

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Republique Algerienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -

Université Med -Seddik Benyahia - Jijel

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des Sciences de l'Environnement

et des Sciences Agronomiques



كلية العلوم الطبيعة والحياة

قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option: Toxicologie de l'environnement

Thème

Contribution à l'étude de l'efficacité des procédés de traitement des eaux usées dans la station d'épuration

d'El-Rabta de la ville de Jijel

Jury de soutenance :

Président: Mr Krika A.

Examinateur :Mr Roula S.

Encadreur: Mr Mayache B.

Présenté par :

M^{elle} Laouici khadidja

M^{elle} Salhi Rahima

Session : Juin 2015

numéro d'ordre :.....

Réaliser au laboratoire de la station d'épuration d'El-Rabta A- Jijel, et laboratoire de biologie de l'université de Jijel.

Remerciement

Nous remercions Dieu, le tout Puissant, le Miséricordieux, qui nous a donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.

Nos sincères remerciements à notre encadreur Dr MAAYACHE [Université de Jijel, qui accepter de nous diriger durant ce travail, et qui par ses conseils, ses orientations nous a été d'un grande apport dans la finalisation de notre mémoire.

Nous voudrions remercier les membres des jurys d'avoir acceptés l'examinassions de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier : le chef de la station d'épuration d'El-Rabta, Mr Riad ROUIBAH, M^{me} Zineb, M^{elle} Nadjma, ainsi que toute l'équipe de station.

Nous réservons une pensée spéciale à tous les enseignants de département « environnement et agronomie » qui ont su nous donner une formation didactique et appréciable durant tout notre cursus. Ce geste sera gravé à jamais dans nos mémoires.

Les remerciements ne seraient rien sans une mention particulière pour nos collègues de la dernière promotion (master II Éco toxicologie) et pour mes amies de longues dates. Merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble.

Enfin, nous remercions tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A Ma très chère mère qui ma toujours apportée son amour et son affection ;

A Mon père qui sacrifie beaucoup pour moi ;

Amon encadreur, Dr Mayache B ;

A mes très chers frères (Saïd, Mohammed) ;

Ames très chères sœurs : Assia, Nabila et Meriem qui comptent énormément pour moi ;

A tous mes autres proches ;

A toutes ma famille ;

A tous mes enseignants dès le primaire jusqu'à l'université ;

A mes camarades de la promo ;

A mes très chers amis et mes collègues ;

A tous les personnes qui m'ont soutenu et en courage tout au long de cette année ;

Je dédie ce travail

khadidja



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A Ma très chère mère qui ma toujours apportée son amour et son affection ;

A Mon père qui sacrifie beaucoup pour moi ;

Amon encadreur, Dr Mayache B ;

A mes très chers frères, Ahmed et Saadanne

Ames très chères sœurs : Samia, Hanane, Aycha, Halima, Hassiba, Mesaouda, mouna ;

A l'épousé de mes sœurs, mohammed et ayache ;

A mes neveu, Zaki, Doudo, Youssef et Aladin ;

A manière Amira ;

A tous mes enseignants dès le primaire jusqu'à l'université ;

A mes camarades de la promo ;

A mes très chers amis ,Halima, Zineb ,Micha ,Amira ,Khadidja et mes collègues ;

A tous les personnes qui m'ont soutenu et en courage tout au long de cette année ;

Je dédie ce travail

Rahima



Sommaire

sommaire

Liste des figures	i
Liste des tableaux	iii
Liste des abréviations	iv
Introduction	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

1- Définition.....	3
2- Origines des eaux usées	3
2-1 Les eaux usées domestiques	3
2-2 Les eaux industrielles.....	4
2-3 Les eaux pluviales.....	4
3- Les paramètres caractéristiques des eaux usées.....	4
3-1- Les paramètres organoleptiques.....	5
3-1-1 La couleur.....	5
3-1-2 L'odeur.....	5
3-2 Les paramètres physico-chimiques.....	5
3-2-1 La température.....	5
3-2-2 Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	5
3-2-3 La conductivité électrique (CE).....	6
3-2-4 La turbidité et les matières en suspension.....	6

3-2-5 Le carbone organique total (COT).....	7
3-2-6 La demande chimique en oxygène (DCO).....	7
3-2-7 Les substances nutritives.....	7
3-2-7-1 L'azote.....	7
3-2-7-2 Phosphore.....	8
3-2-7-3 Le potassium (K+).....	8
3-2-8 Les métaux lourds.....	8
3-3 Paramètres biologiques.....	9
3-3-1 La demande biologique en oxygène (DBO5).....	9
3-3-2 La biodégradabilité (K).....	9
3-4 Paramètres microbiologiques.....	10
3-4-1 - Microorganismes et parasites.....	10
3-4-1-1-les bactéries	10
3-4-1-2 - Les virus.....	10
3-4-1-3 - Les protozoaires	11
3-4-1-4- Les helminthes	11
4- Impacts des eaux usées sur la santé humain et l'environnement	11
4-1 Les impacts sur l'environnement	12
4-2 Impacts sur santé humain	12
5- La réutilisation des eaux usées.....	13
5-1 Domaines d'utilisation des eaux usées traitées.....	13

5-1-1 La réutilisation industrielle.....	13
5-1-2 La réutilisation en zone urbaine.....	14
5-1-3 La réutilisation agricole.....	14
5-1-4 La production d'eau potable.....	14

Chapitre II : Les procédés de traitement des eaux usées

1 - L'assainissement, de l'Antiquité à nos jours.....	15
2 - L'épuration des eaux usées en Algérie.....	15
3-Etapes de Traitement des eaux usées.....	15
3-1- Le prétraitement.....	16
3-2- Traitement primaire.....	17
3-2-1- Les traitements physico-chimiques.....	17
3-2-1-1 La décantation (processus physique).....	17
3-2-1-2 Flottation.....	17
3-2-1-3La décantation associée à l'utilisation d'un coagulant-floculant.....	18
3 -3- Le traitement secondaire.....	18
3-3 -1 Le traitement secondaire anaérobie.....	18
3-3 -2 Les traitements secondaires aérobies.....	19
3-3 -2-1 Les procédés aérobies à culture fixée.....	19
3-3 -2-2 Les procédés aérobies à culture libre.....	20
3- 4 Le traitement tertiaire.....	21
3-4-1 L'élimination de l'azote.....	21

3-4-2 L'élimination du phosphore.....	22
3-4 -3 La désinfection.....	22
4- Traitement des boues	24

Partie expérimentale

Chapitre III : Fonctionnement de la STEP d'El –Rabta

1-Présentation du site de travail (STEP El-Rabta).....	25
1-1 Situation géographique	25
1-2 Principe de fonctionnement	26
1-3 Description des procédés d'épuration des eaux usées au niveau de la STEP.....	28
1-4Les différentes installations (ouvrages) de système d'épuration de la STEP.....	28
A- Déversoir d'orage	28
B- Prétraitement	29
B-1 dégrilleur grossie.....	29
B-2 station de relevage.....	29
B-3 dégrilleur fin.....	30
B-4 Déssableur- déshuileur.....	30
C- Traitement biologique.....	31
C-1 Puits de contacte (ouvrage de répartition).....	31
C-2 bassins d'aération.....	31
D- décanteur secondaire.....	33
E- Désinfection.....	33

F- traitement des boues.....	34
F-1 poste de pompage des boues de recirculation et d'excès.....	34
F-2 épaisseur.....	35
F -3 Déshydratation des boues.....	35
F-4 stockage des boues.....	36
 Chapitre IV : matériels et méthodes	
1- Echantillonnage et analyse de l'eau.....	38
1-1 Echantillonnage et prélèvement des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'El- Rabta.....	38
1-2-Méthodes analytiques utilisées.....	39
1-2-1- Méthodes de détermination des caractères physicochimique des eaux usées de STEP El-Rabta.....	39
A- mesures sur terrain	39
B- l'analyse en laboratoire	40
B-1- Les matières en suspension.....	40
B-2- La demande biologique en oxygène.....	40
B-3- Les paramètres mesurés par spectrophotométrie.....	41
1-2-2- Dosage des métaux lourds.....	42
A-Préparation de l'eau pour le dosage des métaux lourds.....	42
B-Dosage des métaux lourds par le SAA.....	42
 Chapitre V : Résultats et discussion	
1 les paramètres physicochimiques.....	43

1-1 La température	43
1-2 Le pH	44
1-3 La conductivité électrique	46
1-4 la Matière en suspension	47
1-5 l'Azote totale.....	48
1-6 Ammonium (NH_4^+).....	59
1-7 Nitrite (NO_2^-).....	50
1-8 Nitrate (NO_3^-).....	51
1-9 Phosphore totale (PT).....	53
1-10 Demande chimique en oxygène (DCO)	53
1-11 Demande biologique en oxygène(DBO_5).....	54
1-12 Rapport de biodégradabilité (rapport DCO/ DBO_5).....	55
2 Les métaux lourds.....	57
2-1 Plomb.....	57
2-2 Cadmium.....	58
Conclusion générale	59
Références bibliographiques	61
Annexe	I

Liste des figures

Figure1 : situation géographique de la station d'épuration d'El-Rabta.....	25
Figure2 : schéma d'un traitement par boue activée	26
Figure3 : dégrilleur grossier.....	29
Figure4 : station de relevage	29
Figure5 : dégrilleur fin.....	30
Figure 6 : dégrilleur manuel.....	30
Figure7 : Désableur- déshuileur	30
Figure8 : ouvrage de répartition.....	31
Figures9 : bassins d'aération.....	33
Figure 10 : décanteur secondaire.....	33
Figure 11 : bassin de chloration.....	34
Figure12 : épaisseur.....	35
Figure13 : lit de séchage.....	36
Figure14 : filtre à bonde.....	36
Figure 15 : schéma des procédés de traitement des eaux usées au niveau de la STEP	37
Figure 16 : PH mètre	39
Figure 17 : conductimètre.....	39
Figure 18 : pompe à vide.....	40
Figure 19 : thermostatique cabinet.....	41
Figure 20 : Spectrophotomètre.....	41
Figure21 : variation de la température entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	43

Figure 22: variation de pH entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	44
Figure 23: variation de la conductivité électrique entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	45
Figure24 : variation de MES entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	46
Figure25 : variation de l'Azote totale entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	48
Figure 26: variation de (NH ⁺ ₄) entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	49
Figure27 : variation de nitrite entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	50
Figure28 : variation de nitrate (NO ⁻ ₃) entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	51
Figure 29: variation de PT entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	52
Figure30 : variation de la DCO entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	53
Figure31 : variation de la DBO5 entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	54
Figure32 : variation de la concentration de Pb entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	57
Figure 33: variation de la concentration cadmium entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).....	58

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractère de l'effluent déterminé par la valeur de K et la fraction de DBO_5	10
Tableau 2 :caractéristique de la STEP El Rabta.....	27
Tableau 3 : caractéristique de l'eau brute	27
Tableau 4 : les caractéristiques de l'eau épurée	28
Tableau 5 : coefficient de biodégradabilité.....	56

Liste des abréviations

% : pourcentage

[] : Concentration

°C : degré Celsius

AFNOR : Association Française de Normalisation

ANSES : Agence Nationale de Sécurité sanitaire alimentation, Environnement, travail

Cd : Cadmium

CE : Conductivité Electrique.

COT : carbone organique total

Cu : cuivre

DBO₅ : Demande Biochimique en oxygène pendant 5jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

EB : Eau brute

EH : équivalent par habitant

EP : Eau épurée

ERU : Eaux résiduaires urbaines

FAO : Food and Agriculture Organisation

Fig : figure

g/l : gramme par litre

g/m³ : gramme par mètre cube

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Kg/j : kilogramme par jour

Km : kilomètre

M : mètre

M³ : mètre cube

M³/h : mètre cube par heure

M³/j : mètre cube par jour

MES : matière en suspension

mg/l : milligramme par litre

Mm : millimètre

MVS : matière volatils sèche

NH₃ : ammoniac

NH₄⁺ : ammonium

NK : Azote kjehldal

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrate

NT : azote totale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Pb : Plomb

PH : Potentielle hydrogène

PT : phosphore total

REUT : Réutilisation d'eaux usées traitées

SAA : Spectrophotométrie d'absorption atomique

STEP : Station d'épuration

T : température

Zn : zinc

Introduction

L'eau est le vecteur choisi par l'homme pour éliminer la majorité de ses déchets. Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnent lieu à la formation des eaux usées, présentes en différentes concentrations à l'état pur ou mélangé, par ailleurs, presque tous les processus industriels et artisanaux consomment de l'eau et rejettent des eaux résiduaires, les eaux usées brutes sont très concentrées en polluants et leur rejet dans le milieu naturel présente un risque sanitaire potentiel élevé (Koller, 2004).

En effet, ce rejet peut avoir des conséquences néfastes pour le milieu récepteur, en particulier pour les organismes vivants qu'il héberge, mais également pour l'homme et pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu (Frank, 2002).

Dans les pays développé comme dans les ceux en voie de développement, pour protéger la nature et les êtres vivants l'homme utilise différentes méthodes de traitement et d'épuration des eaux usées avant de les rejetés dans le milieu naturel.

Le traitement des eaux usées a pour objectif de réduire le niveau de contamination par les différents polluants (phosphates, nitrates, nitrites, métaux lourds et en micro-organismes) pour les rendre adéquats avec les normes de rejet ou utilisables en agriculture ou en industrie. Différentes méthodes sont utilisées telles que la méthode des boues activées, l'utilisation des algues fixatrices pour éliminer certains métaux lourds, méthodes de stockage et traitement suivies d'utilisation directe ou d'épandage dans la nature. Dans le traitement par boues activées, l'élimination de la charge polluante est assurée par les communautés de microorganismes de l'eau et des sédiments (algues et bactéries).

Dans les stations d'épuration, la pollution des eaux usées urbaines évaluée par la mesure des matières en suspension (MES, MVS, turbidité), de la pollution organique carbonée (DCO, DBO₅, COT), des différentes formes d'azote (NK, N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻) et des principales formes de phosphore (PT, ortho phosphates, polyphosphates), les hydrocarbures et certains métaux lourds (Pb, Zn, Cu, Cd...) pourront être aussi détectés et quantifiés. Comme les eaux résiduaires véhiculent de très nombreux micro-organismes, dont certains sont pathogènes, les analyses microbiologiques sont également des critères de pollution, notamment lorsque les eaux résiduaires, mixtes ou pluviales sont réutilisées (en irrigation par exemple) (Rodier *et al*, 2009).

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 aquatique. 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, sont la plus faible possible (Chellé et al, 2005).

Dans certaines villes côtières, les eaux usées domestiques sont déversées directement dans la mer tandis que dans d'autres elles sont collectées a un réseau unitaire est traitées dans des stations d'épuration est rejetées directement dans la mer comme dans notre cas.

La charge polluante des eaux déversées dans la mer dépend de l'efficacité des procédés de traitement et d'élimination.

Un des plus importants ouvrages d'épuration, la station d'épuration d'El-Rabta, de Jijel, qui reçoit les eaux usées de la ville de Jijel et de ses alentours.

L'objectif général de ce travail est de déterminer l'efficacité des procédés d'épuration des eaux usées à travers l'évaluation de certaines paramètres physicochimique de pollution, à savoir ; la T, le pH, la CE, la MES, MVS, PT, NT, $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, DBO, DCO, ainsi que la détermination de la concentration de certain métaux lourds (Pb, Cd...).

Ce travail est organisé en deux parties :

La première partie : présente une synthèse bibliographique constitué de deux chapitres, le premier chapitre dans lequel nous présentant un état de connaissances et des généralités sur les eaux usées et un seconde consacré aux procédés de traitement.

La deuxième partie : est expérimentale divisée en trois chapitre : Le troisième chapitre : est consacré à la description et le fonctionnement de stations d'épuration d'El-Rabta. Le quatrième chapitre : présente le matériel et les méthodes analytiques utilisées dans cette étude. Un cinquième et dernier chapitre qui est le plus important, présente tous les résultats obtenus représentés sous forme graphique, leur interprétation et discussion.

En fin une conclusion esquissée à partir des résultats et des analyses effectués ponctue ce mémoire.

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I

Généralité sur les eaux usées

1-Définition

Ramade (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (**Ramade, 2000**).

Les eaux usées sont toutes les eaux parvenant dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles agricoles et autre, englobe aussi les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations (**Bliefert et Perraud, 2001**), ces eaux sont des eaux chargées des polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine (**Franck, 2002**).

2- Origines des eaux usées

2- 1- Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent de :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provoquant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides), et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.
- Les eaux de buandier contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bains chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées (**Franck, 2002**).
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières organiques, constituent un tiers de la charge organique totale des eaux usées domestiques elles représentent la nuisance la plus importante. Ceci est dû à la présence d'une charge bactérienne, qui se trouve sur un support propice à sa survie et une teneur élevée en azote organique et ammoniacal (**Roland, 2010**).

2-2- Eaux industrielles

La composition des eaux usées industrielles est liée au type d'industrie implantée dans la commune ; la quantité de pollution est parfois très importante. Elle peut être organique, minérale ou toxique selon l'activité de l'industrie (**Franck, 2002**), les eaux usées industriels peuvent être traitées vers les systèmes d'égouts domestiques, si elles sont libérées dans le réseau d'égouts domestiques (**Michiel et al, 2006**)

2-3- Eaux pluviales

Ce sont des eaux de ruissellements qui se forment après une précipitation, elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie, par deux mécanismes :

- Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées.
- Les déchets solides ou liquides déposés par temps sec sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent.

Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec en plus des métaux lourds et des toxiques (plomb, zinc, hydrocarbures) provenant essentiellement de la circulation automobile. Lors d'importantes précipitations, les eaux pluviales peuvent arriver en grande quantité au niveau de la station d'épuration (**Franck, 2002**).

3-Les paramètres caractéristiques des eaux usées

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite d'analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et bactériologiques, Ces analyses sont réalisées par des méthodes dont les protocoles sont bien définis.

La composition des eaux usées 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 micro-organismes (**Baumont et al, 2005**).

Les différents paramètres caractéristiques des eaux usées sont :

3-1-Les paramètres organoleptiques

3-1-1-La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 μm . Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier et al, 2009).

3-1-2-L'odeur

En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition, Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire, L'examen doit être pratiqué le plus rapidement possible après le prélèvement. L'échantillon peut éventuellement être conservé à 4 ou 2 °C, en évitant toute mise en contact avec des odeurs étrangères, le temps de stockage ne doit pas dépasser 72 heures (Rodier et al, 2009).

3-2- Les paramètres physico-chimiques

3-2-1-La température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 °C.

La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3° C s'avèrent souvent néfastes (Villers et al, 2005).

3-2-2-Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides)

augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (Villers *et al*, 2005).

3-2-3-La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms/ m) à 20 °C.

L'estimation de la quantité totale de matières dissout est peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations important en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements des eaux usées (Villers *et al*, 2005).

3-2-4-La turbidité et les matières en suspension

La turbidité d'eau est due à la particule en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, l'appréciation de l'abondance de ces particules mesure sont degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier, 1996).

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessité sur le terrain ou au laboratoire. Il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement.

De toute façon, les échantillons doivent être agités vigoureusement avant la mesure. En raison des caractéristiques propres aux matières en suspension, telle que la taille, la forme, la couleur, etc. Les difficultés de comparaison sont évidentes, il en est de même si l'on veut rapprocher les mesures de matières en suspension (Rodier *et al*, 2009).

3-2-5-Le 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) (Rodier, 1996).

3-2-6-La demande chimique en oxygène (DCO)

Selon Bliefert et Perraud (2001). Il s'agit de la quantité d'oxygène (en mg/l ou autres) qui est nécessaire pour oxyder principalement les composés organiques présent dans l'eau. Les substances qui se trouvent dans l'eau sont traités chimiquement dans des conditions d'oxydation très sévères. De façon à estimer aussi celles qui sont difficilement dégradables biologiquement, comme les composés organiques chloré (Bliefert et Perraud, 2001).

3-2-7-Les substances nutritives

Les éléments les plus fréquents dans les eaux usées sont l'azote, le phosphore et parfois le potassium, le zinc. Ces éléments se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables que ce soit, dans les eaux usées épurées ou brutes. En outre, la présence de matière organique sous différentes formes dans l'eau usée (solides en suspension, éléments colloïdaux et matières dissoutes) peut, par son effet à long terme sur la fertilité du sol, contribuer également à la stabilité structurale du sol (FAO, 2003).

3-2-7-1-L'azote

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique, azote ammoniacal (ammoniac NH_3 , ion ammonium NH_4^+), nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-) (Koller, 2004), La somme des concentrations d'azote sous l'ensemble des diverses formes est appelé azote total (OMS, 2012).

La principale source d'azote dans une eau résiduaire domestique est donc d'urine dont les principaux constituants azotés sont :

- Urée : 25 g/l.
- Créatinine : 1,5 g/l.
- Acide urique : 0,6g/l.

- Azote ammoniacal : 0,6g/l.
- Azote indéterminé : 0,6g/l.
- Sucres azotés : Traces.

L'azote ammoniacal constitue l'apport essentiel de l'azote dans les effluents de station d'épuration (**Roland, 2010**).

La transformation de l'azote organique en azote minéral s'effectue par la nitrification par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes :

- N organique à NH_4^+ : ammonification.
- NH_4^+ à NO_2^- : nitrification par *Nitrosomonas*.
- NO_2^- à NO_3^- : nitrification par *Nitrobacter* (**Chellé et al, 2005**).

3-2-7-2-Le phosphore

Le phosphore existe sous forme minérale ou organique, à l'heure actuelle, leur présence dans les eaux est essentiellement due aux rejets anthropiques, domestiques (polyphosphates des détergents), agricole (engrais, pesticides), voir industriels, la présence de phosphore dans les eaux souterraines est généralement un indice de pollution (**Savary, 2010**).

3-2-7-3-Le potassium (K^+)

Le potassium est un macronutriment présent à forte concentration dans les sols (3 % de la lithosphère), mais il n'est pas biodisponible, car il est lié à d'autres composés. Il doit donc être ajouté dans les sols par le biais des engrais. Les eaux usées contiennent de faibles concentrations de potassium, insuffisantes pour couvrir la demande théorique en cet élément. L'utilisation d'eaux usées en agriculture n'entraîne normalement pas d'impact négatif sur l'environnement lié à l'apport de potassium (**OMS, 2012**).

3-2-8-Les métaux lourds

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium,

molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces, mais deviennent généralement toxiques au-delà d'une certaine concentration (Amorce, 2012).

Leur origine est multiple : ils proviennent « des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseau unitaire, des activités de service (santé, automobile) et éventuellement de rejets industriels » (Cauchi, 1996).

3-3-Paramètres biologiques

3-3-1-La demande biologique en oxygène (DBO₅)

Elle représente la quantité d'oxygène consommée par l'eau usée pendant une certaine durée, elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation, et avec l'intervention des bactéries, les matières organiques de l'eau usée (Gaïd, 1984).

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

3-3-2-La biodégradabilité (K)

Le rapport de biodégradabilité K est défini par DCO/DBO₅, il représente la fraction de la DCO qui est biodégradable, la valeur de K permet de déterminer le type de l'effluent étudié (tableau 1), certains auteurs préfèrent employer le rapport DBO₅/DCO qui indique directement la fraction de DBO₅ en pourcentages.

Tableau1 : Caractère de l'effluent déterminé par la valeur de K et la fraction de DBO₅ (Cardot, 2010).

Valeur de K	Fraction de la DBO ₅	Caractère de l'effluent
1,5	66,7%	Spontanément biodégradable
2 à 3	33 à 50%	Biodégradable effluent urbain
Supérieur à 5	<20%	Non biodégradable effluent industriel

3-4-Paramètres microbiologiques

3-4-1-Les microorganismes et les parasites

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 : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.

3-4-1-1-les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g (Asano, 1998). La majorité de ces bactéries ne sont pas pathogènes. Cependant, chez un hôte infecté, le nombre de bactéries pathogènes peut être très important.

Les eaux usées contiennent en moyenne 10⁷ à 10⁸ bactéries/l. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10⁴/l (Faby et Brissaud, 1997). Le nombre de germes peut être multiplié par 1 000 dans les eaux de rivières après un rejet urbain.

3-4-1-2-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 représentent une forme de pollution biologique véhiculée par

les eaux usées .Dans une station d'épuration, le traitement biologique d'un effluent contaminé entraîne une réduction de la charge virale (**Benyahya et al, 1998**).

Parmi les principaux virus que l'on peut trouver dans les eaux usées Virus de l'hépatite A, Virus de l'hépatite E, Rotavirus, Virus de Norwalk, Adénovirus, Entérovirus (Paralysie, méningite, fièvre,) (**Louis, 2000**).

3-4-1-3-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 vital une forme de résistance, appelée kyste qui peut être véhiculé par les eaux résiduaires. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (**Baumont et al, 2005**).

3- 4-1-4-Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ œufs/l (**Baumont et al, 2005**).

4-Les impactes des eaux usées sur la santé humaine et l'environnement

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

De fait de cette charge polluante ,il est important d'épurer ces eaux ,au niveau de stations d'épuration ,avant de les rejeter dans l'environnement ou le milieu récepteur .En effet, ce rejet peut avoir des conséquences néfastes pour le milieu récepteur , en particulier pour les organismes vivants qu'il héberge, mais également l'Homme ou pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu (**Frank, 2002**).

4-1-Les impacts sur l'environnement

L'impact des eaux usées sur l'environnement se manifeste essentiellement par le phénomène de :

❖ L'eutrophisation

Ce mot signifie « bien nourri » ou l'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs notamment des composés de l'azote et/ou du phosphore provoquant un développement accéléré des algues et des végétaux d'espèces supérieures qui entraîne une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau en question (Ramade, 2000).

Les rejets d'eau usée dans le milieu naturel ou milieu marin produisent régulièrement des développements d'algues toxiques. Les principaux impacts de l'eutrophisation sont la diminution de la biodiversité et l'altération de la qualité de l'eau, avec des effets potentiellement négatifs pour le tourisme. Ainsi les modifications de température de pH perturbent le développement normal de la faune et de la flore, le rejet de matière organique entraîne une sur consommation d'oxygène par les microorganismes d'autant les poissons, les matières en suspensions conduisent aussi au colmatage des branchies des poissons (Ramade, 1998).

4-2-Les impacts sur santé humain

La plupart des bactéries pathogènes et des autres microbes se trouvent dans la nature peuvent être transmises directement par l'eau ou indirectement par les objets ou les aliments souillés par cette eau.

Selon leur origine on peut distinguer deux groupes de maladies :

➤ Les maladies d'origine bactériennes

- fièvres typhoïdes et paratyphoïdes qui dues à des salmonelles *salmonella typhi* et *partyphi* A, B, et C elles sont caractérisées par de la fièvre céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (Roland, 2010).
- gastroentérite aigue et diarrhées causer par *Escherichia coli* qui une bactérienne saprophyte de tube digestif de l'homme et des animaux qu'elle envahit dès les premières heures de la vie elle se multiplie par milliards dans la matière fécale leur extrême abondance et leur

résistance dans l'eau sont-elles que ces bactéries ont été retenue comme germe test des contaminations par matière fécale des eaux (Roland, 2010).

➤ **Les maladies d'origine parasitaires**

- la dysenterie amibienne causée par l'amibe *Entamoeba histolytica*.
 - les crampes abdominales nausées et diarrhée causée par *giardia lamblia*.
 - **hépatite A** (hépatite infectieuse) : provoquée par un virus de la famille des picornaviridae (Roland, 2010).
- Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre, Présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradable, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leurs natures, pathologies qui peuvent être très graves, voir mortelles.

5-La réutilisation des eaux usées traité (REUT)

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages (Hannachi et al, 2014).

Les eaux usées sont récupérées en sortie de station d'épuration, au lieu d'être normalement restituées dans les cours d'eau Afin de réutiliser.

5-1-Domain d'utilisation des eaux usée traité

La réutilisation des eaux usées peut s'appliquer à une large variété d'usages, Les principaux Domain de réutilisation des eaux usées sont :

5-1-1-La réutilisation industrielle

Parmi les activités industrielles, la production d'énergie, La réutilisation industrielle peut donc être intéressante dans les secteurs de l'énergie.

Les eaux épurées utilisée aussi dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs (Condom et al, 2012).

5-1-2-La réutilisation en zone urbaine

Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses :

L'arrosage de parcs, d'espaces verts, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux.

- les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance.
- les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles.
- le lavage des rues et des marchés, réservoirs anti-incendie (**Agence Française de développement, 2011**).

5-1-3-La réutilisation agricole

La réutilisation d'eaux usées traitées (REUT) pour l'irrigation de cultures ou l'arrosage d'espaces verts présente un intérêt vis-à-vis de la préservation de la ressource en eau, notamment en cas de conditions climatiques défavorables (période de sécheresse prolongée) ou dans des zones de faible disponibilité des ressources en eau. Les conditions de REUT doivent être encadrées réglementairement afin de prévenir les risques sanitaires liés à cette pratique. En effet, les eaux résiduaires urbaines, même traitées par une station d'épuration (STEP), contiennent divers micro-organismes pathogènes et des éléments organiques et minéraux potentiellement toxiques (**Agence Nationale de Sécurité sanitaire alimentation, Environnement, travail, 2012**).

5-1-4-La production d'eau potable

Pour la production d'eau potable, il faut une épuration performante des eaux usées suivie d'un traitement de potabilisation adapté à la composition de l'effluent : abattement des teneurs en molécules organiques (notamment pesticides), élimination complète des bactéries et virus, si nécessaire réduction des teneurs en métaux indésirables ou toxiques (**Gérard et Jacques, 2000**).

CHAPITRE II

Les procédés de traitement des eaux usées

1-L'assainissement, de l'Antiquité à nos jours

De nos jours l'assainissement des eaux usées domestiques et industrielles est perçu comme une évidence, aussi bien pour la protection de notre santé que pour la préservation de l'eau en tant qu'écosystème. La collecte et le traitement des eaux usées ont suivi, à la fois, le mode de vie des sociétés au fil de l'histoire, mais également les découvertes scientifiques. D'un point de vue historique la croissance démographique et le développement des villes ont imposé la nécessité de fournir aux citoyens une eau saine de « bonne qualité ». La protection de la santé publique a fait l'objet de nombreux efforts, avec notamment la dépollution des eaux usées, depuis plusieurs générations.

Scientifiquement, la prise de conscience des problèmes de santé publique et la compréhension des causes d'épidémies, telles que le choléra, la peste et le typhus, ont entraîné la construction d'infrastructures et le développement de procédés, de plus en plus sophistiqués, permettant de mettre un terme à ces problèmes (**Le hyaric, 2009**).

2-L'épuration des eaux usées en Algérie

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement, comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration. En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées. Le volume annuel des eaux usées est estimé à 600 millions de m³, dont quelques 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants (**Hartani, 2004**).

3-Etapes de Traitement des eaux usées

Aujourd'hui, les usines de traitements des eaux usées sont devenues des usines de dépollution, compactes, couvertes, désodorisées, automatisées, elle mettent en œuvre des traitements de plus en plus performants, capables d'éliminer à la fois la pollution carbonées, l'azote et le phosphore .ces usines sont dimensionnées pour traiter une certain charge de pollution et assurer un rejet conforme à l'arrêté préfectoral d'autorisation.

De l'entrée de l'usine jusqu'au rejet dans le milieu naturelles différents étapes du traitement des eaux usées sont les suivantes

3-1- Le prétraitement

Le prétraitement vise à l'élimination des matières solides, des sables, et des matières minérales par dégrillage, décantation et filtration rapides, ainsi que des graisses par surnage (Jean, 2014), le prétraitement destiner à préparer l'effluent au traitement biologique ultérieur.

➤ Dégrillage

A l'arrivée, l'eau usées en provenance des égouts passe entre les barreaux métalliques d'une grille (ou d'un tamis) qui retiennent les déchets volumineux (papiers, feuilles, matières plastiques, objets divers) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompe (INRS, 2004).

➤ Le dessablage

Cette opération permet de séparer par sédimentation les eaux usées des graviers, sables et autres particules minérales plus ou moins fines susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement des conduite, des bassins...), le dessablage ne concerne que les particules de diamètre supérieur ou égal à 200 micromètre. Les particules de diamètre inférieur seront «récupérées» par décantation ultérieur (Altmeyer et al, 1990).

➤ Dégraissage déshuilage

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses et leurs quantités s'estime par la mesure des « matières extractibles par solvants ». La teneur des eaux usées en matières extractibles est de l'ordre de 30 à 75 mg/L. Néanmoins, certains rejets industriels (abattoirs, laiteries...) peuvent élever ces valeurs à 300-350 mg/L.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules graisses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération. Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 min. Le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 m³ par mètre cube d'eau et par heure (Gaïd, 1993).

3-2-Traitement primaire

Il consiste en un simple filtrage et une décantation des déchets solides et en suspension, il est trop souvent. Aujourd'hui encore, le seul type de traitement effectué pour épurer les eaux résiduaires des grandes cités littorales (**Ramade, 2000**) ce traitement donc essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et d'une partie de la pollution organique sous forme particulaire (de l'ordre de 65 à 80% de la DCO avec un traitement physicochimique) (**Frank, 2002**), l'effluent ayant subi ce type de traitement étant ensuite directement déversé en mer (**Ramade, 2000**).

3-2-1-Les traitements physico-chimiques

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique et a pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables. Trois voies de traitement sont possibles :

3-2-1-1-La décantation (processus physique)

La décantation est la séparation de l'eau et des flocons par décantation dans un décanteur. Les flocons ainsi récupérés (boues) sont récupérées et sont dirigées à l'aide de pompes : Soit vers un épaisseur où elles subissent une pré-déshydratation. (L'épaisseur sert également de stockage) ; soit vers la floculation pour maintenir une concentration suffisante en boues (**Generet et al, 2005**).

3-2-1-2-Flottation

Méthode se servant d'eau préalablement floculées :

Les floes seront maintenus en surface de bassin grâce à des bulles d'air (ou de gaz) issues d'une eau pressurisée et détendue.

L'ensemble particule bulle, ayant une densité inférieure à celle de l'eau, va migrer en surface du bassin de stockage (éliminer ensuite par raclage automatique) (**Méot et Alamy, 1990**), Les principaux inconvénients de cette technique sont les coûts d'exploitation élevés à cause d'une forte consommation énergétique et son fonctionnement délicat, ce procédé est donc réservé principalement aux grandes stations (**Amorce, 2012**).

3-2-1-3-La décantation associée à l'utilisation d'un coagulant-floculant (voie physicochimique)

Le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de floccs plus gros.

Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des matières en suspension pouvant atteindre 90 % et de la demande biochimique en oxygène de l'ordre de 35 % (Cardot, 2010).

La coagulation se fait par une injection de chlorure ferrique (coagulant) permet de coaguler chimiquement les matières en suspension, notons que le coagulant est injecté au niveau des dessaleurs (Generet et al, 2005).

3-3-Le traitement secondaire

Les systèmes de traitement secondaire, qui interviennent après le traitement primaire, sont des procédés de traitement biologique, couplés à une séparation solide/liquide. Les procédés biologiques sont conçus pour fournir une bio-oxydation efficace des substrats organiques dissous ou en suspension dans les eaux usées.

Bien que les systèmes de traitement secondaire soient conçus principalement pour éliminer la DBO, les matières solides en suspension et souvent les nutriments (azote et phosphore), ils peuvent, après une optimisation de leurs performances, réduire les agents pathogènes viraux et bactériens (OMS, 2012)

3-3-1-Le traitement secondaire anaérobie

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂.

Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie, c'est une opération délicate qui demande une surveillance importante, en effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols (Metahri, 2012).

3-3-2-Les traitements secondaires aérobies

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène, on distingue cinq méthodes essentielles :

3-3-2-1-Les procédés aérobies à culture fixée

Sont fait essentiellement par :

a) Lit bactérienne

Dans un lit bactérienne, l'eau à traiter ruisselle sur une masse de matériau de surface spécifique comprise entre 50 et 200m²/m³ servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film plus ou moins épais, une aération est pratiquée à contre-courant, le plus souvent par tirage naturelle, parfois par aération forcée. Régulièrement, on observe un détachement locale du biofilm qui met à nu une partie de la surface du support qui est recoloniser, on procède à des entrainements par lavage périodique a ce stade, on constate que la pollution de la phase liquide est transférée ver la phase boues (**Koller, 2004**).

b) Biofiltre

Les premières stations d'épuration à biofiltres sont apparues dans les années1970 mais leur grand développement pour le traitement des eaux usées urbaines s'est fait dans la dernière décennie (**Ballay et Blais, 1998**).

Le développement actuel de cette technique vis à réaliser simultanément, dans le même ouvrage la réaction biologique de dégradation de la pollution par la biomasse épuratrice et la clarification par filtration de l'effluent traité. Elle ne comporte donc pas de clarification finale par décantation.

L'ouvrage se présente comme un filtre garni en matériaux de granulométrie suffisamment faible (charbons minéraux, matériaux naturels, argile)pour obtenir un effet de filtration efficace .le matériaux sert simultanément de support à la biomasse de type fixé que l'on maintient dans des condition aérobie dans le filtre dans un tel système, la croisement de la biomasse et des matières en suspension de l'effluent à traité, retenue dans le matériaux, vont colmater progressivement le lit(**Koller, 2004**).

c) Les biodisques (Disques biologiques)

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants, les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée, il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer : de la fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation du support sur l'axe), du dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes) (Perera et Baudot, 2001).

3-3 -2-2-Les procédés aérobies à culture libre

a) Le lagunage

L'épuration biologique est assurée par les microorganismes se développant dans le milieu grâce à l'oxygène de la photosynthèse des algues (lagunage naturel) ; le cas échéant, par aération artificielle : lagunage aéré par l'insufflation d'air, ce procédé permet également la stabilité des boues produites, en raison de sa simplicité d'exploitation et de son efficacité, cette technique connaît un essor important dans les pays en voie de développement et également en Europe, pour le traitement des eaux usées des communes rurales (Altmeyer et al, 1990).

- **Lagunage naturel**

Ce sont des bassins artificiels et imperméabilisés de faible profondeur peuvent recevoir des effluents bruts ou prétraités et où la recirculation des boues biologiques décantées n'est pas réalisée, et la concentration de la biomasse épuratrice reste faible. Alimentées d'effluents à traiter, les lagunes naturelles sont nommées étang de stabilisation (Koller, 2004), la grande différence par rapport au lagunage aéré se trouve au niveau de l'abattement de l'azote et du phosphore des effluents :

- Réduction de 70 à 90% des teneurs en azote.
- Réduction de 80 à 90% de teneurs en phosphore.

Ce procédé est surtout utilisé pour les eaux de petite collectivité et présente l'inconvénient d'avoir un temps de séjour des eaux de 30 à 60 jours (Méot et Alamy, 1990).

- **Le lagunage aéré**

Il s'agit d'un procédé simple à réaliser, rapide (5 à 15 jours de temps de séjour) et assez fiable car peu sensible aux variations de flux des effluents.

L'aération forcée se fait par des aérateurs de surface (turbines flottantes ou fixes) mécaniques ou à diffuseur.

On obtient classiquement un abattement de :

- 80 à 95% de DBO5.
- 30% de l'azote.
- 75% de MES (**Méot et Alamy, 1990**).

Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale (**Koller, 2004**).

- b) Les boues activées**

Procédé par boue activé est encore appelé système à cultures libres, car les micro-organismes épurateurs flottent librement dans les effluent.

Un dispositif de brassage permet un mélange homogène floc bactérien-eaux usées, l'apport d'oxygène nécessaire aux bactéries est assuré par le brassage de l'eau, permettant la dissolution de l'oxygène atmosphérique dans l'eau et/ou par adjonction d'oxygène pur, après un temps de contact suffisant, l'effluent épuré est séparé des micro-organismes par décantation (**Altmeyer et al, 1990**).

3- 4-Le traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires (**Franck, 2002**).

3-4-1-L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification-dénitrification. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, mais ces traitement ne sont pas utilisés

dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût (**Franck, 2002**).

3-4-2 L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou « déphosphatation », peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de déphosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées), dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis (**Frank, 2002**).

3-4-3-La désinfection

La désinfection est un traitement visant à éliminer les microorganismes pathogènes bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout en y maintenant un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes dans les réseaux de distribution (**Cardot, 2010**).

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) (**Franck, 2002**), ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par :

- **Le chlore** : est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes, les quantités de chlore nécessaires au contrôle des microorganismes ainsi que la fréquence et la durée des applications requises varient selon le type d'utilisation et les conditions du milieu, les quantités de chlore nécessaires diminuent avec la diminution du pH de l'eau, car le pouvoir oxydant du chlore augmente lorsque le pH diminue, le traitement au chlore est plus efficace lorsque les conditions sont acides (**Boudreau et al, 2009**).

- **L'ozone** : l'ozone est un oxydant puissant réputé pour ses performances bactéricides et virucides. De plus, il ne semble pas générer des sous-produits toxiques pour le milieu récepteur et aucune reviviscence de germes après traitement n'a été décrite.

Sur le plan technologique, l'hydraulique du réacteur, où l'ozone est injecté à contre-courant, est le critère fondamental. Une filtration préalable de l'effluent est aussi souhaitable.

Malgré son efficacité, ce procédé est peu utilisé, principalement pour des raisons économiques. Son champ d'application paraît limité à des installations de grande capacité (Cabillic *et al*, 1995).

Ou physique par :

- **Les rayons ultraviolets** : qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux micro-organismes. 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 (Baumont *et al*, 2005).

- **La filtration** : La filtration est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre.

Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension.

- **L'infiltration-percolation** : Cette technique consiste à infiltrer l'effluent épuré dans le sol, à vitesse lente, au travers d'un massif sableux, naturel ou rapporté, réparti en plusieurs bassins. Dans la plupart des cas, le rejet ne rejoint pas le milieu hydraulique superficiel. C'est pourquoi, le procédé ne peut pas être vraiment regardé comme un procédé de désinfection avec le lagunage, il occupe donc une place originale dans l'inventaire des dispositifs permettant de traiter une source de contamination microbiologique, sa particularité étant d'éviter un rejet, sinon de le réduire.

Des expérimentations récentes ont permis de mieux en connaître les critères de mise en œuvre, les performances et les limites, les effluents étant préalablement épurés par voie biologique (Cabillic *et al*, 1995).

- **La filtration sur membrane :** Les membranes d'ultrafiltration n'ont aucun pouvoir destructeur, mais assurent la rétention des micro-organismes sur le filtre, en créant une barrière physique. Leur efficacité, liée au pouvoir de coupure de la membrane, est reconnue et peut atteindre 100 % de rétention en ultrafiltration sur des eaux superficielles destinées à la consommation.

La fiabilité du système dépend beaucoup de l'intégrité du module de filtration qui est difficile à contrôler en continu par un mécanisme simple. La rupture de fibres peut provoquer une chute brutale et importante du rendement sans qu'il soit possible de la détecter en temps réel, Sur des eaux ou des effluents concentrés en colloïdes et matières organiques, la fréquence des rétrolavages pourrait aussi constituer un handicap à la généralisation de ces nouvelles techniques.

(Cabillic et al ,1995).

4-Traitement des boues

Les boues provenant des différentes étapes de traitement contiennent des microorganismes (boues biologiques), des matières en suspension (boues physico- chimiques) et surtout beaucoup d'eau. Avant d'être évacuées, elles vont donc être traitées en vue de les stabiliser et de les déshydrater.

L'ensemble du traitement des boues est regroupé dans un bâtiment fermé et raccordé à l'unité de désodorisation. Il est situé à proximité immédiate de cette unité de désodorisation.

Les boues biologiques subissent d'abord une pré-déshydratation. Pour ce faire, un polymère (molécule chimique) est ajouté afin de favoriser l'agglutination de la boue et faciliter sa séparation de l'eau. Le mélange boue-polymère passe alors sur une table d'égouttage. Les boues ainsi pré-déshydratées sont stockées dans une cuve.

Ensuite, les boues biologiques pré-déshydratées et les boues physico-chimiques épaissies sont filtrées sur des filtres-presses. Les boues qui ont été pressées sont stockées dans des conteneurs de 15 m³ (les 8 conteneurs à boues sont situés dans un même hall de stockage). Ce qui est récupéré des filtres est réinjecté dans la filière « temps sec » juste après les dessableurs-déshuileurs. Ces boues sont ensuite évacuées par camion **(Generet et al, 2005).**

Partie expérimentale

CHAPITRE III

Fonctionnement de la station d'épuration d'EI- RABTA

1-Présentation du site de travail (STEP El-Rabta)

1-1-Situation géographique

La station d'épuration des eaux usées de la wilaya de Jijel « El-Rabta » est construite en 2008 par WABAG et COCIDER, elle s'étale sur une superficie d'environ 5.9 hectares et implantés dans la daïra de Jijel à la sortie ouest de la ville à 2 km du chef lieu de la wilaya, dans la région El-Rabta (Ramlete Zouwaya). Cette station est destinée au traitement des eaux usées d'origine domestique de la ville de Jijel et ses alentours, la capacité de la station en première phase est de recevoir les eaux usées d'une population équivalente à 150.000 et à 250.000 en deuxième phase. Le choix du terrain est fait sur la base de l'éloignement et l'isolement de la population. Les eaux brutes arrivant à la station sont généralement d'origine domestique, ces rejets viennent via le réseau d'assainissement de la commune de Jijel. Les rejets des eaux épurées sont déversés dans la mer (Anonyme, 2008).

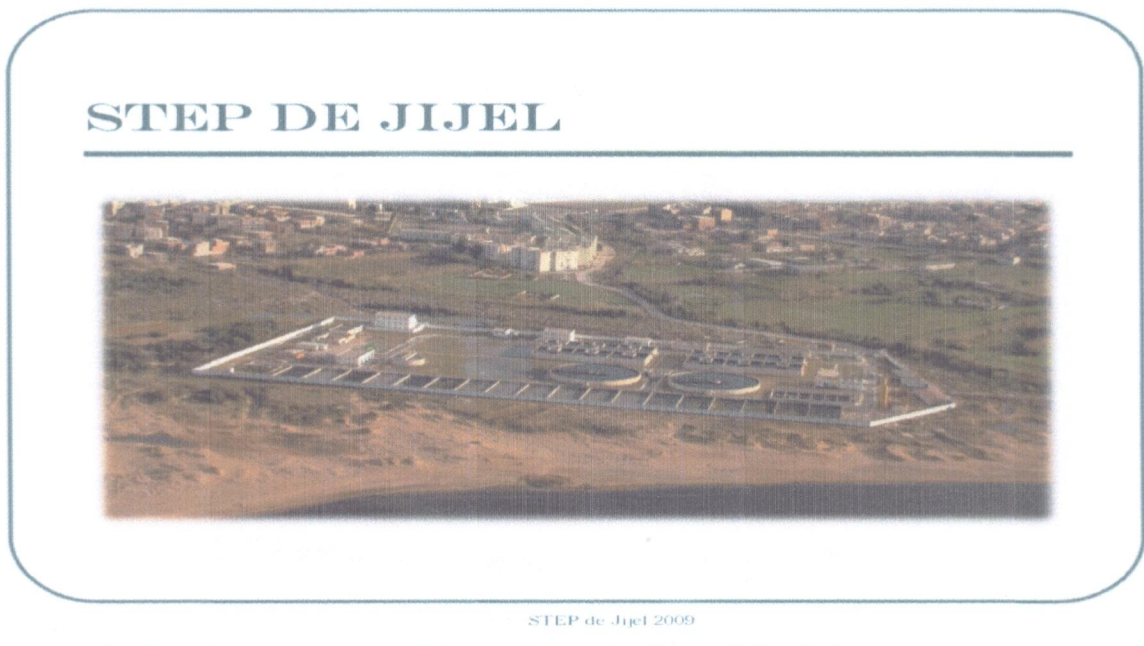


Figure 01 : situation géographique de la station d'épuration d'El-Rabta.

1-2-Principe de fonctionnement

La station fonctionne à un faible débit suivant le processus d'une aération prolongée à boue activées (fig.2), ce processus permet d'obtenir une bonne efficacité d'élimination de la DBO_5 et une stabilisation (minéralisation) des boues.

La stabilisation (minéralisation) des boues s'effectue dans le bassin d'aération, dans le traitement biologique des effluents, il fait généralement appel aux processus anaérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau, la dégradation génère de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et à ces manifestation, le procédé aérobie provoque le développement de bactérie qui par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et sont nourrisent (Anonyme, 2008).

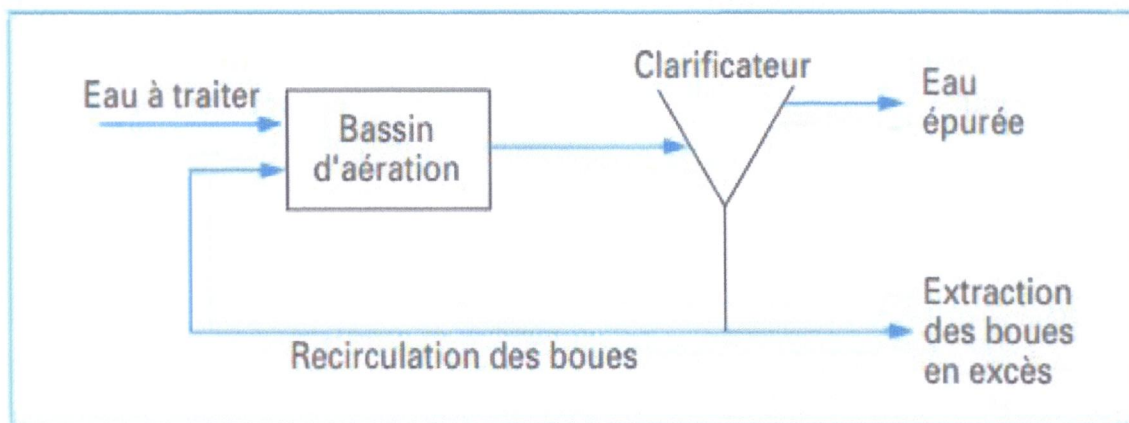


Figure 02 : schéma d'un traitement par boue activée (Gaïd, 1993).

Les effluents de type urbain essentiellement unitaire parviennent à cette unité par l'intermédiaire d'un réseau de type unitaire, les eaux collectées dans une bêche équipée des pompes immergées.

En terme de la charge hydraulique les caractéristiques de la station sont présentées dans le tableau ci dessous (tableau, 2) :

Tableau 02 : caractéristique de la STEP El-Rabta (Anonyme, 2008).

Paramètre	Unité	Valeur du paramètre	
		Phase 01	Phase 02
Nombre d'équivalent habitant	EH	150000	225000
Débit moyen rejeté	m ³ /j	30000	45000
Débit de pointe au temps sec	m ³ /h	1960	2940
Débit de pointe au temps de pluie	m ³ /h	3750	5625

En terme de la charge polluante (les concentrations) à l'entrée de la station, on peut définir les caractéristiques de l'eau brute comme suit (**tableau, 3**) :

Tableau 3 : caractéristique de l'eau brute (Anonyme, 2008).

Paramètre	Unité	Valeur de paramètre	
		Phase 01	Phase 02
[] de la DBO5	g/m ³	300	300
Charge massique	kg/j	9000	13000
[] de la DCO à l'entrée	g/m ³	600	600
Charge massique de la DCO à l'entrée	kg/j	18000	27000
[] de Azote Kjeldahl à l'entrée	g/m ³	55	55
Charge massique de NTK	kg/j	1650	2475
Charge massique de MES	kg/j	12000	15750

Les caractéristiques de l'eau épurée sont rassemblées dans le tableau suivant (**tableau, 4**) :

Tableau4 : les caractéristiques de l'eau épurée (Anonyme, 2008).

Paramètre	Unité	Valeur
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	60
MES	mg/l	30
pH		Compris entre 5.5 et 9

1-3-Description des procédés d'épuration des eaux usées au niveau de la station d'El-Rabta

Dans une station d'épuration, les eaux usées passent dans plusieurs dispositifs. Chaque dispositif est conçu pour extraire les différents polluants qui sont contenues dans les eaux usées.

La STEP d'El-Rabta comporte deux chaînes de traitement :

- La première chaîne pour l'eau qui rassemble : le prétraitement, traitement biologique à boues activées, décantation et désinfection.
- La deuxième chaîne pour le traitement des boues qui comporte, épaissement, déshydratation, et lis de séchage.

1-4-Les différentes installations (ouvrages) de système d'épuration de la station d'El-Rabta

A-Déversoir d'orage

Déversoir d'orage sera prévu à l'extérieur de la station, le rôle de cet ouvrage est la protection du système contre les surplus, des eaux usées. Les ouvrages hydrauliques seront dimensionnés pour un débit de 2500 m³/h pour la première phase, un débit à ne pas dépasser sous peine de dysfonctionnement de la station (**Anonyme, 2008**).

Les surplus des eaux brutes seront évacués dans une conduite vers l'oued chaabet ben achour pour finir à joindre la mer.

B-Prétraitement

B-1-Dégrilleur grossier

Il existe deux dégrilleur automatique assurant la rétention mécanique de déchets (papiers, fibres textiles, plastique,...) de dimension supérieur à 50mm (fig. 3).

Les matières de vidanges, sont stockées dans la fosse de dépotage construite en tête de la station et sont évacués en incinération.



Figure 03 : dégrilleur grossie

B-2-Station de relevage

Il existe quatre pompes dont une équipe d'un variateur de vitesse. La commande des quatre pompes s'effectue par une sonde installé en haut du puits, elles permettent de relever les eaux brutes admises dans la station pour les injectées dans le circuit du traitement (fig. 4).

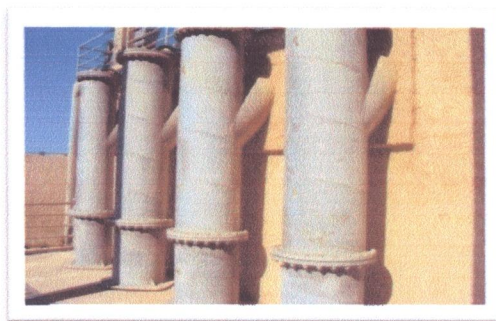


Figure 04 : Station de relevage

B-3-Dégrilleur fin

Il comporte trois dégrilleur, deux à fonctionnements automatiquement (fig.5) et l'un manuel (fig.6), déposées sur le même axe en communication hydraulique direct avec le déssableur déshuileurs, afin de retenir mécaniquement tous les petits corps étrangers de dimension supérieur à 10 mm, qui peuvent perturber le fonctionnement des installations, les déchets sont stockés et évacués pour l'incinération (Anonyme, 2008).



Figure 05 : dégrilleur fin



Figure 06 : dégrilleur manuel

B-4-Déssableur- déshuileur

Les eaux brutes dégrillées parviennent dans un ouvrage cylindro-conique (fig.7) permettant la séparation des graisses. Cette séparation s'effectue par injection d'air induisant une flottation de ces dernières et la séparation des sables par décantation.



Figure 07 : Déssableur- déshuileur

C-Traitement biologique

La STEP de El-Rabta utilise le procédé des boues activées qui consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme des flocons (boues activées) dans un bassin brassée et aéré (bassin d'aération), dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens avec l'eau usées (liqueur mixte), l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'air (Gaïd, 1993).

La zone de traitement biologique comporte deux ouvrage principales : les puits de contactes (l'ouvrage de répartition) (fig.8) et les bassins d'aération (fig.9).

C-1 Puits de contacte (ouvrage de répartition)

C'est un regard de faible volume, qui n'a pas un rôle de dépollution mais il est nécessaire pour assurer un mélange « intime » des eaux usées en provenance du prétraitement et les boues de retour afin d'éviter la prolifération d'algues filamenteuse (Anonyme, 2008).

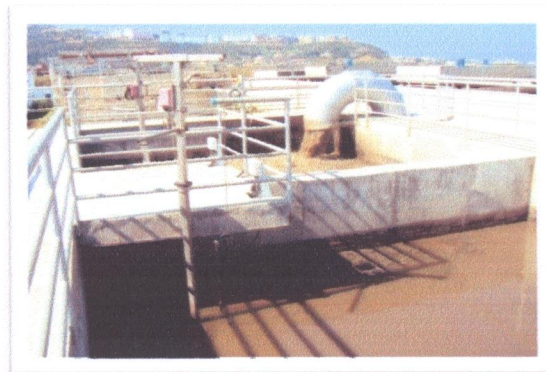


Figure 08 : Ouvrage de répartition

C-2 Bassins d'aération

La station d'épuration comporte deux bassins d'aération (fig. 9) de 27000 m³ équipés chacun de 6 aérateurs à vitesse rapide pour oxygénée l'eau, dans cet ouvrage il existe deux phases

➤ La phase d'aération

C'est la période de temps ou les aérateurs de surface sont en marche injections l'air dans les bassins, elle comporte deux opération prises en considération :

L'élimination de la charge carbonée : c'est un traitement qui élimine l'essentiel des agents polluant carbonés biodégradables par une biomasse épuratrice (bactéries, protozoaires).



La nitrification : c'est un traitement qui élimine ou transforme l'azote ammoniacal par bactéries nitrifiantes fixées sur matériaux filtrants (nitrosomonas et nitrobacter) en nitrate.

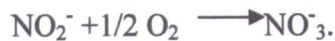
La nitrification s'effectue en deux étapes :

a) **la nitrification** : oxydation des ions ammonium en nitrites, selon la réaction suivant :



Cette réaction est due principalement aux bactéries du genre *Nitrosomonas*.

b) **la nitratisation** : oxydation de nitrite en nitrate, selon la réaction suivante :

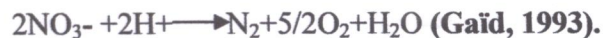


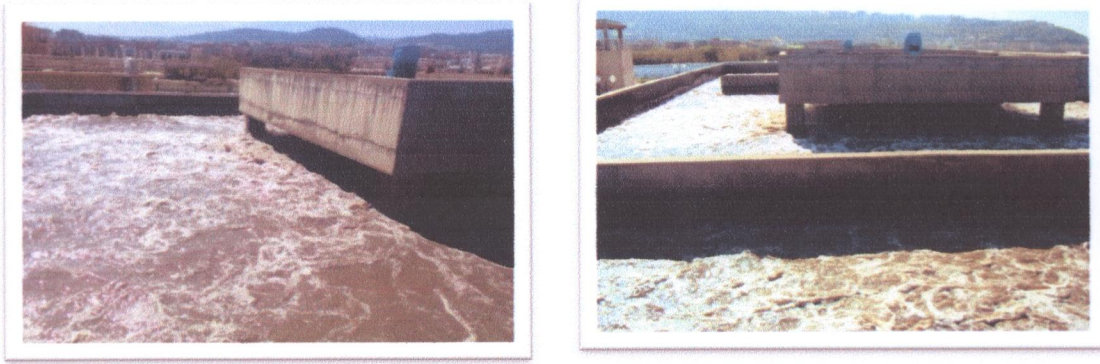
Cette réaction est due principalement aux bactéries *Nitrobacter*.

➤ La phase d'anoxie

C'est la période de temps où les aérateurs de surface sont en arrêt, elle comporte essentiellement la dénitrification, le traitement par lequel il y a réduction de la charge de NO_3^- par transformation en N_2 atmosphérique au moyen d'une source carbonée, elle est réalisée par les bactéries hétérotrophes (*Pseudomonas* dénitrifiant, ...) utilisant l'oxygène du NO_3^- comme accepteur final d'électrons.

La dénitrification se fait par la réaction suivante :





Figures 09 : Bassins d'aération

D- Décanteur secondaire

Il se trouve deux clarificateurs sous forme cylindro-conique équipées d'un racleur de surface pour les matières flottantes et un racleur de fond pour les boues, le rôle de la décantation secondaire est d'assurer une meilleure séparation de la biomasse par ailleurs un premier épaissement décanté (fig.10) (Anonyme, 2008).

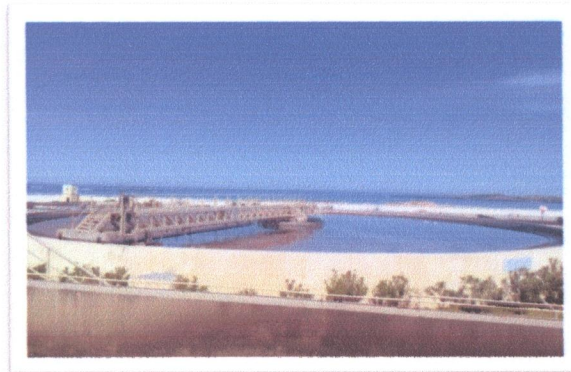


Figure 10 : Décanteur secondaire

E-Désinfection

Les eaux traitées sorties de décanteurs secondaires seront désinfectées, la désinfection des effluents a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger les zones sensibles (mer) et pour une éventuelle réutilisation dans le domaine agricole.

La désinfection se fait par l'injection de l'eau de javel (hypochlorite de sodium) ou le chlore gazeux à l'entrée du bassin de chloration (fig.11) afin de détruire les germes pathogènes, et donc obtenir une eau épurée à la sortie de la STEP qui devra correspondre à la norme exigée (Anonyme, 2008).

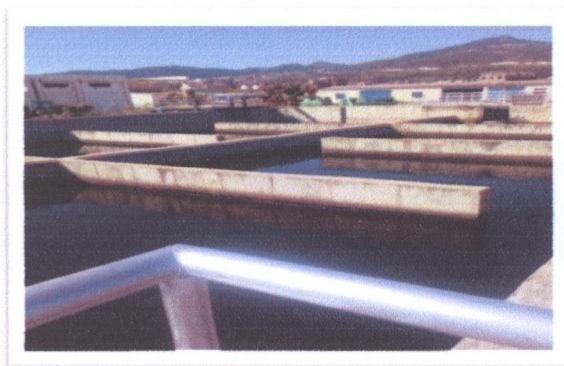


Figure 11 : bassin de chloration

F-Traitement des boues

F-1-poste de pompage des boues de recirculation et d'excès

a) Recirculation des boues

Pour assurer un traitement biologique efficace, il faut maintenir une concentration constante dans le bassin d'aération pour cela, il est nécessaire de recirculer une partie des boues qui sont extraites du décanteur secondaires vers l'entrée du bassin d'aération (boues recirculées).

Le débit des boues recirculées est tributaire du débit journalier arrivant sur la station, en règle générale, le volume recirculé ne dépasse pas deux fois le volume des eaux usées à traiter, En pratique l'exploitant aura à régler sa recirculation de manière à ce que le débit recirculé représente 100 à 200% du débit journalier d'eaux usées réellement admis et il peut même atteindre le débit de pointe à temps sec.

Les boues activées extraites du décanteur secondaire sont refoulées vers la tête des bassins aérés par trois pompes centrifuges immergées (dont une pompe de réserve) de capacité unitaire $1000\text{m}^3/\text{h}$ installées dans une chambre située à proximité du décanteur (Anonyme, 2008).

b) Evacuation des boues en excès

La biomasse augmente journalièrement, avec la quantité de la pollution retenue, il est donc nécessaire de maintenir un taux de MES stable dans le bassin d'aération.

Les boues en excès sont extraites du bassin aéré et refoulées vers l'installation de traitement des boues à l'aide de deux pompes centrifuges immergées (dont une pompe de réserve) de capacité unitaire $68\text{m}^3/\text{h}$ installés dans la station de pompage des boues (Anonyme, 2008).

F-2-Epaississeur

La fonction de l'épaississeur (fig.12) et notamment de réduire le volume des boues et ainsi diminuer la charge, cette opération concerne les boues en excès, c'est -à-dire les boues qui ne sont pas recycler. Elles seront pompées à une concentration de 10g/l à la sortie du décanteur secondaire et acheminées vers l'épaississeur pour assurer un épaississement de la boue sous l'action de la pesanteur (pression d'eau) et simultanément par « rachage » qui assure la séparation des deux phases. Considérant l'expérience locale, la concentration à la sortie de l'épaississeur est de 30 à 35g/l .

Les boues épaissies sont ramenées au centre de l'ouvrage par alimenter les unités déshydratation (naturelles et ou mécaniques) (Anonyme, 2008).

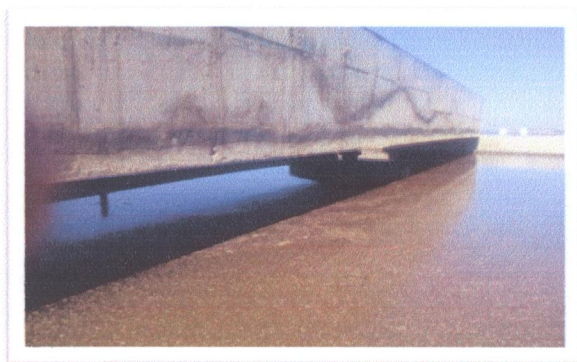


Figure12 : épaississeur

F-3-Déshydratation des boues

a) déshydratation naturelle (lits de séchage)

Il existe dix-huit lits sous forme rectangulaire où les boues sont déversées directement après arrivage de l'épaississeur (fig.13), elle comporte le principe suivant :

La filtration naturelle par gravité et le séchage à l'air (au temps sèche).

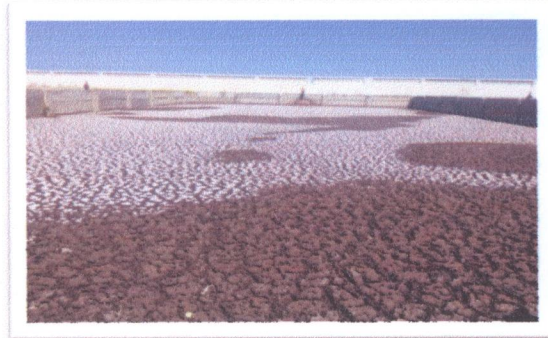


Figure13 : :lit de sechage

b) Déshydratation mécanique des boues

Le but de cette opération est le séchage de boue pendant la période pluvieuse par ajout d'un polymère cationique puis passage dans des machine de presse (filtre à bonde) (fig.14) se qui séparer les boues des eaux, et donc obtenir une boue parfaitement floculée en d'autre terme une augmentation de la siccité des boues (teneur en matière sèche environ 24%) (Anonyme, 2008).



Figure14 : filtre à bonde

F-4-stockage des boues

Les boues séchés ou déshydratés sont stockées dans une aire. De stockages appropriés avant d'être évacuée vers la décharge ou l'agriculture.

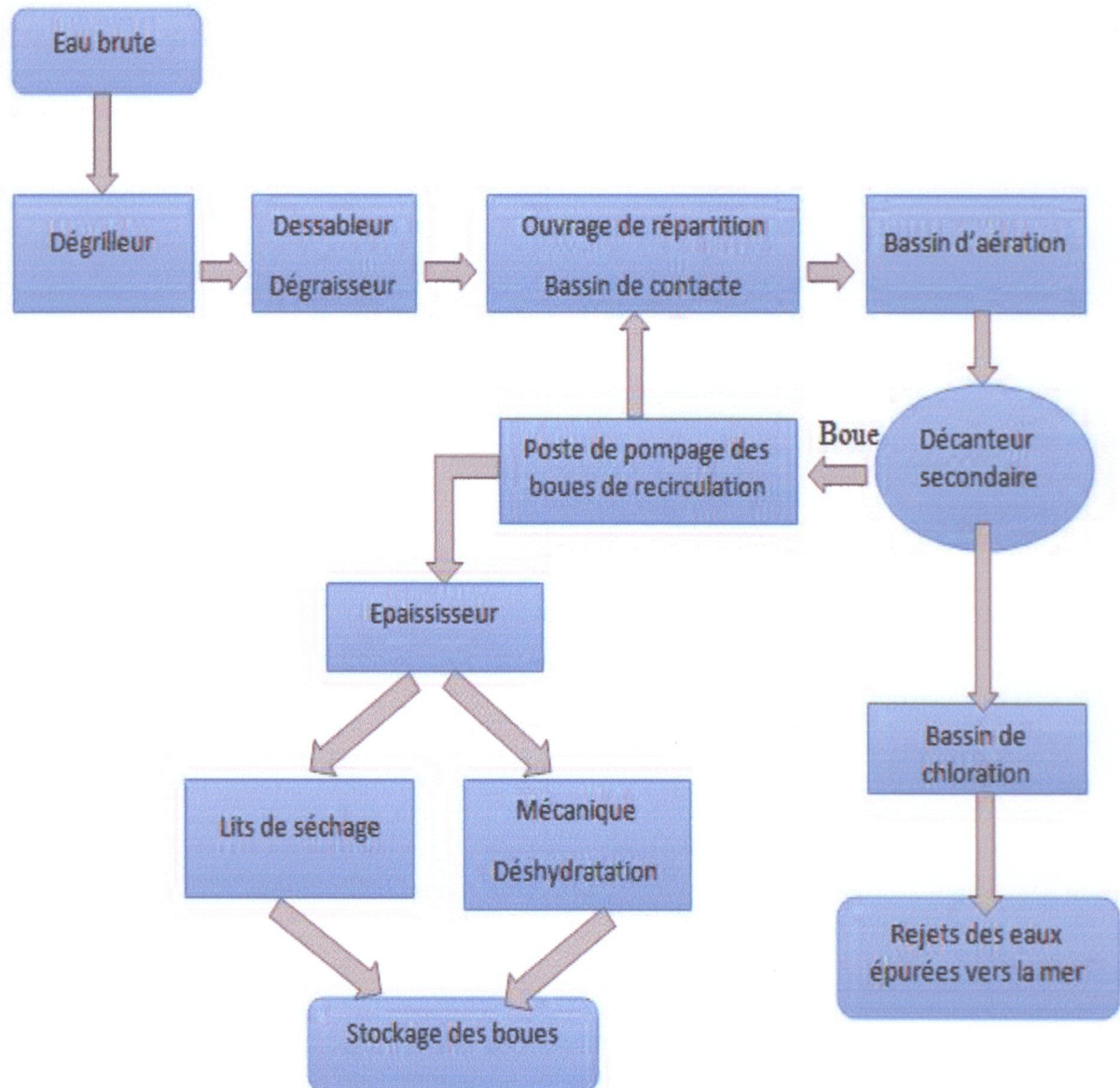


Figure 15 : schéma des procédés de traitement des eaux usées au niveau de la STEP (Anonyme, 2008).

CHAPITRE IV

Matériel et Méthodes

1- Echantillonnage et analyse de l'eau

1-1-Echantillonnage et prélèvement des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'El-Rabta

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspensions).

Avant de commencer le prélèvement, il convient de nettoyer le matériel avec de l'eau et du détergent puis le rincer à l'eau. On peut avant utilisation, rincer le matériel d'échantillonnage dans l'eau dans laquelle sera effectué le prélèvement, afin de réduire au minimum le risque de contamination.

Pour assurer une bonne conservation des échantillons, il est recommandé (voire impératif) de maintenir les prélèvements à 4 °C pendant toute la durée des prélèvements.

Les échantillons soigneusement étiquetés et conservés à 4 °C seront transportés jusqu'au laboratoire dans un laps de temps ne dépassant pas 24 heures. Toutefois, un certain nombre de mesures seront à pratiquer sur place : température, pH, oxygène dissous (Rodier, 1996).

Durant la période d'étude, deux sites de prélèvement ont été choisis, le premier est situé à l'entrée de la station (eau brute) et le deuxième à la sortie de la station (eau épurée), nous avons prélevés et analyser huit échantillons en raison de deux échantillons par semaine.

La 1^{ère}compagne d'échantillonnage : 22/3/2015.

La 2^{ème}compagne d'échantillonnage : 25/3/2015.

La 3^{ème}compagne d'échantillonnage : 30/3/2015.

La 4^{ème}compagned'échantillonnage : 02/4/2015.

La 5^{ème} campagne d'échantillonnage : 05/ 4/2015.

La 6^{ème} campagne d'échantillonnage: 08/4/2015.

La 7^{ème} campagne d'échantillonnage : 12/4/2015.

La 8^{ème} campagne d'échantillonnage : 16/4/2015.

1-2-Méthodes analytiques utilisées

1-2-1-Méthodes de détermination des caractères physicochimique des eaux usées d'El-Rabta

Les analyses des paramètres physicochimiques ont été réalisées au niveau de laboratoire de la STEP d'El-Rabta, selon la nature des différents paramètres de la pollution d'eau, certains paramètres sont mesurer sur site et d'autres mesures au niveau de laboratoire.

A-Mesures sur terrain :

La température, le pH, la conductivité électrique, ont été mesurés *in situ*, en utilisant des multi paramètre de terrain de type : HACH (fig.16) et HACH (fig.17).

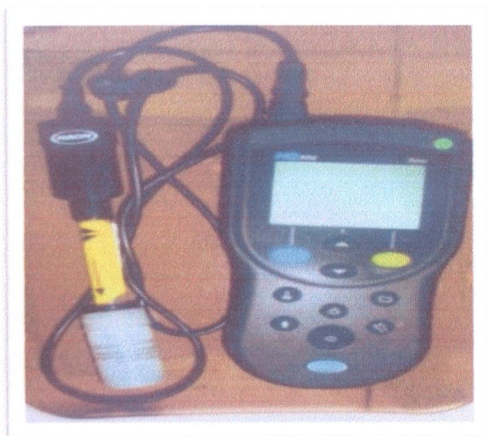


Figure16 : pH mettre

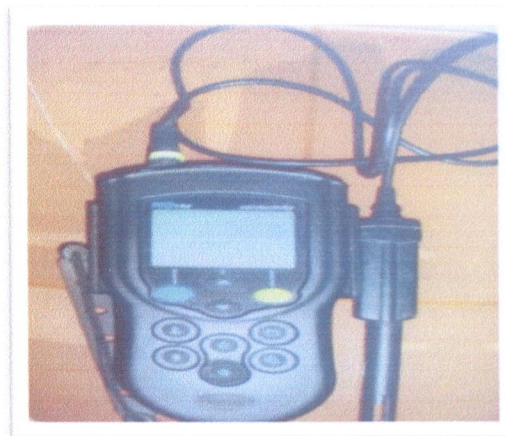


Figure17 : Conductimètre

B-Analyses au laboratoire

B-1-Les matières en suspension

- pour l'eau brute la détermination des matières en suspension de l'eau s'effectue par filtration à l'aide d'une disposition de filtration sous vide (fig.18), basée sur la séparation solide-liquide, il suffit de placer le filtre dans la pompe de filtration, ensuite verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète, puis récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 150 °C pendant 2 heures, le filtre est pesé après refroidissement total dans le dessiccateur, le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/L) est donné par l'expression :

$MES = (M_0 - M_1)1000/V$ (Rodier et al, 2009) Où :

- V : Le volume en ml d'échantillon utilisé.
- M₀ : La masse en mg du disque filtrant avant utilisation (avant étuvage).
- M₁ : La masse en mg du disque filtrant après utilisation (après étuvage).

La concentration de MES de l'eau épurée est mesuré directement à l'aide d'un spectrophotomètre étalonné avec de l'eau distillé.

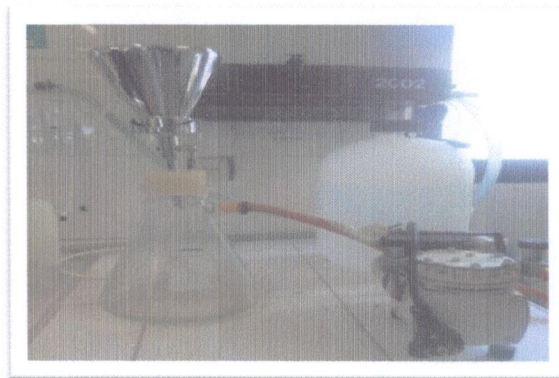


Figure 18: Pompe à vide

B-2-La demande biologique en oxygène (DBO₅)

Elle est mesurée à l'aide d'un appareil DBO mètre de marque HACH DBO Trak, Une quantité d'eau est versé, dans une bouteille fermée avec un bouchon muni d'un capteur de pression, le volume choisi est en fonction de la gamme de mesures souhaitées.

L'appareil de mesure BOD Trak. (fig. 19), est placé dans un réfrigérateur maintenu à 20°C pendant 5 jours pour la DBO₅, la consommation d'O₂ se traduit par une diminution de la pression d'air dans les flacons, l'utilisation d'oxygène pour l'oxydation des matières organique par les micro-organismes provoquent la formation de CO₂ qui sera piégé par des cristaux de NaOH, les résultats de DBO₅ seront lus directement par affichage de l'appareil BOD Trak après 5 jours, les résultats exprimés en mg O₂/l (Rodier et al ,2009).



Figure 19 : thermostatique cabinet

B-3-Les paramètres mesurés par spectrophotométrie

Pour mesurer la DCO on utilise des tests cuve commercial (LCK114) où l'eau est injecté dans ces tubes puis la lecture se fait dans un spectrophotomètre VIS DR 2800 (fig. 20), approprié au test HACHLANGE, (Rodier et al, 2009).

Remarque

On utilise la même méthode pour mesurer les paramètres suivant : nitrite, nitrate, l'azote total (NT), phosphore total(PT), tel que chaque paramètre possède un test en cuve spécial contient des substances propres (Rodier et al ,2009).



Figure 20 : Spectrophotomètre

1-2-2-Dosage des métaux lourds

A- Préparation de l'eau pour le dosage des métaux lourds

Les échantillons de l'eau sont acidifiés à $\text{PH} < 2$ avec de l'acide nitrique (HNO_3) pour l'eau épurée et avec l'acide nitrique et l'acide phosphorique pour l'eau brute, car l'acide concentré est un oxydant puissant qui dissout tous les métaux usuels. Après acidification les échantillons de l'eau épurée sont filtrés à l'aide des membranes de filtration ayant une porosité de $0.45\mu\text{m}$ avec un appareillage de filtration verre (filtration sous vide) tandis que les échantillons de l'eau brute sont évaporés dans le bain de sable avant la filtration, les échantillons sont stockés dans un réfrigérateur à 4C° jusqu'au dosage (Rodier et al, 2009).

B-Dosage des métaux lourds par la Spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA)

- Le dosage s'effectué selon la méthode de (Hoening et al, 1979).
- Les résultats sont exprimés en ppm.

CHAPITRE V

Résultats et Discussion

1 les paramètres physico-chimiques

1-1 La température

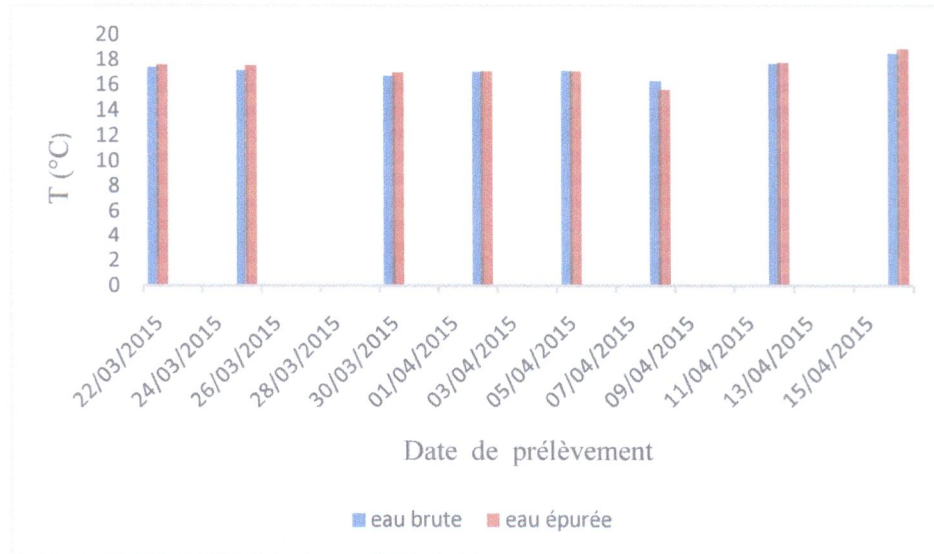


Figure 21 : variation de la température entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

La mesure de la température est très importante, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous, le pH et les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique (Rodier et al, 2009). Ainsi l'effet de la température est très important. La cinétique de nitrification, dans une plage de 10 à 20 °C, varie linéairement avec la température, à 20 °C étant 2 fois plus élevée qu'à 10 °C. Au-dessous de 10 °C et au-dessus de 30 °C, l'activité nitrifiante chute rapidement (Gaïd, 1984).

A l'entrée de la station d'El-Rabta les températures des eaux usées brute enregistrées durant la période d'étude sont comprises entre 16.3°C comme valeur minimale enregistrée le 8/04/2015 et 18.5°C comme valeur maximale enregistrée le 16/04/2015 avec une valeur moyenne de 17.22°C. A la sortie, les valeurs varient entre un minimum de 15.6°C (8/4/2015) et un maximum de 18.9°C (15/04/2015) avec une moyenne de 17.33°C (fig. 21).

Les températures de l'effluent traité restent légèrement supérieures à celle enregistrées au niveau des eaux brutes (fig.21), la différence est non significative (Test de Student ; p-value=0.8070, $\alpha = 0.05$), cette variation est en relation avec la température de l'atmosphère car les températures de l'eau sont étroitement dépendantes de la température de l'air.

Les normes de rejets sont respectées car la température de l'eau épurée reste toujours inférieure à la norme fixée par AFNOR, OMS et les normes algériennes des rejets dans le milieu naturel qui fixe la valeur 30°C (JORA, 2006 ; OMS, 1989 ; AFNOR, 1997). Cette valeur ne représente aucun danger sur le milieu récepteur et sur la faune et la flore aquatique.

1-2 Le pH

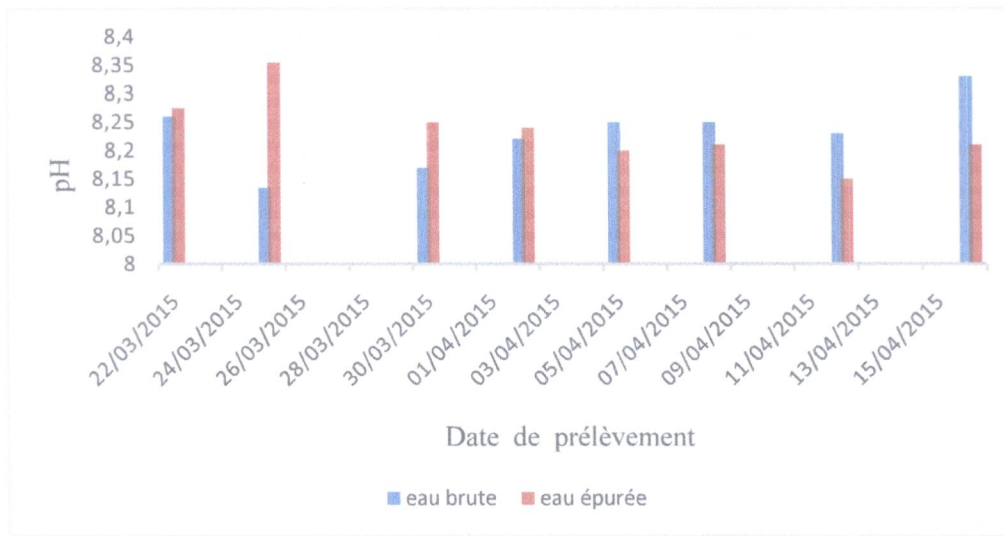


Figure 22 : variation de pH entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau. La plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9, l'optimum est situé entre 6.5 et 8.5 des valeurs de pH inférieur à 5 ou supérieure à 8.5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes (Rodier, 1996).

Le graphique du pH nous présente deux périodes : la première entre 22 mars et le 2 avril où nous avons constatés un pH des eaux épurées légèrement supérieur à celles des valeurs des eaux brutes et la seconde qui s'étale entre 5 et 16 avril où nous avons enregistré au contraire des valeurs des eaux brutes légèrement supérieur à celles des eaux traitées (fig.22)

D'après la fig.22, les valeurs enregistrées du pH des eaux brutes durant la période d'étude varient entre 8.13 et 8.33 avec comme valeur moyenne 8.23, ces valeurs sont légèrement alcalin de l'ordre 7.5 à 8.5.

Pour les eaux épurées les valeurs du pH varient légèrement elles sont entre 8.15 et 8.35 avec une moyenne de 8.24 (fig.22).

Ces valeurs répondent aux normes de rejets fixées par AFNOR, l'OMS et les normes Algériennes (OMS, 1989 ; JORA, 2006 ; AFNOR, 1997).

Ces résultats ne présentent pas des différences significatives entre le pH des eaux traitées et brutes (test de Student ; p-value=0.8539 $\alpha = 0.05$).

Selon Frank (2002) le pH d'un effluent urbain est légèrement alcalin, de l'ordre de 7.5 à 8.5. Cependant la présence de la fermentation dans le réseau peut entraîner une baisse de la valeur du pH (eau acide) qui augmente notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique, au contraire les pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique pour les poissons. Donc l'activité biologique a besoin d'un pH proche à la neutralisation (l'optimum est entre 7.4 et 7.8) pour réaliser son activité épuratrice c'est pourquoi le contrôle de ce paramètre est très important pour certaine installation en particulier pour celle d'aération prolongée car le processus de nitrification nécessite une certaine alcalinité (pH optimal entre 8 et 8,5) (Frank, 2002). Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement.

1-3 La conductivité électrique

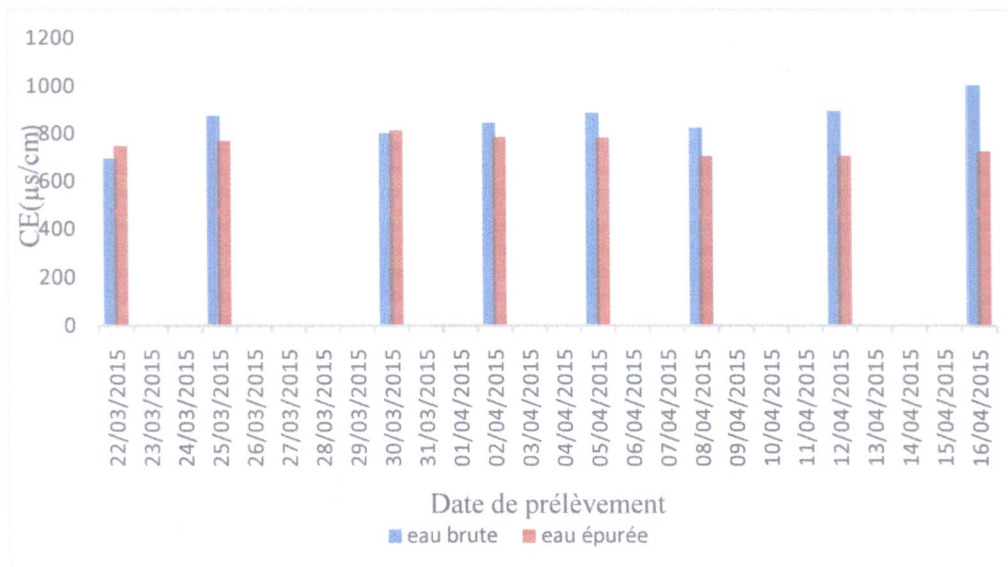


Figure23 : variation de la conductivité électrique entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

La CE c'est la caractéristique électrique de l'eau ou c'est une expression numérique de la capacité d'une solution laissé passer un courant électrique (Viller *et al*, 2005).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale des eaux, elle est liée à la quantité des sels ionisables dissous.

Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées durant la période d'étude au sein de la station d'épuration d'El-Rabta varient à l'entrée (eaux usées) entre $694\mu\text{s}/\text{cm}$ (22/03/2015) et $1005.5\mu\text{s}/\text{cm}$ (16/04/2015) avec une moyenne de $853.93\mu\text{s}/\text{cm}$. A la sortie soit les eaux traitées ces valeurs varient entre $705.5\mu\text{s}/\text{cm}$ (8/04/2015) et $816\mu\text{s}/\text{cm}$ (30/03/2015), avec une moyenne de $464.06\mu\text{s}/\text{cm}$ (fig.23). Ainsi nous avons enregistré un pic d'une valeur de $1005.5\mu\text{s}/\text{cm}$ le (16/04/2015), ceci est en fonction de la qualité de l'eau usée qui rentre à la STEP, tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité (Franck, 2002).

La diminution est constaté et la différence est significatives (Test de Student ; $p\text{-value}=0.0132$, $\alpha =0.05$). Ce qui confirme l'efficacité du processus de traitement.

La valeur de la CE des eaux usées traités déversées dans les eaux de la mer sont inférieure à la norme de rejet fixée par AFNOR et celle fixée par la réglementation algérienne ($1250\mu\text{s}/\text{cm}$) (AFNOR, 1997 ; JORA, 2006).

1-4 la Matière en suspension

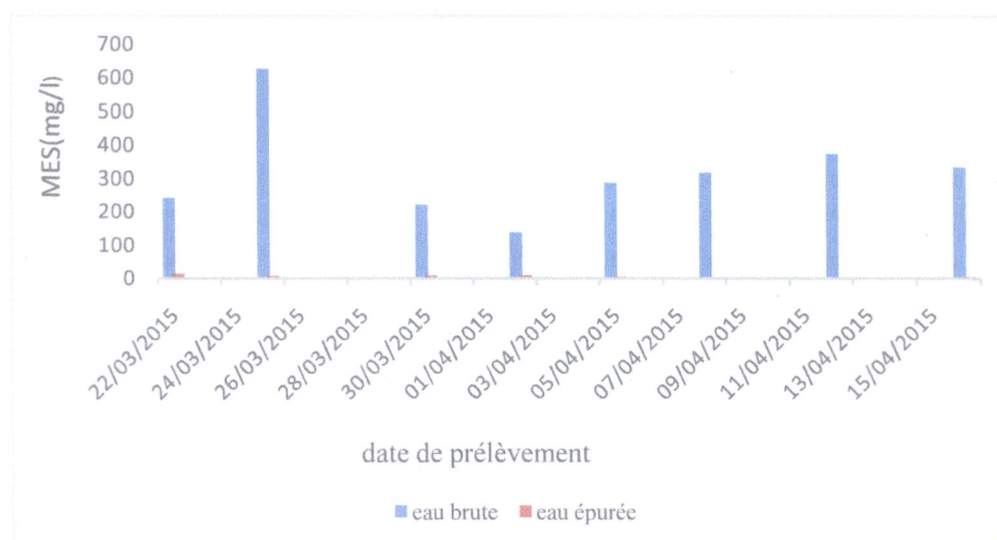


Figure 24 : variation de la matière en suspension entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau, elles incluent l'argile, les sables, les limons, les matières organiques et minérale de faibles dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau (Viller et al, 2005).

A l'entrée de la station d'épuration, les valeurs enregistrées de la MES durant la période d'étude varient entre un minimum de 140mg/l enregistré le 2/04/2015 et un maximum de 627 mg/l enregistré le 25/03/2015 avec comme valeur moyenne 319.25 mg/l (fig.24).

A la sortie de la station d'épuration la valeur de MES varie légèrement et oscillé entre 4mg/l (8/04/2015) et 16 mg/l (12/04/2015) avec une moyenne de 8mg/l (fig.24). Les résultats du test « Student » présentent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El-Rabta ($p\text{-value} = 0.001 < \alpha = 0.05$).

La teneur en MES de l'eau épurée est conforme aux normes fixée par AFNOR et la norme algérienne qui fixent la valeur limite à 30 mg/l (JORA, 2006 ; AFNOR, 1997) et à celle fixée par OMS qui fixe la valeur limite à <20mg/l, (OMS, 1989).

La grande différence entre la teneur de la MES à l'entrée (eau brute) et la sortie (eau épurée) de la STEP indique que il y a une dégradation importante de la matière organique sous l'effet des micro-organismes qui transforme cette matière en CO_2 , NH_3^+ ...etc.

Le rendement de dégradation de matière organique est important, il est de 97,48%, ce qui traduit le bon fonctionnement de la STEP dans l'élimination de MES.

Les résultats obtenus dans cette étude sont similaires à ceux de Baha et Bensari (2014) qui note également de forte rendement d'élimination de MES (91.05%) dans la STEP d'Ain Houtz de Tlemcen (STEP par boue activée), et celle obtenue par (Attab, 2011), qui est de 92.62% dans la STEP de Haoud Berkaoui à Ouargla.

1-5 l'Azote totale

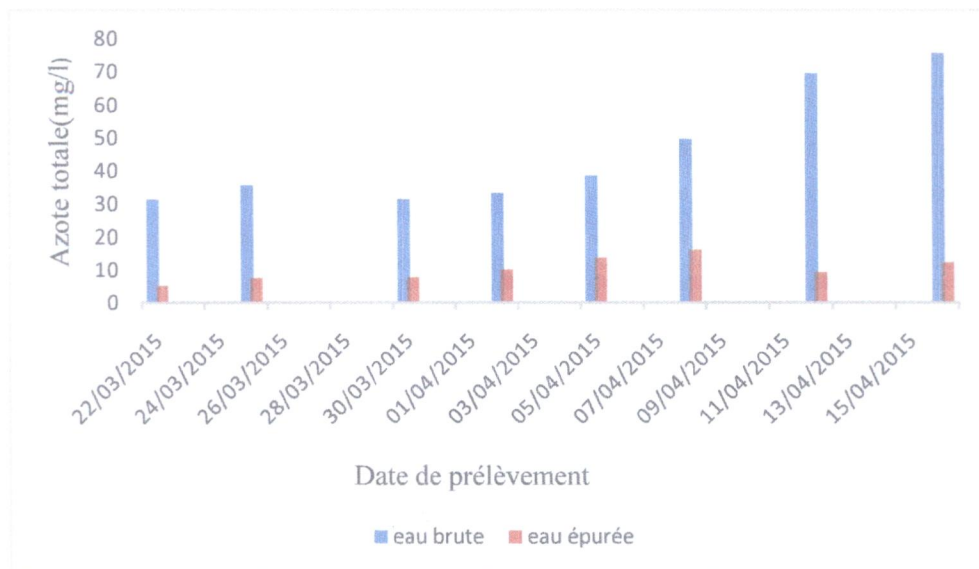


Figure25 : variation de l'azote totale entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Les différentes formes d'Azote dans les eaux usées sont l'azote minérale (l'Ammoniac, nitrite, nitrate) et organique (acide aminé, protéines) qui constitue l'azote total (Rodier, 1996).

A l'entrée de la station d'épuration, les valeurs enregistrées du l'Azote totale durant la période d'étude varient entre 31.4 (30/03/2015) comme valeur minimale et 75.8 mg/l comme valeur maximale (16/04/2015) avec comme valeur moyenne 45.67 (fig.25). A la sortie de la station d'épuration la valeur de l'azote totale varie entre 5.33 (22/03/2015) et 16.4 mg/l (8/04/2015) avec une moyenne de 10.39 mg/l (fig.25), le rendement était de 77,24%, ce qui constitue un bon rendement.

Les valeurs de l'eau usée traitée est inférieure à la valeur fixée à 50 mg/l par OMS (OMS, 1989), ce qui traduit une bonne élimination de la pollution azotée au cours des traitements biologiques, alors on peut dire que la station a un bon fonctionnement en matière d'élimination de l'azote.

Les résultats du test « Student » présentent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El-Rabta ($p\text{-value}=0.001 < \alpha = 0.05$).

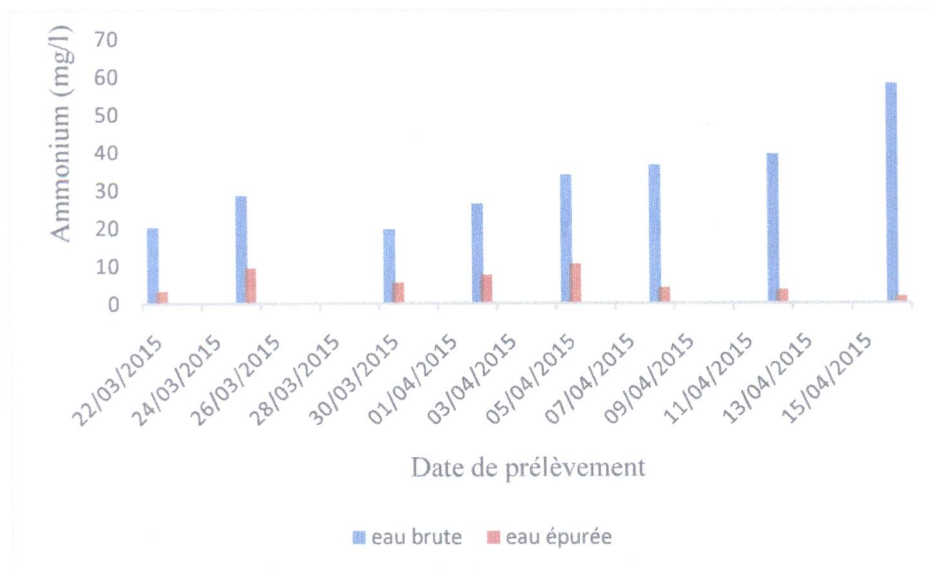
1-6 Ammonium (NH_4^+)

Figure 26 : variation de l'ammonium entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

A l'entrée de la station d'épuration, soit les eaux usées, les valeurs enregistrées de l'ammonium durant la période d'étude varient entre 19.7mg/l (30/03/2015) et 58.2 mg/l (16/04/2015) avec comme valeur moyenne 32.86 mg/l (fig.26). A la sortie de la station d'épuration, soit les eaux traitées la valeur de l'ammonium varie légèrement et oscillé entre 1.88mg/l (16/04/2015) et 10.7 mg/l (5/04/2015) avec une moyenne de 5.81 mg/l (fig.26), le rendement d'élimination était de 82,31% donc un rendement important. Les résultats du test « Student » présent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El-Rabta (p -value=0.001, α =0.05).

Les valeurs de l'eau épurée reste conforme à la norme de rejet fixée par AFNOR qui est de 10 mg/l (AFNOR, 1997) sauf la valeur de jour (5/04/2015) qui est légèrement supérieur à cette norme.

La baisse de la teneur en azote ammoniacale de l'entrer vers la sortie est le fait de processus de l'épuration biologique par boue activées qui permet de diminuer la charge polluante en NH_4^+ , par la nitrification par des bactéries nitrifiantes (*nitrobacter*, *nitrosomonas propagea*). L'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrite et nitrate par oxydation.

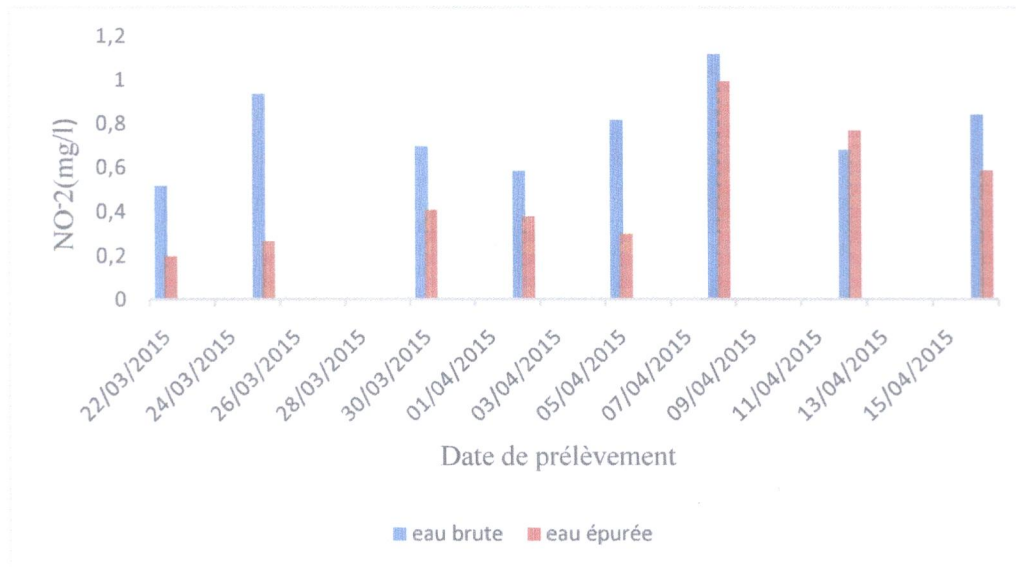
1-7 Nitrite (NO_2^-)

Figure27 : variation de nitrite entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Rodier, 1996).

D'après le graphique, les valeurs de nitrite enregistrées à l'entrée de la STEP durant la période d'étude varient entre 0,51mg/l (22/03/2015) et 1,12 mg/l (8/04/2015) avec comme valeur moyenne 0,76 mg/l (fig.27). Alors que les valeurs enregistrées à la sortie varient entre 0.19mg/l (22/03/2015) et 0.99 mg /l (8/04/2015) avec une moyenne de 0.48 mg/l (fig.27), ainsi nous remarquons en date de (12/04/2015) que la concentration de nitrite à la sortie est supérieur à celle de l'entrée, cela est due par la diminution de l'activité de la biomasse autotrophe nitrifiante (Gaïd, 1993). Les résultats du test « Student » présentent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El Rabta (p -value=0.010, α =0.05).

L'étude réalisée par Attab (2001) sur la station d'épuration de Haoud Berkauï (STEP par boue activée) montre que le taux de nitrite à la sortie reste supérieur à celle de l'entrée, avec une concentration moyenne de nitrite de 0.073 mg/l enregistrée à la sortie de la STEP (Attab, 2001).

Le rendement d'élimination de nitrite est de 36,84% pendant le mois d'étude, ce qui constitue un faible rendement, mais les valeurs des eaux épurées est bien inférieure à 10 mg/l, la

norme fixée par AFNOR (AFNOR, 1997) et reste inférieur à la norme de l'OMS (1mg /l) (OMS, 1989).

Généralement, les diminutions des concentrations des nitrites dans l'eau de la station de l'entrée à la sortie, peuvent s'expliquer par l'oxydation de ces derniers sous l'action biologique, réalisée par une biomasse fixée sur divers supports (Franck, 2002).

1-8Nitrate (NO_3^-)

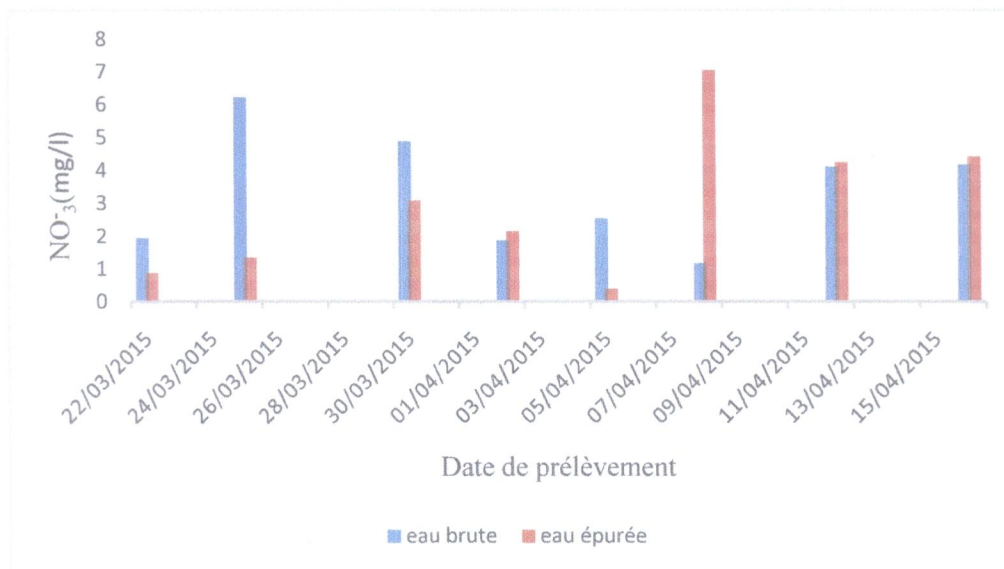


Figure 28 : variation de nitrate entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique (Savary, 2003). A l'entrée de la station d'épuration, les valeurs enregistrées de nitrates durant la période d'étude varient entre 1.18mg/l (8/04/2015) et 6.23 mg/l (25/03/2015) avec comme valeur moyenne 3.37mg/l (fig.28). A la sortie de la station d'épuration la valeur de nitrates varie légèrement et oscille entre 0.40mg/l (5/04/2015) et 7.06 mg/l (8/04/2015) avec une moyenne de 2.96 mg/l (fig.28). Le rendement était de 12, 16 % donc le rendement d'élimination de nitrate est faible et les procédés d'élimination et de traitement ne sont pas relativement efficace en matière d'élimination des nitrates, mais les valeurs de nitrate est inférieure au seuil maximal fixée par AFNOR qui est 30mg/l (AFNOR, 1997). Les résultats de test « Student » ne présentent pas une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) (p-value=0.714 supérieur $\alpha = 0.05$).

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. La quantité d'azote rejeté par un être humain adulte, sous forme essentiellement organique, présent dans l'urine est estimée à 13g/jour (Chocat, 1997).

D'après l'étude réalisée par Attab (2011), les valeurs des nitrates obtenues après analyses, des eaux usées de la STEP Haoud Berkaoui, sont augmentées considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes, la concentration moyenne enregistrée à la sortie est de 36.20 mg/l.

1-9 Phosphore totale (PT)

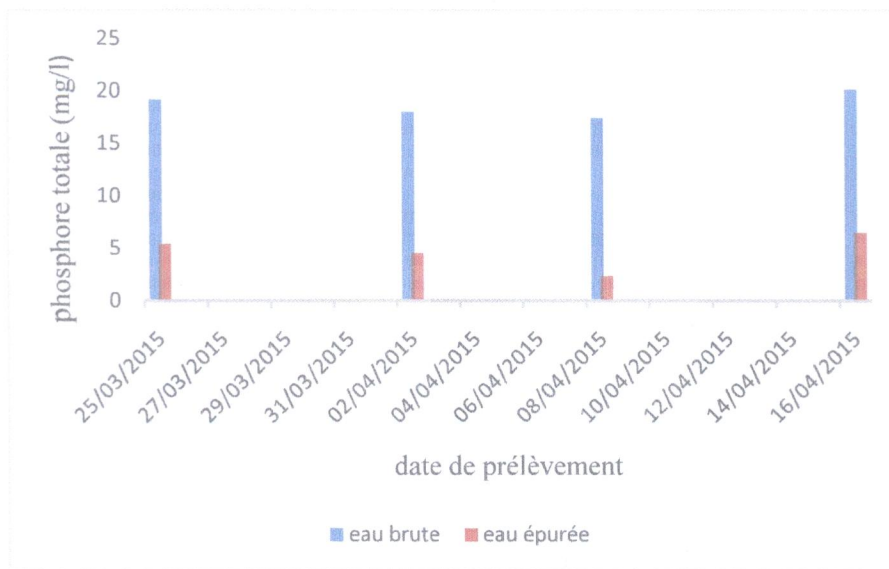


Figure 29 : variation de phosphore totale entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Les phosphores dans les eaux usées se trouvent uniquement sous forme de phosphate, leur origine dans ces eaux est principalement les détergents utilisé par l'homme dans les différents activités domestiques, ainsi que le métabolisme humain (Savary, 2010).

Les phosphates à des concentrations supérieures à 0.2 mg/l favorisent la prolifération des algues qui conduisent à l'eutrophisation des lacs, des cours d'eau, il en résulte une véritable dégradation de la vie aquatique (Savary, 2010).

A l'entrée de la station d'épuration, les valeurs enregistrées de phosphore totale durant la période d'étude varient entre 17.4mg/l (08/04/2015) et 20.1 mg/l (16/04/2015) avec comme valeur

moyenne 16.67 mg/l (fig.29). Tandis qu'à la sortie, la valeur de phosphore varie légèrement et oscillé entre 2.35mg/l (8/04/2015) et 6.51 mg/l (16/04/2015) avec une moyenne de 4.69 mg/l(fig.29), le rendement d'élimination de phosphore est 71.86%, c'est un bon rendement ce qui traduit l'efficacité des procédés de traitement et le bon fonctionnement de la station en matière d'élimination du phosphore. Les résultats du test « Student » présent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El-Rabta (p -value<0.0001, α =0.05). Ces valeurs ne dépassent pas les normes Algériennes qui est fixées à 10 mg /l (JORA, 2006).

1-10 Demande chimique en oxygène (DCO)

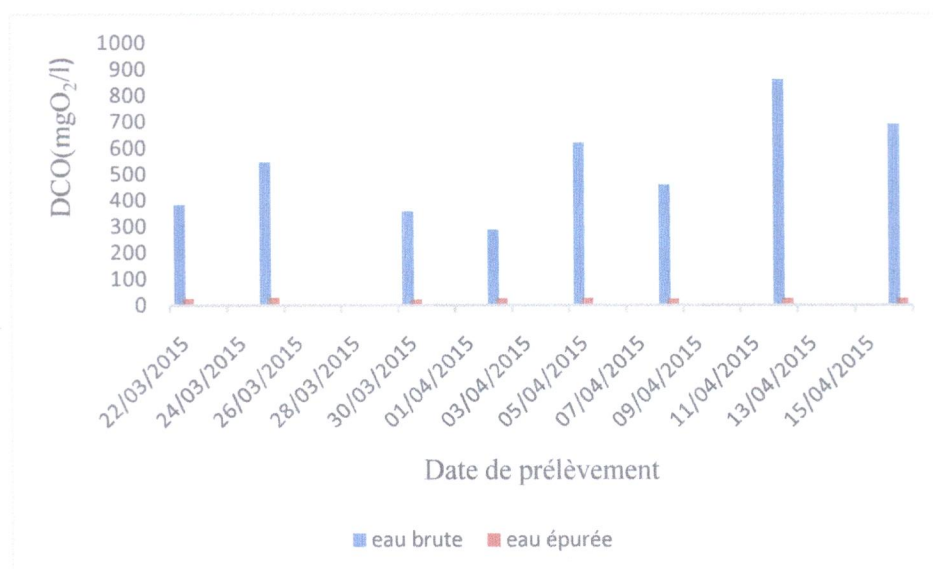


Figure 30 : variation de la demande chimique de l'oxygène entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

La demande chimique en oxygène (DCO), est une indication sur la quantité des substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau (Bliefert et Perraud, 2001).

Par la mesure de la DCO on peut évaluer la charge polluante de l'eau en matière organique avant et après un traitement physique, chimique et biologique pour contrôler l'efficacité du traitement et l'activité des micro-organismes.

A partir des résultats obtenus, les valeurs enregistrées de DCO à l'entrée de la STEP durant la période d'étude varient entre 289mgO₂/l (2/04/2015) et 862 mgO₂/l (12/04/2015) avec comme valeur moyenne 523.62 mgO₂/l tandis qu'à la sortie les valeurs de DCO varient entre 23.4mgO₂/l (30/04/2015) et 29.3 mgO₂/l (25/03/2015) avec une moyenne de 27.17 mgO₂/l (fig.30). Le

rendement était de l'ordre de 94,81%, ce dernier chiffre est un témoin d'un traitement très efficace de l'épuration vis-à-vis à la matière oxydable, les valeurs sont inférieures aux normes algériennes et d'AFNOR admises aux rejets ($120\text{mgO}_2/\text{l}$) (AFNOR, 1997 ; JORA, 2006), $\text{OMS}<90$ (OMS, 1989). Les résultats du test « Student » présentent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El-Rabta ($p\text{-value}<0.0001$, $\alpha =0.05$).

Les résultats obtenus à partir de l'étude qui a été réalisé au niveau de la STEP Ain Houtz de Tlemcen en 2014 par Baha et Bensariont montre un taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) de 89.05%(Baha et Bensari, 2014). L'importance de rendement traduit l'efficacité des procédés de traitement, cette efficacité est enregistrée également au niveau de la STEP HaoudBerkaoui Ouargla qui a enregistré un rendement d'élimination de 78.54%de la DCO (Attab, 2011).

1-11 Demande biologique en oxygène(DBO_5)

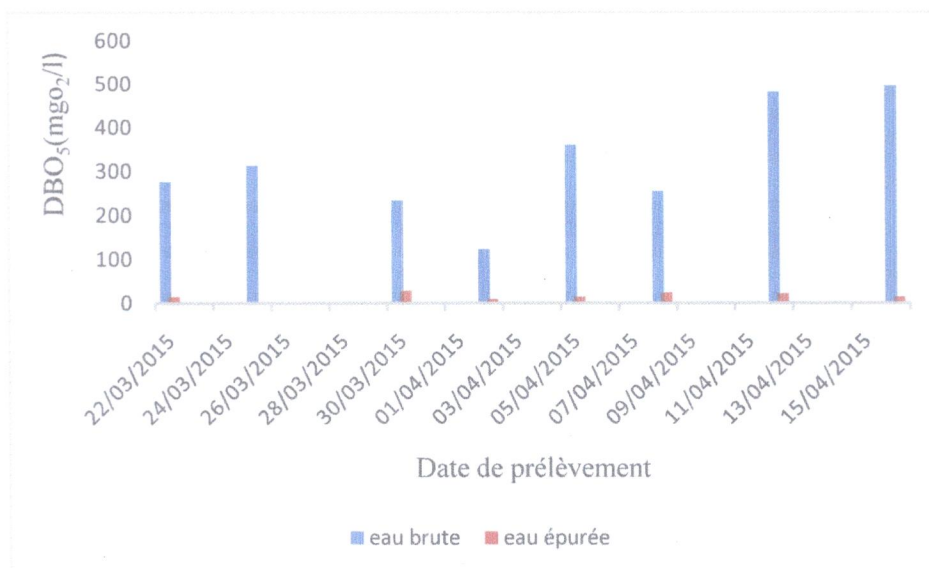


Figure 31 : variation de la demande biologique en oxygène entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

La DBO_5 est une expression pour indiquer la quantité d' O_2 qui est utilisée pour la destruction des matières organiques biodégradables pendant 5 jours, par des processus biologiques, la détermination de la DBO_5 sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans l'entrée et la sortie de la STEP il s'agit d'une mesure de la pollution de l'eau par les matières organiques biodégradables (Ramade 2000).

D'après les résultats obtenus, on trouve que les valeurs de la DBO₅ sont très variables entre l'entrée et la sortie de la station. A l'entrée de la station d'épuration, les valeurs enregistrées de DBO₅ durant la période d'étude varient entre 124 mgO₂/l enregistrée le 2/04/2015 et 497.1 mgO₂/l enregistrée le 16/04/2015 comme valeur maximale avec comme valeur moyenne 318.37 mgO₂/l (fig.31). A la sortie de la station d'épuration la valeur de La DBO₅ varie entre 4.1 (25/03/2015) et 29.9 mgO₂/l (30/03/2015) avec une moyenne de 17.21 mgO₂/l (fig.31).

Le rendement de dégradation de la matière organique est de 94,59%, donc on peut dire que le traitement biologique de la STEP est très efficace pour les raisons suivant :

- Une aération suffisante dans les bassins.
- Un bon déshuilage durant le prétraitement ce qui permet d'assurer une bonne pénétration d'O₂ dans l'eau.

Les valeurs obtenus de la DBO₅ pour l'eau épurée sont conformes aux normes internationales de rejets fixées à un minimum de 30 mgd'O₂/l (AFNOR, 1997) et reste inférieur aux normes fixée à (<30mg d'O₂/l) par l'OMS(OMS, 1989)et les normes algériennes de rejet (35mg d'O₂/l)(JORA, 2006).Les résultats du test « Student » présent une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) de la STEP d'El Rabta (p-value<0.0001, α =0.05)

L'abattement moyen de la DBO₅ au niveau de la station d'El-Rabta (94.59%) reste très proche de celui de la station de Haoud Berkaoui de Ouargla (Attab, 2011), qui est de 92.45% et celui de la station d'Ain Houtz (Tlemcen) (Baha et Bensari, 2014) qui est de 91.64%.

1-12 Rapport de biodégradabilité (rapport DCO/DBO₅)

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par coefficient K tel que : $K = DCO/DBO_5$ (Tableau, 05)

- Si $K < 1.5$: cela signifié que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.
- Si $1.5 < K < 2.5$: cela signifié que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2.5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables (Cardot, 2010).

Tableau 05: coefficient de biodégradabilité

Date de prélèvements	Echantillon	DCO	DBO5	K
22/03/2015	Eau brute	382	277	1.37
	Eau épurée	26.7	15.6	1.71
25/03/2015	Eau brute	546	314	1.73
	Eau épurée	29.3	4.1	7.14
30/03/2015	Eau brute	358	235	1.52
	Eau épurée	23.4	29.9	0.78
02/04/2015	Eau brute	289	124	2.33
	Eau épurée	27.9	10.3	2.70
05/04/2015	Eau brute	622	361	1.72
	Eau épurée	28.9	14.9	1.93
08/04/2015	Eau brute	460	256	1.79
	Eau épurée	25.8	25	1.03
12/05/2015	Eau brute	862	483	1.78
	Eau épurée	27.7	23.2	1.19
16/04/2015	Eau brute	690	497	1.38
	Eau épurée	27.7	14.7	1.88

D'après les résultats obtenus (**Tableau 05**), les valeurs de rapport de biodégradabilité pour l'eau brute sont comprises entre un minimum de 1.37 et un maximum de 2.33, la moyenne est de l'ordre de 1.7.

Pour l'eau épurée, les valeurs extrêmes de ce rapport sont 0.78 et 7.14, la moyenne est de l'ordre de 1.99, ce qui indique que les eaux entrant à la station sont des eaux domestiques avec des matières oxydables sont moyennement biodégradables.

2 Les métaux lourds

2-1 Plomb

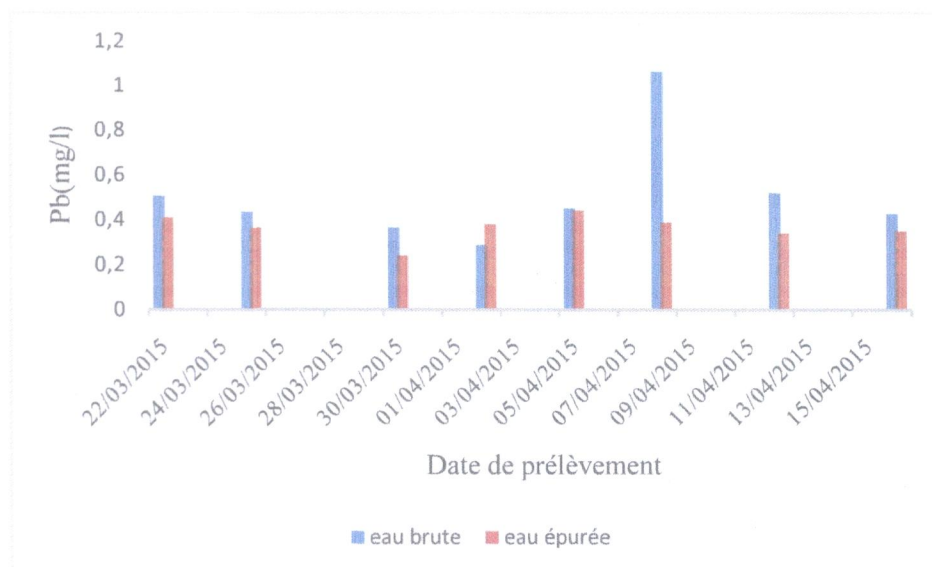


Figure 32 : variation de Plomb entre eaux brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Le plomb est un contaminant environnemental persistant et commun, qui joue sur tout un rôle important dans l'industrie moderne (Gamil et al, 2010), est l'un des agents toxiques les plus dangereux pour tous les organismes vivants (Miroslawa et al, 2005).

D'après le graphique (fig.32), les valeurs de la concentration mesurées de Pb au cours de la période d'étude varient entre un minimum de 0.2869 mg/l enregistré le 02/04/2015 à un maximum de 1.062 mg/l (8/04/2015) avec une moyenne de 0.506 mg/l. La valeur moyenne enregistrée à la sortie est de la station est de 0.3645 mg/l avec un minimum de 0.2404 mg/l (30/3/2015) et un maximum de 0.4420 mg/l (5/4/2015), le rendement de l'élimination de Pb est de 27.96%, donc un faible rendement, mais les concentrations de Pb enregistrées à la sortie de la STEP conforme aux normes algérienne des rejets qui se fixe à la valeur de 0.5 mg/l (JORA, 2006).

Les résultats de test « Student » ne présentent pas une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) (p-value=0.1235, $\alpha = 0.05$).

2-2 Cadmium

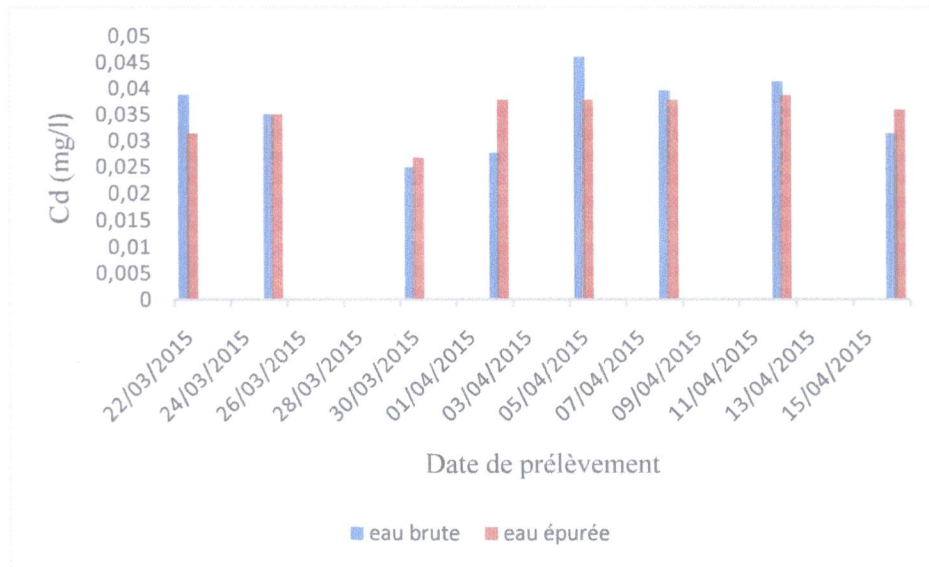


Figure 33 : variation de cadmium entre l'eau brute et épurée durant la période d'étude (22/03/2015 à 16/04/2015).

Cadmium (Cd) est considérée comme l'une des toxines les plus abondantes et ubiquitaire distribués dans le système aquatique. Ce métal est libéré dans l'environnement aquatique de sources anthropiques, comme les effluents industriels, agricoles et urbaines ainsi que de sources naturelles, telles que les roches et les sols. Sinon, a montré l'augmentation de la température des masses d'eau, qui a été observée en raison des changements climatiques mondiaux pour augmenter la toxicité du Cd pour plusieurs espèces d'animaux aquatiques dont les poissons (Abdel-Tawwab et Wafeek, 2014). Ils peuvent apporter un danger pour la croissance et le développement des organismes aquatiques (Ruijuan et al, 2013).

Les concentrations en cadmium obtenues varient entre 0.0249mg/l (30/04/2015) et 0.0462 mg/l (05/04/2015) avec 0.0357 mg/l comme une moyenne à l'entrée et entre 0.0268mg/l (30/03/2015) et 0.0388 mg/l (12/04/2015) avec 0.0352 mg/l de moyenne à la sortie (fig.33), la diminution de la concentration de Cd de l'entrée vers la sortie est très faible, donc la station n'est pas efficace en matière d'élimination de Cd mais ces concentrations en Cd sont conformes à la norme qui se fixe à la valeur de 0,2 mg/l (JORA,2006).

Les résultats de test « Student » ne présentent pas une différence significative entre l'eau brute (entrée) et l'eau épurée (sortie) (p-value=0.8845, $\alpha = 0.05$).

Conclusion

L'épuration des eaux usées urbaines constitue un problème environnemental majeur dans la plus part des pays en développement, compte tenu de l'insuffisance notable de dispositifs adéquats de collecte et de traitement de ces eaux, dans la plus part des cas les eaux sont rejeter dans la nature sans aucun traitement ce qui menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble.

Dans la ville de Jijel les eaux usées son collecté a un réseau unitaire est traité dans la station d'épuration d'EL-Rabta (STEP par boue activée) est rejeté directement dans la mer.

Notre étude est basée sur la détermination de l'efficacité des procédés de traitement des eaux usées dans cette dernière par l'analyse des paramètres physicochimiques et le dosage de certains métaux lourds (Pb, Cd), les analyses s'effectuent sur des échantillons prélevé avant (entrée de la STEP) et après le traitement (sortie de la STEP).

Suite à notre travail les résultats analytiques montrent qu'après le traitement :

- Une faible diminution de la conductivité électrique.
- Les valeurs de la température et du pH des différents échantillons sont très proches.
- Une bonne efficacité d'élimination des matières en suspension au cours de traitement biologique, le rendement d'élimination est très important.
- Un très bon rendement des procédés d'élimination de la DCO, la DBO₅, du Phosphore et de l'Azote ammoniacale est enregistré.
- Une très faible élimination des métaux lourds, des nitrites et des nitrates a été également constatée.
- Dans l'ensemble les résultats obtenus montrent que les valeurs de tous les paramètres étudiés sont conformes aux normes de rejet dans le milieu naturel fixé par AFNOR, OMS, JORA, ce qui traduit le bon fonctionnement de la STEP d'El-Rabta ainsi que l'efficacité des procédés de traitement utilisé par cette dernière.

Comme perspectives :

- Elargir le suivi le long de toute l'année (suivi saisonnière).

- De compléter les analyses physicochimiques par des analyses microbiologiques pour évaluer le danger potentiel des germes pathogènes.
- Ajouter des procédés pour éliminer les métaux lourds.

Les références bibliographiques

Abdel-tawwab M., Wafeck M ., (2014). Influence of water temperature and waterborne cadmium toxicity on growth performance and metallothionein–cadmium distribution in different organs of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), *Journal of Thermal Biology*, Volume 45, p157-162.

AFNOR., (1997). Qualité de l'eau. Recueil des Normes Françaises Environnement, p1372.

Agence Française de développement ., (2011). Réutilisation des eaux usées traitées, perspectives opérationnelles et recommandations pour l'action, pp91.

Altmeyer N., Abadia G., Schmitt S et Leprince A., (1990). Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées. Document pour le médecin du travail, n°44, pp 374-377.

Amorce., (2012). Boues de station d'épuration : technique de traitement, valorisation et élimination, série technique DT 51, pp36.

Anonyme., (2008). Station d'épuration des eaux usées d'El-Rabta, Manuel d'entretien des équipements et d'exploitation de la station.

Asano T., Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, (1998). Pp1475 in **Baumont S., Camard J P., Lefranc A., Franconi A., (2004).** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS,pp 220.

Attab S., (2011). mémoire pour l'obtention du diplôme du majistère ,amelioration de la qualite microbiologique des eaux épurées par boues activees de la station d'epuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local ,université kasdi merbah-ouargla,p152

Baha S et Bensari F., (2014). Épuration des eaux usées domestiques par les boues activées : Etude de la performance de la STEP d'AIN EL HOUTZ. Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, technologie et traitement des eaux, université ABOU BEKR BELKAID , pp68.

Ballay D., Blais j., F ., (1998). Le traitement des eaux usées, revue des sciences de l'eau, France, pp77-86.

Baumont S., Camard J P., Lefranc A., Franconi A., (2005). Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS,pp 220.

Benyahya M., Bohatier B., Laveran H., Senaud J., et Ettayebi M., (1998). Les virus des eaux usées et leur élimination au cours des traitements des effluents polluent, Volume 37, issue 2, pp 95-105.

Berne Fet Cordonnier J., (1991).traitement des eaux, édition technique, France,paris et institut français du pétrole, p311.

Bliefert C., et Perraud R., (2001). Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck, p 317 à 477.

Boudreau L., Cloutier S., Guay I., (2009). Bibliothèque nationale du Québec. POSITION TECHNIQUE SUR LE REJET D'EAUX CHLORÉES DANS LE MILIEU AQUATIQUE.

Cabillic., Bontoux., Godet., Hartemann., Kerlan., Larbaigt., Leclerc Cemagref Antony., Montiel Sagep., Poggi Ifremer et Vial., (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, Section des eaux, p22.

Cardot C., (2010). Génie de l'environnement, les traitements de l'eau pour l'ingénieur, paris, pp301.

Cauchi., Hyvrard., Nakache., Schwartzbrod., Zagury., Baron., Carre., Courtois., Denis., Dernat., Larbaigt., Derangere., Martigne., Seguret., (1996). Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes 2 : 81-118 in **Baumont S., Camard J P., Lefranc A., Franconi A., (2004).** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS,pp 220.

Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermeulen A., (2005). Festival des Sciences "La ville", p15

Chocat B., (1997). Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition techniques et documentations, paris, pp1124 in **Attab., (2011).**

Condom N., Lefebvre M., Vandome L., (2012). La réutilisation des eaux usées traitées en Méditerranée: retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets, Centre d'activités régionales du PNUE/PAM, France, pp67.

Faby J.A., Brissaud F., (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Office International de l'eau, p76 in **Baumont S., Camard J P., Lefranc A., Franconi A., (2004)** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, pp 220.

FAO., (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, pp 73.

Franck R., (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques, Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.

Gaïd A., (1984). Epuration biologique de l'eau urbaine, tome-1.Edition OPU, Alger, pp 261.

Gaïd A., (1993).Traitement des eaux usées urbaines, France, pp30.

Gamil M. A., El-Sayed M. El-S., Osama M. A., (2010). Effect of lead toxicity on coenzyme Q levels in rat tissues, Food and Chemical Toxicology, Volume 48, Issue 6, P1753-1756,

Generet O., Bodart O., Andre N., Colmant S., Bellino D., Vonneche L., Van Hooydonk D., Laffineur L et Daum concept B., (2005). Etude d'incidences sur l'environnement relative à une demande de permis unique, AIDE S.C.R.L., Station d'épuration d'eaux résiduelles urbaines de Liège –Sclessin, N°. Projet: 05.0258, Belgique pp82.

Gérard M., Jacques A., (2000). Paris, Réutilisation des eaux usées après traitement pp38.

Hannachi A., Gharzouli R et Djelloulitabet Y., (2014). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, gestion et valorisation des eaux usées en Algérie, université Ferhat Abbas Sétif (Algérie), université du Maine-le Mans (France) pp51-62.

Hartani T., (2004). La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie, Institut national agronomique, Alger, Algérie, pp12.

Hoening M., Dupire S., Wollast R., (1979). L'atomisation électrothermique en spectrométrie d'absorption atomique et son application dans les études de l'environnement. Tec et Doc, Paris.

INRS., (2004). Le traitement des eaux usées, pion des connaissances ED 5026, paris, pp 4.

Jean D., (2014). La réutilisation des eaux usées, Académie d'agriculture de France, pp10.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE n° 26., (2006). Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au (2006) définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, Algérie, p. 4-5.

Koller E., (2004). Traitement des pollutions industrielles: Eau. Air. Sols. Boues. Edition DUNOD, pp424.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation., de l'environnement et du travail (2012). Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries, Avis de l'Anses Saisine n° 2009-SA-0329, pp 150.

Le hyaric R., (2009). Caractérisation, traitabilité et valorisation des refus de dégrillage des stations d'épurations. Thèse Doctorat l'Institut National des Sciences appliquées de Lyon, pp 30-34.

Louis S., (2000). Virus humains et santé publique : conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et conchyliculture, centre collaborateur OMS pour les microorganismes dans les eaux usées, université de Nancy, France, p 290

Méot. B., Alamy. Z .,(1990). Les eaux usées urbaines réglementation des rejets urbains traitement de finition par géoépuration, SERVICE SOL ET SOUS SOL, DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT ET RISQUES, pp91

Metahri M., (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes.cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat, Génie des procédés, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, pp172.

Michiel R. J. Doorn (Pays-Bas)., Sirintornthep Towprayoon., Sonia M., Manso V., William I., Craig P., Riitta P et Can W.,(2006). Chapitre 6: Traitement et rejet des eaux usées, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 5: Déchets, pp31.

Miroslawa Z. B., Maciej S., Eliza W., Jakub P., Leszek R et Jan B., (2005). Lead toxicity through the leadzyme, Mutation Research/Reviews in Mutation Research, Volume 589, p103-110.

OMS., (1989). L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquaculture : recommandation avisées sanitaires, Organisation Mondiale de la Santé, Genève, pp17-60.

OMS., (2012). Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères volume II, utilisation des eaux usées en agriculture, Genève, pp225.

Perera., Baudot., (2001). Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, pp40.

Ramade F., (1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau, Ediscience internationale, Paris, p786.

Ramade F., (2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Ediscience international, Paris, pp689.

Rodier J., (1996). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD, Paris, pp 1383.

Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H et Rodi L., (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. DUNOD, Paris.8eme Edition, pp1383.

Roland V., (2010). Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie 3è édition, Lavoisier paris pp 301.

Ruijuan Q., Xinghao W., Zhengtao L., Zhenguang Y et Zunyao W., (2013). Development of model to predict the effect of water chemistry on the acute toxicity of cadmium to photobacterium phosphoreum, Journal of Hazardous Materials, Volume 262, P 288-296.

Savary P., (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau. Edition Techni. Cités, Paris.

Villers J., Squilbin M., Yourassowsky C., (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/ Observatoire des Données de l'Environnement, pp16.

ANNEXE

Annexes A

I-Les paramètres physicochimiques

1-MES

1-1-principe

L'eau est filtrée et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

La séparation des matières en suspension se fait à l'aide d'un équipement de filtration sous vide qui permet le passage de l'eau à analyser sur un filtre en fibre de verre.

1-2-Mode opératoire

- Sèche les papiers filtre MES dans une étuve à 105,2°C jusqu'à une masse constante
- Laisser refroidir en dessiccateur et peser à 0,1mg près.
- Placer le filtre dans l'équipement de filtration et mettre en marche le dispositif d'aspiration.
- Verse progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le dispositif soit vide, le volume vide doit être d'eau moins 100ml.
- Laisser essorer et sécher le filtre à 105,2°C
- Laisser refroidir en dessiccateur et peser.
- Laisser essorer et sécher le filtre à 105,2°C, laisser refroidir en dessiccateur et peser.

2-Nitrate :

2-1-Principe :

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrate réagissent avec le 2,6-diméthylphénol pour donner le 4-nitro-2,6-diméthylphénol.

2-2-Mode opératoire

- Pipeter lentement 0.2ml d'échantillon
- Pipeter lentement 1ml de la solution A
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet.

- Attendre 15min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer

Tableau 1: caractéristique chimique de la cuve d'analyse et de la solution A

Caractéristique chimique de la cuve d'analyse LCK340(NO3)		Caractéristique de la solution A	
Substance	Quantité	substance	Quantité
Acide sulfurique	70 %	2-propanol	50ml/l
EAU	25%		
Acide phosphorique	0%		

3-Nitrite :

3-1-Principe

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatique pour donner des sels diazonium, ceux-ci forment avec des composés aromatiques contenant un amino-groupe ou un hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense.

3-2-Mode opératoire :

- En levez délicatement la feuille de protection de dosicap zip **détachable**.
- Dévissez le dosicap zip
- Pipeter 2ml d'échantillon
- Vissez immédiatement le dosicap zip, dirigeant le **c-annelage** vers l'haut.
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 10 min, mélanges de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer

Tableau2 : Caractéristique chimique de la cuve d'analyse LCK 341(NO2) et Caractéristique du produit dosicap zip 2/2

Caractéristique chimique de la cuve d'analyse LCK 341(NO2)		Caractéristique du produit dosicap zip 2/2	
Substance	Quantité	substance	Quantité
Eau	80%	Mannitol	70%
Acide citrique	20%	Sel acide de sulfonique	

4-L'ammonium

4-1-Principe

En présence de sodium introprussique agissant comme catalyseur et à une valeur de PH d'environ 12-6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicylique et donnent une coloration bleue indophénol.

4-2-Mode opératoire :

- En levez délicatement la feuille de protection du dosicap zip détachable
- Dévissez le dosicap zip
- Pipeter 0.2ml d'échantillon
- Vissez immédiatement le dosicap zip dirigeant le c- anelage vers l'haut
- Secouer énergiquement
- Attendre 15min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer

Tableau3 : Caractéristique chimique de la cuve LCK 303 (NH₄⁺)

Caractéristique chimique de la cuve LCK 303 (NH ₄ ⁺)	
Substance	Quantité
Eau	9595
Hydroxyde de sodium	95%
	<0.2%

5-Azote total**5-1-Principe**

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxosulfate et se transforme donc en nitrate, les ions nitrates réagissent dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique avec un diméthyle phénol -2,6 en forment nitrophénol.

5-2 Mode opératoire

- Doser à la suite, consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche.
- 0.5 De l'échantillon, 2 ml de solution A (LCK238A), une tablette B (LCK138/238/338B).
- Fermer immédiatement, ne pas mélanger.
- Chauffer directement dans l'incubateur pendant 1heur à 100C°
- Laisser refroidir (15minutes) et ajouter 1 MicroCap C (LCK138/238/338 C), Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat se soit complètement dissous du MicroCap C et qu'il n'y ait aucune particule restante.
- Pipeter lentement dans le test en cuve : 0,5ml d'échantillon désagrégé.
- Pipeter lentement 0,2ml de solution D (LCK138/238/338D), fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer

Tableau4 : Caractéristique chimique de la cuve LCK 238

Caractéristique chimique de la cuve LCK 238	
Substance	Quantité
Eau	60%
Acide sulfurique	33%
Acide phosphorique	7%

Tableau5 : Caractéristique du produit A

Caractéristique du produit A	
Substance	Quantité
Eau	>98%
Hydroxyde de sodium	<2%

Tableau6 : Caractéristique du produit B

Caractéristique du produit B	
Substance	Quantité
Peroxodisulfate de de dipotassium	65%
Métaborate de sodium	20%

Tableau7 : Caractéristique du produit C

Caractéristique du produit C	
Substance	Quantité
Sodium sulfite	>70%
Azide de sodium, azoture de sodium	<0,7%

Tableau8 : Caractéristique du produit D

Caractéristique du produit D	
Substance	Quantité
Eau	>75%
Alcool isopropylique,	20%
Propane-2-ol, 6-syléol	<16%
Acétate d'isopentyle	<1%

6-La demande biologique en oxygène (DBO5)

6-1-Principe

- Un échantillon mesuré d'eau est placé dans chacun des six flacons bruns.
- Les flacons sont placés sur l'appareil et connectés par leur bouchon aux capteurs de pression de l'appareil.
- Les bactéries présentes utilisent l'oxygène pour oxyder la matière organique dans les échantillons.
- L'air dans les flacons contient 21% d'oxygène et remplace l'oxygène consommé par les bactéries. Pendant la période de mesure, l'échantillon est continuellement agité par un barreau d'agitation

magnétique entraîné par un moteur d'agitation. L'agitation aide le transfert de l'oxygène de l'air à l'échantillon et permet de simuler des conditions naturelles.

- L'appareil BODTRAK est fermé pour empêcher les variations de la pression atmosphérique externe d'affecter les résultats de mesure de DBO5. Des capteurs de pression contrôlent les pressions diminue dans les flacons, la variation de pression est convertie en mg/l de DBO.
- Le gaz carbonique (CO₂) es produit par les microorganismes qui oxydent les matières organiques et doit être éliminée du système de matière à ce que la différence de la pression mesuré dans le système soit seulement proportionnelle à la quantité d'oxygène utilisé. Des cristaux de NaOH placé dans la cupule de chaque flacon absorbent le gaz carbonique.

6-2-Mode opératoire :

- Dans une éprouvette graduée propre, on verse le volume approprié d'échantillon dans l'un des flacons de l'appareil BOD Trak (420 pour l'eau brute, 160 pour l'eau épurée).
- placer un barreau d'agitation magnétique dans chacun des flacons d'échantillons.
- ajouter le contenu d'une gélule de tampon nutritif DBO à chaque flacon pour une croissance bactérienne optimale.
- Ajouter dans chaque flacon une quantité de l'inhibiteur (4 goutte pour l'eau épurée, 8 gouttes pour l'eau brute).
- Fermer les flacons par leurs bouchons, puis ajouter une pilule de NaOH dans chaque flacon.
- placer les flacons sur l'appareil BDO Trak et on raccorde le tuyau approprié au flacon puis on serve correctement le bouchon (chaque tuyau est étiqueté avec le numéro de voie et la disposition des numéros de flacons correspond à celle du panneau de commande).
- placer l'appareil en marche puis on vérifié que tons les barreaux d'agitation sont en mouvement.
- Les résultats de DBO lire directement à l'affichage de l'appareil BOD Trak après 5 jours.

7-La demande chimique en oxygène(DCO)

7-1-Principe

Les substances oxydable réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique, en présence de sulfate d'argent, le chlorure est masquer avec du sulfate de mercure, la diminution de la coloration jaune du Cr⁶⁺ est mesurée par photométrie.

7-2-Mode opératoire :

- Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène
- Pipeter 2.0ml d'échantillon avec précaution
- Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci.
- Mélanger bien le contenu
- Chauffer dans le thermostat pendant 2heurs à 148C°
- Sortir la cuve chaude
- Laisser refroidir à température ambiante
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer
- Les résidus doivent être complètement éliminés avant l'évaluation. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

Tableau9 : Caractéristique de la cuve d'analyse DCO

Caractéristique de la cuve d'analyse DCO	
Substance	Quantité
Eau	90%
Acide sulfurique	>8%
Mercure(II) sulfate	<1.7%
Argent sulfate	<0.5%
Dichromate de potassium	0.1%

Tableau10 : Caractéristique de la cuve d'analyse

Caractéristique de la cuve d'analyse	
Substance	Quantité
Eau	5-10%
Acide sulfurique	85-90%
Mercure(II) sulfate	1-5%
Argent sulfate	<1%
Dichromate de potassium	<0.5

8-Le phosphore

8-1-Principe

Les ions phosphate réagissent en solution acide avec les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine, celui -ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène.

8-2-Mode opératoire

- En levez délicatement le fenil de protection du dosicap Zip détachable.
- Dévissez le dosicap zip.
- Pipeter 0.5 ml d'échantillon.
- Vissez le dosicap zip.
- Secouer énergiquement.
- Chauffer dans le thermostat pendant 60 min a 100°C.
- Pipeter dans la cuve une fois refroidie 0.2 ml de réactif B, fermer immédiatement le réactif B après emploi.
- Vissez un dosicap « C »

- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois, de suite, atteindre 10 min, mélanger de nouveau, lieu nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

Tableau11 : Caractéristique de la cuve d'analyse LCK (pt, po4) et Caractéristique de produit A (dosicap zip) Caractéristique de produit A (dosicap zip)

Caractéristique de la cuve d'analyse LCK (pt, po4)		Caractéristique de produit A (dosicap zip)	
Substance	Quantité	Substance	Quantité
Eau	>95%	Sodium peroxodisulfate	71%
Acide sulfurique	<1%	Metaborate de sodium	21%

Tableau12 : Caractéristique du produit B et Caractéristique du produit C

Caractéristique du produit B		Caractéristique du produit C	
Substance	Quantité	Substance	Quantité
Eau/	>80%	Acide ascorbique	>50%
Acide sulfurique	16%	Metaborate de sodium	<25%
Ammonium heptomahdrate tétrahdrate	<2%		
Acide amidosulfurique, acide sulfamique	<1%		
Potassium, antimoin oxytartate hem hydrate	<1%	Dextram	>15%

Annexes B

Les métaux lourds

1 Dosage des métaux lourds

❖ Principe

Le traitement de l'échantillon est destiné à détruire la matière organique (minéralisation sous forme d'anhydride carbonique azote et eau) et à solubiliser les métaux qui deviendront ionisés. Dans les cas les plus courants, pratiquer une simple digestion à chaud en milieu nitrique et sulfurique. Si les matières organiques sont abondantes ou si leur digestion est difficile, effectuer alors une minéralisation nitro-perchlorique.

Pour de faible teneur, ces diverses opérations peuvent être accompagnées d'une concentration par évaporation.

1-1 Préparation des échantillons pour le dosage

❖ Mode opératoire

➤ Pour l'eau épurée

- Prendre un échantillon de 200 ml d'eau épurée.
- Ajouter 1ml d'acide nitrique et mesurer le PH (PH<2).
- Filtrer le contenu dans une éprouvette de 100ml.
- Ajouter le filtrat dans un flacon et conserver à 4C°.

➤ Pour l'eau brute

- Prendre 100ml de l'échantillon de l'eau brute.
- Ajouter 2ml de l'acide sulfurique concentré et en présence de méthyle orange puis 10ml d'acide nitrique concentré.
- Ajouter 2ml d'eau oxygénée dans le cas de dosage de chrome.
- Évaporer ensuite sur une plaque chauffante et réduire le volume à 10ml environ.
- Ajouter à nouveau 10ml d'acide nitrique concentré.
- Évaporer jusqu'à l'apparition des fumées blanches.
- Recommencer l'addition d'acide nitrique et l'évaporation si la solution n'est pas claire et si le dépôt (silice et coloré), refroidir, dissoudre le résidu avec l'eau permutée et filtrer.

1-2 Dosage par la SAA

La SAA est basée sur l'absorption d'un rayonnement de certaines longueurs d'onde qui correspondent à des énergies spécifiques de chacun des métaux. Ces longueurs d'onde sont émises sous forme de raies (raies de résonance) par des lampes à cathode creuse. La cathode est constituée par l'élément que l'on cherche à doser (**Hoening et al, 1979**), les résultats sont exprimés en ppm.

Annexes C :

Tableau13 : mesure des paramètres physicochimique du jour de 22/03/2015

Paramètre		entrée	sortie	unités	Rendement
Physicochimique	T	17.4	17.65	°C	/
	PH	8.26	8.275	/	/
	CE	694	749	µs/cm	/
	MES	242	16	mg/l	93.38
	NT	31.4	5.33	mg/l	83.02
	DCO	382	26.7	mgO ₂ /l	93.01
	NO ₃ ⁻	1.96	0.905	mg/l	53.82
	NO ₂ ⁻	0.516	0.198	mg/l	61.62
	CH ₄ ⁺	20.2	3.37	mg/l	83.31
Biologique	DBO ₅	277	15.6	mgO ₂ /l	94.36
Rapport biodégradabilité DCO/DBO ₅	DCO/DBO ₅	1.37	1.71	/	/

Tableau14 : mesure des paramètres physicochimique du jour de 25/03/2015

Paramètre		entrée	sortie	unités	Rendement
physicochimique	T	17.15	17.55	°C	/
	PH	8.135	8.355	/	/
	CE	875	770	μs/cm	/
	MES	627	8	mg/l	98.72
	NT	35.7	7.61	mg/l	78.68
	DCO	546	29.3	mgO ₂ /l	94.63
	NO ₃ ⁻	6.23	1.36	mg/l	78.17
	NO ₂ ⁻	0.934	0.269	mg/l	71.19
	CH ₄ ⁺	28.6	9.40	mg/l	67.13
	PT	19.2	5.39	mg/l	71.92
Biologique	DBO ₅	314	4.1	mgO ₂ /l	98.69
Rapport biodégradabilité DCO/DBO ₅	DCO/DBO ₅	1.73	7.14	/	/

Réalisé par : Laouici Khadidja
Salhi Rahima

Date de soutenance : 30/06/2015

THEME : contribution à l'étude de l'efficacité des procédés de traitement des eaux usées dans la station d'épuration El-Rabta A-Jijel.

Résumé

Le présent travail consiste à évaluer l'efficacité des procédés de traitement des eaux usées domestiques au niveau de la station d'épuration d'El-Rabta, Jijel. Cette étude est basée sur l'analyse des paramètres physicochimiques (T,pH,CE,NH₄⁺,NO₃⁻,NO₂⁻,NT,PT ,DBO₅,DCO) et le dosage de certains métaux lourds (Pb, Cd) de l'eau brute et épurée.

Les résultats obtenus montrent que les rendements épuratoires sont très satisfaisants, ils sont de 97,48% pour la matière en suspension (MES), 94.81% pour la DCO, 94.59% pour la DBO₅, 71.86% pour le phosphore et de 82.31% pour l'azote ammoniacal. L'efficacité de traitement est faible pour les nitrites, les nitrates et les métaux lourds.

D'après ces résultats, on peut affirmer que les procédés de traitement utilisés sont efficaces et les eaux traitées déversées dans les eaux de mer ne constituent aucun risque pour le milieu aquatique.

Mots clés : eau usée, traitement des eaux, station d'épuration, paramètres physico-chimiques, métaux lourds, rendement épuratoire.

Abstract

The present work consists of evaluating the treatment effectiveness of domestic wastewater processes at the sewage treatment plant of El-Rabta, Jijel. This study is based on analysis of some physicochemical parameters (T°C, pH, EC, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, NT, PT, DBO₅, and DCO), and determination of certain heavy metals (Pb, Cd) of wastewater and treated water.

The results show that purification efficiencies are very satisfactory; they are of 97.48% for the suspended matter, 94.81% for DCO, 94.59% for DBO₅, 71.86% for phosphorus and 82.31% for ammoniac. The processing efficiency is low for nitrites, nitrates and heavy metals. Based on these results, we can say that the treatment processes are effective and treated waters which are discharged into sea waters do not constitute any risk to the aquatic environment.

Key words: wastes waters, water treatment, sewage treatment plant, physicochemical parameters, heavy metals, treatment efficiency.

ملخص

هذه الدراسة التي قمنا بها تهدف لتقييم فعالية الطرق المتبعة لمعالجة مياه الصرف الصحي في محطة معالجة مياه الصرف الصحي الرابطة بمدينة جيجل، و تتركز هذه الدراسة على تحليل المعايير الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة، درجة الحموضة، الموصلية، الأكسجين الحيوي الممتص، الطلب الكيماوي على الأكسجين، النيتريت، النترات، المواد العالقة، الأزوت، الفسفور) ومعايرة بعض المعادن الثقيلة (الرصاص، الكاديوم) للماء الملوث (الماء الخام)، و الماء المعالج (الماء النقي)

النتائج المتحصل عليها تبين أن مردود التصفية كبير حيث بلغ 97.48% بالمئة بالنسبة للمواد العالقة 94.81% بالمئة بالنسبة للأكسجين الحيوي الممتص 94.59% بالمئة للطلب الكيماوي على الأكسجين بالمئة 71.86% بالمئة بالنسبة للفسفور 82.31% بالمئة بالنسبة للامنيوم اما فعالية المعالجة بالنسبة للنيتريت و النترات و المعادن الثقيلة ضعيفة جدا

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نؤكد إن الطرق المستعملة لمعالجة مياه الصرف الصحي في المحطة فعالة وان المياه المعالجة التي تصب في البحر لا تشكل أي خطر على الوسط المائي.

الكلمات المفتاحية مياه الصرف الصحي معالجة المياه مردود التصفية محطة التصفية المعايير الفيزيوكيميائية المعادن الثقيلة