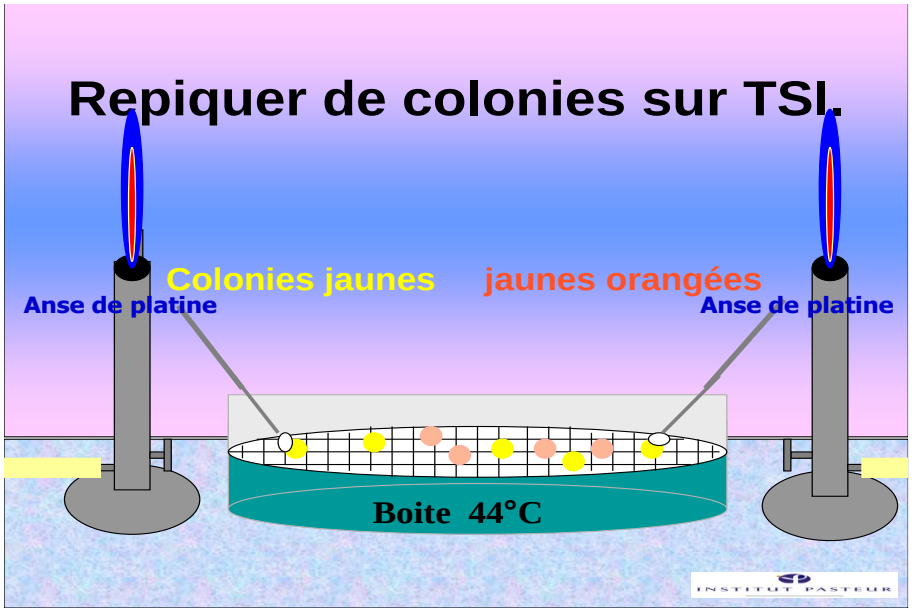


Figure 08: réplique de colonies sur TSI

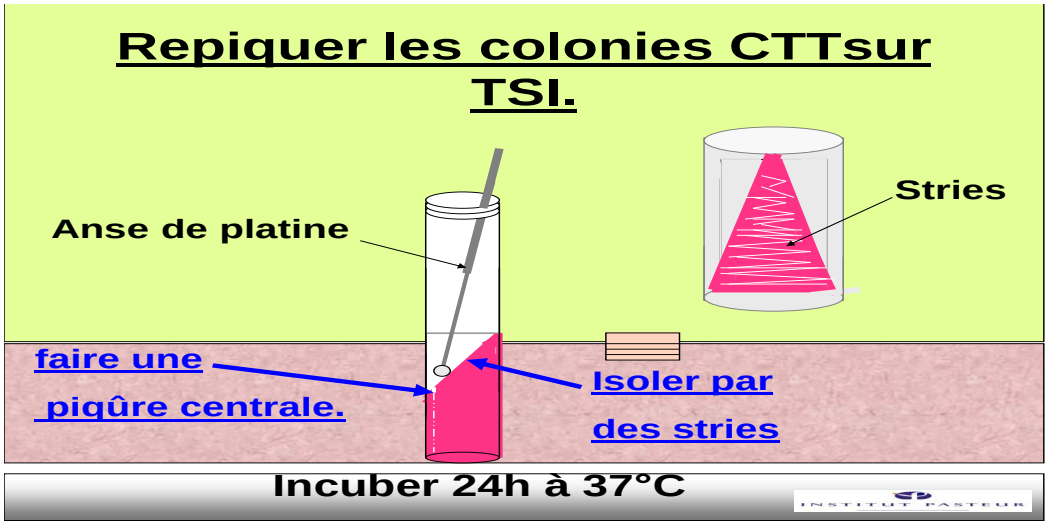


Figure 09: répliquer les colonies CTT sur TSI

En émincer le milieu urée indole

Voir un trouble du milieu Schubert et le d'dégagement de gaz dans la cloche.

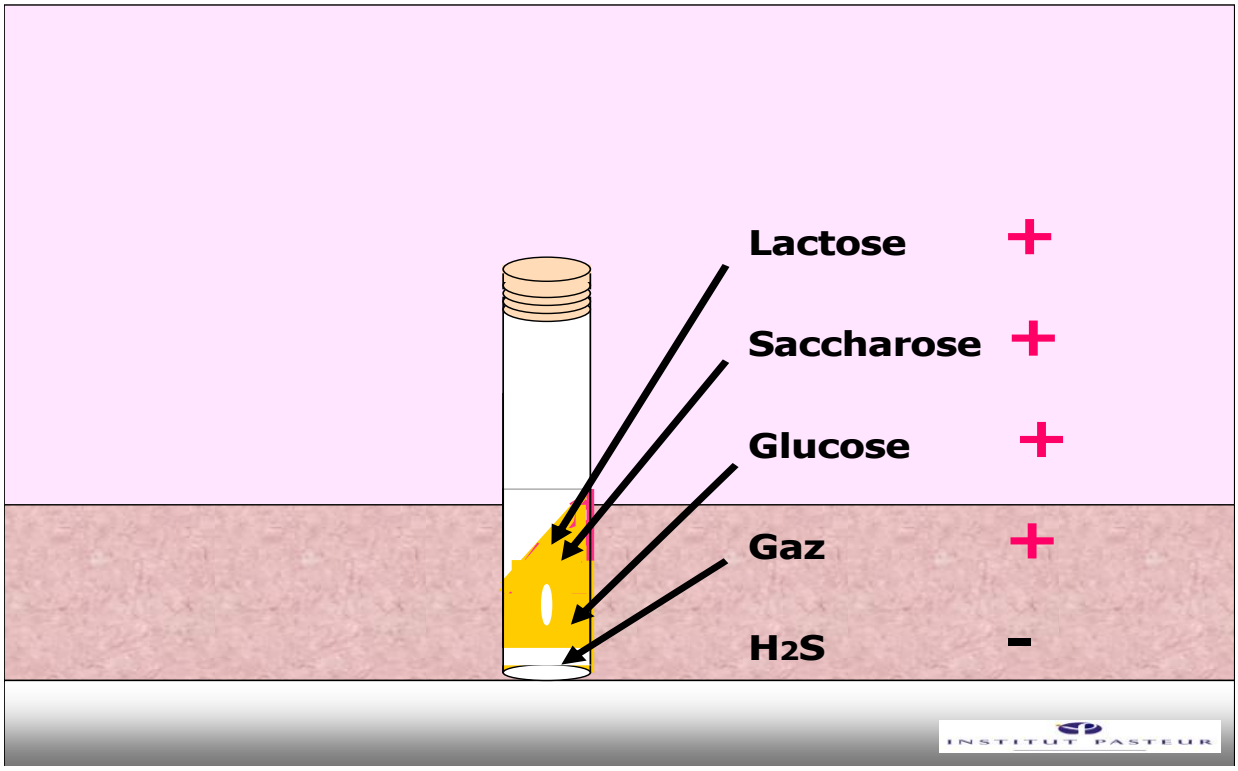


Figure 10 : Aspect d'un coliforme sur TSI

Ajouter le milieu kovakcs au tube de Schubert et voir la formation d'un anneau rouge

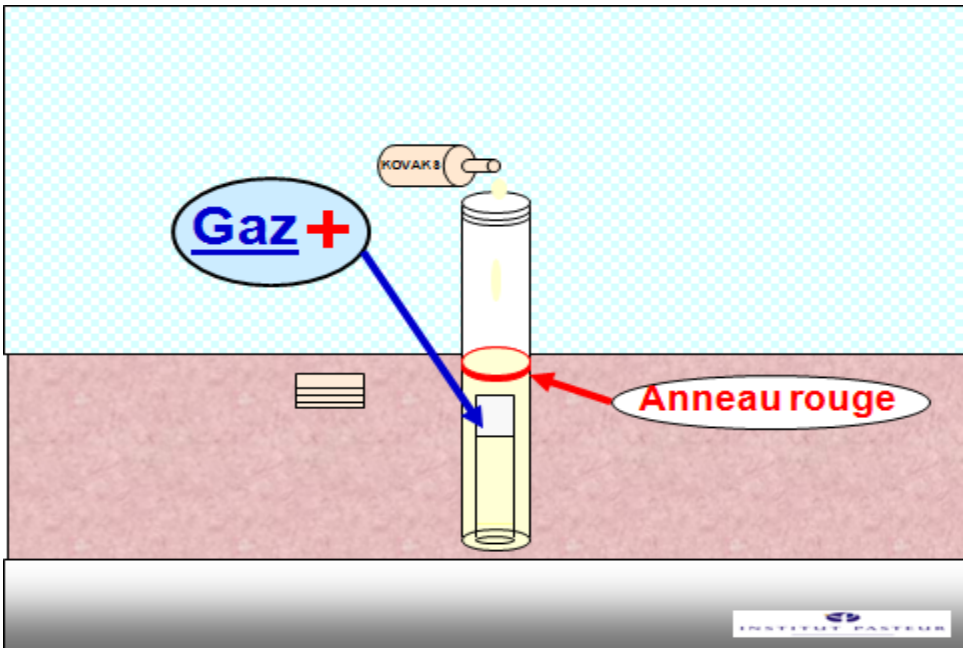


Figure 11: Caractères biochimique de E.Coli : urée- indole +

4.1. Résultats :

4.1.1. Paramètres physicochimique

La qualité physico-chimique et microbiologique des eaux usées de la STEP d'EL-kala sont représenté ci-dessous.

4.1.1.1. Matière en suspension

Les résultats détaillés des analyses physico-chimique des MES de la STEP d'El-kala sont illustrés dans le tableau n°01 et la figure n°12.

Tableau n° 01: Résultats relatifs au MES de la STEP d'El-kala

STEP	mois	MES (mg/l) (Eau brute)	MES (mg/l) (eau épuré)	Norme (mg/l)
EL-Kala	Janvier	193,75	31	30
	Février	220,6	31,6	
	Mars	158,5	61	
	Avril	217,75	39,25	
	Mai	150	29	

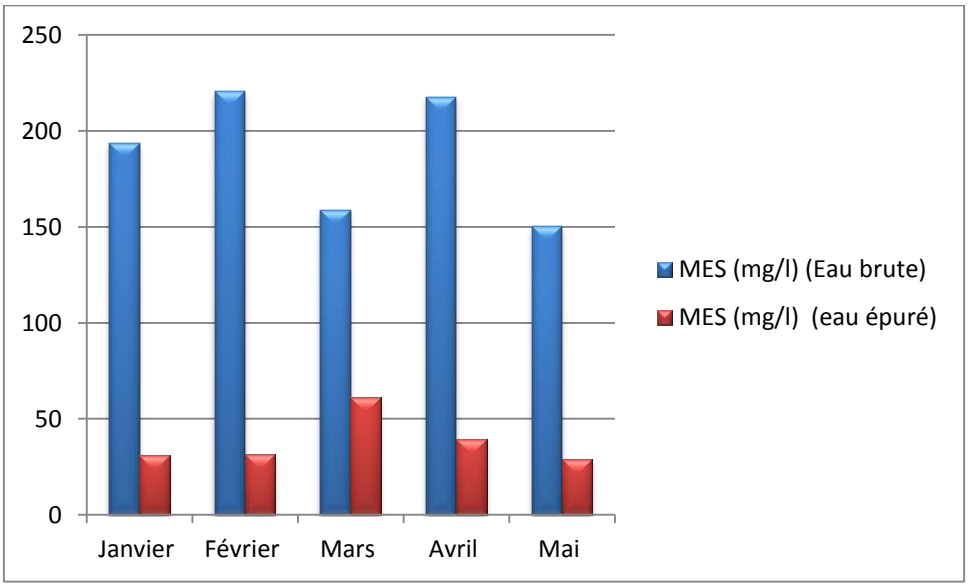


Figure n°12 : Valeur des MES dans la station d'el-kala

L'analyse des MES révèle une diminution importante des valeurs de l'entrée (220,6 mg/l) vers la sortie (29 mg/l) dans la station d'épurations d'el-kala.

Ces valeurs restent toujours inferieur à la norme dans la plupart des périodes de prélèvement.

4.1.1.2. Demande chimique en oxygène

Les résultats détaillés des analyses physico-chimique des DCO de la STEP d'El-kala sont illustrés dans le tableau n°02 et la figure n°13.

Tableau n° : résultats relatifs au DCO de la STEP d'El-kala

STEP	Mois	DCO (mg/l) (Eau brute)	DCO (mg/l) (Eau épuré)	Norme (mg/l)
EL-Kala	Janvier	128,75	55,75	90
	Février	147	85,5	
	Mars	116,5	50	
	Avril	117,33	50,75	
	Mai	C.T.P	69	

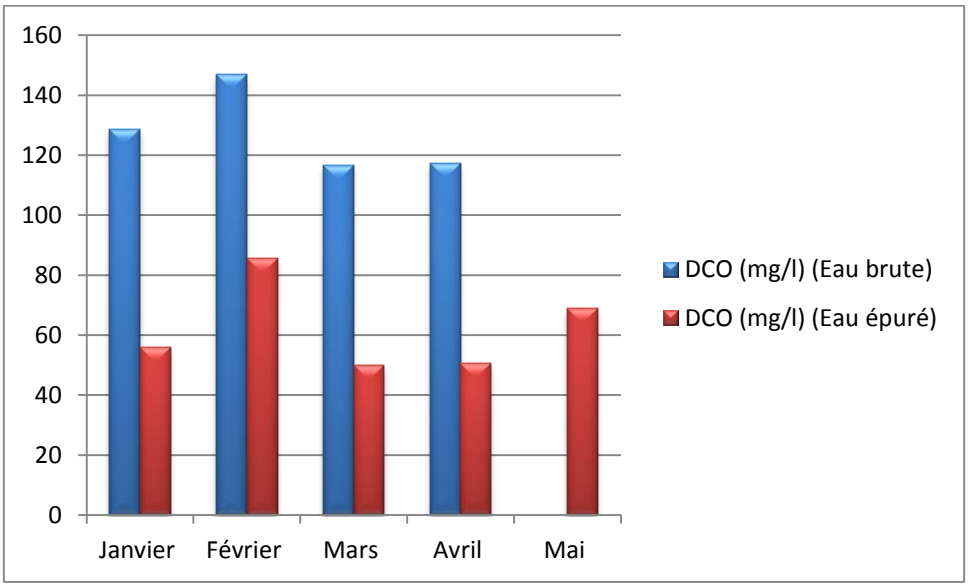


Figure n°13 : valeur des DCO dans la station d'el-kala

Les résultats de l'analyse de la demande chimique en oxygène montrent qu'il y a une diminution de la teneur après l'épuration.

A l'entrée la valeur maximale enregistrée est de (147 mg/l) et la valeur minimale enregistrée est de (116,5 mg/l).

Tandis que, la valeur maximale à la sortie enregistrée est de (85,5 mg/l) et la valeur minimale enregistrée est de (50 mg/l).

Les valeurs des DCO restent toujours inferieur à la norme dans la plupart des périodes de prélèvement.

4.1.1.3. Phosphate

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques du phosphate de la STEP d'el-kala sont illustrés dans le tableau n° 03.

Tableau n°03 : résultats relatifs au PO_4^{3-} de la STEP d'el-kala

STEP	Mois	PO_4^{3-} (mg/l) (eau brute)	PO_4^{3-} (mg/l) (eau épuré)	Norme (mg/l)
EL-Kala	Janvier	C.T.P	C.T.P	5
	Février	C.T.P	C.T.P	
	Mars	3,44	3,37	
	Avril	4,97	2,63	
	Mai	3.64	1.53	

Les valeurs de phosphate montrent une diminution de l'entrée vers la sortie.

Les valeurs du phosphate des eaux usées montrent que la valeur la plus élevée à l'entrée est de 4,97 mg/l et que la valeur la plus basse est de 3.44 mg/l

Cependant à la sortie la valeur maximale est de 3.37 mg/l, tandis que la valeur minimale est de 1.53mg/l.

Les valeurs des phosphates sont dans la norme dans toutes les périodes de prélèvement.

4.1.1.4. Nitrite

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques du nitrite de la station d'el-kala sont illustrés dans le tableau n° 04.

Tableau n°04 : résultats relatifs au NO_2^- de la STEP d'el-kala

STEP	Mois	NO_2^- (mg/l) (eau brute)	NO_2^-(mg/l) (eau épuré)	Norme (mg/l)
EL-Kala	Janvier	0.024	0.181	0.2
	Février	0.028	0.056	
	Mars	0.018	0.014	
	Avril	0.052	0.228	
	Mai	0.030	0.011	

D'après le tableau, on remarque que les valeurs de nitrite restent en quantité faible et dans la norme sauf au mois de janvier et d'avril.

À l'entrée des eaux usées, les valeurs de nitrite enregistré sont comprises entre 0.052 mg/l et 0.018 mg/l, tandis qu'à la sortie les valeurs varient entre 0.228 mg/l et 0.011 mg/l.

4.1.1.5. Nitrate

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques du nitrate de la STEP d'El-kaladsont illustrés dans le tableau n° 05.

Tableau n° 05: résultats relatifs au nitrate de la STEP d'el-kala

STEP	Mois	NO_3^- (mg/l) (eau brute)	NO_3^- (mg/l) (eau épuré)	Normes (mg/l)
EL-Kala	Janvier	1.4	1.5	50
	Février	3,56	1.15	
	Mars	6,93	0.73	
	Avril	11	5,2	
	Mai	7.6	1.9	

Pour les nitrates les valeurs enregistrées avant l'épuration montre que les rejets contiennent de faible quantité de nitrate, ces valeurs diminuent après l'épuration.

Les valeurs des nitrates sont dans la norme dans toutes les périodes de prélèvement.

4.1.1.6. Chrome

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques du nitrite de la station d'el-kala sont illustrés dans le tableau n°06.

Tableau n° 06: résultats relatifs au chrome dans la STEP d'el-kala

STEP	Mois	Cr^{+6} (mg/l) (eau brute)	Cr^{+6} (mg/l) (eau épuré)	Normes
EL-Kala	Janvier	0.00	0.00	0,05 mg/l
	Février	0.00	0.00	
	Mars	0.00	0.00	
	Avril	0.00	0.00	
	Mai	0.00	0.00	

4.1.1.7. Cuivre

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques du nitrite de la station d'el-kala sont illustrés dans le tableau n°07

Tableau n° 07: résultats relatifs au cuivre dans la STEP d'el-kala

STEP	Mois	Cu (mg/l) (eau brute)	Cu (mg/l) (eau épuré)	Normes
El-kala	Janvier	0.00	0.00	
	Février	0.00	0.00	
	Mars	0.00	0.00	
	Avril	0.00	0.00	
	Mai	0.00	0.00	

4.1.1.8. Vitesse de sédimentation v30 :

Les résultats détaillés de la vitesse de sédimentation V30 sont illustrés dans le tableau n°08

Tableau n° 08: résultats relatifs au v30

jours	V30 (mg/l)
13-03-2016	8
156-03-2016	8
21-03-2016	14
27-03-2016	23

On remarque une faible décantabilité à chaque prélèvement la plus basse est de 8 mg/l et la plus haute enregistré est de 23 mg/l.

4.1.1.9. Observation microscopique des boues d'aération

Des micro-organismes ainsi que des protozoaires ont été identifiés à travers l'observation microscopique des boues d'aération, les résultats sont illustrés dans le tableau n°09 et les figure n°14

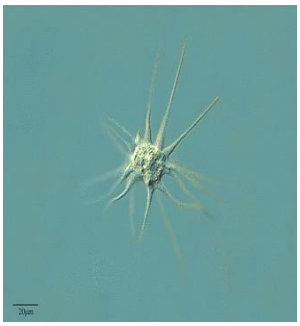
Tableau n°09 : résultats de l'observation microscopique des boues d'aération

jours	Micro-organismes	Protozoaires
13-03-2016		*-Aspidisca costata* *- Trachelophyllum pusillum* *- Vorticella fromentel*
15-03-2016		*-Aspidisca costata* *- Vorticella fromentel* *- Vorticella*
21-03-2016		*-Aspidisca costata* *-Vorticelle microstome* *-Paramecium aurelia*
27-03-2016	*-Amoeba radiosa* *-Philodina* *- Stylonychia*	*-Paramecium aurelia*

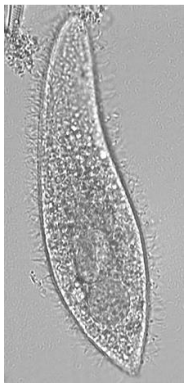
Vorticella

Aspidisca costata

Stylonychia



Amoeba radiosa



Trachelophyllum pusillum

Paramecium aurelia

Philodina

Figure 14: Les différentes espèces observées dans les bous activés durant la période d'étude

4.1.2. Paramètres microbiologiques

4.1.2.1. Dénombrement des coliformes totaux

Les résultats du dénombrement des Coliformes totaux de la station d'épuration étudiée sont présentés dans le tableau n°10.

Tableau n°10 : nombres des Coliformes totaux avant et après l'épuration dans la STEP El kala

JOURS	Coliformes totaux (germe/100ml) (Eau brute)	Coliformes totaux (germe/100ml) (Eau épuré)
24/04/2016	Nombres indénombrables	Nombres indénombrables
03/05/2016	Nombres indénombrables	Nombres indénombrables
09/05/2016	Nombres indénombrables	Nombres indénombrables
23/05/2016	Nombres indénombrables	Nombres indénombrables

La concentration moyenne des coliformes totaux est indénombrable pour la station d'épuration d'el kala avant et après l'épuration.

4.1.2.2. Dénombrement des Coliformes thermo tolérants

Les résultats du dénombrement des coliformes thermo tolérantes de la station d'épuration étudiée sont présentés dans le tableau n°11.

Tableau n°11: nombres des Coliformes totaux avant et après l'épuration dans la STEP El kala

JOURS	Coliformes thermo tolérants (germe/100ml) (Eau brute)	Coliformes thermo tolérants (germe/100ml) (Eau épuré)
24/04/2016	8640	0
03/05/2016	4320	0
09/05/2016	5760	0
23/05/2016	4320	0

La numération des Coliformes thermo tolérants avant l'épuration nous montre que l'eau continu une valeur maximale est 8640 germes /100m, tandis que la valeur minimal est 4320 germe /100ml . Après l'épuration la valeur est de 0 germe par 100ml.

4.1.2.3. Dénombrement des Streptocoques

Les résultats du dénombrement des streptocoques de la station d'épuration étudiée sont présentés dans le tableau n°12.

Tableau n°12 : nombres de streptocoques avant et après l'épuration dans la STEP EL KALA

JOURS	Streptocoques (germes / 100ml) (Eau brut)	Streptocoques (germes / 100ml) (Eau épuré)
24/04/2016	Présence	Absence
03/05/2016	Présence	Absence
09/05/2016	Présence	Absence
23/05/2016	Présence	Absence

Les streptocoques sont présents seulement dans les eaux brutes et une absence totale après épuration.

4.2. Discussion

4.2.1. Paramètres physico-chimiques

L'épuration biologique des eaux résiduaires par le procédé des boues activées est principalement basée sur l'activité métabolique de cultures bactériennes maintenues en suspension en état aérobie dans le bassin d'aération alimenté par l'eau à épurer. Pour suivre l'évolution de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de la STEP d'El-kala, des prélèvements mensuels ont été effectués entre le mois de janvier et mai 2016.

Les paramètres étudiés sont les MES, la DCO, le phosphate, les nitrites et les nitrates, chrome et le cuivre, la vitesse de sédimentation V30, et l'observation microscopique des boues.

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organique contenues dans les eaux usées.la connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique.

Les résultats des MES obtenu au niveau de l'entrée de la station d'épuration est logiquement élevé car il s'agit d'eau usée urbaine, et sa diminution à la sortie est due au traitement d'épuration qu'a subie l'eau usée.

La teneur en MES dans la STEP d'El-kala durant la période janvier-mai est inférieur à 30mg/l (valeur limite de rejet recommandé par l'OMS ; (1989)). Ces résultats sont expliqués par le bon fonctionnement de la pompe de l'extraction de boue au niveau de la STEP durant ces périodes de prélèvement.

La demande chimique en oxygène représente la qualité d'oxygéné consommé par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau. Elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydable (sulfures, chlorures, ect). La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau à travers de la qualité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale [50].

Dans la STEP d'El-kala (durant le mois de février), les résultats obtenus sont supérieure à la norme recommandée par l'OMS ; (1989) (90 mg/l) considérée comme valeur limite de rejet direct. Ces valeurs peuvent être expliquées par :

-la forte teneur en MES, par un problème au niveau du bassin d'aération, ce qui engendre la diminution de la quantité de l'oxygène nécessaire à l'activité des bactéries épuratrices dans le bassin d'aération (coupure successive de l'électricité).

-l'accumulation des boues dans le décanteur.

-l'arrêt du pompage d'eau à cause des problèmes techniques au niveau des stations de relevage et au niveau des conduites d'eau (l'eau devient stagnante ce qui provoque la diminution de l'activité des bactéries épuratrices à cause de la prolifération des algues).

Par contre, dans la station d'épuration durant les mois de Janvier, Mars et Mai, les valeurs de la DCO enregistrées sont dans la norme recommandée par l'OMS (1989).

Le phosphore représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues, les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entrainer leur eutrophisation.

Cependant, la grande partie du phosphore organique provient également des déchets du métabolisme des protéines et de son élimination sous forme de phosphates dans les urines par l'homme [51].

Dans les eaux usées, la part des rejets humains ne présente que 30 à 50 % du phosphore total (entre 5 et 20 mg/l), le reste provenant des produits des nettoyages [52].

Le phosphate échappe en grande partie au traitement de la station d'épuration biologique, et la diminution de sa teneur de l'entrée vers la sortie est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration.

Les valeurs enregistrées au niveau de la STEP d'El-kala répondent à la norme recommandée (5 mg/l) par l'OMS (1989).

Les ions nitrites constituent une forme transitoire de l'azote minéral dissous, passant en grande partie sous forme d'ammonium dans les conditions d'hypoxie et se transforment inversement en nitrate lorsque le milieu s'enrichit en oxygène. Il s'agit donc d'un stock convertible ou réserve potentielle [53].

Cet élément peut donc être toxique à ces concentrations exagérées (moyenne de 0 ,40 mg/l) dépassant la valeur norme (0,184 mg/l) [54].

Au niveau de la station étudiée, les nitrites sont dans les normes cela peut s'expliqué par une bonne oxygénation.

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représente la forme d'azote au degré d'oxydation les plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l. cependant leurs teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles [55]. Les nitrates peuvent avoir plusieurs impacts négatifs sur les cultures : ils entrainent des retards de maturation, une altération de la qualité, etc. sure le milieu naturel : les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques.

La présence des nitrates dans les eaux polluées atteste le bon fonctionnement du processus de l'autoépuration. La présence des nitrates dans l'eau usée à l'entrée des stations d'épuration indique que le processus de nitrification est déjà présent, alors que l'augmentation des teneurs en nitrates vers la sortie de celle-ci prouve que la nitrification est encore plus poussée au cours de l'épuration biologique ou l'utilisation de bactéries nitrifiantes en grande masse (boues activée) à côté d'une oxygénation importante fait que les quantités d'azote ammoniacal sont transformées en azote nitrique.

La comparaison des concentrations enregistrées au niveau de la STEP d'El-kala avec la norme de qualité des eaux destinées à l'eau de mer montre que les concentrations en nitrates sont très très faible et dans la norme de 50 mg/l (norme recommandée par l'OMS (1989), ce qui indique que les effluents de la STEP ne sont pas assujettis à un risque de pollution par les nitrates.

Le chrome hexavalent est la forme la plus toxique. En présence des réducteurs ou des oxydants le chrome peut se transformer de l'état hexavalent à l'état trivalent et vice versa.

Le chrome hexavalent se trouve à l'état naturel en très petite quantité. Les sels du chrome hexavalent sont utilisés dans l'industrie chimique dans le traitement des métaux, en tannerie, en peinture, en teinture, en céramique, en verrerie, en photographie et en fabrication des explosifs. En général, les sources polluantes du chrome hexavalent sont les émissions industrielles.

Le chrome hexavalent est dangereux pour la santé. En contact avec la peau il peut provoquer des réactions allergiques. Les effets néfastes du chrome hexavalent sur la santé sont la nécrose du foie, le cancer des poumons, la néphrite et la mort [55].

Tous les prélèvements effectués n'indique aucune présence du chrome hexavalent cela s'explique par l'absence de déchets industrielles dans les stations de relevages.

Les apports de cuivre anthropique ont principalement pour origine : les activités industrielles qui émettent majoritairement dans les eaux et les sols. Les activités agricoles (les épandages des fumiers et lisiers de bovins, porcins et de volailles car l'alimentation des élevages bovins, porcins et de volailles est complémentée en cuivre ; les traitements phytosanitaires des cultures des vignes et des arbres; l'utilisation d'engrais minéraux ; l'épandage de composts et des boues issues des STEP) qui émettent principalement vers les sols. Une des sources d'émission dans l'environnement des composés du cuivre est leur présence dans les insecticides, molluscicides destinés aux filets de pêche et coques de bateaux, bactéricides, herbicides et fongicides (anti-mildiou) (oxyde cuivreux et cuivrique, acétate de cuivre et sulfate de cuivre), dans la bouillie bordelaise (sulfate de cuivre avec de l'hydroxyde de calcium) et dans la bouillie bourguignonne (sulfate de cuivre avec du carbonate de sodium.

Le résultat obtenu Sur Les prélèvements effectués au niveau de la STEP d' El-kala ne révèle aucune présence de cuivre, l'explication plausible est l'absence d'activité industrielle dans la région étudiée.

Les procédés d'épuration biologique à culture libre (boues activées) comprennent habituellement un décanteur qui permet de concentrer les solides biologiques en vue de leur recirculation en tête du réacteur biologique. Lorsque ce décanteur fonctionne mal on observe une perte de solides biologiques, ce qui se traduit par une augmentation de la concentration des matières en suspension (MES) dans l'effluent du décanteur secondaire et par une baisse des performances du procédé d'épuration. Lorsque la concentration de MES dans l'effluent du décanteur secondaire est trop élevée on mesure l'indice de volume des boues.

Les résultats obtenue du v30 pour la station d'épuration sont inférieur à 50 mg/l cela est due à une mauvaise décantabilité (les flocs ne sont pas assez concentré).

L'Observation microscopique des boues d'aération est une technique qui n'est, jusqu'à présent, pas assez utilisée en routine par les exploitants de stations d'épuration et les spécialistes locaux qui les conseillent.

L'observation de protozoaires communs ne doivent pas être exclus des analyses générales de la microfaune et interviennent dans l'interprétation par :

-l'abondance spécifique significative du niveau d'oxygénation.

-l'équilibre général entre les grands groupes constituant la microfaune (flagellés, ciliés-métazoaires) liés à l'âge des boues et au degré d'évolution de l'écosystème [56].

-le nombre d'espèces présentes, les indices de diversité et de dominance, la relation avec la sélectivité du milieu [57].

Nous avons établis une signification des espèces que nous avons pu observer

Aspidisca costata : cette espèce, rarement dominante mais peu à très abondante, est hautement significative d'une aération suffisante et d'un traitement poussé des effluents avec une bonne nitrification de l'azote.

Trachelophyllum pusillum : presque toujours présent à de faibles densités. Son abondance est en général significative d'une charge élevée et/ou d'une médiocre élimination du carbone. C'est typiquement un micro-organisme mésosaprobe s'accommodant de charges fortes et de concentrations en ammoniaque élevées. Abondant, il n'est pas signe de carences de l'aération.

Vorticella fromentel : la présence significative de ces vorticelles va de pair avec un traitement du carbone très complet (DBO dissoute< 15-20 mg/l). Toutefois les exigences vis-à-vis de l'ammoniaque ne sont pas très grandes. Si elles constituent les protozoaires dominants de cas sont possibles : soit des charges relativement fortes (0,1 à 0,3 kg DBO/kg MVS/j), soit une situation transitoire en très faible charge. Leur présence abondante est toujours signe d'une oxygénation satisfaisant.

Paramecium aurelia : révèlent une oxygénation abondante et un bon traitement du carbone. peu exigeantes par rapport à l'azote ammoniacal, elles peuvent être présentes par rapport à l'azote ammoniacal, elles peuvent être présentes à la fois en faible charge et en charges élevées sans nitrification.

Philodina (sp): très fréquentes dans les boues activées, ils ne sont significatifs que d'un âge de boues élevé (de l'ordre de 15j au minimum) et compte tenu de leur croissance relativement lente. D'un fonctionnement stable sur une durée assez importante (d'une à quelque semaines selon la densité).

Stylonychia : liés à un âge de boues très élevé et à une qualité d'eau excellente, ils ne se rencontrent que dans des boues des stations en sous-charge caractérisée. Ils ne sont jamais très abondants.

4.2.2. Paramètres microbiologiques

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux basée sur la conception des germes dit indicateurs. Ces indicateurs (ou bactérie indicatrice de contamination n'ont pas nécessairement pour eux même un caractère pathogène, mais leur présence indique l'existence d'une contamination par les matières fécales et leur abondances est une indication du niveau de risque et de présence de microorganisme pathogène.

Les indicateurs de contamination recherchée dans notre étude sont : les Coliformes totaux, les Coliformes thermo tolérants et les Streptocoques fécaux. Cependant les concentrations élevées des bactéries, sont due aux rejets des eaux usées chargé en microorganismes et en matières organiques.

Les résultats de dénombrement des indicateurs de contamination fécale au niveau du la station d'épuration d'El-kala montrent que le nombre de Coliformes totaux est supérieure à la norme (1000 germe /100ml) (selon l'OMS ; 1989), et cela est dû à l'inexistence d'un traitement tertiaire (bactériologique) qui permet de réduire le nombre de bactéries, donc de germes pathogenèse présents dans l'eau traitée. Ce traitement peut être réalisé par ozonation, par un traitement aux UV, ou une filtration sur sable [56]. Sachant que le traitement primaire et secondaire n'a pas d'effet sur l'élimination des microorganismes.

Les Coliformes thermo tolérants (E .coli) sont des excellents témoins de contamination fécal est beaucoup moins résistant dans l'environnement ou à des traitements de désinfection que de nombreux germes pathogènes et même que d'autres «indicateurs de pollution fécale » par exemple les Streptocoques fécaux de plus en en plus utilisés depuis quelques décennie (Recommandation sanitaire relative à la désinfection des eaux usée urbaines ; 1995)

En effet, les variations importantes de la charge bactérienne et de la flore indicatrice de contamination fécale sont liées aux rejets domestiques.

Concernant les variations des valeurs enregistrées, elles peuvent être expliquées par l'influence des changements des conditions hydro étiologiques. La température et la

précipitation ont le rôle le plus important en diminuant les conditions du développement et de croissance bactérienne.

Les Streptocoques fécaux sont les principaux groupes de bactéries que l'on recherche au titre de témoins de contamination fécale. Durant toute la période de l'étude et au niveau de la station les Streptocoques sont présent .Ces résultats montres que ces eaux usée sont pollué par les excréments animaux (Chevalier). Sachant que ces eaux proviennent notamment de pollution d'origine domestique.

Les rejets des eaux usées sont plus en plus sujet à des pollutions de natures diverses notamment les métaux lourd et la matière organique. La politique environnementale du monde, le développement durable implique pour l'homme une maitrise de ses rejets domestiques et urbains. L'épuration des eaux usées par les différents procédés consiste à produire une eau usée épurée qui peut être réutilisée en secteur agricole ou rejetée dans la nature sans effet nocif sur les sols, les plants et l'être humain donc sur l'environnement.

Lors de notre thème d'étude, nous nous étions assigné comme objectif de faire un suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux usées dans la station d'épuration d'el-kala.

L'étude microbiologique (dénombrements des coliformes totaux, des coliformes thermo tolérant et des streptocoques fécaux) a révélée qu'au niveau de la station d'épuration d'el-kala, le nombre de CT n'a pas vraiment changé après le traitement d'épuration. Ceci peut être expliqué par l'absence de traitement par lits bactérien. Concernant les CTT (E.C) et les streptocoques fécaux, leur absence à la sortie a été constatée dans la station d'épuration, témoignant d'une bonne qualité de boue.

L'eau épurée au niveau de la station d'épuration d'el-kala est versée directement dans l'eau de mer.

Les eaux de baignade sont des zones ou le risque de contamination par l'eau est élevé. Des études réalisées révélé une association significative de symptômes cutanés et d'otites externes aigue avec la baignade en mer [58].

Concernant les paramètres physico-chimiques des eaux usées dans la station d'épuration étudiée, ne sont pas dans les normes notamment concernant les matières en suspension et les nitrites. Ceci peut être expliqué par l'insuffisance de l'aération dans les bassins biologiques que nous avons constatés au niveau de la STEP. Concernant la demande chimique en oxygène, les phosphates, les nitrites et nitrates, le chrome et le cuivre, les valeurs enregistrées dans la station sont dans la limite des normes de rejets. Ces résultats démontrent la nature urbaine et non industrielle de ces rejets.

Il est cependant important de signaler que les résultats microbiologiques et physico-chimiques bien qu'essentiels, ne représentent que des données ponctuels autrement dit caractérisent une période bien déterminée et un lieu bien précis.

En recommandation il faut veiller à certains points dont les principaux sont :

Le traitement à tertiaire est un traitement indispensable pour l'élimination des microorganismes, et la protection de l'environnement, qui doit être recommandé à toutes les stations d'épurations des eaux usée

Fixer des règles au niveau national concernant tant la surveillance, l'évaluation et la gestion de la qualité microbiologique des eaux usées épurées dans les stations d'épuration (législation).

Réduire et prévenir la pollution des eaux de baignade ainsi qu'informer les citoyens sur le degré de pollution de ces eaux.

Respect des recommandations faites par l'OMS en 1989.

Références bibliographiques

[1] Ramade, 2007 ; souiki, 2008).introduction à l'écotoxicologie. Tec & Doc, paris, pp.17.

Carctérisation biochimique et bactériologiques d'eaux usées de la ville de Biskra et purification par le procédé biologique phragmifiltre. Mémoire de doctorat, université d'Annaba, 105p.

[2] Peralta et al. 1998. Evaluation of TiO_2 and supported ZnO on the photo assisted remediation of black liquor cellulose and textile mill effluents, chemosphere, 38, pp835-852.

[3] Bouziani, 2000. L'eau, de la pénurie aux maladies. Edition Ibn-khaldon, algérie 223p

[4] faby j.A Brissaud F. (1997)., l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office international de l'eau, 76 pages

[5] Bousalsal.B : Contribution à L'étude hydrogéologique et hydrochémie de la nappe libre d'Oued Souf, Mémoire de Magister, Université de Annaba, 165p, 2007.

[6]] Rodier J., Bazin C ; Broutin J. P., Chabon P., Champsaur H., rodil. " L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats". Ed. Dunod, Paris, 1384 p, 2005

[7]] Vandermeersch, 2006. Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. Travail de fin d'études, université libre de Bruxelles, 81p.

[8] Hannachi A., Gharzouli R. et Djellouli tabet Y, 2014. Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie. Larhys Journal, ISN 112-3680, n°19.

[9] ONA, 2015. L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture recommandation à visés sanitaire. Rapport technique, n°778, Genève, 79p.

[10] Payement, 1998. Les contaminants de l'eau et leurs effets sur la santé.

[11] CANLER, Jean-Pierre. Dysfonctionnement biologiques des stations d'épuration : Origine et solutions. Paris, 1 ère édition coordonnée par le Cemagref, 2005 [consulte le 12 Janvier 2009].

[12] BOEGLIN, Jean-Claude. Traitement biologique des eaux résiduaires. Revue technique de l'ingénieur, 10 Décembre 1998.

http://www.techniques-ingenieur.fr/res/pdf/encyclopedia/42161210-j3942.pdf

[13] KENKINS, David et al. Manual of causes and control of activated sludge bulking and foaming. Ridgeline Press. 1986, Lafayette. CA 94549-U.S.A.

[14] DUCHENE, Phillippe et PUJOL, Roger. GIS-MOUSSES : Guide de lutte contre les Mousses biologiques stables dans les stations d'épuration à boues activées. Document Technique FNDAE hors-série, Octobre 1993.

[15] Defroment-Suez. Mémento technique de l'eau (tomes 1 et 2). 10e édition. Ed. Degrémont-Suez, 2006

[16] Gaid, Abdelhader. Traitement des eaux résiduaires. Revue technique de l'ingénieur, 10 Février 2008.

[17] Rejsek. 2002. Analyse de l'eau : aspect et réglementaire et technique. Ed CRDP d'Aquitaine, France, 385p.

[18] Grosclaude, 1999. tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique, 204 p

[19] Rodier, 2005. L'analyse de l'eau », Dunod, Paris, 2005, p661

[20] REJSEK. 2002. Analyse de l'eau : aspect et réglementaire et technique. Ed CRDP d'Aquitaine, France, 385p.

[21] Grosclaude, 1999. L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise. 210 p

[22] Dgemendra K., tiwari J., behari Z ; 2007. Bactériologie médicale : techniquesusuelles.Elsevier Masson. P594

[23] Camille D. 2003. Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation. Prélèvements, analyses. Lavoisier : tec et Doc. France. 156p

[24] Rodier, 1996. L'nalyse de l'eau, eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 8^{éme} éd, Dunod, pp1383.

[25] El Blidi. S, Fekhaoui. M, seghini. Aet El Abidi. A ; 2006. Riziéres du Gharb : qualité des eaux superficielles et profondes. Bulletin de l'institut scientifique. P 55-60.

[26] Dégrémont. G ; 2001. Mémonto technique de l'eau, version électronique

[27] Rodier, 1996. Rodier, 1996. L'nalyse de l'eau, eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 8^{éme} éd, Dunod, pp1383.

[28] Ramade F ; 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, paris. 689p.

[29] Recommandation sanitaire relative à la désinfection des eaux usées urbaines ; 1995.

[30] El Blidi. S, Fekhaoui. M, seghini. Aet El Abidi. A ; 2006. Riziéres du Gharb : qualité des eaux superficielles et profondes. Bulletin de l'institut scientifique. P 55-60.

[31] KENKINS, David et al. Manual of causes and control of activated sludge bulking and foaming. Ridgeline Press. 1986, Lafayette. CA 94549-U.S.A.

[32] Roux ; 2003. TP de microbiologie : analyses de l'eau. Novello célia. 1-9.

[33] Camille D. 2003. Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation. Prélèvements, analyses. Lavoisier : tec et Doc. France. 156p

[34] Rejsek.F ; 2002. Analyse des eaux : techniques et aspects réglementaires. Scérén aquantaine. 358 p.

[35] Ceaeq A. 2012. Recherché et dénombrement de staphylococcus aureus : méthode par filtration sur membrane MA 700-STA 1.0. Centre d'expertise en analyse environnementale du québec, minstére du développement durable, de l'environnementale et des parcs du québec, Rév. 4, canada. P19.

[36] Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J & Allen M.J., 2000. Escheria coli : the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of applied licrobiology, 88, pp 106-116.

[37] Roux ; 2003. TP de microbiologie : analyse de l'eau. Nvello Célia. (3). 1-9.

[38] Gaujous ; 1995. La pollution des milieux aquatiques. Edit lavoisier Technique et documentation. Paris 217p.

[39] Harvey R.A, Chame P.C., fisher B.D. 2007. Microbiologie. 2 éme Edition. Lippincott Williams & Wilkins. P432.

[40] Bedouh Y. 2014. Evaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon. Thèse de doctorat, université d'Annaba, 128p.

[41] Lahlah N 2010. Traits d'histoire de vie et régime alimentaire de l'hirondelle de fenêtre dans le Nord-est Algérien. Thèse de doctorat. Université BADJI Mokhar. Annaba

[42] Bedouh Y. 2014. Evaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon. Thèse de doctorat, université d'Annaba, 128p.

[43] Lahlah N 2010. Traits d'histoire de vie et régime alimentaire de l'hirondelle de fenêtre dans le Nord-est Algérien. Thèse de doctorat. Université BADJI Mokhar

[44] BERLAND, Jean-Marc, DEPLAT, Laurent, MALRIEU, Jacques et PRONOST, Joseph. Stations d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur Fonctionnement et faciliter leur exploitation. Paris, 1 ère édition coordonnée par le Cemagref, 2002 [consulte le Janvier 2009].

[45] SATIN, Marc, SELMI, Bechir. Guide technique de l'assainissement. Paris, le Moniteur, 2006. ISBN 2-281-11239-X.

[46] BELHANI, Mahdi, BOURGOIS, Jacques et PONS, Marie-Noëlle. Analyse du cycle de Vie : Epuration des eaux usées urbaines. Revue technique de l'ingénieur, 2008.

[47] Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008 sur le site de l'ONS.

[48] Coulibaly K; 2005. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse pour obtenir le grade de docteur en pharmacie. Université de Bamako. 69p.

[49] Guiraud. J.P ; 1998. Microbiologie alimentaire. Dunod. 615p.

[50] rodier J, 1996. L'analyse de l'eau, eau industrielles, eau résiduaires, eau de mer. 8^{éme} éd, dunod, pp1383.

[51] Du Chaufour. P; 1997. Abrégé de pédologie: sol, végétation et environnement.5é Edition, masson.

[52] Rodier ; 1984. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8éme Edition, dunod, Paris, 1383p.

[53] Guetaf. A ; 2008. Aspects chimiques de la Seybouse : apports en azote et phosphore et matières organiques. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister université Badji Mokhtar, Annaba. 38p.

[54] Unep/map/medpol ;2004. Guidelines on environmental inspection systems for mediterrane and region. MAP technical reports series N°149.

[55] American public health association, American water works association, water environment federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21e edition, 2005, 3500-Cr B.

[56] Degrémont ; 2001. . mémonto technique de l'eau, version électronique.

[57] Dewailly et al ; 1991. Vandervelde T, Declerck C, Chevalier L, Lahoute C ; 1991. Baignade en mer et d'épidémiologie et de santé publique. P39 : 417-419.