

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques
Département d'agronomie



Mémoire de fin de cycle

*En vue de l'obtention du diplôme Master
Spécialité : Eau et Environnement.*

Thème

**Qualité des eaux usées de la STEP Est de la
ville de Tizi-Ouzou et possibilité de
valorisation agricole**

Elaboré par :

HAKIMA MEZIANI

Encadré par :

M^r : METAHRI M.S

Membre du jury :

M^r SMAIL ADEL

Maître de conférences B

UMMTO

Président

M^r METAHRI M^{ED}.SAID

Maître de conférences A

UMMTO

Promoteur

M^{me} BERROUANE NAOUAL

Maître assistante

UMMTO

Examinatrice

Promotion 2017/2018

Remerciement

Avant tout, je remercie « ALLAH » le tout puissant, le miséricordieux de m'avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mon entière reconnaissance à mon promoteur M^r METAHRI.M. S pour son encadrement, sa patience, et surtout pour ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je tiens également à remercier M^r SMAIL.A pour avoir accepté de présider le jury de ma soutenance.

J'adresse également mon respect le plus profond à M^{me} BERROUANE.N, qui me fera l'honneur d'examiner mon travail.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance pour le personnel de la station EST de Tizi-Ouzou, surtout les laborantines ayant contribué au bon déroulement de mon stage pratique.

Enfin, mes sincères remerciements vont à toutes personnes ayant contribué de près ou de loin, par leurs conseils, orientations, soutien moral et encouragements à l'achèvement de mon projet de fin de cycle.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en hommage affectueux, à mes chers parents qui m'ont donné la vie, toujours soutenu avec leurs encouragements, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle, ne saurait exprimer mon affection, ma reconnaissance, ma gratitude, mon respect le plus profond et tout l'amour que je vous porte.

Ce travail représente le fruit de votre soutien, vos sacrifices et vos encouragements.

A mes chers frères et sœurs, ma source de courage, d'amour et d'inspiration.

A tous mes amis et mes camarades de la promotion « eau et environnement » 2017/2018 pour les bons moments passés ensemble, leur aide et leur soutien.

A toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de mon projet de fin de cycle.

Hakima.

Liste des abréviations

C° : Degrés Celsius.

CE : Conductivité électrique.

COT : Carbone Organique Total

CM : Charge Massique.

CT : Coliformes totaux.

CV : Charge Volumique.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EH : Equivalent Habitants

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

IM : Indice de MOHLMAN

MES : Matières En Suspensions.

MVS : Matières Volatiles en Suspension

MMS : Matières Minérales Sèches

MO : Matière Organique.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

OMS : Organisation Mondiale de Santé.

PH : potentiel d'hydrogène.

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurées.

SAR : Taux d'adsorption de Sodium (Sodium Adsorption Ratio).

STEP : Station d'épuration

Liste des figures

Figure 01: Image de la STEP Est de pont de bougie (Tizi-Ouzou)	30
Figure 02 : Image satellitaire de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.....	31
Figure 03 : Dégrileur grossier	33
Figure 04 : Bassin de Dessablage-déshuilage	34
Figure 05 : Vis sans fin	35
Figure 06 : Pont de raclage.....	35
Figure 07 : Bassin biologique.....	36
Figure 08 : Le clarificateur.....	37
Figure 09 : Bassin de stabilisation	38
Figure 10 : Epaisseur	39
Figure 11 : Lits de séchage.....	40
Figure 12 : Thermomètre à sonde.....	41
Figure 13 : pH mètre.....	41
Figure 14 : Colorimètre.....	41
Figure 15 : Conductimètre.....	42
Figure 16 : DBO mètre.....	43
Figure 17 : Enceinte DBO mètre.....	43
Figure 18 : Evolution des températures de l'eau entrée/sortie de la STEP	46
Figure 19 : Evolution du pH de l'eau entrée/sortie de la STEP.....	47
Figure 20 : Evolution des MES de l'eau entrée/sortie de la STEP.....	48
Figure 21 : Evolution de la conductivité de l'eau entrée/sortie de la STEP de Tizi-Ouzou	48
Figure 22 : Evolution de la turbidité des eaux d'entrée/sortie de la STEP	49
Figure 23 : Evolution de la DBO ₅ de l'eau entrée/sortie de la STEP	50
Figure 24 : Evolution de la DCO des eaux d'entrée/sortie de la STEP.....	51
Figure 25 : Evolution des taux d'ortho-phosphates des eaux de la STEP.....	51
Figure 26 : Evolution de l'ammonium de l'eau entrée/sortie de la STEP.....	52
Figure 27 : Evolution des taux de nitrites de l'eau entrée/sortie de la STEP	53
Figure 28 : Evolution des taux de nitrates des eaux entrée/sortie de la STEP	53

Liste des tableaux

Tableau01 : Fiche technique de la station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou (ONA, 2017).

Tableau 02 : Echelles et volumes de mesure de la DBO₅.

Sommaire

Introduction générale.....	12
----------------------------	----

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

1. Définition des eaux usées	15
2. Origines et compositions des eaux usées	15
2.1. Eaux usées domestique.....	15
2.2. Eaux industrielles	15
2.3. Eaux agricoles	16
2.4. Eaux pluviales	16
3. Caractéristique des eaux usées	16
3.1. Paramètres physico-chimiques	17
a. Température.....	16
b. Potentiel d'hydrogène	17
c. Matières en suspension (MES).....	17
d. Conductivité électrique (CE).....	18
e. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	18
f. Demande chimique en oxygène (DCO).....	19
g. Matières oxydables(MO).....	19
h. Biodégradabilité	19
i. L'azote et le phosphore	20
3.2. Paramètres bactériologiques.....	20
a. Coliformes totaux (CT)	21
b. Coliformes fécaux	21
c. Streptocoques fécaux.....	21
4. Pollution des eaux	21
4.1. Définition.....	21
4.2. Différents types de pollution des eaux	21
a. Pollution physique	22
b. Pollution chimique	22
c. Pollution biologique	22
d. Pollution thermique	22
e. Pollution organique	22
4.3. Equivalent habitant.....	22

Chapitre II : La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture

1. Définition de la réutilisation des eaux usées	24
2. Catégories de réutilisation des eaux usées	24
2.1. Usage agricole	24

2.2. Usage industriel.....	24
2.3. Usage domestique et municipal.....	25
2.4. Recharge des nappes	25
2.5. Production d'eau potable.....	25
3. Critères de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation.....	25
3.1. Critères biologique	25
3.2. Critères physico-chimiques	26
3.2.1. Éléments traces et métaux lourds.....	26
3.2.2 Alcalinité	26
3.2.3. Toxicité spécifique des ions	26
3.2.4. La salinité	27
3.2.5. Fertilisants dans les eaux usées traitées	27
4. Avantages de la réutilisation des eaux usées traitées.....	27
4.1. Bénéfices environnementaux	28
4.2. Bénéfices économiques	28

Partie expérimentale
Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	30
1.1. Conception et réalisation.....	30
1.2. Situation géographique.....	30
2. Nature du rejet.....	31
3. Caractéristiques des eaux	31
4. Description et fonctionnement des ouvrages de la station.....	32
4.1. Les traitements primaires	33
A. Le dégrillage.....	33
B. Dessablage et dégraissage	34
4.2. Traitement biologique	35
a. Bassin d'aération	35
b. La clarification	36
4.3. Traitement des boues.....	37
a. Stabilisation aérobie	37
b. L'épaississement des boues.....	38
c. Le séchage	39
5. Prélèvement et échantillonnage dans la STEP	40
6. Les méthodes d'analyses.....	40
a. Température.....	40
b. Potentiel d'hydrogène....	41
c. Matières en suspension (MES).....	42
d. Conductivité électrique (CE).....	42
e. Demande biochimique en oxygène (DBO5)	42

f. Demande chimique en oxygène (DCO).....	43
e. Nutriments	43

Chapitre VI : Résultats et discussion

1. Interprétation des résultats	46
1.1. La température.....	46
1.2. Le potentiel d'hydrogène	47
1.3. Les MES	47
1.4. La conductivité.....	48
1.5. La turbidité	49
1.6. Demande biochimique en oxygène DBO ₅	49
1.7. La demande chimique oxygène DCO	50
1.8. Les ortho-phosphates PO ₄ ³⁻	51
1.9. L'ammonium NH ₄ ⁺	52
1.10. Les nitrites NO ₂ ⁻	52
1.11. Les nitrates NO ₃ ⁻	53
2. Estimation des apports en nutriments N.P par an	54
Conclusion générale	56

« L'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie », elle est à la fois son creuset originel et l'élément primordial de son maintien. Tous les êtres vivants ont besoins d'eau pour leur prospérité ; c'est aussi un patrimoine humain précieux et irremplaçable. Cependant, il faut adopter les moyens les plus idoines afin de la protéger et de la préserver aux futures générations (Morel, 2007).

L'Algérie est un pays au climat essentiellement aride à semi-aride, où les précipitations sont faibles, irrégulières et inégalement réparties (MRE, 2001). Pour une population estimée à 40 millions d'habitants, les ressources renouvelables en eau sont de l'ordre de 350 m³/an par habitant loin du seuil de sensibilité qui est de 1700 m³/an par habitant (Medkour, 2002; Lehtihet, 2005 et Metahri *et al*, 2016). Cette situation est à l'origine de la recherche d'autres ressources non conventionnelles comme les eaux usées traitées.

Les efforts consentis par les pouvoirs publics dans le secteur des ressources en eau, et ce à travers une multitude de projets initiés dans le cadre de la mise en œuvre des différents programmes de développement. Cette politique a placé l'Algérie au rang de leader africain et régional dans le domaine de l'épuration des eaux usées, offrant ainsi plus d'un milliard de mètre cube d'eau traitée qui pourraient être destinée à l'irrigation agricole et ce en fonction de leurs salubrité chimique et biologique (Metahri *et al*, 2015).

La réutilisation des eaux usées traitées est un projet qui doit obéir au code de réutilisation des effluents secondaires de STEP en irrigation agricole. Elle doit être gérée soigneusement, surveillée et contrôlée par des spécialistes, afin de vérifier les risques et menaces potentiels sur les consommateurs, et l'environnement dans son ensemble (FAO, 2003).

La réutilisation des eaux usées épurées est pratiquée essentiellement par les agriculteurs, soit directement (13 %) à partir des stations d'épuration ou indirectement (87 %) à partir des oueds alimentant les barrages (Lehtihet, 2005). Selon (Hartani, 1998), 8 % des terres irriguées reçoivent des eaux usées non traitées.

Diverses cultures sont concernées par cette réutilisation : cultures fourragères, maraîchères, céréales et arboriculture). L'irrigation des cultures maraîchères à l'eau usée brute est proscrite en Algérie (Code des Eaux, 1997). Cependant, on constate que cette proscription n'est pas respectée. La pratique d'irrigation n'est pas faite dans des conditions organisées ; soumettant ainsi les ouvriers et les consommateurs des produits agricoles à des risques de contaminations chimiques et biologiques considérables (Medkouri, 2002 et Lehtihet, 2005).

La caractérisation des effluents secondaires liquides, nous permet d'évaluer leur qualité afin de définir leur vocation finale.

C'est dans un contexte éco-sanitaire de valorisation de cette ressource hydrique dont le volume est non négligeable que s'inscrit notre étude. Elle vise essentiellement à évaluer les paramètres de qualité des eaux usées épurées de la STEP Est de Tizi-Ouzou et donc envisager la possibilité de les valoriser en agriculture.

Ce présent travail, permettrait aussi d'évaluer les risques de contaminations des sols et des milieux récepteurs notamment en azote et en phosphore issus de la réutilisation de cette eau, qui paradoxalement constitue des amendements pour les sols et des nutriments pour les plantes, mais aussi un véritable danger d'eutrophisation pour les cours d'eaux et le milieu récepteur.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées**1. Définition des eaux usées**

Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (Thomas, 1955).

2. Origines et compositions des eaux usées

On distingue trois types d'eaux usées, domestique industrielle et agricole énuméré comme suite :

2.1. Eaux usées domestique

Elles résultent des différentes utilisations domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement de déjections humaines (eau de toilette), chargées en matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises (Metahri, 2012).

2.2. Eaux industrielles

Les rejets industriels englobent les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurants, laboratoires d'analyses médicales, etc. (Metahri, 2012).

Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En effet, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques, en plus des matières organiques, azotées ou phosphorées. Selon leurs origines industrielles, elles peuvent également contenir (Metahri,2012).

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;

- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers tanneries)
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

2.3. Eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais, les insecticides, les pesticides et différents amendements, elle est la cause majeure des pollutions diffuses (Bontoux, 1993).

Les eaux issues de terres agricoles sont chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité, ils ne sont alors pas retenus par le sol et assimilés par les plantes. Par conséquent, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues.

2.4. Eaux pluviales

Constituent une importante source de pollution des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...) (Bontoux, 1993).

Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique (Metahri, 2012).

3. Caractéristique des eaux usées

Afin d'évaluer la qualité d'une eau usée, une série d'analyse est réalisée suivant des méthodes dont les protocoles sont bien définis. Des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique sont fixés suivant des normes de rejets. Ce potentiel de pollution est quantifié et exprimé en mg/l. Certains de ces paramètres nous éclairent sur le type de modification que l'eau va apporter au milieu naturel récepteur.

Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on procède aux analyses suivantes (Boulahai, et kalthoum, 2014).

3.1. Paramètres physico-chimiques

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels (Metahri, 2012).

a. Température

La température est un facteur écologique, pouvant perturber la vie aquatique. En effet, la pollution thermique causée par certains rejets, tels que les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques, provoquent des écarts de température importants avec le milieu récepteur induisant ainsi une forte perturbation du milieu. La température est mesurée par thermo-sonde (ou par thermomètre) (Gaujous, 1995) ; Elle joue aussi un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Rodier *et al.* 1996).

b. Potentiel d'hydrogène

Le pH est un paramètre permettant de mesurer l'acidité, l'alcalinité d'une eau (Gomella et Gueree, 1978). La mesure du pH doit se faire sur place, de préférence avec la méthode potentiométrique. La mesure électrique est délicate, mais donne une valeur exacte, parce qu'elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales (Rodier *et al.*, 1996).

La variabilité du pH, détermine le développement de la faune et de la flore aquatique, et exerce un rôle sur la mobilité des ions des métaux, et donc sur leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration de l'eau et le développement bactériens. Les microorganismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9 La nitrification optimale se fait aux mêmes valeurs (Metahri, 2012).

c. Matières en suspension (MES)

Elle représente, la fraction constituée par l'ensemble des particules organique (MVS) ou minérales (MMS) non dissoutes de la pollution. Elle constitue un paramètre important qui

marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS (Metahri, 2012).}$$

- **Les matières volatiles en suspension (MVS)**

Sont obtenues par calcination des MES à 525°C pendant 2 heures, elles représentent la fraction organique des MES. La « perte au feu » est la différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau (Metahri, 2012).

- **Les matières minérales (MMS)**

C'est l'extrait sec de l'eau, c'est-à-dire le résultat de son évaporation totale, constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Duguet *et al*, 2006).

d. Conductivité électrique (CE)

La conductivité est une propriété de l'eau, qui consiste à favoriser le passage d'un courant électrique, elle nous informe sur la salinité de l'eau, en nous indiquant précisément la teneur en sels dissous. La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité évalue la minéralisation globale de l'eau (Rejesk, 2002). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire (Metahri, 2012).

e. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène représente la quantité d'oxygène dépensée par, d'une part, les phénomènes d'oxydation chimique et d'autre part la dégradation des matières organiques par voie aérobie, pour réaliser la destruction des composés organiques non azotés. Cette demande en oxygène se manifeste progressivement et l'évolution des échantillons se

poursuit pendant des durées très longues. Par convention et par commodité. On a choisi la DBO₅, c'est-à-dire que l'on restreint la période d'observation à 5 jours. La DBO₅ s'exprime en milligrammes d'oxygène consommée par litre (mg/O₂/L) en grammes d'oxygène par jour et par habitant (Bourrier, 2008).

f. Demande chimique en oxygène (DCO)

Correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau, (Grosclaude, 1999). C'est donc la teneur totale en matières oxydables de l'eau. La DCO est faite à l'aide du bichromate de potassium à 150°C et est exprimée en mg d'(O₂)/l La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka et Ferreira, 1986).

Généralement la valeur de la DCO est (Metahri, 2012).

- $DCO/DBO_5 = 1.5$ à 2 pour les eaux usées urbaines ;
- $DCO/DBO_5 = 1$ à 10 pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;
- $DCO/DBO_5 > 2.5$ Pour les eaux usées industrielles.

g. Matières oxydables(MO)

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau (Badia-Gondard, 2003).

Se définissent à partir de la relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO qui est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO) / 3$$

h. Biodégradabilité

Dans le processus d'épuration biologique des eaux, la biodégradabilité est le pouvoir de décomposition ou d'oxydation d'un effluent par les micro-organismes. Elle est exprimée par un coefficient K, de sorte que, $K = DCO / DBO_5$:

- Si $k < 1,5$: Matières fortement biodégradables sont majoritaires dans les matières oxydables.
- Si $1,5 < K < 2,5$: Matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2,5 < K < 3$ Matières oxydables sont peu biodégradables.

- Si $K > 3$: Matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé signifie la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (Metahri, 2012).

i. L'azote et le phosphore

Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau, c'est pour ça, que les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants (Boulahai, et kalthoum, 2014).

- **Azote**

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄. La concentration du N-NTK est de l'ordre de 15 à 20% de celle de la DBO. L'apport journalier est compris entre 10 et 15g par habitant (Grosclaude, 1999).

- **Phosphore**

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique. (Rodier, 2005).

3.2. Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale (Gaujous, 1995). L'OMS (1979) a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences ; il s'agit des *coliformes*, des *streptocoques fécaux*, et parfois les *Clostridium perfringens*.

a. Coliformes totaux (CT)

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant et est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (Rodier *et al.*, 1996).

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-) non sporulant permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C (OMS, 1979). Les coliformes regroupent les genres *Escherichia*, *Nitrobacters*, *Entérobactéries*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serrait* (Rodier *et al.*, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003).

b. Les coliformes fécaux

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux est un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine (Rodier *et al.*, 1996).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, on les désigne souvent sous le nom d'*Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacterfreundii*, *Entérobacter* aérogènes, *Klebsiella pneumoniae* ...etc.) (OMS, 1979 ; Rodier *et al.*, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003).

c. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont toutes les bactéries Gram (+), de forme oblongue ou de coccidé sphériques légèrement ovales (OMS, 1979). Ils se disposent, le plus souvent, en diplocoques ou en chainettes (Leclerc *et al.*, 1995 ; Joly et Reynaud, 2003).

4. Pollution des eaux

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation douteuse et/ou perturbe l'écosystème ; elle peut concerner les eaux superficielles et/ou les eaux souterraines ayant pour origine principales l'activité humaine. (Ghetas, Badhane et Hinamri ,2007).

4.1. Différents types de pollution des eaux

On distingue quatre types de pollution de l'eau.

a. Pollution physique

Due à la présence de matières en suspension parfois de colloïdes, elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (Mekkaoui, et Hamdi, 2006).

b. Pollution chimique

Due à l'existence de substances chimiques en solution, elle se manifeste le plus souvent par le changement de saveur ou l'apparition d'un caractère toxique de l'eau.

c. Pollution biologique

Ce type de pollution se manifeste lors de l'existence d'un grand nombre de microorganisme pathogènes (Thomas, 1995).

d. Pollution thermique

Elle est provoquée par l'accroissement excessif de la température de l'eau par suite de rejets des eaux des circuits de refroidissement des établissements industriels (Benmerien, Hafine et Khouild, 2007).

e. Pollution organique

La pollution organique est la plus répandue. Elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des industries textiles, papeteries, industries de bois, de raffineries, d'abattoirs d'agroalimentaires (Liu *et al*, 1997).

Cette pollution peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'autoépuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite la respiration de divers organismes aquatiques peut être compromise au profit de la dégradation de cette matière organique (Metahri, 2012).

4.2. L'équivalent habitant

Un équivalent habitant, correspond à la pollution quotidienne de l'eau que génère un individu. En fonction des dotations journalières en eau, chacun est sensé utiliser une quantité d'eau par jour. La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (Koller, 2009).

Chapitre II : La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture**1. Définition de la réutilisation des eaux usées**

La réutilisation de l'eau est définie comme étant une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités supplémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques (Benzaria, 2008).

2. Catégories de réutilisation des eaux usées**2.1. Usage agricole**

L'emploi des eaux usées en agriculture est très ancien et les champs d'épandage ont constitué les premiers systèmes d'épuration. Le sol est un filtre efficace et un hectare contient jusqu'à une ou deux tonnes de microorganismes. Aujourd'hui l'intérêt principal de la réutilisation des eaux usées en culture est plus souvent l'apport d'eau indispensable aux plantations (zones arides) que l'épuration par le sol ou l'apport d'éléments nutritifs. Des dispositions doivent être prises pour éviter les dépôts et la corrosion dans le système de distribution et un traitement préliminaire de décantation des effluents bruts est dans tous les cas à conseiller. Un prétraitement biologique est aussi souvent recommandé. Il permet, en particulier, de réduire sensiblement les risques d'odeurs. Deux catégories de risques sont liées cet usage des eaux usées (Degrémont, 1989).

2.2. Usage industriel

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour les pays industrialisés, l'eau recyclée fournit 85 % des besoins globaux en eau. Les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) sont parmi les secteurs qui utilisent les eaux usées en grande quantité. La qualité de l'eau réutilisée dépend de l'industrie ou de la production industrielle (Ecosse, 2001). Aux Etats-Unis, par exemple, le volume des eaux résiduaires réutilisées en industrie est d'environ 790 000 m³/jour, dont 68 % pour le refroidissement (Lazarova, 1998 ; ElRhazi, 2007).

Les applications sont nombreuses et on peut classer les secteurs où se pratique la REUT en fonction des différentes catégories d'activités industrielles : le secteur chimique et parachimique, le secteur agroalimentaire, le secteur des industries mécaniques, métallurgiques

2.3. Usage domestique et municipal

En zone urbaine et périurbaine, la réutilisation des eaux usées est une source importante. Les usages les plus courants sont l'irrigation d'espaces verts (parcs, golfs, terrains sportifs), l'aménagement paysager (cascades, fontaines, plans d'eau), le lavage des rues ou des véhicules et la protection contre l'incendie. Une autre application importante est le recyclage en immeuble, par exemple l'utilisation de l'eau ménagère traitée pour le lavage (El Rhazi, 2007).

2.4. Recharge des nappes

Le dispositif de la recharge des nappes consiste à faire infiltrer ou percoler les EUT dans le sous-sol, on poursuit de la sorte plusieurs objectifs :

- La restauration d'une nappe surexploitée par excès de pompage et dont le rabattement est préjudiciable, La protection des aquifères côtiers contre l'intrusion d'eau salée,
- Le stockage des eaux pour une utilisation différée,
- L'amélioration du niveau de traitement de l'eau en utilisant de la sorte le pouvoir autoépuration du sol
- La protection de l'environnement en évitant de rejeter les effluents dans un cours d'eau ou en mer (AFD, 2011).

2.5. Production d'eau potable

Pour la production de l'eau potable plusieurs pays exigent des normes très sévères dont l'élimination totale des virus.

Le progrès technologique du métier de l'eau permet de produire une eau de très bonne qualité, même à partir des eaux usées. De nombreuses études permettent l'utilisation des eaux usées d'une manière correcte, si les procédures suivies dans le traitement peuvent éliminer tous les éléments pathogènes (Lazarova, 1998).

3. Critères de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation

3.1. Critères biologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales, cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble

de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (ONEMA, 2009).

3.2. Critères physico-chimiques

3.2.1. Éléments traces et métaux lourds

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluor, l'aluminium, le nickel, le chrome, le sélénium et l'étain.

Des substances toxiques peuvent, à travers les produits irrigués avec des eaux usées, entrer dans la chaîne alimentaire. Cependant, le risque est extrêmement petit lors d'un usage des eaux usées domestiques (Benabdellah et Nabeurt, 2003).

3.2.2 Alcalinité

La dispersion de la phase colloïdale du sol, la stabilité des agrégats, la structure du sol et la perméabilité à l'eau sont toutes très sensibles aux types d'ions échangeables présents dans l'eau d'irrigation. L'augmentation de l'alcalinité du sol, qui peut se produire avec l'eau usée traitée à cause de la concentration élevée en Na, réduit la perméabilité du sol, particulièrement en surface, même si le lessivage a lieu. Ce phénomène est lié à la dispersion et au gonflement des argiles lorsque la concentration en Na échangeable augmente. Toutefois, pour une certaine valeur du Rapport d'Adsorption du Sodium (SAR – Sodium Adsorption Ratio), la vitesse d'infiltration augmente ou diminue avec le niveau de salinité. Par conséquent, le SAR et EC_w (salinité) devraient être employés en association pour évaluer les problèmes potentiels éventuels (FAO, 2003).

3.2.3. Toxicité spécifique des ions

Les ions les plus toxiques rencontrés généralement dans l'eau usée traitée sont le sodium (Na), le chlorure (Cl) et le bore (B) ce bore est un des éléments essentiels aux cultures, une concentration excédant 0,5 mg/l peut être toxiques aux cultures sensibles.

Le chlorure (Cl) et le sodium (Na) sont moins toxiques que le bore. Dans les régions arides et semi-arides l'eau usée traitée peut avoir une concentration élevée en Cl et Na à cause du contenu relativement élevé en ces éléments dans les eaux domestiques. Avec une gestion

appropriée de l'irrigation (système d'irrigation, fréquence d'irrigation, lessivage), les effets toxiques peuvent être réduits significativement, à des niveaux ne présentant aucune vraie contrainte pour la réutilisation (FAO ,2003).

3.2.4. La salinité

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle dans la perspective d'un projet d'irrigation est sa concentration totale en sels solubles. On estime que la concentration en sels de l'eau usée excède celle de l'eau du réseau d'alimentation en eau potable de quelques 200 mg/l, sauf dans le cas de pénétration d'eaux saumâtres dans les réseaux d'assainissement ou lors de collecte d'eaux industrielles ; Cette augmentation n'est pas susceptible, à elle seule, de compromettre une irrigation (Faby et Brissaud, 1997).

3.2.5. Fertilisants dans les eaux usées traitées

Les éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium) peuvent être en excès par rapport aux besoins de la plante et provoquer des effets négatifs, aussi bien au niveau de la culture que des sols. Un contrôle périodique de la quantité de nutriments présents dans l'effluent est nécessaire afin d'en tenir compte lors du calcul des besoins en fertilisants des cultures irriguées. Un apport d'azote excédentaire par rapport aux besoins des cultures, peut provoquer dans un sol très perméable la lixiviation du nitrate dans la nappe phréatique.

Cet apport peut perturber certaines productions, retarder la maturation de certaines cultures, abricots, agrumes, avocats, vigne par exemple, altérer leur qualité, comme par exemple réduire la teneur en sucre des fruits ou des betteraves, accentuer la sensibilité des cultures aux maladies, la tendance à la verse pour les céréales et limiter le développement des jeunes racines (Faby et Brissaud, 1997).

4. Avantages de la réutilisation des eaux usées traitées

Dans les pays arides et semi-arides, la pratique de la réutilisation des eaux usées traitées présente beaucoup d'intérêts, autant sur les plans environnementaux qu'économiques.

4.1. Bénéfices environnementaux

- ✓ Réduction des rejets de polluants dans le milieu naturel et notamment dans les milieux aquatiques protégés (zones de baignade, parcs naturels, espaces conchylicoles...);
- ✓ Limitation de la surexploitation des ressources naturelles ;
- ✓ Amélioration du cadre de vie et de l'environnement (arrosage des espaces verts, terrains de loisirs...);
- ✓ Les eaux usées traitées permettent, lorsqu'elles sont utilisées en irrigation, de réduire et même d'éliminer le recours aux engrais chimiques (Benzaria, 2008).

4.2. Bénéfices économiques

- ✓ Création d'une ressource en eau fiable, de volumes constants et indépendants des aléas climatiques ;
- ✓ Développement de la production agricole dans les zones soumises à la sécheresse et création d'une ressource en eau moins chère pour des usages autres que la consommation humaine (agriculture, industrie, zones de loisirs...) (Synteau, 2012).

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Conception et réalisation

La station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou a été conçue au début des années 90 et a été mise en service en Aout 2001 et transférée à l'ONA en juillet 2003.

L'ONA, s'est engagé dans une démarche de management de l'environnement selon la norme ISO 14001 version 2004 ou, elle a été certifiée pour la première fois en 2007. Cette distinction demeure la première à l'échelle nationale et africaine dans le domaine de la gestion et de l'exploitation des systèmes d'assainissement.

L'étude de projet a été effectuée par la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou, en collaboration avec la société française DEGEMENT.

Elle a pour but l'épuration des effluents du coté Est de la ville de Tizi-Ouzou, pour lequel la pollution soit réduite à un degré qui garantit les objectifs de qualité des milieux récepteurs, selon le procédé (Boue activée à culture libre) pour un volume journalier théorique de 18000 m³ / jour, et une capacité de 120 000 habitants voir figure 1.



Figure 01 : Image de la STEP Est de pont de bougie (ONA, Tizi-Ouzou).

1.2. Situation géographique

La station d'épuration Est de Tizi-Ouzou est située sur la rive de l'Oued Sébaou à 200 m en amont du pont de bougie sur le chemin de wilaya N°124 reliant Tizi-Ouzou Bejaia. La STEP est donc implantée à la sortie Est de la ville de Tizi-Ouzou, en dehors du tissu urbain. D'une superficie de 35 591 m² dont 14 714 m² bâtis.

Le terrain de la station représente une superficie de 3,56 ha, est les délimité au Nord par chemin département N° 124, à l'Ouest par terrain privé, à l'Est par la rive gauche de l'oued Sébaou et au sud par le Talweg.

Le terrain de la station occupe une partie de la berge d'oued Sébaou présente une pente d'orientation Nord-Sud relativement douce. L'altitude moyenne du site est de 70 m voir figure 2.



Figure 02 : Image satellitaire de la STEP Est de Tizi-Ouzou. (Google Earth, 2020).

2. Nature du rejet

Les effluents arrivent à la station par un réseau unitaire par voie gravitaire. Les eaux usées à traiter sont exclusivement urbaines. Le milieu récepteur d'eau épurée est l'oued Sebaou.

3. Caractéristiques des eaux

Les caractéristiques des eaux brutes de la STEP Est sont données dans le tableau 1.

Tableau01: Fiche technique de la station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou (ONA, 2017).

Désignation	Valeurs
Type du réseau	Unitaire
Natures des eaux brutes	Domestique
Population raccordée	120 000 EH
Charges hydrauliques	
Débit journalier en temps sec	18 000 m ³ /j
Débit moyen journalier	750 m ³ /j
Débit de pointe en temps sec	1 620 m ³ /h
Débit de pointe en temps de pluie	2 250 m ³ /h
Charges polluantes en DBO₅	
➤ Flux journalier	6 500 Kg/j
➤ Concentration moyenne	360 mg/l
Matière en suspension (MES)	
➤ Flux journalier	8 400 Kg/j
➤ Concentration moyenne	466 mg/l
pH	6,5 à 8,5
Température	< à 25 °C

Les objectifs à atteindre pour une eau traitée sont :

- DBO₅ ≤ à 30 mg/l sur un échantillon moyen de 24 heures,
- MES ≤ à 120 mg/l sur un échantillon moyen de 24 heures,
- DCO ≤ à 90 mg/l sur un échantillon moyen de 24 heures,
- PH compris entre 6.6 et 8.5.

4. Description et fonctionnement des ouvrages de la station

La STEP Est fonctionne selon le procédé d'épuration à boues activées et à moyenne charge. Les eaux usées traitées par la STEP, sont les eaux du côté Est de la ville de Tizi-Ouzou, les étapes d'épuration des eaux de la station sont de l'ordre suivant.

➤ **L'arrivée des eaux brutes**

La station est équipée d'un regard d'arrivée qui reçoit les effluents

4.1. Les traitements primaires

A) **Le dégrillage** : représente l'ouvrage de réception

- **Dégrillage grossier manuel** : Après l'arrivée de l'effluent brute dans cet ouvrage, il subit une première filtration physique mécanique et ce à travers les grilles d'un espacement de 5cm qui permet d'éliminer les déchets volumineux voir figure03.



Figure 03 : Dégrieur grossier

- **Les pompes de relevages en tête**

L'eau relevée vers l'ouvrage de tête à l'aide de quatre pompes submersibles, d'une capacité de 750m³/h, puis, par fonction gravitaire l'eau circule dans les autres compartiments de la station.

- **Dégrillage fin mécanisé et manuel**

Consiste à faire passer l'effluent à travers des grilles de faibles espacements (25 mm) afin d'éliminer les particules fines.

La récupération des refus de grille, se fait par deux méthodes : automatique et manuel. En mode automatique, la récupération se fait grâce à une vis d'extraction des refus (Vis sans fin) vers la benne des déchets, et son fonctionnement est lié à celui du dégrilleur, l'arrêt étant temporisé à 2mn, afin d'assurer l'évacuation des refus.

B) Dessablage et dégraissage

Cette étape comporte trois processus

- **Reprise des flottants**

Une flottation des huiles et des graisses : Ces produits étant de densité inférieure à celle de l'eau, l'injection des microbulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses. Un bras racleur de surface racle toutes les graisses vers une fosse de récupération (figure06). Le dégraissage s'effectue simultanément avec le dessablage dans le même ouvrage voir figure04.

- **Reprise des sables**

Les sables sont recueillis au fond du bassin après sédimentation par gravité dans un ouvrage rectangulaire, ces particules sont aspirées par une pompe.

- **Extraction et essorage des sables**

Une vis sans fin est implantée à l'extrémité du bassin, assure à la fois l'essorage du sable et le récupère ensuite il se met en charge dans les bennes de récupérations (figure05).



Figure 04 : Bassin de Dessablage-déshuilage



Figure 05 : Vis sans fin



Figure 06 : Pont de raclage

➤ **Soufflante de by-pass**

En cas de crue pluvial anormalement chargée (prévention de l'arrivée massive des sables, d'huiles qui influence sur le processus). En cas d'arrivée d'eau brute anormalement chargée : branchement illicite dans le réseau ; station d'essence ; station de vidange...). Ce dernier assure le bon fonctionnement de la station en cas de problème au niveau des grilles mécaniques (panne, bouchage).

4.2. Traitement biologique

C'est la partie essentielle de l'épuration des eaux résiduaires.

Elle consiste à reproduire, en accélérant, le processus naturel qui existe dans la nature une eau traitée.

a) Bassin d'aération (Réacteur biologique)

L'eau prétraitée sera acheminée vers les bassins de traitement biologique, voir la figure 07, la station comporte deux unités de bassins d'aération, au niveau de chaque unité il y a deux bassins séparés et alimentés en eau à épurer avec des cultures bactériennes libres.

Le système d'aération est assuré par des aérateurs de surface afin de dissoudre l'oxygène et répondre aux besoins des microorganismes épurateurs.

Le brassage permet de d'homogénéiser le mélange des floccs bactériens et l'eau usée (liqueur mixte) et d'éviter leur dépôt. Ils représentent les caractéristiques suivantes

- Longueur : 49,50 m
- Largeur : 16,50 m
- Hauteur moyenne : 4m
- Surface : 817 m²
- Volume : 3250 m³
- Nombre d'aération : 03



Figure 07 : Bassin biologique

b) La clarification

Après un temps de séjour dans le bassin d'aération, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur (figure08), appelé un décanteur secondaire (de type racleur), afin d'assurer la séparation des eaux épurées des boues.

Ces dernières sont recyclées et stockés dans les puits à boue appelé (Boues de recirculation ou boue de retour) utilisé pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices dans les bassins d'aération. L'excédent est évacué vers la stabilisation.

La station dispose de deux clarificateur aux caractéristiques suivantes.

- Hauteur moyenne : 3,10 m
- Surface : 530 m²
- Diamètre périphérique : 26 m
- Volume : 2550 m³



Figure 08 : Le clarificateur

1.5.3. Traitement des boues

Les boues sont stabilisées par deux manières distinctes

a) Stabilisation aérobie

Elle consiste par une aération prolongée de boues, à provoquer et à poursuivre le développement des micro-organismes aérobies, jusqu'à dépasser la période de synthèse et réaliser leurs propres cellules et réaliser leur propre auto-oxydation. Ensuite sont transférées vers l'épaississeur par des groupes de pompes.

Ces boues activées sont stabilisées dans deux stabilisateurs (figure09) aux caractéristiques suivantes :

- Longueur : 49,50m
- Largeur : 13,25m
- Hauteur moyenne : 4m
- Surface : 656 m²
- Volume : 2250 m³



Figure 09 : Bassin de stabilisation

b) L'épaississement des boues

Cette étape permet d'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes des boues et réduire le cout d'évacuation par épaissement. Ces boues sont épaissies dans un épaisseur (figure 10), de forme cylindrique aux dimensions suivantes :

- Diamètre : 49,50 m
- Hauteur : 4m
- Surface : 176 m²
- Volume : 740 m³



Figure 10 : Epaisseur

c) Le séchage :

Les boues épaissies sont envoyées vers les lits de séchages ou elle séjourne entre 20 à 24 jours (figure 11), la station compte vingt lits dont les caractéristiques unitaires sont les suivants :

- Longueur : 30 m
- Largeur : 15 m
- Hauteur de remplissage de boue : 0,70 m
- Surface : 450 m²



Figure 11 : Lits de séchage

Ces boues récupérées du décanteur après séchage, peuvent être utilisées comme engrais dans l'agriculture, sinon elles sont envoyées en décharge publiques ou incinérées.

5. Prélèvement et échantillonnage dans la STEP

La méthode appliquée dans la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou est celle de l'échantillon composite ; Elle consiste à prélever deux à trois fois par jour un volume déterminé pour l'eau brute (entrée) et pour l'eau épurée (sortie).

Cet échantillon sera conservé au réfrigérateur après avoir effectué quelques analyses journalières. Les analyses complètes y compris l'ammonium, les nitrates, les nitrites et les ortho-phosphates sont faites une fois par semaine.

La durée de notre stage a la station Est de pont de bougie été de 15 jours ce qui nous a permis d'assister à deux reprise aux analyses complètes.

6. les méthodes d'analyses

a. Température (C°)

Pour chaque échantillon journalier prélevé, nous mesurons sa température grâce à un thermomètre à sonde (figure 12) que l'on plonge dans l'eau de cet échantillon. Une fois la température stabilisée, nous effectuons la lecture correspondante.



Figure12 : thermomètre à sonde.



Figure13 : pH mètre.

b. Potentiel hydrogène

C'est le même principe que pour la température où nous plongeons l'électrode du pH mètre (voir figure13) dans l'échantillon et nous attendons jusqu'à la stabilisation de la mesure pour en faire la lecture

c. Détermination des matières en suspension MES (norme ISO 8006)

La méthode de photométrie de détermination des MES est une mesure directe, simple qui ne nécessite ni filtration, ni séchage, ni pesée.

Homogénéiser l'échantillon de l'eau brute et épurée, verser ensuite 10 ml dans le flacon colorimétrique, la lecture des résultats se fait suivant les étapes citées ci-dessous :

- choisir le numéro du programme,
- Verser le blanc (10 ml eau distillée) et l'échantillon (10 ml eau brute, 10 ml eau épurée) dans les cuvettes de colorimètre (figure 14).
- Placer le blanc dans le puits de mesure
- Presser sur zéro,
- Agiter puis placer l'échantillon dans le puits du colorimètre,
- Remettre le capuchon de l'appareil et presser read et noter le résultat.



Figure14 : Colorimètre.

d. Conductivité (µS/cm)

Avant toute mesure avec le conductimètre (figure14), un étalonnage est alors réalisé. La sonde de celui-ci est alors plongée dans l'eau à analyser (eau brute et traitée) pour ensuite effectuer la lecture.



Figure 15 : Conductimètre.

e. Détermination de la turbidité

- Prélever 10 ml d'échantillon à analyser et mettre dans des flacons spéciaux
- Allumer le colorimètre
- Choisir le numéro du programme approprié.
- Etalonner avec 10 ml d'eau distillée (le blanc).
- Placer les échantillons l'un après l'autre et faire la lecture.

f. La DBO₅

- Mettre en marche le DBO mètre (figure16) tout en réglant le thermostat à 20 °C ± 1°C.
- Réchauffer ou refroidir un volume d'échantillon à 20°C ± 2°C.
- Préparer les flacons DBO, (rincer avec l'eau distillée puis avec l'eau à analyser).

Le tableau 2 indique les volumes et les échelles utilisés pour la détermination de la DBO₅

Volume d'échantillon	Echelle de mesure
97ml	0-800 mg O ₂ /l
365ml	0-80mg O ₂ /l

Tableau2: Echelles et volume de mesure de la DBO₅.

- Remplir les bouteilles de :
- ✓ 97ml d'eau d'entrée.

- ✓ 365ml d'eau de sortie.
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Placer dans l'incubateur pendant une heure pour permettre à l'échantillon d'atteindre la température de 20°C.
- Placer du KOH dans les couvercles (le KOH permet de fixer le CO₂ dégagé).
- Placer les oxytops sur les flacons en les serrant bien.
- Programmer les oxytops tout en choisissant l'échelle qui correspond au volume d'échantillon choisi.
- Les échantillons sont ainsi laissés dans le DBO mètre à température constante (20°C) et dans l'obscurité pendant 5 jours.
- Après 5 jours, on procède à la lecture.



Figure 16 : DBO mètre.



Figure 17 : Enceinte DBO mètre.

g. DCO (DR/890 colorimeter)

- Préparer un échantillon témoin avec 10ml de solution d'hydrogénophthalate de potassium (étalon).
- 10ml d'eau distillée.
- 10ml d'eau usée (entrée).
- 10ml d'eau traitée (sortie).
- Ajouter à chaque flacon 5 ml de dichromate de potassium, 15 ml d'acide sulfurique sulfate d'argent.
- Ajouter ensuite deux régulateurs d'ébullition dans chaque tube.
- Mettre ces derniers dans le réacteur à DCO pendant 2heures à 150°C.
- Après refroidissement, ajouter pour chaque flacon 45 ml d'eau distillée.

- Puis titrer le tout avec le sulfate de fer et d'ammonium.
- Puis, procéder au calcul en utilisant la formule suivante :

$$DCO = \frac{8000 \cdot c (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Où :

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₀ : est le volume, en millimètres, de la prise d'essai avant dilution.

V₁ : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₂ : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

8000 : est la masse molaire, en milligrammes par litre, de ½ d'O₂

h. Nutriments

Voir annexe 01.

1. Interprétation des résultats

Les résultats des analyses physiques chimiques des eaux usées brutes et épurées sont reportés sur les graphes suivants en interprétant l'évolution de leurs concentrations au niveau de ladite STEP durant une période de trois mois.

1.1. Température

La figure 18, nous indique que la température a augmenté après traitement, en effet, la température moyenne de l'eau brute est de 15,09 °C, quant à celle de l'eau épurée, elle est de 15,28 °C ; ceci est bon signe pour le traitement puisque la dégradation de la matière organique par la biomasse épuratrice est accompagné par une libération d'énergie en milieu aérobie, de plus, les températures sont en fonction de l'heur de prélèvement et des conditions météorologiques, ce qui explique que la température n'a pas augmenté dans certaines journées. La température des effluents traités est inférieure à la norme prescrite par l'OMS voir 30 °C ; elle est donc sans danger pour une réutilisation potentielle. La température est un facteur écologique important du milieu. Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Rodier *et al.* 1996).

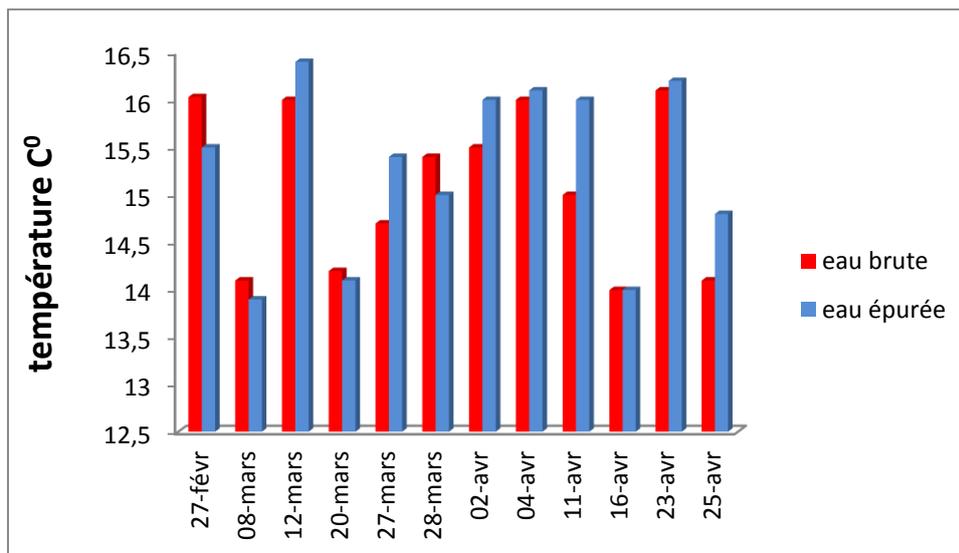


Figure 18 : Evolution des températures de l'eau entrée/sortie de la STEP.

1.2. Potentiel d'hydrogène

La figure 19 nous indique les variations du pH de l'eau brute et épurée ; nous remarquons une légère diminution du pH de l'eau de sortie expliquée par une minéralisation de la matière organique, en effet, la moyenne du pH des eaux brutes est de 7.26 quant à la moyenne du pH de l'eau épurée, elle est de 7.11, une valeur qui gravite autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité ; il est à noter qu'un pH alcalin et une température modérée constituent des conditions du milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique ,permettant la dégradation de la matière organique, et par conséquent, la décontamination de l'eau. La moyenne répond favorablement à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est un intervalle allant de 6.5 à 8.5, par conséquent notre eau est propice à l'utilisation en agriculture.

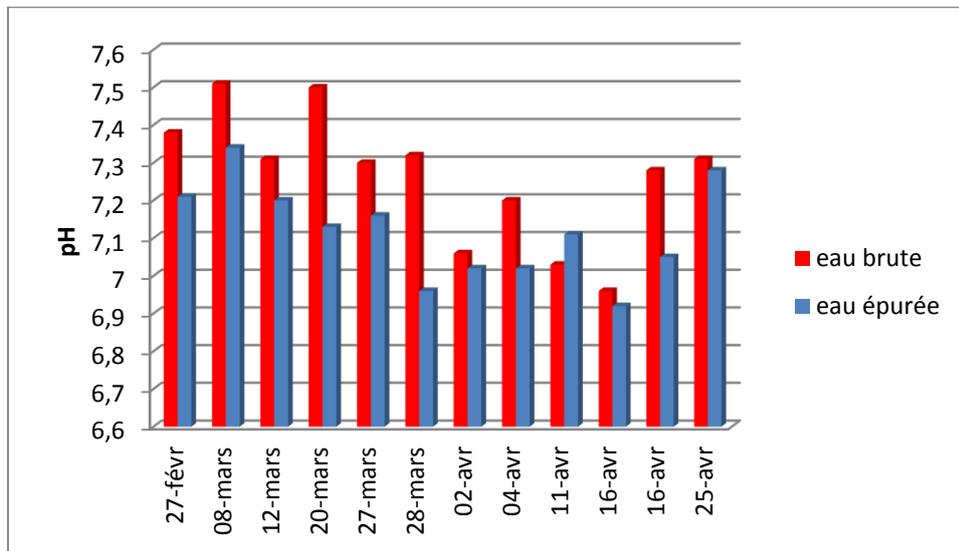


Figure 19 : Evolution du pH de l'eau entrée/sortie de la STEP.

1.3. MES

La figure 20 nous expose les valeurs des MES à l'entrée et à la sortie des eaux, leur moyenne pour les eaux brutes est de 194.08mg/l, quant à celle de la sortie, elle est de 8.25mg/l, une moyenne inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est de 120 mg/l le traitement est par conséquent efficace puisque les MES ont été largement éliminés, ce qui évitera un colmatage des pores du sol et par conséquent l'asphyxie des racines des plantes.

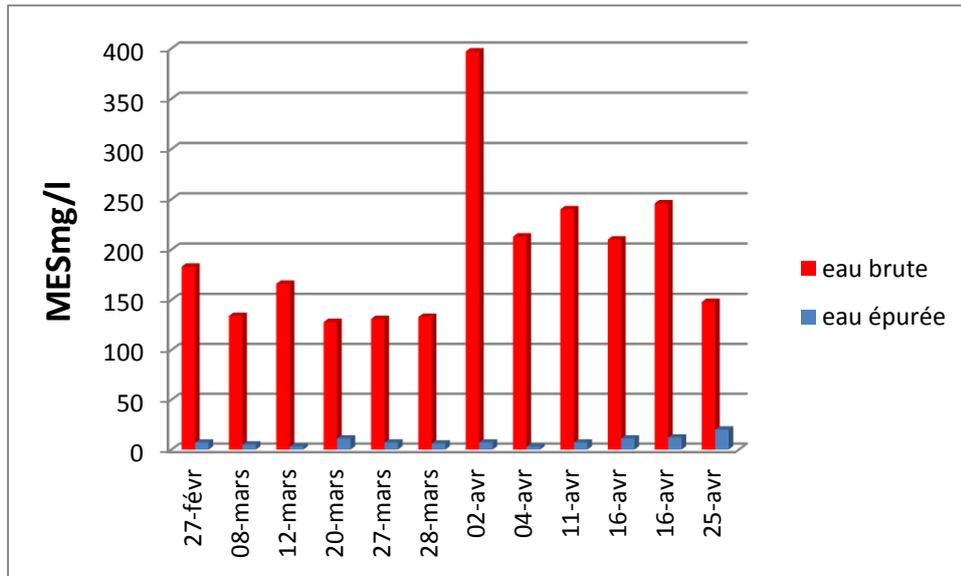


Figure 20 : Variation des MES des eaux entrée/sortie de la STEP.

1.4. Conductivité

La figure 21 nous montre que la moyenne de la conductivité de l'eau d'entrée est de $889.33\mu\text{S}/\text{cm}$, quant à celle de la sortie, elle est de $690.33\mu\text{S}/\text{cm}$. Du fait de la sédimentation des minéraux, nous remarquons une diminution de la conductivité électrique de l'eau épurée par rapport à l'eau brute, la moyenne est inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004), le traitement est donc efficace.

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

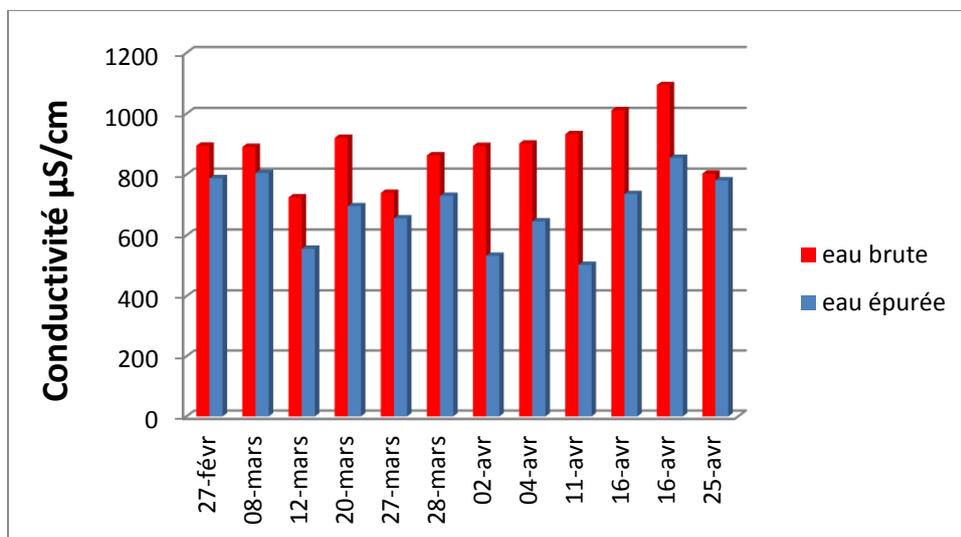


Figure 21 : Evolution de la conductivité de l'eau entrée/sortie de la STEP de Tizi-Ouzou.

1.5. Turbidité

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

La figure 22 nous fait voir l'évolution de la turbidité avant et après le traitement de l'eau, la moyenne de la turbidité de l'eau brute est de 226.08 NTU, quant à la moyenne de l'eau épurée, elle est de 9.41 NTU, une moyenne inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004), par conséquent nous constatons qu'une bonne partie des MES sont éliminés grâce aux différents procédés de traitement ce qui ne dérangera pas l'irrigation après et les canalisations utilisées.

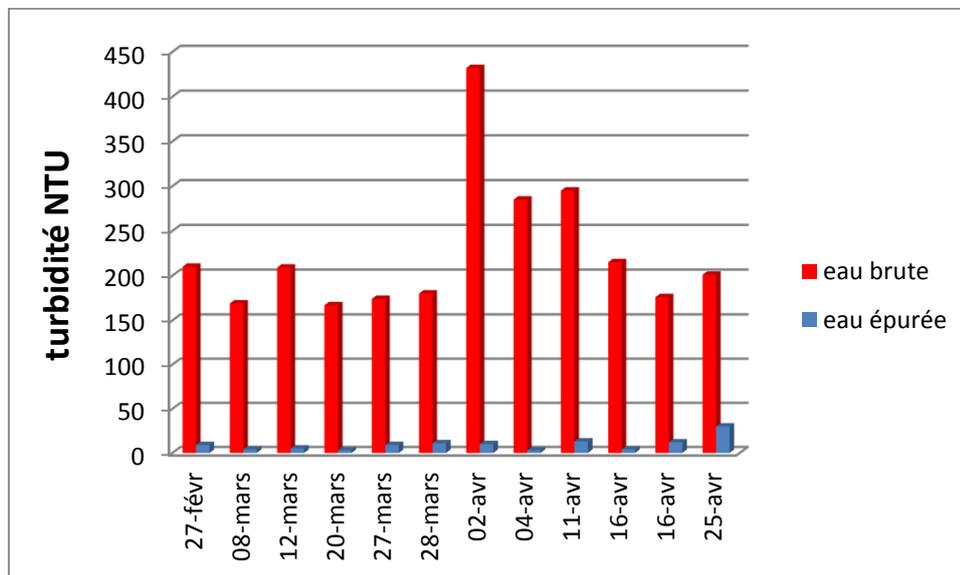


Figure 22 : Evolution de la turbidité des eaux d'entrée/sortie de la STEP.

1.6. Demande biochimique en oxygène DBO₅

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

La figure 23 nous indique que la moyenne de la DBO₅ des eaux d'entrées est de 273.33mgd'O₂/l, tandis qu'à la sortie elle est de 14.77 mg d'O₂/l, une moyenne nettement inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004), qui est de 30 mg d'O₂/l, par conséquent, la

matière organique biodégradable a diminué donc le traitement biologique effectué est assez efficace.

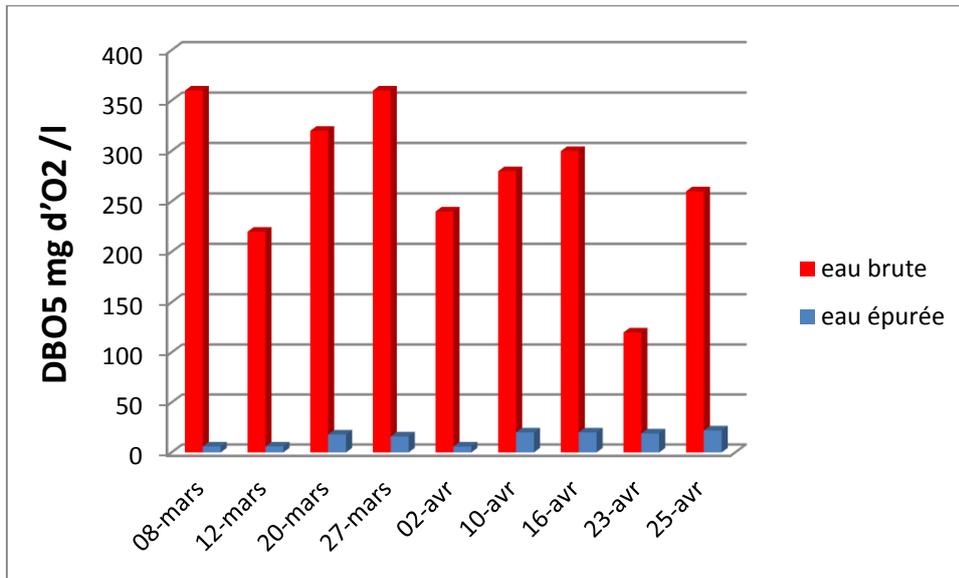


Figure 23 : Evolution de la DBO₅ de l'eau entrée/sortie de la STEP.

1.7. Demande chimique en oxygène DCO

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plupart des composés organiques (détergents, matières fécales). La figure 24 nous montre que la moyenne de la DCO de l'eau brute est de 402.9 mg d'O₂/l, quant à l'eau épurée elle est de 44.54 mg d'O₂/l, une moyenne inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est de 90mg d'O₂/l, ceci s'explique par l'élimination importante de la matière organique qui nécessite la présence d'oxygène pendant le traitement.

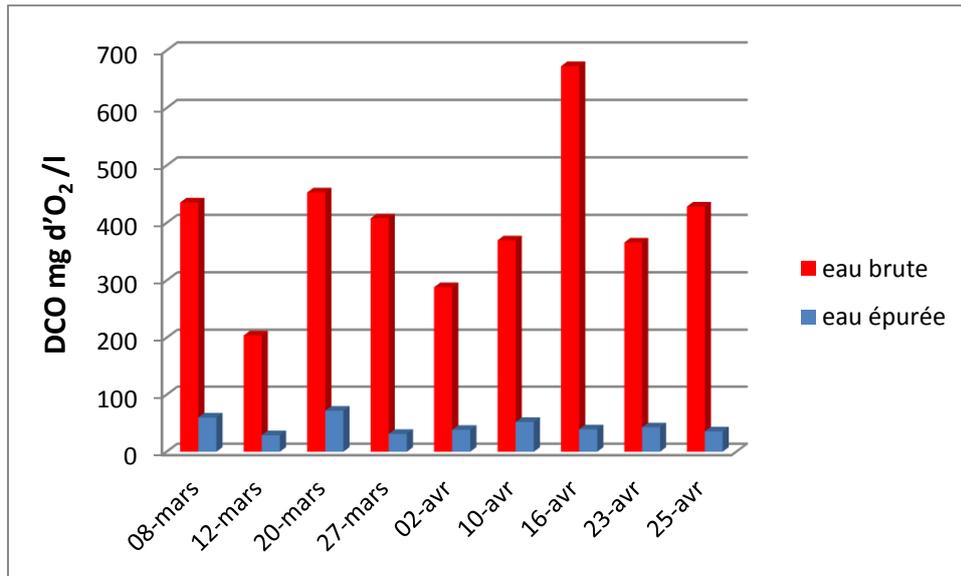


Figure 24 : Evolution de la DCO des eaux d'entrée/sortie de la STEP.

1.8. Ortho-phosphates PO_4^{3-}

La figure 25 nous indique les variations des ortho-phosphates, la moyenne des PO_4^{3-} de l'eau brute est de 10.56 mg/l, quant à celle de l'eau épurée, elle est de 4.72 mg/l, nous remarquons une baisse des taux d'ortho-phosphates, même si la moyenne n'est pas conforme à la norme (2mg/l), fixée par l'OMS (2004), ceci est expliqué par une perturbation du processus biologique responsable de la dégradation du phosphore, tel que le moussage ou le phénomène de bulking ou bien par l'arrivée excessive de phosphate dans la station.

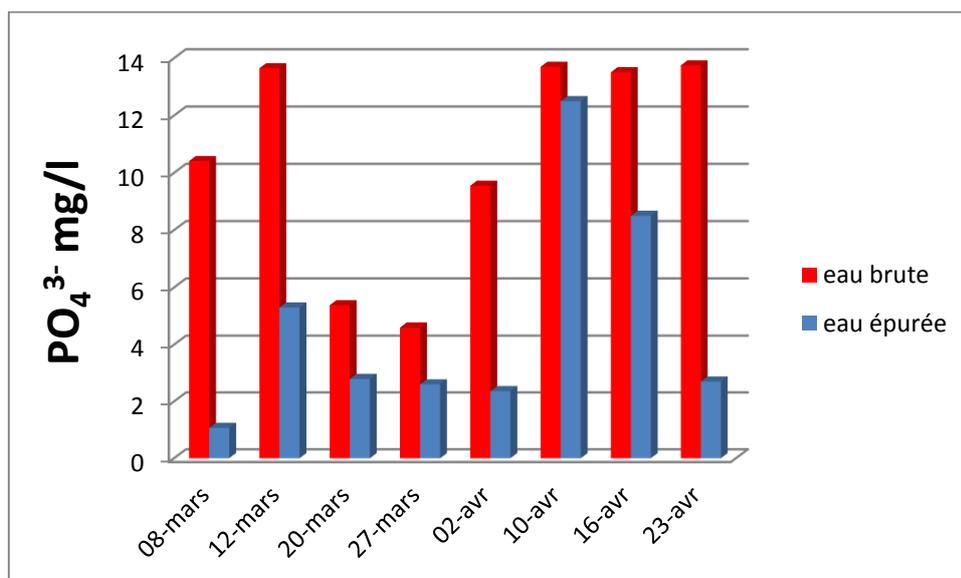


Figure 25 : Evolution des taux d'ortho-phosphates des eaux de la STEP.

1.9. Ammonium NH_4^+

La figure 26 nous indique que la moyenne de l'ion ammonium de l'eau brute est de 43.77 mg/l, quant à la moyenne de l'eau épurée, elle est de 2.47 mg/l, la moyenne est supérieure à la norme recommandée par le JORA(2006) et par l'OMS (2004), et qui est de 0.02mg/l cependant, il y a une bonne ammonification, par conséquent, le traitement est assez satisfaisant.

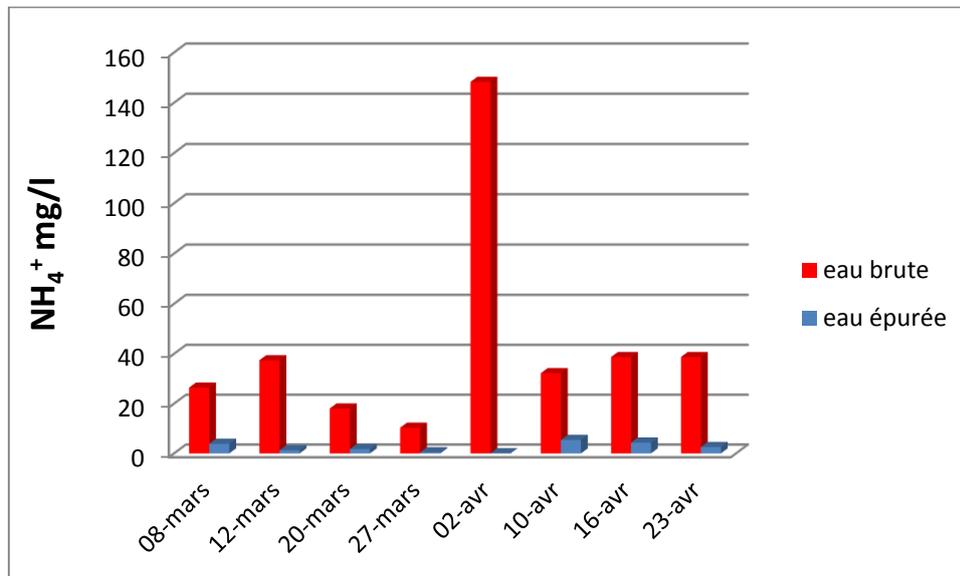


Figure 26 : Evolution de l'ammonium de l'eau entrée/sortie de la STEP.

1.10. Nitrites NO_2^-

La figure 27 nous indique que la moyenne des nitrites à l'entrée est de 0.42 mg/l, quant à l'eau épurée, elle est de 0.84mg/l, on remarque une augmentation des nitrites, après le traitement de l'eau, dépassant ainsi la norme fixée par l'OMS (2004), et le JORA (2006), qui est de 0.02 mg/l. ceci est le résultat de la nitrification c'est-à-dire l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrites par des *Nitrosomonas* dans des conditions d'aérobies (Metahri, 2012).

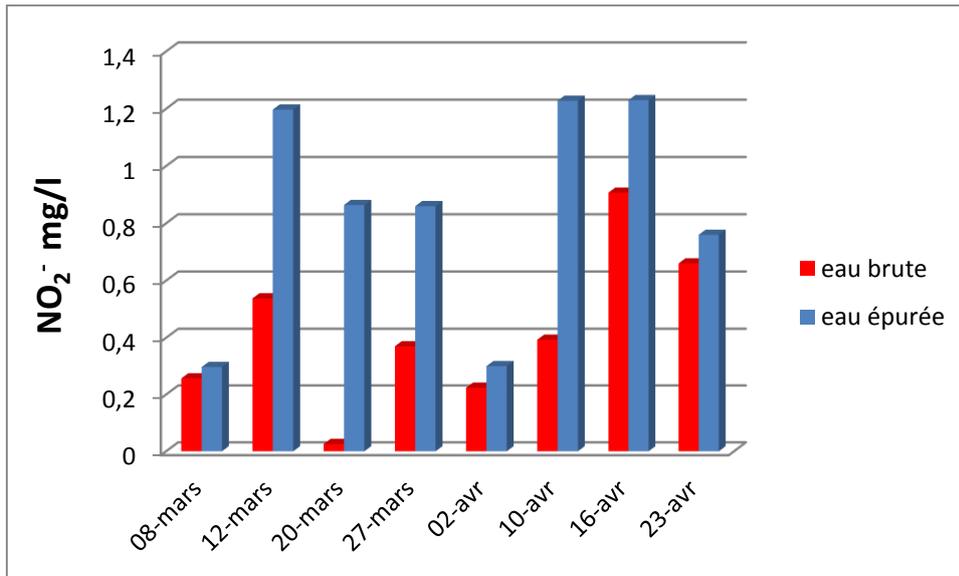


Figure 27 : Evolution des taux de nitrites de l'eau entrée/sortie de la STEP.

1.10. Nitrates NO_3^-

La figure 28 nous montre que la moyenne des nitrates de l'eau brute est de 0.69mg/l, quant à celle des eaux épurées, elle est de 13.84mg/l, cette augmentation est expliquée par le phénomène de nitrification c'est-à-dire la transformation des nitrites en nitrates par les *nitrobacters* parallèlement, l'absence de dénitrification qui réduit les nitrates en azote gazeux et ceci est dû aux fortes concentrations en oxygène (O_2) fournis par le réacteur de surface (dans le bassin biologique), (Boubkki, 2016). Toutefois, la moyenne de rejet est inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est de 50 mg/l, par conséquent, le traitement de notre eau reste efficace.

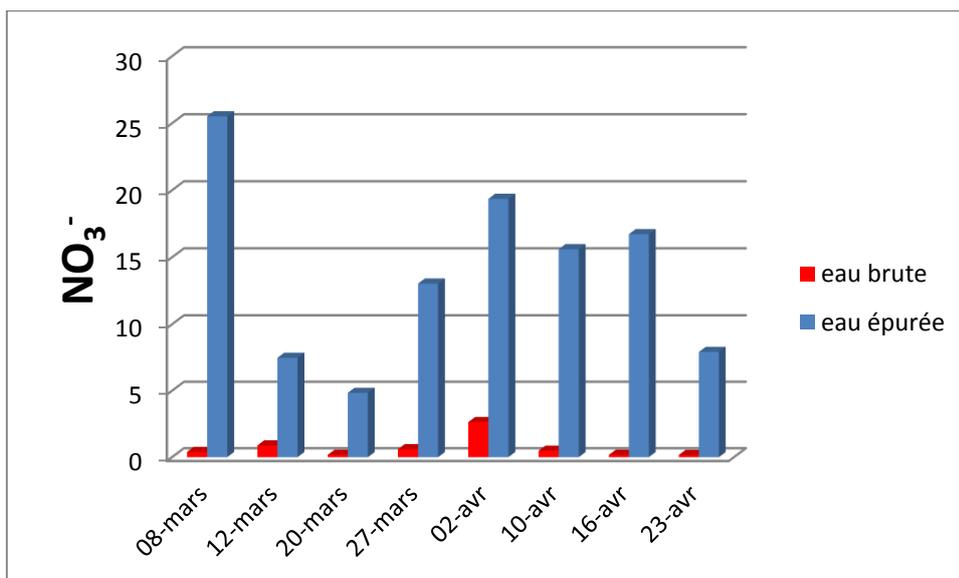


Figure 28 : Evolution des taux de nitrates des eaux entrée/sortie de la STEP.

2. Estimation des apports en nutriments N.P par an

Les calculs sont réalisés sur la base de la population raccordée au réseau d'assainissement à savoir, 120 000 EH ; avec des rejets quotidiens par habitants de l'ordre de 150 litres. Le volume journalier sera alors de 18 000 m³, soit un total annuel de 6 570 000 m³.

La valeur moyenne de la concentration en azote dans l'effluent de sortie de la station, est de l'ordre de 17.15 mg/l ; nous avons déduit l'apport total annuel de l'azote organique de la station qui s'élève à 112.6 tonnes/an.

Quant à la concentration du phosphore qui est de 4.72mg/l ; cumule une charge annuelle de 31.01 tonnes/an.

En considérant le prix actuel des engrais azotés et phosphorés à partir de 8000 DA le quintal, les retombées économiques seront de 11 488000 DA.

La démarche de réutilisation est donc très intéressante pour l'agriculteur qui d'un côté économisera les couts de l'eau et des amendements, et de l'autre contribuera à la protection de l'environnement.

Au terme de notre étude effectuée sur la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, ayant pour objectif le suivi de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes et épurées de la ville de Tizi-Ouzou ainsi que la possibilité d'une valorisation agricole de l'effluent traité.

Les résultats d'analyses physico-chimiques ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la STEP présentent une charge de pollution organique, azotée et phosphatée assez élevée.

Après passage de l'affluent à travers les différentes étapes d'épuration, nous avons constaté un abattement important des paramètres de pollution entre les eaux brutes, et les eaux épurées, ceci reflète l'efficacité du traitement sur les paramètres étudiés, ainsi un bon rendement a été enregistré.

En effet, les valeurs des paramètres de pollution physique de l'effluent liquide respectent les normes de rejet à la sortie de la STEP la température est à 15.28°C, un pH de 7.11, et des MES de 8.25 mg/l, des valeurs moyenne qui ne dépassent pas les normes fixées par l'OMS.

Quant aux paramètres organiques DCO et DBO₅, sont respectivement de 44.54 mg d'O₂/l, et 14.77 mg d'O₂/l à la sortie de la STEP, ces valeurs indiquent une bonne minéralisation de la pollution organique.

Concernant les nutriments : les ortho-phosphates présentent une valeur moyenne de 4.72mg/l à la sortie, ce qui caractérise un traitement acceptable même si elle dépasse la norme fixée par l'OMS ; quant à l'azote ammoniacal, qui est de 2.47mg/l dépassant la norme de rejet qui est de 0,02mg/l par ailleurs, acceptable en vue d'une réutilisation en irrigation agricole. Les nitrites et nitrates sont en évolution à la sortie de la STEP leurs valeurs respectives sont de 0.84 mg/l dépassant aussi la norme de rejet qui est de 0,02mg/l ; et de 13.84 mg/l, une valeur qui répond favorablement aux normes de l'OMS (2004). Cette augmentation s'explique par le phénomène de nitrification au niveau du bassin d'aération.

Par ailleurs, le calcul des apports annuels de la STEP Est de Tizi-Ouzou en matière de nutriments azotés et phosphatés est respectivement de l'ordre de 31.01 tonnes de phosphore minéral et de 112.6 tonnes pour d'azote minéral. Si nous considérons le prix actuel des engrais azotés et phosphorés à partir de 8000DA le quintal, les retombées économiques seront de 11 488 000 DA. Cette démarche nous éviterait les amendements chimiques, qui sont polluants à la fabrication et à l'utilisation.

Pour conclure, le rendement épuratoire de la station est plutôt satisfaisant pour les paramètres étudiés, l'eau traitée est de bonne qualité, riche en nutriment azotés et phosphatés et est idéale pour une valorisation agricole.

Perspectives :

- ✓ La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture rencontre un problème d'acceptabilité par le consommateur, cependant, il faut les réutiliser pour un premier temps pour des cultures qui ne sont pas destinées directement à la consommation

humaine tels que le coton, le sisal, ainsi que les différents fourrage, ou encore des produits destinées à l'industrie agroalimentaire à titre d'exemple les graines oléagineuses (le tournesol, le colza...) ces dernière vont subir un processus de torréfaction avant d'extraire leur huiles.

- ✓ Les fruits et légumes destinés à la conserve puisque leur processus de conservation élimine les germes pathogènes.
- ✓ La réutilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation forestière.
- ✓ Récupérer l'énergie des eaux usées et la réutiliser dans la station.
- ✓ L'utilisation de filtres plantés à l'aval tel que les roseaux pour affiner encore plus le traitement.
- ✓ Dégradation des composés organiques de l'eau et production de biogaz.
- ✓ Réaliser des analyses microbiologiques et parasitologiques de l'eau.
- ✓ Effectuer des analyses des sols et des eaux afin de vérifier leur salinité.

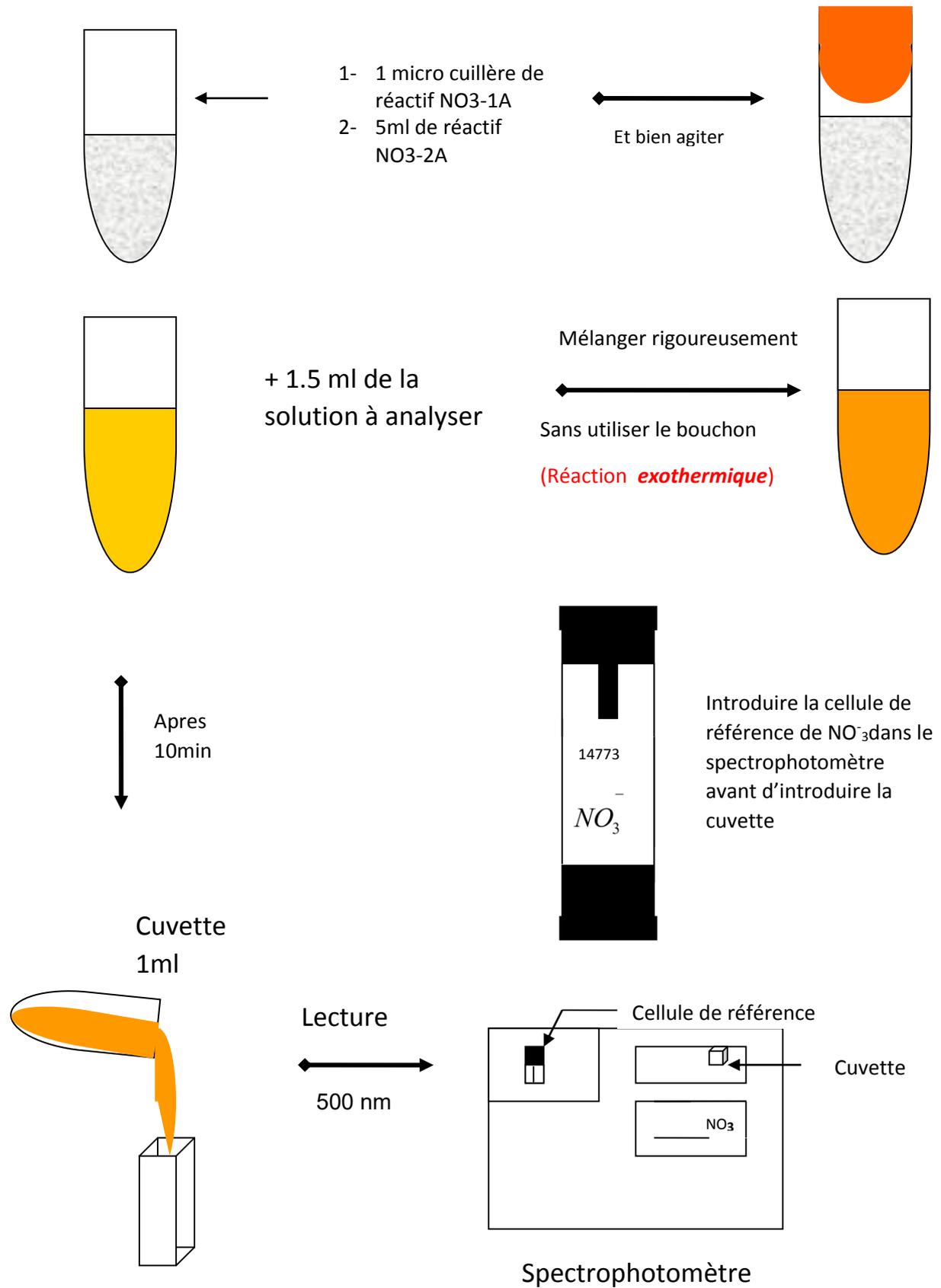
Références bibliographiques :

- **AFD, 2011.** Réutilisation des eaux usées traitées : Perspectives opérationnelles et Recommandations pour l'action, Rapport final de l'Agence Française de Développement, France, 91 p.
- **A.Badhane ET F.Hinamri,** Etude d'un système d'épuration par lagunage pour sidi Mehdi, thes, DEUA, TEFI, U.Ouargla, 2007. P 9-26.
- **Badia-Gondard F.,** 2003. L'assainissement des eaux usées. Edition techni. Cités, 231p.
- **Benabdallah S. et Neubert S. (2003),** La réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie German Development Institute (DIE), Bonn, Germany.
- **Benzaria. M, 2008 :** Approche méthodologique pour les projets de réutilisation des eaux usées en irrigation, comme exigence partielle de la maîtrise en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal.
- **Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.
- **Boubeki 2016 :** Contrôle du rendement épuratoire de la station d'épuration de Baraki Alger, Mémoire Maser, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- **Boulahai H., Kaltoum S.; 2014.** Inventaire des normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture. Mémoire de licence : Pisciculture saharienne. Université Kasdi Merbah Ouargla, 24 p.
- **Bourrier .R, 2008 :** les réseaux d'assainissement calculs-applications-perspectives, 5eme Edition Lavoisier, paris, Page 1009.
- **Degrémont 1989.** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, Tome I, paris.
- **Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Montiel A; RIOU G; Simon P, (2006).** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
- **El Rhazi O et Habib R., (2007).** Impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées. Mémoire de licence : SV. Université Cadi Ayyad Marrakech, 18 p.
- **Faby J.A., Brissaud F. (1997),** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau.
- **FAO, 2003.** Irrigation avec les eaux usées traitées, Manuel d'utilisation, Rome, Italie, 68 p.

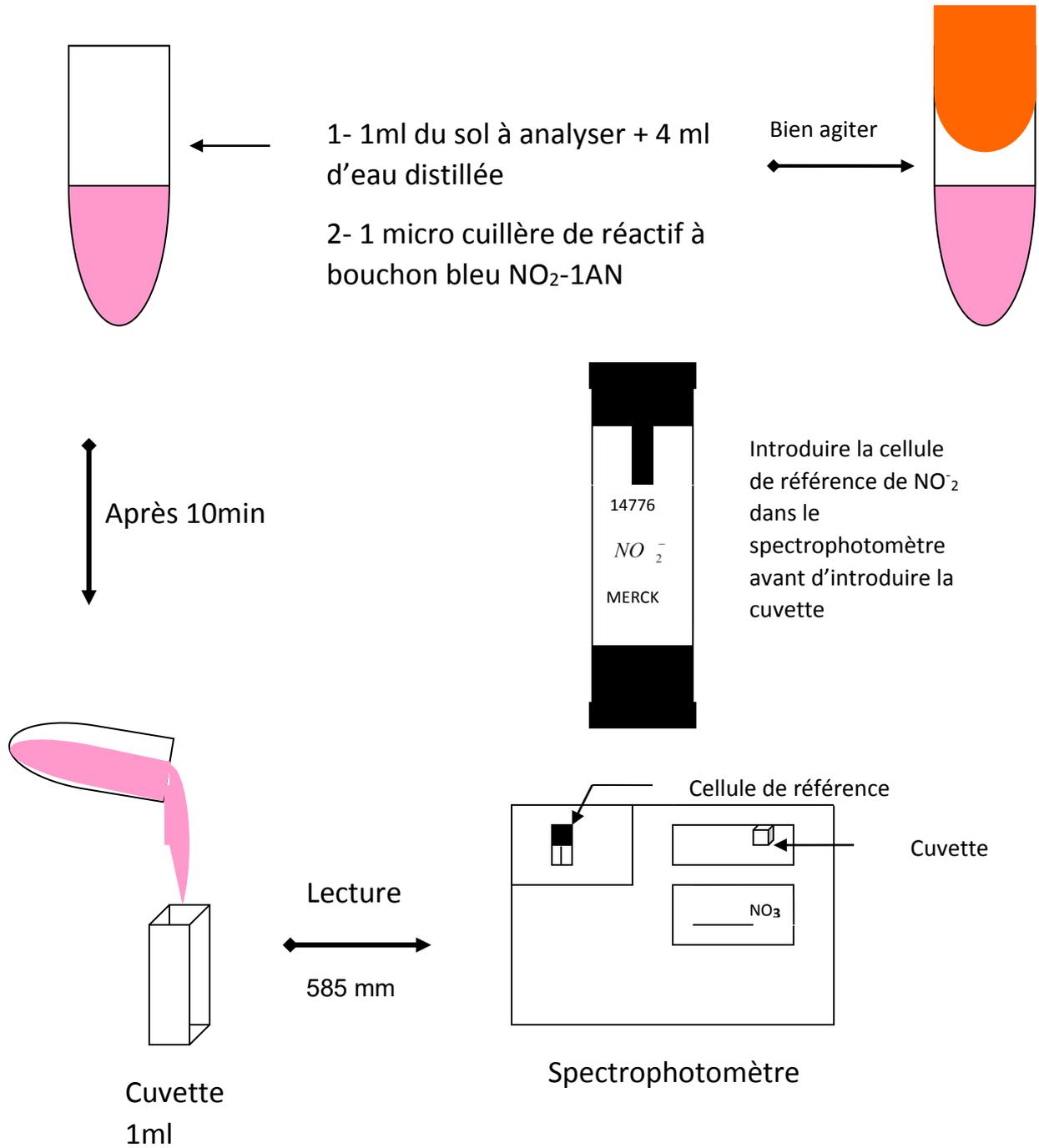
- **Gaujous D, 1995** : La pollution des milieux aquatiques, Edit. Lavoisier Techniques et Documentation, Paris, 220 p.
- **Gomella C ; Guerree H ; 1978**. Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, 262p.
- **Grosclaude G. 1999**. L'eau : usage et polluants. Edition INRA, 210p.
- **Hartani T. 1998**. La réutilisation des eaux usées en irrigation. Situation actuelle et perspectives. Séminaire sur les ressources en eau non conventionnelles. Alger : KLI Conseil. p.10.
- **Joly B ; Reynaud A. 2003**. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356 p.
- **Koller, 2009** : traitement des pollutions industrielles : eau, air, sol et boues. Edition 2009.
- **Lazarova V ; (1998)** La réutilisation des eaux usées : un enjeu de l'an 2000, L'eau, l'industrie, les nuisances, n°212, 39-46.
- **Leclerc H; Gaillard J.L; Simonet M; 1995**. Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edition Doin, 535p.
- **Lehtihet, L. (2005)** La réutilisation des eaux usées en Algérie : Situation actuelle et perspectives de développement. Direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement. Ministère des ressources en eau. 31 p.
- **Liu F; Mitchell C.C; Odom J.W, Hill D.T; Rochester E.W, (1997)**. Swine lagoon effluent disposal by overland flow: effects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. *Agronomy Journal*, 89 900-904.
- **Medkour M. (2002)** Réutilisation des eaux usées épurées. Forum de la gestion de la demande en eau : réutilisation des eaux usées. Rabat, 26 et 27 mars 2002. 11 p.
- **Mekkaoui. Y, ET D.Hamdi**, Etude de réutilisation des eaux usées traitées de la STEP de Touggourt dans l'irrigation, thés Ing.Ecol. U.Ouargla, 2006, p 60.
- **Metahri .M.S, 2012** : Elimination de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées (thèse de doctorat). UMMTO.
- **Metahri M.S ; Boudiaf M ; Bouzid M ; Taguemout M ; Vasel J.L, (2015)**. Evaluation of cultivated land required for tertiary treatment of secondary effluent from the east WWTP of Tizi-Ouzou (Algeria). *Ecology& safety, volume (9)*, 1314-7234.
- **Metahri M.S ; Taguemout M ; Bouzid M ; Berrouane N ; Boudiaf M , (2016)**. The agricultural use of treated effluent from the WWTP Boumerdes Algeria. *International journal of control, energy and electrical engeneering (CEE), volume (3)*,13-18.

- **Ministère des Ressources en Eau, (2001).** Les ressources en eau d'Algérie. Rapport de synthèse. MRE, Alger, Algérie. 73 p.
- **Morel, J. 2007 :** Les ressources en eau sur terre : origine, utilisation et perspectives dans le contexte du changement climatique-un tour d'horizon de la littérature.2007. alshs-00134979.
- **N.Ghetas,** Epuration des eaux usées : cas de la ville de Touggourt, thèse, Ing, Eco, U.deOuargla. 2007. P 60.
- **OMS. (1979) :** Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional pour l'Organisation Mondiale de la Santé, Copenhague, pp 168.
- **ONEMA ,2009 :** Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées(REUT) Rapport final.
- **Rejesk .F, 2002 :** Analyse des eaux Aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP d'aquitaine. France : 358 p.
- **Rejesk.F, 2005 :**« Analyse des eaux ; aspect réglementaire et technique » ; Centre régional de documentaires techniques pédagogique d'Aquitaine.
- **Rodier .J, 2005 :** l'Analyse de l'eau 8ème édition, Dunod Paris.
- **Rodier J ; Bazin C ; Chambon P ; Broutin J.-P ; Champsaud H ; Rodi L ; 1996.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition. Edition DUNOD, Paris. 1983p.
- **Suschka J, Ferriera E.** Activated sludge respirometric measurements. *Water Research*, **20**, 2, 137-144, (1986).
- **Synteau (2012) :** les fiches Synteau, eau usées n°5, novembre 2012.
- **Thomas .O (1995) :** Météorologie des eaux résiduaire, Edition cedeboc, p 135.
- **Vilagines R. (2003) :** Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrologie.2èmeEd, Lavoisier, Paris.
- **Vaillant J.R. (1974).**, Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- **Xantoulis.D (1993) :** Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n° :563/3, Ed, CEBEDOC, 1993, pp: 27-32.
- **Z.Benmerien, N.Hafine et S.Khouild,** Epuration des eaux usées da la région de Touggourt par phytoepuration, thes, DEUA, TEFI, U.Ouargla, 2007, P 12-15.

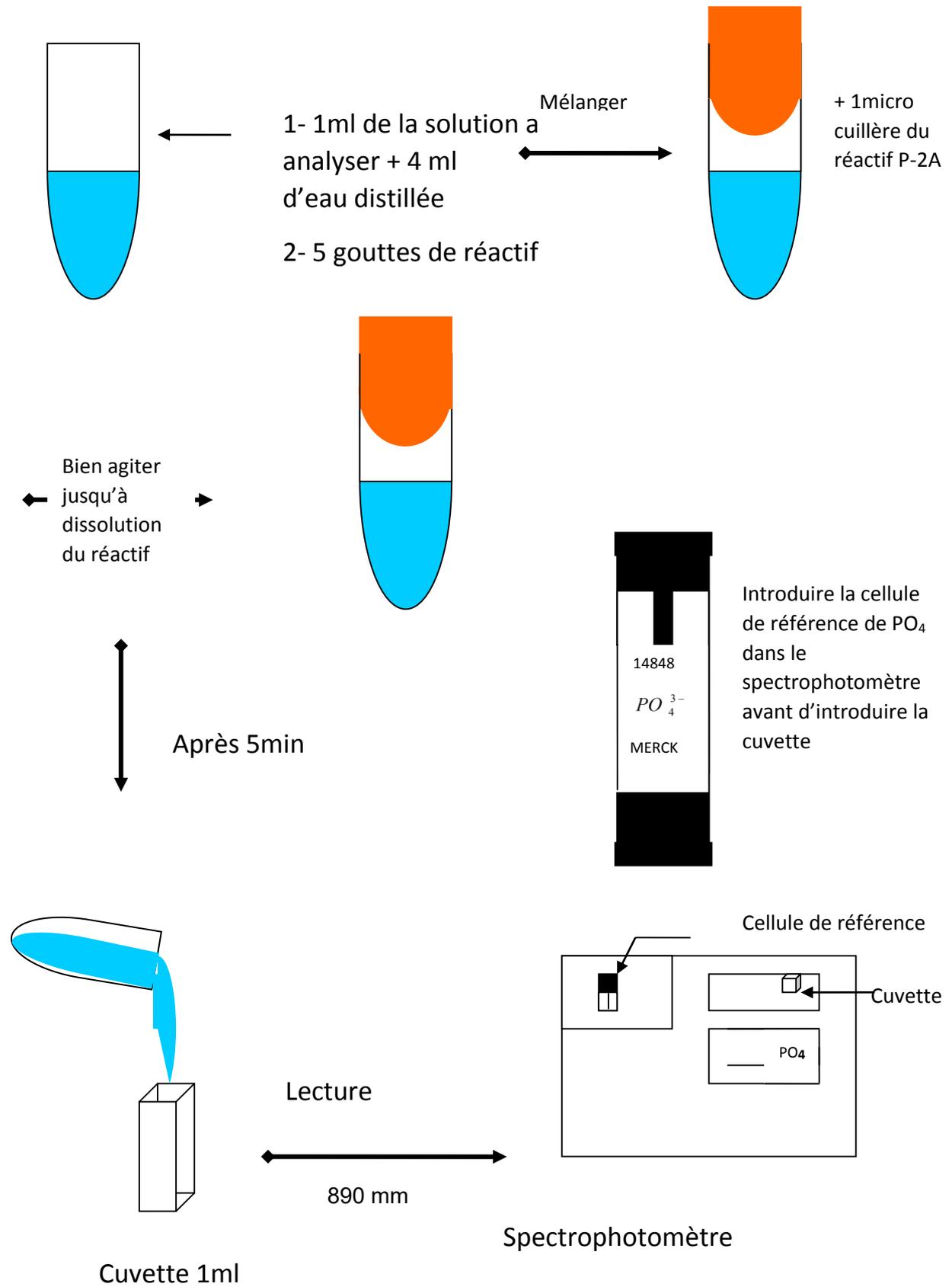
Mesure des Nitrates NO_3^-



Mesure des Nitrites NO_2



Mesure des Phosphates PO_4^{3-}



Mesure de l'Azote Total Kjeldhal NTK



- 1- 1ml de la solution à analyser
- 2- 9ml d'eau distillée et mélanger
- 3- 1 cuillère du réactif à bouchon bleu N-1K et mélanger
- 4- 6 gouttes de réactif N-2K

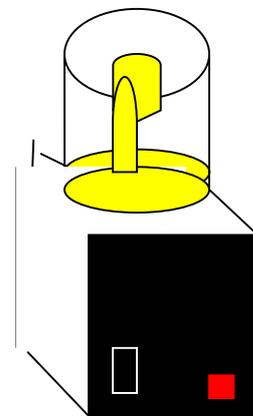
Fermer avec bouchon noir le tube



Et mélanger



Vérifier si le thermo réacteur a atteint les 120°C

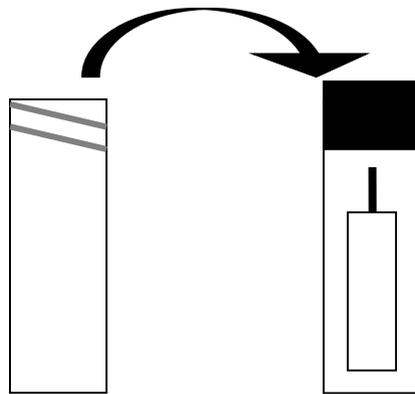


Introduire les tubes dans thermo réacteur et les laisser chauffer pendant 1 heure

Faire sortir les tubes et laisser refroidir 10min

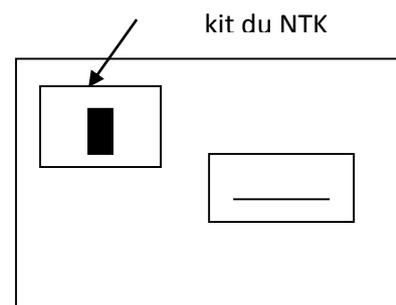


Secouer brièvement le tube de la solution minéralisé



Kit d'analyse

Après 10 min introduire le kit dans le spectrophotomètre et lire la valeur du NTK



Résumé :

La STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou traite les eaux résiduaires essentiellement d'origine domestique, et rejette ses effluents secondaires directement dans l'oued Sebaou. Ces derniers contribuent à l'enrichissement du cours d'eau en nutriment. Une alternative à ses rejets est de les réutiliser, c'est dans ce contexte qu'on s'est intéressé à la qualité du traitement.

L'objectif principal de ce travail consiste à examiner la qualité des eaux usées épurées de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou à travers des analyses physico-chimiques, permettant d'évaluer l'efficacité du traitement et de quantifier le taux en nutriment (azote et phosphore) présents dans l'eau.

Les résultats obtenus sont satisfaisants et l'eau peut être valorisée en irrigation, la température est en moyenne de 15.28 °C, un pH neutre de 7.11, et des MES à 8.25 mg/l. Quant aux moyennes d'abattement de la DCO, et de la DBO₅, sont respectivement de 44.54 mg d'O₂/l, et de 14.77 mg d'O₂/l, et répondent favorablement aux normes de rejet, les nutriments azotés et phosphorés sont respectivement de 2.47 mg/l et 4.72 mg/l ce qui est intéressant pour un usage agricole.

Mots clé : eau usée, STEP Est, traitement, nutriments, valorisation agricole.

Abstract:

The East WWTP of the city of Tizi-Ouzou treats wastewater mainly of domestic origin, and discharges its secondary effluents directly into the Sebaouwadi. These contribute to the enrichment of the watercourse with nutrients. An alternative to its waste is to reuse it; it is in this context that we have focused on the quality of treatment.

The main objective of this work is to examine the quality of treated wastewater from the East WWTP of the city of Tizi-Ouzou through physico-chemical analyses, making it possible to evaluate the effectiveness of the treatment and to quantify the level of nutrients (nitrogen and phosphorus) present in the water.

The results obtained are satisfactory and the water can be used for irrigation, the temperature is on average 15.28 °C, a neutral pH of 7.11, and suspended solids at 8.25 mg/l. As for the average abatement of the COD, and the BOD₅, are respectively 44.54 mg O₂/l, and 14.77 mg O₂/l, and meet the discharge standards, the nitrogen and phosphorus nutrients are respectively 2.47 mg/l and 4.72 mg/l which is interesting for an agricultural use.

Keywords: wastewater, East WWTP, treatment, nutrients, agricultural valorization.



Introduction

Générale





Conclusion

Générale





Bibliographie





Sommaire





Annexes



Chapitre I



Généralités sur les eaux usées



Chapitre II



La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture



Chapitre III



Matériel et méthodes



Chapitre IV



Résultats et discussions



