

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 D'ETUDES

En vue de l'obtention du

Diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Option Sciences du Sol

Thème

Contribution à la caractérisation des eaux usées de
la Step Est de la ville de Tizi-Ouzou

Présenté par

AOUANA Katia et SAYAH Karima

Devant le jury composé de

Mr RABHI K.	Professeur	UMMTO	Président
Mr CHERFOUH R.	Maitre de Conférences A	UMMTO	Promoteur
Mr BOUDJEMA S.	Maitre-Assistant A	UMMTO	Co-promoteur
Mr MERROUKI K.	Maitre de Conférences B	UMMTO	Examineur

Remerciements

Nous tenons à remercier le Bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail

Notre profonde gratitude s'adresse à notre promoteur **Mr CHERFOUH R.** d'avoir accepté de diriger ce travail, de nous permettre d'avancer dans notre mémoire, pour ses précieux conseils, ses orientations, sa confiance en nous ainsi que sa disponibilité et ses encouragements durant toute la période de recherche.

Nous remercions ainsi à notre Co- promoteur **Mr BOUDJEMA. S.**, Pour son aide, le temps qu'ils nous ont consacré et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Nous s'adresse également notre respect le plus profond à **Mr. RABHI K.**, qui nous fera l'honneur de présider notre jury et d'examiner notre travail.

Nous tenons aussi à exprimer notre reconnaissance envers **Mr MERROUKI K.**, d'avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Nous remercions tenons à exprimer notre reconnaissance à tout le personnel de l'ONA de nous avoir aidé à réaliser notre expérimentation au sein de cette établissement plus précisément **Mme OUAR ; Mme et ABBOUS** et les ingénieurs de laboratoire à leur tête **ALDJOUHER** pour leur aide, leur disponibilité et l'ensemble des informations et explications données durant notre stage.

DEDICACE.

Je dédie ce modeste travail a :

A mes très chers parents pour leurs amours, affections, encouragement, conseils, sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse tout le long de ma vie et mes études je vous serais éternellement reconnaissante.

A mes adorables sœurs et leurs enfants

A mes chers frères.

A ma cher binôme « Katia » avec qui eut l'immense plaisir de partager ce travail.

A tous ceux avec qui j'ai partagé les meilleurs moments de ma vie et tous ceux qui me sont chers.

A tous mes enseignants, qui m'ont suivi de mes premières années de scolarisation à ce jour. Tous ceux qui me connaissent et je connais.

Karima.

DEDICACE

C'est avec une immense joie que je dédie ce modeste travail, A la personne qui m'a donné naissance, qui a tout fait et a donné tous ce qu'elle a à offrir, Tu m'as toujours soutenus et encouragés « Je t'aime chère maman.

A mon cher père qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui, Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots pour exprimer ma gratitude et ma reconnaissance pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction.

A ma chère sœur bien aimée « RANIA »,

A mes frères « MOUMOUH » et « ABDOU »

A ma meilleure amie « KAHINA ». Ton aide si précieuse, ta gentillesse sans égal.

A mon Futur Mari Djamel, pour la patience et le soutien dont tu as fait preuve pendant toute durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes grâces, merci infiniment.

Mes chères amies : BADIA, TASSADIT, et ma chère amie d'enfance LYSA.

Mes chers amis de la promotion.

Ma chère binôme « KARIMA » avec qui j'ai eu l'immense plaisir de partager ce travail et avec que j'ai partagé le meilleur et le pire.

Katia.

Tables des Matières

Liste Des Figures.....	ii
Liste des Tableaux.....	iii
Introduction générale	1
I. Généralités sur l'eau et la pollution	3
I.1. Introduction :.....	3
I.2. Définition de l'eau :	3
I.3. Etat de l'eau :	3
I.3.1- Etat liquide :	3
I.3-2-Etat solide :.....	3
I.3.-3-Etat gazeux :	3
I.4- Pollution de l'eau :.....	4
I.5-Définition des eaux usées :	4
I.5.1. Sources des eaux usées :	4
I.5.1.1. Eaux usées agricoles :.....	4
I.5.1.2-Eaux usées domestiques :	4
I.5.1.2.-Eaux industrielles :	4
I.5.1.3. Eaux pluviales :.....	5
I.5.1.4. Eaux usées radioactives :	5
I.6- Différents types de pollution des eaux :.....	5
I.6.1-Pollution physique :.....	5
I.6.2-Pollution chimique :	5
I.6.3-Pollution biologique :	5
I.6.4-Pollution thermique :	6
I.6.5 -Pollution organique :.....	6
I.7-Impact des eaux usées :	7
I.7.1-Sur l'environnement :	7
I.7.2-Sur la santé :	7
I.7.2.1. Maladies à transmission hydrique (MTH) :	7
I.9-Différents types d'assainissement :	8
I.10-Equivalent habitant(EH) :	8
I.11-Caractéristiques des eaux usées :	8
I.11.1-Paramètre physique :	8
I.11.2- Paramètres chimiques :.....	10
I.11.3-Paramètres biologiques :.....	13
I.12. Conclusion :.....	15
II. Epuration et réutilisation des eaux usées.	16

II.1- Epuration des eaux usées :	16
II.1.1- Station d'épuration (STEP) :	16
II.2-Choix de la technologie de traitement.....	17
II.3-Etapes de traitement des eaux usées.....	17
II.3.1- Prétraitement	17
II.3.2-Traitement primaire	18
II.3.3-Traitement secondaire (biologique).....	20
II.3.4-Traitement des boues.....	20
II.4-Norme de rejets des eaux usées.....	23
II.4.1-Normes de L'OMS	23
II.4.2-Normes européennes.....	23
II.4.3- Normes algériennes.....	23
II.5-Notions de la réutilisation	23
II.5.1-Objectif de la réutilisation des eaux usées	23
II.5.2-Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées	24
II.5.3-Différents secteurs de la réutilisation des eaux usées traitées :.....	24
II.5.3.1-Agricole.....	24
II.5.3.2-Paysager	25
II.5.3.3-Forestiers	25
II.5.3.4-Industriel.....	25
II.6. Conclusion.....	25
I. Présentation de la Step Est :.....	26
I.1.Conception et réalisation :	26
I.2-Situation géographique :	26
I.3. Différentes stations d'épuration :.....	27
I.4.-Caractéristique technique de la Step :.....	28
II. Paramètres analytiques mesurés :	28
II.1.Prélèvement des échantillons :	28
II.3. Mode Opérateur appliqués.....	30
II.3.1. Test de décantation	30
II.3.2.Test de concentration des boues.....	30
II.3.3. Test des matières volatiles (MVS) :	31
II.3.4 - Détermination de pH :.....	31
II.3.5.-Détermination des matières en suspension (MES) :	31
II.3.6.- Détermination de la turbidité	31
II.3.7. Détermination Conductivité (CE).....	31
II.3.8. Détermination la demande biochimique d'oxygène (DBO₅)	31
II.3.9.Détermination de la demande chimique d'oxygène (DCO).....	32

II.3.10. Détermination des nitrites (NO₂)	32
II.3.11. Détermination des nitrates (NO₃⁻)	32
a. -À l'entrée :	32
b.-À la sortie :	32
II.4. Conclusion :	33
Chapitre IV. Résultats et discussion.....	34
IV.1 - Analyses Eaux Brutes	34
IV.1.1 – Débit moyen	34
IV.1.2 – Matières en Suspension (MES)	34
IV.1.3 – Conductivité électrique (CE)	35
IV.1.4 - Potentiel hydrique pH	36
IV.1.5 – Demande biochimique en oxygène (DBO5)	37
IV.1.6 – Demande chimique en oxygène (DCO)	38
IV.1.7 – Nitrite (NO₂⁻)	39
IV.1.8 – Nitrate (NO₃⁻)	39
IV.1.9 – Ammonium (NH₄⁺)	40
IV.1.10 – Ortho-phosphates PO₄³⁻	41
IV.2 - Analyses Eaux Epurées.....	42
IV.2.1- Débit moyen	42
IV.2.2 – Matières en Suspension (MES)	42
IV-2.3-Conductivité (CE)	43
IV-2.4- Potentiel hydrique (pH)	44
IV-2.5-Demande biochimique en oxygène (DBO5)	44
IV-2.6- Demande chimique en oxygène (DCO)	45
IV-2.7-Ammonium (N-NH₄)	45
IV-2.8-Nitrite (NO₂⁻)	46
IV-2.9-Nitrate (NO₃⁻)	47
IV-2.10-Orthrophosphates (PO₄³⁻)	47
IV-3.Comparaison entre les eaux brutes et eaux épurées.....	49
IV.3.1-Le débit moyen	49
IV.3.2-Matières en suspension (MES)	50
IV.3.3-Conductivité électrique (CE)	51
IV.3.4-Potentiel hydrogène pH	52
IV.3.5-Demande biochimique d'oxygène DBO5	53
IV.3.6-Demande chimique en oxygène (DCO)	54
IV.3.7Ammonium (NH₄⁺)	55
IV.3.6-Nitrite(NO₂⁻)	56
IV.3.7-Nitrate (NO₃⁻)	57

IV.3.10-Orthophosphates (PO₄³⁻)	58
Conclusion générale	64
Références bibliographiques	
Résumé	
Annexes	

Liste Des Figures

Figure 1. Schéma es composées azotées. (Bettache, 2013).....	13
Figure 2. Etapes d'épuration (BOUNANE et BOULHART, 2020).	19
Figure 3. Dégrillage fin.....	19
Figure 4. Bassins de Dessablage.....	20
Figure 5. Bassin biologique	22
Figure 6. Epaisseur (Originelle 2023).	22
Figure 7. La banne de récupération (Originelle 2023)	23
Figure 8. Image de la Step Est de pont de bougie (ONA, 2022).	26
Figure 9. Image satellitaire de la Step Est de Tizi-Ouzou. (Google Earth, 2020	27
Figure 10. Différentes Step fonctionnelles de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	27
Figure 11. Débit moyen Step Est, eaux brutes périodes 2017-2020.....	34
Figure 12. Valeurs des MES-Step Est, eaux brutes périodes 2017-2020.	35
Figure 13. Valeurs des mensuelles de CE-Step Est, eaux brutes périodes 2017-2020.....	36
Figure 14. Valeurs des pH des eaux brutes Step Est, périodes 2017-2020.	37
Figure 15. Valeurs DBO5des eaux brutes, Step Est, périodes 2017-2020.	38
Figure 16. Valeurs des de DCO des eaux brutes -Step Est, périodes 2017-2020.....	38
Figure 17. Valeurs de NO2 des eaux brutes -Step Est, périodes 2017-2020.....	39
Figure 18. Valeurs de NO3-- des eaux brutes - Step Est, périodes 2017-2020.	40
Figure 19. Valeurs de NH4+ des eaux brutes - Step Est, périodes 2017-2020.	40
Figure 20. Valeurs de PO43- des eaux brutes - Step Est, périodes 2017-2020.....	41
Figure 21. Valeurs mensuelles de débit d'eau à la sortie de la station.	42
Figure 22. Valeurs de MES des , eaux épurées -Step Est périodes 2017-2020.....	43
Figure 23. Valeurs de CE des eaux épurée -Step Est, périodes 2017- 2020.....	44
Figure 24. Valeurs de pH des eaux épurée - Step Est, périodes 2017-2020.....	44
Figure 25. Valeurs de DBO5 des eaux épurées - Step Est, périodes 2017-2020.....	45
Figure 26. Valeurs de DCO des eaux épurées- Step Est, périodes 2017-2020.....	46
Figure 27. Valeurs de NH4+ Step Est, eaux épurée périodes 2017-2020.	46
Figure 28. Valeurs de N-NO2 des eaux épurées - Step Est, périodes 2017-2020.	47
Figure 29. Valeurs de N-NO3 des eaux épurée - Step Est, périodes 2017-2020.....	48
Figure 30. Valeurs des Orthophosphates des eaux épures- Step Est, périodes 2017-2020.	49
Figure 31. Evolution des débits moyens 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.....	51
Figure 32. Evolution des MES 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.	52
Figure 33. Evolution de la CE 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.	53
Figure 34. Evolution du pH 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.	54

Figure 35. Evolution de la DBO5 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.....	55
Figure 36. Evolution de la DCO 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.....	56
Figure 37. Evolution de NH4+ 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.	57
Figure 38. Evolution de NO2- 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.	58
Figure 39. Evolution de NO3-2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.	59
Figure 40. Evolution de PO43- 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.....	60

Liste d'abréviations :

- **EH** : Equivalent habitant
- **EU** : Eaux usées
- **CE** : Conductivité Electrique
- **DBO** : Demande Biochimique en Oxygène
- **DBO5** : Demande biochimique en Oxygène pendant 5 jours.
- **DCO** : Demande Chimique en Oxygène
- **K** : coefficient de biodégradabilité
- **T** : température
- **C** : couleur
- **:** Odeur
- **g** : Gramme
- **g/l** : Gramme par litre.
- **mg/l** : milligramme par litre
- **J.O.R.A** : Journal Officiel de la République Algérienne
- **L** : litre.
- **MA** : Matière Azoté
- **mm** : millimètre
- **m³** : mètre cube
- **MO** : Matière Organique
- **MVS** : Matières volatiles en suspension
- **MMS** : Matière minimale en suspension
- **MES** : Matière En Suspension
- **MTH** : Maladie a Transmission Hydrique
- **N**: Azote
- **NT**: azote total
- **AO**: Azote organique
- **NH₃⁺**: Azote ammoniacal
- **NH₄⁺**: Ammonium
- **NO₃⁻** : Nitrate
- **NO₂⁻**: Nitrite
- **NTK**: L'azote kjeldahl
- **O₂**: Oxygène.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **ONA** : Office National d'assainissement.
- **pH** : potentiel d'hydrogène.
- **PO₄³⁻** : Phosphate.
- **STEP** : Station de Traitement des Eaux Polluées
- **T°C** : Température en degré Celsius.
- **ERU** : eaux résiduaires urbaines
- **TO** : Tizi ouzou

Liste des Tableaux

Tableau 1. Différents types de pollution de l'eau. (Leveque et al, 1996 ; Ladjel, 2001).....	6
Tableau 2. Maladies à transmission hydrique. (Larousse médicale2006)	7
Tableau 3. Différents types d'assainissement (Loumi et Yefsah,2010).....	8
Tableau 4. valeurs de la biodégradabilité d'un effluent et le traitement à adopter. (Gaid, 1984).	11
Tableau 5. Caractéristiques et sources des eaux usées. (Labbaci, et Boumenkar, 2019).	15
Tableau 6. Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées	24
Tableau 7. Fiche technique de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou. (2016).....	28
Tableau 8. Matériel et méthode d'analyse utilisée pour chaque paramètre.	29
Tableau 9. Moyennes de pH dans les eaux usées brutes de la Step Est.	37

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE



Introduction générale

La ressource en eau est vitale pour l'homme, sa survie, sa santé et son alimentation. Elle constitue un facteur incontournable pour les activités agricoles, industrielles et touristiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement.

L'eau est généralement considérée comme une ressource renouvelable, mais sa disponibilité pour les besoins humains est limitée par ses propriétés chimiques, ses propriétés physiques et sa distribution dans les territoires (Ventura et al, 2014).

Les ressources en eau sont de plus en plus sollicitées dans le monde, ce qui entraîne la rareté de l'eau et la détérioration de sa qualité. Les pressions du changement climatique, des sécheresses récurrentes et le développement urbain ont mis à rude épreuve les approvisionnements en eau douce (EEA, 2012). Dans ce contexte, la capacité des pays à répondre aux risques croissants de manque d'eau contribue au renforcement de l'option de réutilisation plus large des eaux usées traitées.

L'Algérie est parmi les pays méditerranéens touché par le stress hydrique. Pour répondre à cette situation les pouvoirs publics ont procédé à la mise en service de projets de désalinisation de l'eau de mer et mis en place une législation cadre depuis 2011 pour la réutilisation des eaux usées en agriculture (MARD, 2012).

La réutilisation de l'eau peut contribuer à réduire la pression sur ressources en eau douce, elles constituent une opportunité de marché pour l'économie de l'eau pour plusieurs secteurs (industriels, agricoles, touristiques, loisirs, ...) (Hamdy et Lacirignola , 2005 ; Qadir et al., 2010).

Bien que l'utilisation d'eau recyclée soit une pratique acceptée dans plusieurs pays (Tunisie, Chypre, Grèce, Italie, Malte, Portugal, Espagne), où elle est devenue une composante de la gestion des ressources en eau, les proportions de réutilisation demeurent modestes dans les pays à forte pénuries d'eau (Hochstrat et al, 2005).

Une des contraintes au développement de la réutilisation des eaux usées est liée aux conditions de sécurité sanitaire et environnementale dans lesquelles les eaux usées peuvent être réutilisées de façon à définir les risques et limiter effets sur les ressources naturelles et les êtres vivants. Ceci est lié aux connaissances des caractéristiques de ces eaux et de leurs évolution en fonction du temps. Des exigences minimales de qualité pour l'eau usée épurée pour une réutilisation spécifique (irrigation des cultures) qui devraient garantir des mesures sanitaires et environnementales appropriées pour donner confiance au public dans les pratiques de réutilisation afin d'améliorer ce processus de recyclage de l'eau.

Plusieurs auteurs attestent que, les nutriments naturellement présents dans les eaux usées permettent de réaliser des économies sur les dépenses en engrais être réalisé (Winpenny et al., 2013 ; Corcoran, et al., 2010), assurant ainsi un cycle nutritif fermé et favorable à l'environnement qui évite le retour indirect de macro- (notamment azote et phosphore) et microéléments dans l'eau corps.

Selon leurs compositions, les eaux usées peuvent être une source potentielle de macro- (N, P et K) et des micronutriments (Ca, Mg, B, Mg, Fe, Mn ou Zn) (Cherfouh et al., 2018 ; Barreto, et al., 2013).

La réutilisation des eaux usées contribue positivement à améliorer le rendement des cultures (Jimenez, 1995) et entraîner une réduction de l'utilisation d'engrais dans l'agriculture (Adrover et al., 2012). Par conséquent, elle limite les conditions d'eutrophisation des masses d'eau, de pollution des eaux superficielles et sous-terraines et permet la recharge des aquifères avec une eau de meilleure qualité.

L'objectif attribué à notre travail est une caractérisation des eaux usées urbaines sur un réseau de Step de la wilaya de Tizi-Ouzou. Le travail de recherche est basé sur l'exploitation de données mensuelles établies au niveau des laboratoires des Step ciblées (Est, Boukhalfa, Tadmaït) pour les années 2017 à 2020. Les paramètres pris en compte dans l'évaluation des caractéristiques physiques et chimiques des eaux usées brutes et épurées sont : Débit moyen, T°, MES, CE, PH, DBO, DCO, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁺.

Après une étape préliminaire d'exploitation des tableaux de données et une analyse statistique globale, nous avons pris la décision de nous focalisé sur l'analyse des données de la Step Est (dite aussi Pont de Bougie). Ce choix est motivé essentiellement par des raisons de pédagogie et de faisabilité du travail de recherche pour la durée octroyée à notre soutenance. En plus nous avons été accueillies dans les laboratoires de cette Step (step Est) pour un stage d'une durée d'une semaine où nous avons réalisées des mesures de paramètres et obtenues des explications sur le processus d'épuration appliqué.

Le présent manuscrit renferme l'essentiel de notre travail, il est présenté sous forme de chapitres. Chapitre 1, est une synthèse bibliographique qui reprend les données générales sur l'épuration des eaux usées, leurs valorisations et leurs caractéristiques.

Le chapitre 2, présente la Step Est et les paramètres analytiques mesurés pour la caractérisation des eaux brutes et épurées.

Le chapitre 3, est consacré à la présentation des valeurs des paramètres analytiques et leurs évolutions dans le temps, ainsi qu'une comparaison entre les caractéristiques des eaux brutes et des eaux épurées de la step Est pour les années 2017 à 2020.

Enfin, une conclusion générale met en relief les points essentiels relatifs à la nature des eaux usées brutes et épurées auxquelles sont adossées des perspectives de recherches en mesures d'approfondir la caractérisation des eaux dans un objectif de valorisation agricole

CHAPITRE I



Synthèse Bibliographique

I. Généralités sur l'eau et la pollution

I.1. Introduction :

De tous les liquides connus, l'eau demeure le plus nécessaire à tout être vivant, qu'il appartienne au règne animal ou végétal. (Coreil, 1896). L'eau est la source de l'origine sur terre ; Elle l'est également pour l'homme qui en est composé à 70%. L'eau est essentielle à la santé et au maintien des écosystèmes qui fournissent notre alimentation, ainsi que d'autres biens et services essentiels.

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects inquiétants de dégradation du milieu naturel. Les polluants peuvent être transportés par l'eau à toutes les étapes du cycle de l'eau. (Ramade, 1998).

I.2. Définition de l'eau :

L'eau est une substance chimique constituée de molécules H₂O, formée par combinaison d'hydrogène et d'oxygène. Elle est incolore et sans saveur à l'état pur. L'eau est un excellent solvant à l'état liquide. Elle est essentielle au maintien de la vie et la biodiversité.

I.3. Etat de l'eau :

L'eau peut se présenter sous trois états différents : solide (glace, neige), liquide (eau de mer, de lac) et gazeux (vapeur d'eau).

I.3.1- Etat liquide :

C'est un fluide naturel, transparent, qui coule et ne possède pas de forme propre ; elle prend la forme du récipient qui la contient et possède un volume propre. L'eau à l'état liquide est celle que l'on trouve le plus fréquemment autour de nous.

I.3-2-Etat solide :

Elle est ainsi appelée glace, elle sous forme lorsque la température est inférieure à 0C° à pression ambiante. la glace à une forme solide et très froide.

I.3.-3-Etat gazeux :

Elle est appelée vapeur d'eau. Elle est invisible, n'a pas d'odeur et pas de forme propre. Les molécules d'eau sont désordonnées et très espacées. L'eau liquide se transforme en vapeur d'eau lorsqu'elle est chauffée et atteint une température de 100C°.

I.4- Pollution de l'eau :

C'est une altération de la qualité et la nature de l'eau qui la rend dangereuse pour l'utilisation humaine ou qui perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut être causée par des microorganismes, des substances chimiques, des déchets industriels, domestiques, agricoles, et radioactifs. (Melquiotet .2003)

I.5-Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux qui ont été altérées par l'activité anthropique, qu'ils s'agissent d'eaux polluées qu'elles soient d'origine domestiques ou industrielles. Elles sont collectées par un réseau d'assainissement complexe pour être traitées dans une station d'épuration avant d'être rejetées dans le milieu naturel. (Chanafi et Ami Saada,2016).

I.5.1. Sources des eaux usées :

Les différentes sources des eaux usées sont réparties en 04 grandes catégories :

I.5.1.1. Eaux usées agricoles :

L'agriculture est une source de pollution non négligeable car elle utilise les engrais et les pesticides. Ces derniers entraînant vers les cours d'eaux ou les nappes sous l'effet des pluies le lessivage de terres agricoles comprises des diverses matières organiques notamment les pesticides de toute nature (phosphore, nitrates...).

I.5.1.2-Eaux usées domestiques :

Elles résultent des différentes utilisations domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique et se répartissent en deux catégories :

a -Eaux ménagères : contiennent des eaux des salles de bains et des cuisines chargées de substances biodégradables, détergent, produits nettoyants, désinfectants, produits cosmétiques et médicamenteux. (Bounoua et al, 2017).

b -Eaux vannes : s'appliquent aux eaux des toilettes sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. (Bounoua et al, 2017)

I.5.1.2.-Eaux industrielles :

Les eaux usées industrielles proviennent de diverses industries telles que l'agroalimentaire, la métallurgie, la pétrochimie...etc. Les caractéristiques des eaux usées industrielles varient d'une industrie à l'autre et sont chargées en matière organique et métalliques. Elles sont produites par les activités industrielles et considérées comme polluées et devant être traitées significativement avant rejet dans le milieu naturel.

I.5.1.3. Eaux pluviales :

Les eaux usées pluviales sont des eaux qui proviennent de la pluie et qui peuvent être collectées par les réseaux d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration. Ces eaux sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

I.5.1.4. Eaux usées radioactives :

La pollution radioactive des eaux est la contamination de l'eau par des substances radioactives. Cette contamination peut voir plusieurs origines, telles que les rejets de déchets radioactifs, les accidents nucléaires ou les essais nucléaires, les substances radioactives peuvent être transportées par l'eau et se propager dans l'environnement, ce qui peut avoir des conséquences graves sur la santé humaine et l'écosystème.

I.6- Différents types de pollution des eaux :

Selon (Gromaire J, 2005), la pollution de l'eau correspond à la présence des microorganismes, de produits chimiques ou de déchets industriels. Cette pollution ou contamination touche les eaux de surface (océans, rivières, lacs) et les eaux souterraines. Elle entraîne une dégradation de la qualité de l'eau surtout celle destinée à la consommation, rendant son utilisation dangereuse, et perturbe le milieu aquatique en particulier la vie des poissons. Les causes de la pollution se sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes.

✓ Selon la nature et la charge polluante, il y'a cinq types de pollution de l'eau :

I.6.1-Pollution physique :

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

I.6.2-Pollution chimique :

Elle est due à l'existence de substances chimique en solution. Elle se manifeste le plus souvent par le changement de saveur ou l'apparition d'un caractère toxique de l'eau.

I.6.3-Pollution biologique :

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

I.6.4-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 de l'établissement industriel. (Benmerien et al, 2007)

I.6.5 -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 et d'agroalimentaires.

Tableau 1. Différents types de pollution de l'eau. (Leveque et al, 1996 ; Ladjel, 2001)

Types de pollution		Exemples	Sources
Physique	Thermique	Rejets d'eau chaude.	Centrales thermiques.
	Radioactive	Exploitations nucléaires.	Installations nucléaires.
	Agricole	Nitrates, phosphore.	Agriculture, lessives.
	Métaux lourds	Mercure, zinc, plomb, manganèse...	Industrie, agriculture, combustion.
Chimique	Pesticides	Pesticides, fongicides	Agriculture, industries.
	Hydrocarbures	Pétrole et dérivés.	Industrie pétrolière, pétrochimie.
Microbiologique		Bactéries, virus et champignons.	Rejets urbains.
Organique		Glucides, lipides, protides.	Effluents domestiques, agricoles, papeterie, agro-alimentaire.

I.7-Impact des eaux usées :**I.7.1-Sur l'environnement :**

L'augmentation de volumes de rejets et les flux polluants font que le pouvoir auto-épurateur des eaux de surface devient largement insuffisant pour recevoir toutes les eaux d'égouts sans causer des effets néfastes sur la santé, le sol et la couverture végétale.

I.7.2-Sur la santé :

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. L'insuffisance ou la mauvaise qualité de l'eau est à l'origine de nombreuses maladies dans le monde, notamment dans les pays en développement où 80% des maladies sont dues à l'eau.

I.7.2.1. Maladies à transmission hydrique (MTH) :

À l'échelle mondiale, la mortalité par les maladies à transmission hydrique reste un problème majeur de santé publique. Les agents biologiques pathogènes pour l'homme peuvent être d'origine bactériologique, parasitaire ou virale, et peuvent être à l'origine de nombreuses maladies, entre autres : le choléra, les hépatites virales et les salmonelloses. (Chachou et Fahem, 2017)

- ❖ Le tableau 2 nous indique l'origine de ces maladies, les agents et germes vecteurs, les voies de transmission et les symptômes

Tableau 2. Maladies à transmission hydrique. (Larousse médicale 2006)

Maladies	Agents ou Germes pathogène	Voies de transmission
Choléra	Vibrocholerae.	Ingestion d'eau polluée, d'aliment ou de boissons souillés.
Fièvre typhoïdes, paratyphoïdes.	Salmonella typhi ou paratyphi.	Eau de poisson ou d'aliment souillés.
Poliomyélite	Poliovirus	Ingestion d'eau ou d'aliments contaminés.
Hépatites A et E.	Virus de l'hépatite A et E	Voie digestive par l'eau, les matières fécales et la consommation de fruits de mer.
Schistosomiasis.	Bilharzies (ou schistosomes).	
Dracunculose.	Dracunculus medinensis.	Absorption de l'eau d'étang de mare, de ruisseau contenant des cyclopes.
Gastro-entérites.	Giardia lamblia. Cryptosporidium parvum.	Se transmet tel quel d'un individu malade à un individu sain.

I.9-Différents types d'assainissement :

L'assainissement de l'eau constitue l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des liquides d'une agglomération vers leurs traitements, de manière à ce qu'ils ne puissent provoquer aucune nuisance pour l'hygiène publique. On distingue trois systèmes d'assainissement :

- ✓ Unitaire.
- ✓ Séparatif.
- ✓ Pseudo séparatif

Tableau 3. Différents types d'assainissement (Loumi et Yefsah, 2010)

Système unitaire	Système séparatif	Système pseudo séparatif
Ce système sert à évacuer et la collecte des eaux de pluie et de ruissellement. Ce cas est le plus fréquent.	Dans ce cas, deux réseaux distincts sont mis en place : <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'un pour évacuer les eaux pluviales. ➤ L'autre pour évacuer les eaux usées. 	Dans un système pseudo séparatif, l'eau de pluie est séparée en deux parties : <ul style="list-style-type: none"> ➤ La première est constituée d'eau provenant d'espaces ouverts tels que les terrasses et les jardins. ➤ La seconde est constituée d'eau provenant des surfaces imperméables telles que les routes et les parkings.

I.10-Equivalent habitant(EH) :

C'est une notation utilisée pour caractériser la charge de pollution des effluents, qu'elle que soit leur origine. Ce terme est utilisé pour évaluer la capacité de traitement d'une station d'épuration. (Rodier, 2005)

I.11-Caractéristiques des eaux usées :

I.11.1-Paramètre physique :

a. Température (T°) :

C'est une grandeur physique qui exprime quantitativement la perception de la chaleur et du froid. Elle est mesurée à l'aide d'un thermomètre. La température, ne doit pas être supérieure à 30°C car elle peut être dangereuse pour les agents d'exploitation mais peut également dégrader

les ouvrages d'assainissement et perturbe le fonctionnement de la station d'épuration. (**Service étude travaux, Reims Métropole ,2014**).

b. Couleur(C) :

Ce paramètre permet de déterminer le degré de pollution de l'eau. Les eaux usées sont notamment brunes et jaunâtres, mais avec le temps, elles deviennent noires en raison de la présence de matières organique en décomposition.

La couleur de l'eau est un facteur détermination de sa propreté. Sa détermination est effectuée par une méthode spécifique.

c. Odeur (O) :

Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur de moins qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé. Il commence ainsi à se dégager une mauvaise odeur due au sulfure d'hydrogène (H₂S) et d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies.

d. Conductivité électrique(CE) :

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

e. Turbidité :

C'est une eau due à la présence de matière en suspension colloïdales finement dispersées (argiles, limons, grains de silice, matières organiques...etc. (**Yahi, 2011**))

Une turbidité élevée peut affecter la quantité et la clarté de l'eau c'est pour ça il est important de l'éliminée pour une eau potable. (**Rejesk,2005**).

f. Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension représentent la fraction non solubilisée ou non colloïdale, donc retenue par un filtre. Elles peuvent ainsi être classées comme : matières fixes et matières volatiles. Elles constituent un paramètre important qui indiquent le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. L'analyse au laboratoire s'effectue selon la méthode par filtration ou centrifugation.

Les MES s'expriment en milligramme par litre d'effluent (mg/l) ou en gramme par habitant et par jour (g/hab. /j). (Bourrier, 2008).

$$\mathbf{MES = 30\% MMS + 70\%MVS.}$$

g. Matières volatiles en suspension(MVS) :

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

h. Matières minérales en suspension (MMS) :

C'est l'extrait sec de l'eau, c'est-à-dire le résultat de son évaporation totale. Elle peut affecter sa qualité et sa turbidité. La présence de MMS dans l'eau peut avoir un impact significatif sur le fonctionnement des écosystèmes.

i. Débit moyen :

C'est un paramètre important pour le dimensionnement des installations de traitement des eaux usées qui permet de quantifier un déplacement de matière ou d'énergie. Il est une mesure du volume d'eau liquide traverse une section transversale d'un cours pendant une période donnée. Il peut être mesuré sur une base journalière, mensuelle ou annuelle.

I.11.2- Paramètres chimiques :

a. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Selon Gomella et Gueree, (1978) le potentiel d'hydrogène permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité d'une eau.

La mesure du pH doit se faire sur place, de préférence avec la méthode pontentiométrique. La mesure électrique est délicate, mais donne une valeur exacte, parce qu'elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur de milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdes (Rodier et al, 1996).

b. Demande biologique en oxygène (DBO) :

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentent dans les eaux usées par le microorganisme du milieu. Mesurée par la

consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours. Plus la DBO5 est élevée, plus quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon. (Xanthoulis, 1993)

c. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est un paramètre utilisé pour mesurer la quantité de polluants présents dans un effluent industriel ou une eau usée à l'aide d'un réactif spécial. Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique et inorganique oxydables contenue dans un échantillon. Les matière organique consomment de l'oxygène en se dégradant ce qui peut être à l'origine de la pollution de l'eau. (Salhi, 2017)

d. Biodégradabilité :

Elle traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique d'eaux. la biodégradabilité est exprimée par un coefficient **K**, tel que $K = \text{DCO} / \text{DBO5}$. Ce rapport exprime le degré de la biodégradabilité de l'eau usée et nous renseigne sur le type de traitement adopter.

Tableau 4. Les valeurs de la biodégradabilité d'un effluent et le traitement à adopter. (Gaid, 1984).

Coefficient K	Mode de traitement à adopte
$K = 1$	DCO=DBO5 .l'effluent est complètement biodégradable. → traitement biologique. (Concerne un effluent urbain).
$1 < K < 1,5$	L'effluent est biodégradable → traitement biologique.
$1,5 < K < 2,5$	L'effluent est moyennement biodégradable. Traitement biologique avec adaptation de couche microbienne.
$K > 2,5$	L'effluent n'est pas biodégradable → traitement physicochimique. (concerne un effluent industriel).

e. Azote (N) :

L'azote (N) existe sous plusieurs formes. Les types d'azote qui constituent de préoccupation pour le traitement des eaux usées sont : azote totale (TN), azote totale Kjeldahl (NTK), l'ammoniac (NH₃), azote organique (ORG-N), les nitrates (NO₃⁻) et nitrites (NO₂⁻). Voir la (figure 1). Les concentrations sont indiquées en mg/l. (Bettache, 2013).

f.-Azote totale Kjeldahl (NTK) :

Est la somme de l'azote ammoniacal et d'azote lié organiquement, mais n'inclut pas d'azote des nitrates(NO_3) ou des nitrites(NO_2). (**Bettache, 2013**).

$$\mathbf{NTK = NH_3 + ORG-N.}$$

g. Azote total(NT) :

Est la somme de l'azote des nitrates (NO_3^-), des nitrites (NO_2^-), azote ammoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) et l'azote lié organiquement. (**Bettache, 2013**).

$$\mathbf{NT = NTK + NO_3^- + NO_2^- .}$$

h. -Nitrite (NO_2^-) :

Les nitrites(NO_2^-) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau de mer renferme une quantité élevée de nitrites supérieurs à 1mg/l d'eau. (**Boualem, 2009**).

Les valeurs limitées recommandées pour les nitrites (NO_2^-) dans l'eau de boisson, sont de 0.1 mg-l pour les pays de l'union européenne et Algérie a des doses inférieures à 1mg/l pour l'OMS. (**Boualem, 2009**).

i. Nitrates(NO_3^-) :

Les nitrates constituent le stade finale de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau .Les bactéries nitratâtes transforment les nitrites en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est due au cycle de l'azote. (**Rodier.2009**). Les valeurs limitées des nitrates dans l'eau notamment de 25 mg/l. (**Bouziani, 2000**).

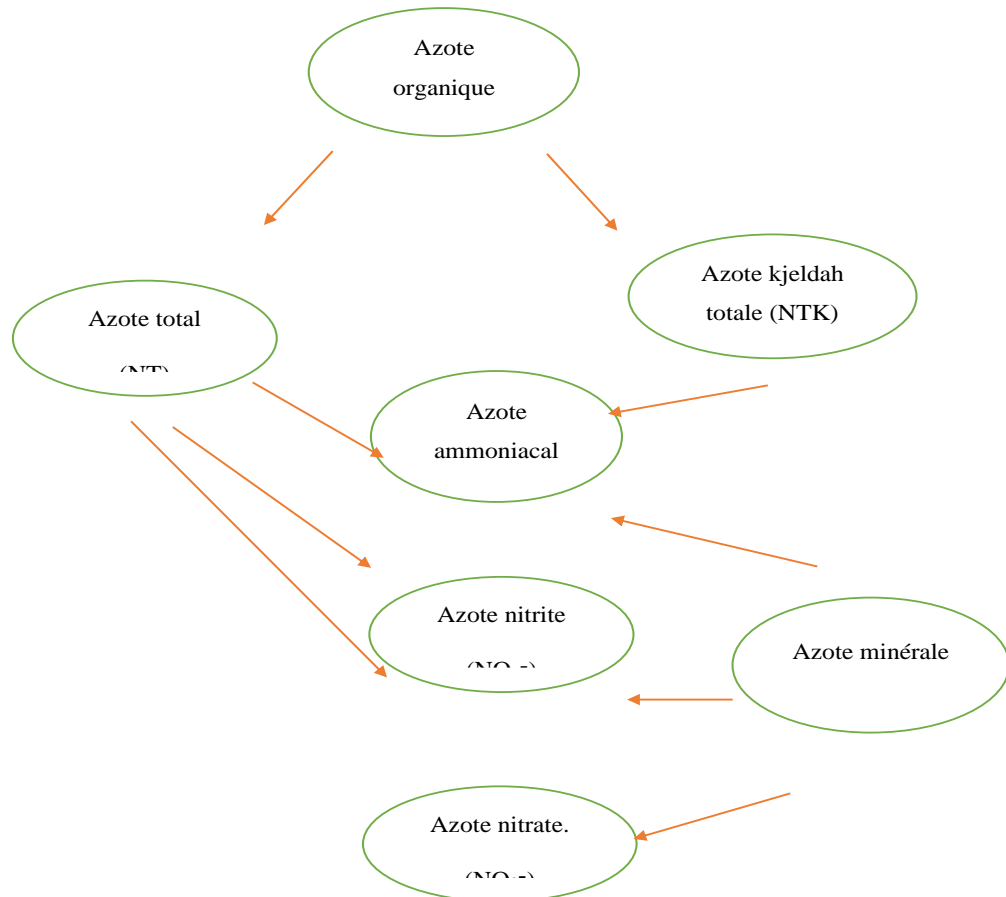


Figure 1.Schéma des composées azotées. (Bettache, 2013).

k. Phosphore :

Dans les rejets d'eaux résiduaires, le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (ortho phosphates(PO_4^{3-}), poly phosphates), mais aussi sous forme de composés organique solubilisés ou à l'état de matières en suspension. (Faby et Brissaud, 1997). Lors de la minéralisation de matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés sont progressivement transformés en phosphates solubles. (Tidanini et Amdoun, 2003).

I.11.3-Paramètres biologiques :

Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux germes (champignons, protozoaires, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif de les épurer pour préserver le milieu naturel.

a-Bactéries :

Ce sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées. Ces derniers contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries /100 ml dont la plupart sont porteuse en entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 Clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 UFC/l.

Parmi les plus détectées : les Salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. **(Belaid, 2010).**

b-Virus :

Les eaux usées contiennent également des virus présents dans les selles des porteurs sains **(Gaid ,1984)**.les virus sont des agents pathogènes extrêmement petits visibles seulement au microscope électronique qui ne peuvent se multiplier qu'a l'intérieur d'une cellule vivante. **(Degremont, 1989).**

Parmi les virus entériques humaines les plus importants, il faut citer les entérovirus notamment le polio, rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'hépatite.

c -Protozoaires :

Ce 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. **(Baumont et al, 2004).**

Parmi les protozoaires qu'on trouve dans les eaux usées il faut citer Entamoebahistolycia et Giardia lamblia.

d -Helminthes :

Ce sont vers multicellulaires tout comme les protozoaires qui sont majoritairement des organismes parasites. Il faut citer notamment ascaris lumbricades, oxyurisvermiculais. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10^2 à 10^3 œufs/l. **(Baumont et al., 2004).**

Tableau 5. Caractéristiques et sources des eaux usées. (Labbaci, et Boumenkar, 2019).

Caractéristiques	Sources
<p>Caractéristiques physiques.</p> <p>1-Couleur</p> <p>2-Odeur.</p> <p>3-Température.</p>	<p>Rejets domestiques et industriels.</p> <p>Décomposition des eaux usées. et des matières organiques.</p>
<p>Caractéristiques chimiques</p> <p>1-Azote.</p> <p>2-pH.</p> <p>3-Phosphore.</p> <p>4-Oxygène.</p> <p>5-Composés toxiques.</p> <p>6-Autres.</p>	<p>Rejets industriels, domestiques et agricoles.</p> <p>Décomposition naturelle des matières organiques.</p>
<p>Caractéristiques biologiques.</p> <p>1-Animaux.</p> <p>2-parasites.</p> <p>3-Virus.</p>	<p>Tronçons à ciel ouvert et les installations de traitement.</p> <p>Rejets domestiques, installations de traitement.</p>

I.12. Conclusion :

Les conséquences de la pollution des eaux sont multiples, que ce soit sur l'homme directement ou sur le milieu où il vit. L'assainissement des eaux usées répond à deux préoccupations : préserver les ressources en eaux ainsi que le patrimoine naturel et la qualité de

vie. De ce fait la connaissance et l'analyse des différents paramètres de pollution doivent constituer une préoccupation majeure des pouvoirs publics, et des populations qui génèrent ces pollutions.

II. Epuration et réutilisation des eaux usées.

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées sont des eaux chargées de polluants provenant essentiellement de l'activité humaine. Les réseaux d'assainissement constituent un élément essentiel. Ils collectent ces eaux et les transportent vers les installations de traitement de la pollution, avant le rejet dans le milieu récepteur. Ces traitements sont réalisés dans des stations où se dégradent et se séparent les polluants de l'eau (particules et substances dissoute) par des procédés physique, chimique et biologique, pour ne restituer au milieu récepteur qu'une eau de qualité acceptable.

II.1 - Epuration des eaux usées :

II.1.1- Station d'épuration (STEP) :

Définition :

L'épuration est un ensemble de techniques qui permettent le traitement des eaux usées des habitantes des industries raccordées au réseau d'assainissement ainsi que des eaux pluviales, soit pour les recycler dans le milieu naturel, soit pour les transformer en eau épurée.

L'épuration consiste à éliminer le plus gros débit, organique ou minéral. Elle aussi de retirer les MES de densité suffisamment différentes de l'eau tel que les grains de sable et les particules minérales. Elle consiste éventuellement à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênants notamment ; les germe pathogènes (campylobacter, salmonella) azote, phosphore ...etc. (Dehbi . 2015)

Selon **Benfiala et Haouli , (2017)**, son rôle peut être résumé dans les points suivants

- ✓ Traiter les eaux usées.
- ✓ Protéger l'environnement et la santé publique.
- ✓ Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issus du traitement (réutilisation agricole ...etc.).

II.1.2-Stations d'épuration :

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitement avant leur déversement dans le milieu naturel. Une

STEP généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau. Elle conçue pour épurer les eaux et limiter l'apport en excès de matière organique et les substances minérales telles les nitrates et le phosphore dans les milieux récepteurs. Certaine eau contenue des concentrations de quelque paramètre qui trouvent dans un effluent peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique. **(Briere ,1994)**

II.2-Choix de la technologie de traitement

D'après **Benelmouaz, (2015)** les paramètres essentiels qui doivent faire partie du processus de traitement pour le choix d'une technologique sont :

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique DBO, demande chimique en oxygène DCO, matières en suspension ...etc.).
- La disponibilité du site, lieu de réalisation de la station
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation)
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien.

II.3-Etapes de traitement des eaux usées

Selon le volume d'élimination de la pollution traitée et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitement sont définis : le prétraitement, primaire et secondaire voir la figure N°01. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaire, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.

II.3.1- Prétraitement

A pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement, enlèvement des solides grossiers et d'autre grands fragments de l'eau usée. **(FAO, 2003)**

Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras. **(Satin et Selmi. 1999)**

- **Dégrillage**

A l'arriver l'eau usée en provenance des égouts passe entre les barreaux métallique d'une grille ou d'un tamis qui retiennent les déchets volumineux (le plastique ...etc.), l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide d'une pompe de relevage. **(Aussel et al, 2004)**

- **Dessablage**

A pour but d'extraire les eaux brutes des graviers, sable et particules minérales plus au moins fines, ainsi que les filasses de façon à éviter des dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autre appareils contre l'abrasion. (Dehbi.2015)

- **Déshuilage / Dégraissage**

Généralement c'est le principe de la « flottation » par air dissous qui est utilisé pour l'élimination, des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage ; permettant de faire remonter rapidement les graisses, leurs éliminations se fait par raclage en surface. (Babou et Mzyene, 2017)

II.3.2-Traitement primaire

S'effectue par voie physico-chimique dans le but d'extraire le maximum de MES et matières organique facilement décantables : trois voies de traitement son possible.

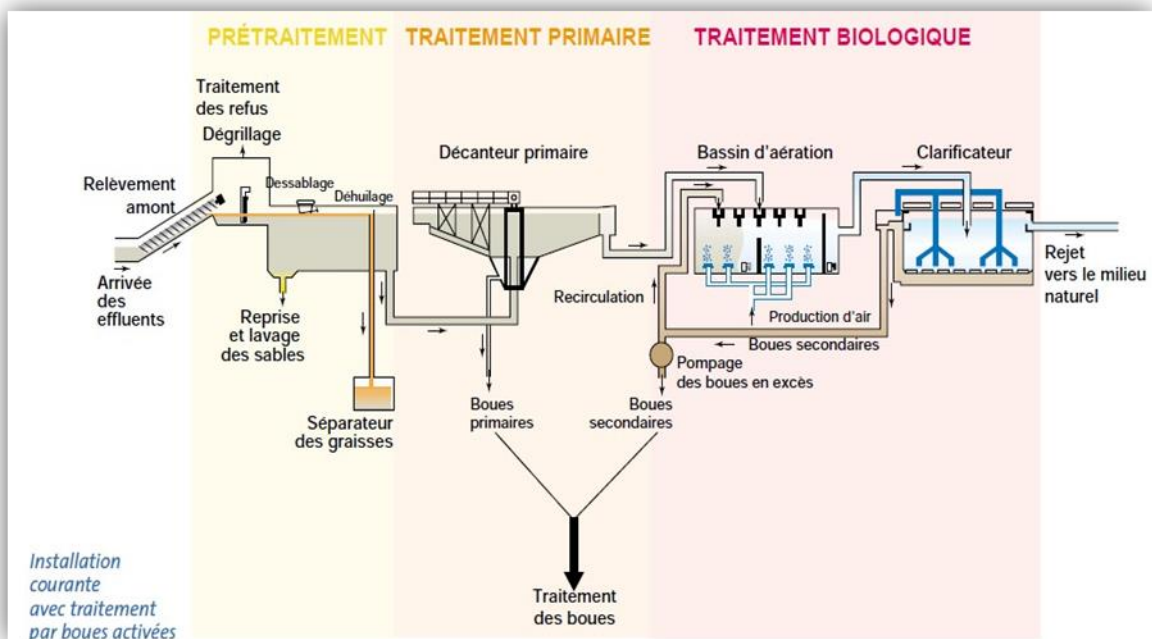


Figure 2. Etapes d'épuration (BOUNANE et BOULHART, 2020).



Figure 3. Dégrillage fin.



Figure 4. Bassins de Dessablage

- **Décantation**

C'est la méthode la plus fréquente de séparation de MES et des colloïdes, un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules. **(Dahou et Brek, 2013)**

Coagulation / Flocculation

- La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites (colloïdales). Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de flocculation : la coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La flocculation a pour l'objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées. **(Ladjel et Bouchfer, 2006)**
- **Centrifugation**

Elle est employée pour les rejets fortement chargés en MES et ayant une faible vitesse de décantation. **(Dehbi, 2015)**

II.3.3-Traitement secondaire (biologique)

Les procédés d'épuration secondaire comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les MO dissoutes ou finement dispersées **(NOA, 2007)**.

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs et extensifs (voir la figure 3). **(Benali et Thamer .2019)**

II.3.4-Traitement des boues

Les boues de stations d'épuration sont des produits résiduaux qui résultent du traitement des eaux usées dans les stations d'épuration. Au cours des traitements primaires et secondaires des boues sont produites. Elles sont classées en trois catégories :

- **Les boues primaires** : sont obtenues au niveau du décanteur primaire, après séparation physique des matières en suspension par décantation, de nature fortement organique.
- **Les boues secondaires** : proviennent des traitements biologiques des eaux usées.

- **Les boues mixtes** : correspondent au mélange des boues primaires et secondaires.

- ❖ **Epaississement**

C'est une étape de réduction du volume des boues, elle est réalisée :

La décantation : opération entre l'eau et le sable par décantation est éliminé à l'aide d'une vis à fin, qui finit dans une banne de récupération.

- **La flottation** : les microbulle d'air injectées se fixent aux particules de boues et remontent en surface puis elles sont raclées.

Dimension de bassin biologique



- Largeur : 16,50 m
- Hauteur moyenne : 4 m
- Surface : 817 m²
- Volume : 350 m³

Figure 5 .Bassin biologique.



Figure 6. Epaisseur (Originelle 2023).



Figure 7. La banne de récupération (Originelle 2023)

❖ **Stabilisation**

A pour objectif de réduire le pouvoir fermentescible des boues et leur nuisance olfactive. Elle est effectuée soit par digestion anaérobie, soit par digestion aérobie thermophile, soit par stabilisation chimique (utilisation de la chaux), soit par compostage.

❖ **Conditionnement**

C'est une étape qui conduit à l'élimination d'environ 40 à 50 % de la phase liquide, elle est réalisée par certification, par filtration ou par séchage.

II.4-Norme de rejets des eaux usées

La lutte contre la pollution des eaux fait l'objet d'une législation et réglementation assez complexe à travers le monde. Dans cet ensemble de rejets, celles dues aux effluents industriels occupent une bonne place. En effet la plupart des pays ont établi des normes de rejet. Ces dernières définissent en général des valeurs maximales admissibles qui, selon certains cas particuliers, peuvent devenir plus strictes.

II.4.1-Normes de L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est considérée comme la plus haute autorité dans le domaine de la santé et donne des recommandations au niveau mondial. Elle propose des normes sanitaires (voir tableaux 1) depuis des décennies et elle est en passe de les modifier pour les rendre plus strictes et diminuer les risques sanitaires. Ces normes sont destinées à l'utilisation internationale et sont adaptées aux pays en voie de développement. **(Rotbardt, 2011)**

II.4.2-Normes européennes

Une directive européenne relative aux eaux urbaines résiduaires a été adoptée par le conseil des ministères de la commission économique européenne le 21 mai 1991 (voir Annexe 2). Cette directive réglemente le niveau des rejets des stations d'épuration des eaux usées urbaines. **(Benali et Thamer. 2019)**

II.4.3- Normes algériennes

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire. Le décret exécutif n° 93- 160 du juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementent les rejets d'effluents liquides, les valeurs limites de ce rejet (voir Annexe 3). **(Jora. 2006)**.

II.5-Notions de la réutilisation

II.5.1-Objectif de la réutilisation des eaux usées

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, tout en assurant l'équilibre de ce cycle et la protection de l'environnement. C'est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques. **(Ecosse.D.2006)**

II.5.2-Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées

Les avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées sont résumés dans le tableau suivant 6.

Tableau 6. Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées

Avantages		Inconvénients
Environnementaux	Economique	
<p>Selon Benzaria .2008 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduction des rejets de Polluants dans les milieux aquatiques protégés (Zones de baignade, parcs naturels ...etc). • Limitation de la surexploitation des ressources naturelles. • Amélioration du cadre de vie et de l'environnement (arrosage des espaces verts ...etc). 	<p>Selon Synteau.2012 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Création d'une ressource en eau fiable, de volumes constants et indépendants des aléas climatique. • Développement de la production agricole dans les zones soumises à la sécheresse. • Création d'une ressource en eau moins chère pour des usages autres que la consommation humaine (agriculture, industrie ...etc) 	<ul style="list-style-type: none"> • L'apport en quantité importante des doses de l'azote et de phosphore peut nuire la production agricole. • Risque sanitaire lié à la présence des germes dans les eaux usées traités. • Une dégradation des sols et la chute de la production végétale par accumulation de sel (salinité élevée de l'eau usées).

II.5.3-Différents secteurs de la réutilisation des eaux usées traitées :

La récupération et la réutilisation de l'eau usée traitée, s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins en eau dans le pays hydro-sensible. Les principales utilisations des eaux usées traitées dans le monde sont : Agricole, paysager, forestiers, industriel.

II.5.3.1-Agricole

Le secteur agricole constitue actuellement le plus grand débouché pour la valorisation des eaux usées, c'est également la solution qui a le plus d'avenir à court et à moyen terme. (**Cauchi, 1996**)

L'irrigation des cultures est l'une des types les plus anciennes et les plus courantes de la réutilisation des effluents. Au plan comprennent les arbres, les pâturages, le blé ...etc. Des cultures vivrières ont également été irriguées avec des effluents tertiaires désinfectés.

L'azote, le phosphore, le potassium, les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre indispensable à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciable dans les eaux usées et constituent en paramètre de quantité important dans la valorisation des eaux usées épurées en agriculture.

II.5.3.2-Paysager

- L'irrigation paysagère également appelée réutilisation urbaine, consiste à irriguer notamment :

Les parcs ;

- Les terrains de sport ;
- Les espaces aménagés autour des centres commerciaux, immeubles de bureaux et établissements industriels.

II.5.3.3-Forestiers

Dans les pays occidentaux, c'est une pratique qui commence à se généraliser. En effet les zones irriguées concernent des zones vierges pour le reboisement.

II.5.3.4-Industriel

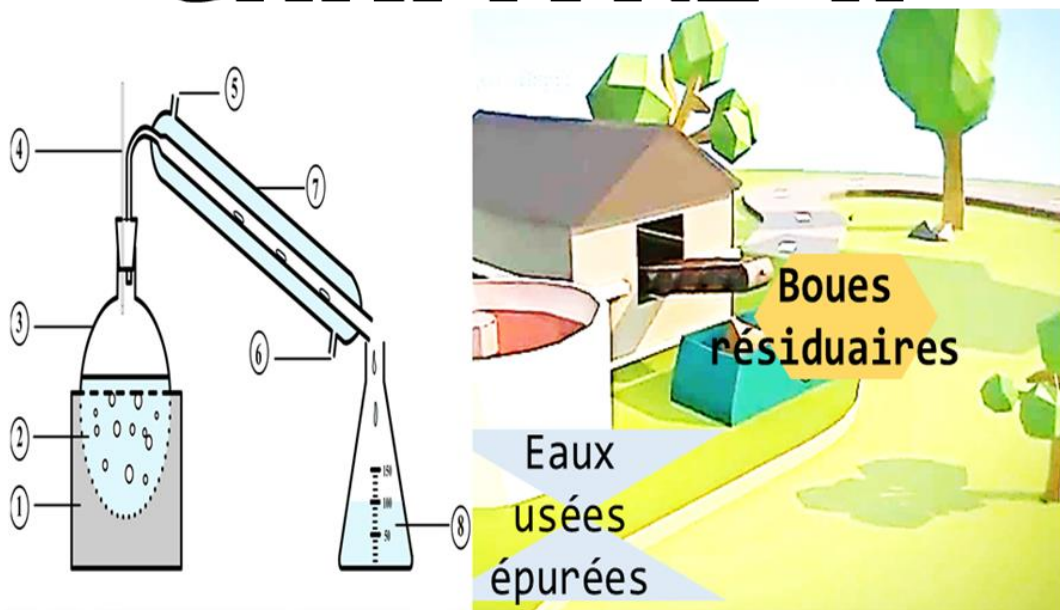
La réalisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays, l'eau recyclée 58% des besoins globaux en eau pour l'industrie. (OMS,1989)

Depuis 1951 une papeterie du Japon qui est fournie en eaux épurées. La REUE intéressée dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermé ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, industrie du papier. (Asano, 1998)

II.6. Conclusion

L'assainissement des eaux usées est une étape importante et décisive pour préserver la ressource en eau. Deux sous-produits essentiels : l'eau épurée et la boue, sont les résultats des traitements des eaux usées. Le traitement permet aussi de maintenir la qualité de notre environnement et d'obtenir toute une gamme d'eaux de qualité différente pour les réutilisations agricoles, industrielles et urbaines.

CHAPITRE II



MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de la Step Est :

I.1. Conception et réalisation (Monographie) :

La station d'épuration Est de la ville de Tizi-Ouzou a été conçue au début des années 90 et 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 ; Elle a été certifiée ISO 9001 pour la première fois en 2007.

Elle a pour but l'épuration des effluents du coté Est, 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 $18000\text{m}^3/\text{jour}$, et une capacité de 120 000 habitants.



Figure 8. Image de la Step Est de pont de bougie (ONA, 2022).

I.2- Situation géographique :

La station d'épuration Est de Tizi-Ouzou est située sur la rive Sud de l'oued Sebaou à 200 m en amont du pont de bougie. La Step est donc implantée à la sortie Est de la ville de Tizi-Ouzou, en dehors du tissu urbain.

Le terrain de la station représente une superficie de 3.56 Ha, Elle est les délimitée par le chemin départemental N°124. Ce occupe une aire de berge d'oued Sebou présente une pente d'orientation Nord-Sud relativement douce. L'altitude moyenne du site est de 70m avec une superficie de 35591 m^2 dont 14714 m^2 bâtis.



Figure 9. Image satellitaire de la Step Est de Tizi-Ouzou. (Google Earth, 2020)

I. 3. Différentes stations d'épuration :

Dans le cadre du programme national de la protection de l'environnement et des nappes alluviales, la wilaya de Tizi-Ouzou ne dispose que de sept stations d'épuration fonctionnelles avec une capacité totale de 211 000 eq/hab.

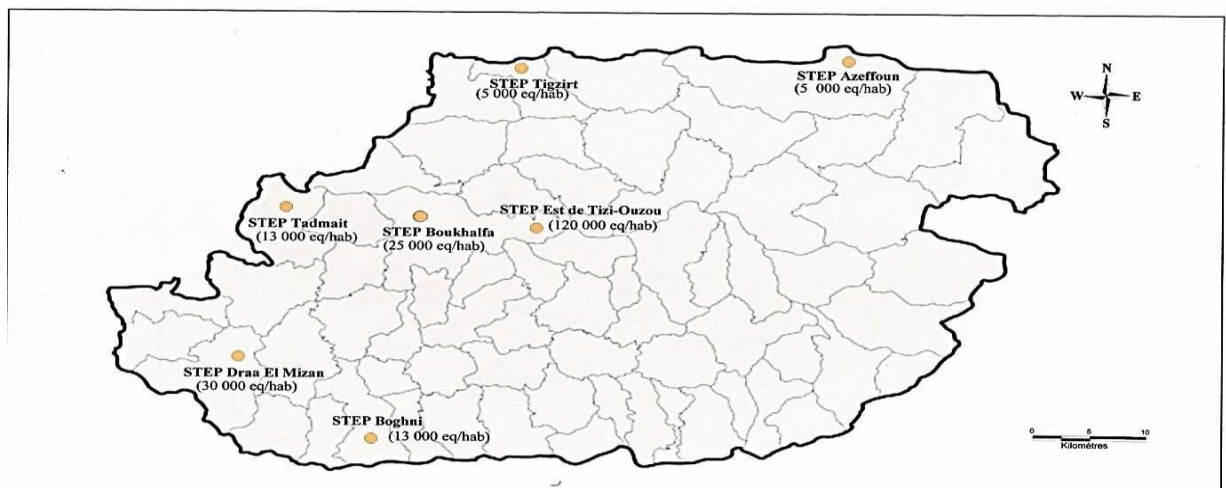


Figure 10. Différentes Step fonctionnelles de la wilaya de Tizi-Ouzou.

I.4.-Caractéristiques techniques de la Step :

Les caractéristiques techniques de la Step sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 7. Fiche technique de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou. (2016).

Paramètres	Valeurs
Type du réseau	Unitaire
Natures d'eaux brutes	Domestique
Population raccordée	120 000 EH
Charges hydrauliques	
Débit journalier en temps sec.	18 000 m ³ /j
Débit moyen journalier	750m 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	8400 kg/j
Concentration moyenne	466 mg/l
pH	6.5à8.5
Température	< à 25°C

II. Paramètres analytiques mesurés :

Notre travail expérimental a été réalisé dans la station d'épuration (Est de TO) au niveau de laboratoire centrale d'analyse physico-chimique et biologique de la dite station pour une durée d'une semaine (du 12 mars au 16 mars), afin d'étudier et maîtriser les processus de l'échantillonnage et utilisation de appareillage, ainsi que les dosages des paramètres de pollution. L'objectif de ce stage est de connaître les paramètres et les méthodes de caractérisation des eaux brutes et des eaux épurées de la station. Les paramètres mesurés sont :

T°, pH, Turbidité, DBO5, DCO, MES, NO₃⁻ et NO₂⁻

Nous avons aussi effectué l'analyse des boues.

II.1. Prélèvement des échantillons :

La méthode appliquée dans la station d'épuration de l'ONA(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 l'eau épurée (Sortie).

Cet échantillon sera conservé au réfrigérateur après avoir effectuée quelques analyses journalières, (MES, pH, MVS, T°).

Chaque volume prélevé sera bien mélangé avec tous les prélèvements précédents pour l'échantillon, moyen à analyser par la suite. Cette méthode permet de récolter une fraction de

l'ensemble des matières polluantes qui transite dans les différents ouvrages de la station durant la journée.

II.2-Méthodes et matériel utilisés :

Tableau 8. Matériel et méthode d'analyse utilisée pour chaque paramètre.

Paramètre	Equipement utilisé	Référence-méthode Utilisées / Norme
Température	Thermomètre	/
pH	pH mètre à sonde	Electro métrique
Turbidité	Conductivité	Electro métrique
MES	Dispositif de filtration + centrifugeuse	Norme Afnor EN872 Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre
DCO	Incubateur DCO BEHR + tireur	Norme 6060
DBO ₅	DBO mètre+ incubateur	Manométrique
PO ₄ ³⁻	Colorimètre	Méthode commerciale
NH ₄ ⁺	Colorimètre	Méthode commerciale
NO ₃ ⁻	Colorimètre	
MVS	Etuve +Balance +Four à moufle	Norme française NFU44-041 (séchage + C calcination)
MS	Etuve +Balance	Filtration + séchage
V ₃₀	Eprouvette 1000 ml	/

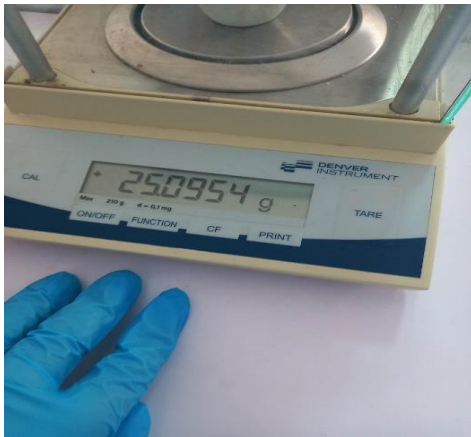
Présentation des équipements de mesures utilisés : Quelques photos de Matériels au laboratoire de la station Est durant notre stage.



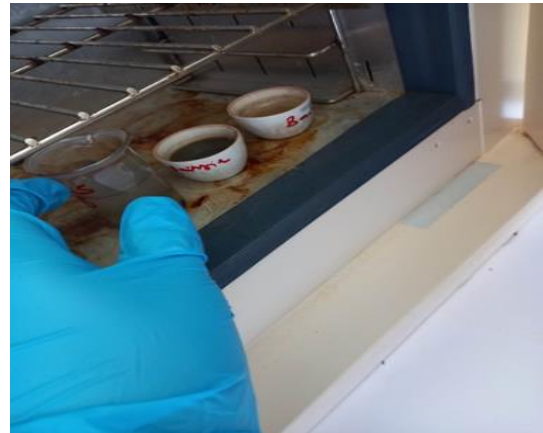
Thermomètre



Colorimètre



Balance de précision



Étuve



Oxytop



Bloc chauffant

II.3. Mode Opérateur appliqués

Afin d'analyser les boues on les traite en prenant deux échantillons dans des différents bassins (aération, stabilisation) et deux autre déchantions dans les boues de retour.

II.3.1. Test de décantation

Afin de tester de décantation V30, on verse dans l'éprouvette à 100ml les eaux retirées dans les bassins biologiques et laisse décanter 30 min puis, on lire la quantité des boues décanter, puisque le V30 est supérieure à 300 ml on procède une dilution 1/5 car il faut que le V30 soit inférieur à 300 ml.

II.3.2. Test de concentration des boues

Ce test est effectué sur tous les échantillons prélevés. On met les papiers filtre dans l'étuve pour sécher, puis dans le dessiccateur à fin d'éliminer les traces d'humidité, ensuite on verse 100 ml d'échantillon dans le papier filtre et on le laisse filtrer par la suite on le séché à l'étuve de 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant. À la fin refroidir dans le dessiccateur.

II.3.3. Test des matières volatiles (MVS) :

On Pèse les coupelles à vide, puis on note la masse P0, remplit avec les échantillons et on les met dans l'étuve a 150°C jusqu'à l'évaporation totale d'eau.

II.3.4 - Détermination de pH :

Afin de détermination le pH et T°, on prépare le PH-mètre, après on verse une quantité d'échantillons (sortie, entrée) dans un bécher ensuite on plonge la sonde de température et l'électrode dans l'échantillon, on attend jusqu'à ce que la mesure se stabilise après on fait la lecture.

II.3.5.-Détermination des matières en suspension (MES) :

Dans le but de la détermination les MES on prélève 10 ml d'échantillon à analyser (Entré, Sortie).

- Premièrement on prépare le spectrophotomètre, puis on entre le numéro de programme « 94 » par la suite on remplit un flacon colorimétrique avec 10 ml d'eau distillée (le blanc).
- On les place dans l'appareil et on procède la lecture de la donnée.

II.3.6.- Détermination de la turbidité

Dans le but de caractériser la turbidité, on prélève 25 ml d'échantillon (brute, épurée) et on les met dans les flacons spéciaux, puis allume le colorimètre.

- On choisit le numéro du programme approprié puis on prélève 25 ml d'eau distillée (le blanc) et place les échantillons l'un après l'autre, à la fin on fait la lecture.

II.3.7. Détermination Conductivité (CE)

La caractérisation de la CE se fait en appliquant les étapes suivantes :

Premièrement on prépare le conductimètre ensuite on vers une quantité de l'échantillon (entrée, sortie) dans un bécher, on allume le conductimètre et on sélectionne l'échelle de conductivité puis on plonge la sonde dans l'échantillon, à la fin on attend jusqu'à la mesure se stabilise et on fait la lecture.

II.3.8. Détermination la demande biochimique d'oxygène (DBO₅)

Dans l'intention d'analyser la DBO₅, on rancit les flacons avec l'eau distillé puis avec l'eau à analyse, ensuite on prélève 432ml d'eau épurée et 164 ml d'eau à analyse, et on traduit un barreau magnétique dans chaque flacon avant de placer dans incubateur 25°.

Par la suite on ajoute 3 à 4 pastilles d'hydroxyde de potassium afin de fixer le dioxyde de carbone (CO₂) dégagé dans le but d'éviter la fermentation.

Finalement on place les Oxytop sur les bouteilles on serre bien, et les placer dans l'incubateur après 5 jours on procède la lecture.

II.3.9. Détermination de la demande chimique d'oxygène (DCO)

On commence par le prélèvement de 0.5 ml d'échantillon d'eau distillée dans un tube de DCO, et on les place dans le spectrophotomètre. Ensuite on verse 0.5 ml d'échantillon d'eau (Entrée, Sortie) dans un tube.

Par la suite on les installe dans le réacteur DCO à 150° pendant 1heure. on laisse se refroidir.

A la fin on place les puits du spectrophotomètre et on fait la lecture.

II.3.10. Détermination des nitrites (NO₂⁻)

En commence, on prélève 10 ml d'échantillon, puis on ajoute le réactif nitra ver03, on fait une agitation, puis on le laisse 15 minutes.

Et d'autre part, on verse 10 ml d'échantillon de blanc (l'eau distillée). Enfin on procède la lecture.

II.3.11. Détermination des nitrates (NO₃⁻)

On prépare deux flacons (Entrée, Sortie)

a. -À l'entrée :

Au début on prélève 15 ml d'échantillon, après on ajoute le réactif nitra 06, et on fait on agitation pendant 3 minutes, ensuite on le laisse décanter 2 minutes.

On prélève 10 ml d'eau distillée pour le blanc, et on l'ajoute le nitra ver 06, après 15 minutes on procède la lecture avec le spectrophotomètre.

b.-À la sortie :

Premièrement on prélève 10 ml d'échantillon, on ajoute le réactif nitra ver 05, et on fait une agitation d'une minute, on laisse 5 minutes. Ensuite on place le blanc dans le puits de spectrophotomètre, on presse sur zéro. Enfin on localise l'échantillon et procède la lecture.

II.4. Conclusion :

Dans le cadre d'un stage que nous avons effectués au niveau de station d'épuration Step Est de Tizi-Ouzou, nous avons pu acquérir des connaissances d'analyse des facteurs et paramètres de pollution ce qui nous permis de pratiquer les méthodes de prélever et d'échantillonnage, ainsi que les processus d'analyses, les appareils utilisés, les solutions, et réactif utilisés ; afin de mettre pratiquer l'ensemble de méthodologies nécessaires à la compréhension aux étapes de traitement des usée épurée.

RESULTATS ET
DISCUSSION



Chapitre IV. Résultats et discussion

IV.1 - Analyses Eaux Brutes

IV.1.1 – Débit moyen

Les débits moyens en eaux brutes reçues par la Step Est durant les quatre années d'observation évoluent entre 857 m³/j et 17790 m³/j. L'évolution du débit moyen dans les eaux usées brute montre une augmentation durant les premiers mois de l'année 2017 et 2020 mais à partir du mois d'octobre nous observons une diminution remarquable surtout en 2017. Et d'autre part l'année 2018 enregistre une diminution remarquable durant la période humide surtout en mois de Mars. Nous constatons aussi une augmentation durant les mois (Juin, Juillet et Aout), cela peut résulter de la sécheresse que connaît notre pays.

La progression dans les débits peut avoir plusieurs origines à savoir des débits d'alimentation plus importante ou aussi la capacité de réception des ouvrages de la Step. L'examen des données moyennes indique que le débit reçu par la Step EST évolué dans l'année de 10000 m³/jour à 14000 m³/jour. La période humide est caractérisée par des débits inférieurs à 12 000 m³/jour, alors que durant la période sèche les débits reçus sont supérieurs à 12000m³/jour.

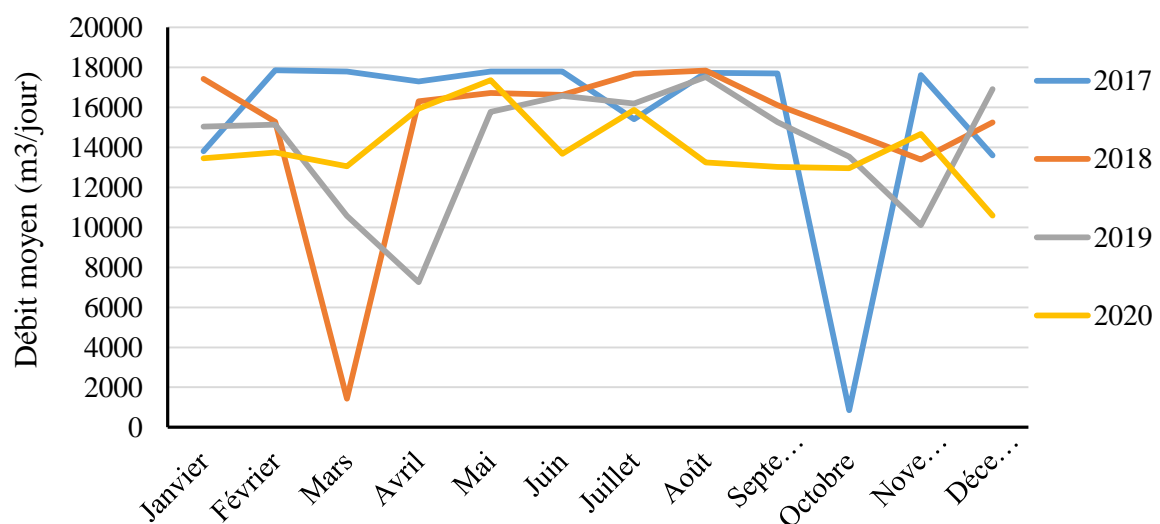


Figure 11. Débit moyen Step Est, eaux brutes périodes 2017-2020.

IV.1.2 – Matières en Suspension (MES)

Les résultats des mesures de MES sont illustrés par la figure 12. Les valeurs enregistrées varient entre 142 mg/l et 381mg/l. cet écart important est le résultat d'abord des données nettement différentes de la charge des eaux usées brutes pour les 4 années. Les années 18, 19 et 20 présentent des valeurs allant de 145mg/l et 302mg/l.

Et pour 2017, l'intervalle des valeurs de MES est de 142 mg/l à 381 mg/l.

L'évolution des valeurs pour l'année 2017 est caractérisée par quantité de MES maximale au sein du mois Juin. Les plus faibles quantités de MES des eaux brutes sont enregistrées durant la période allant de octobre 2017 Cette période correspond à la saison humide dans la région de Tizi-Ouzou, impliquant donc, une forte dilution des eaux par les pluies, contrairement au reste de l'année.

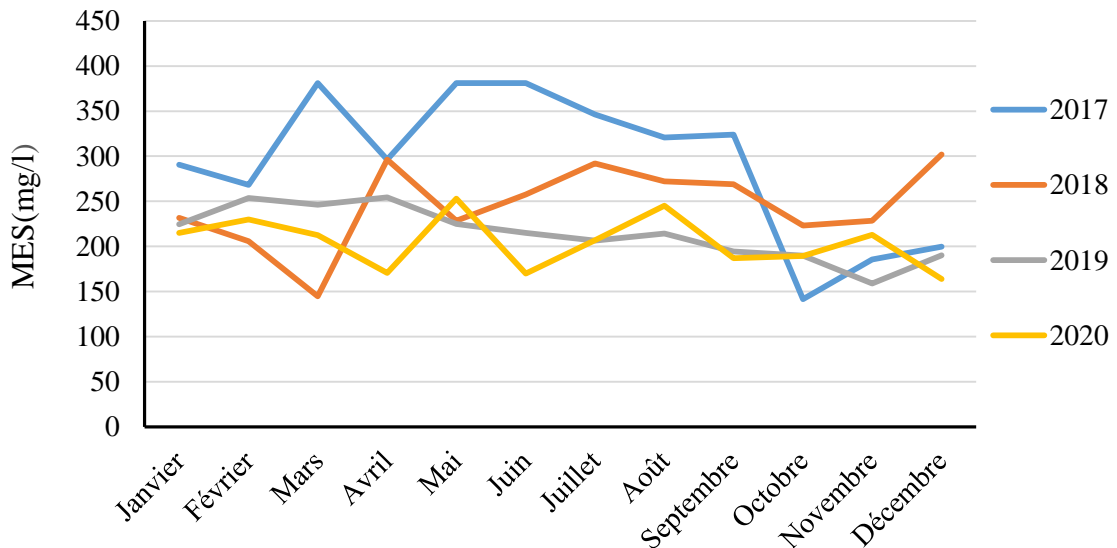


Figure 12. Valeurs de MES-Step Est, eaux brutes périodes 2017-2020.

IV.1.3 – Conductivité électrique (CE)

La figure 13, montre la conductivité électrique des eaux brutes pour les années 2017 et 2018. L'évolution de la CE dans les eaux usées brute en 2017 enregistre une augmentation remarquable comparativement à l'année 2018. Les valeurs varient entre 860 mS/cm et 1324 mS/cm avec une moyenne de 1037mS/cm. Les données montrent bien l'implication du climat dans la régulation de la CE des eaux reçues par la Step, les valeurs sont plus élevées en période sèche et assez en période humide. Par ailleurs, les données relatives à 2019 et 2020, sont absentes en raison d'un manque de relevés.

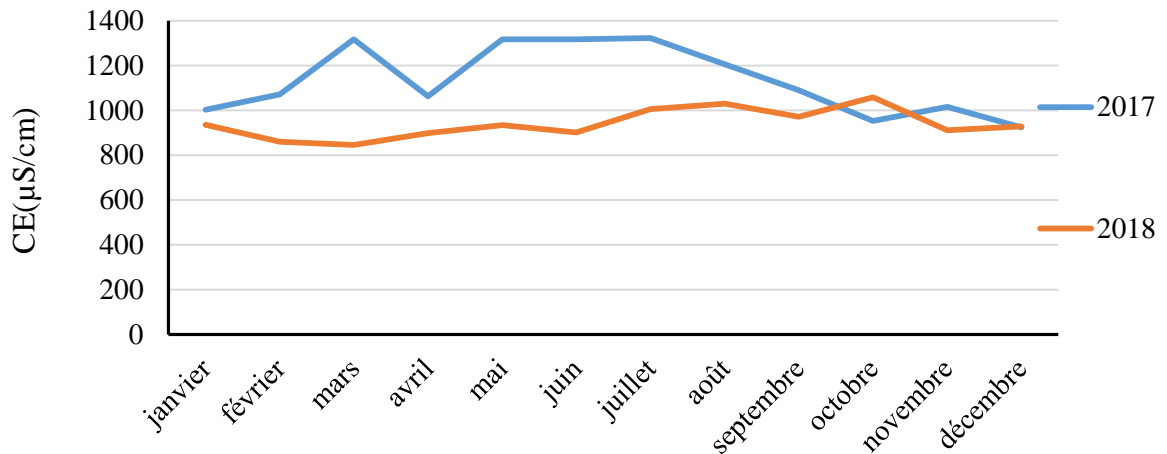


Figure13. Valeurs des mensuelles de CE-Step Est, eaux brutes périodes 2017-2020.

IV.1.4 - Potentiel hydrique pH

La figure expose 14 les valeurs de potentiel hydrique sur les quatre années d'observation, dans la Step Est. Les valeurs obtenues à l'entrée de la station, sont assez semblables et varient entre 7 et 8. Cet intervalle de pH englobe les pH qualifiés de légèrement acide, neutre, légèrement alcalin.

L'évolution de ce paramètre observée sur la figure en fonction du temps montre des changements de pH important durant les mois Mars et avril et les mois Octobre et Novembre. Ces deux périodes constituent des phases de transition en termes climatiques entre les saisons sèches et humides.

La comparaison entre les années (tableau 1) montre que les eaux brutes à l'entrée de la Step des années 2017, 2018, 2019 et 2020 sont neutre.

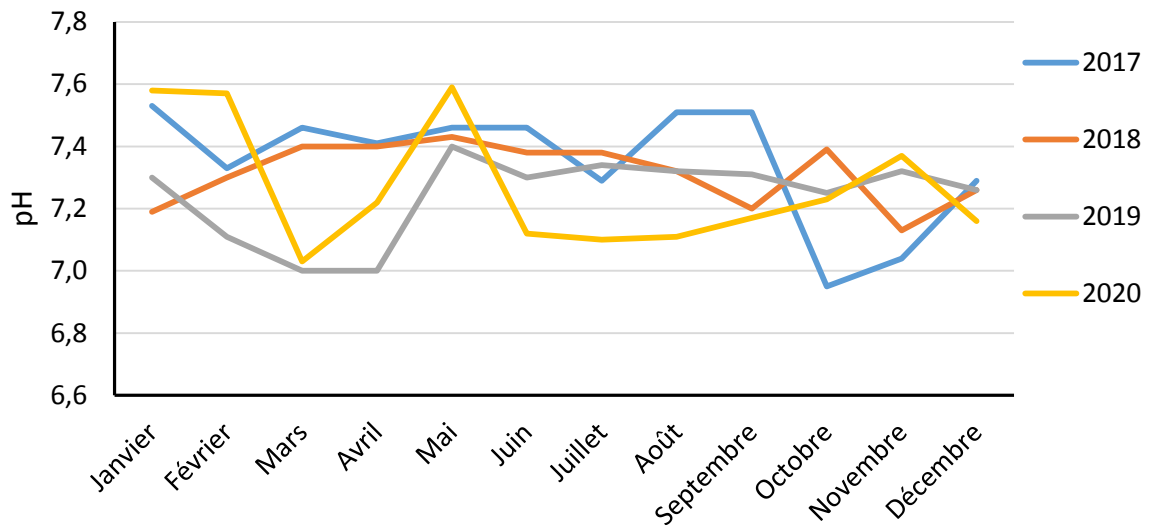


Figure14. Valeurs des pH des eaux brutes Step Est, périodes 2017-2020.

Tableau 9. Moyennes de pH dans les eaux usées brutes de la Step Est.

Année	2017	2018	2019	2020
pH moyen	7	7	7	7

IV.1.5 – Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène (DBO) est enregistrée dans les eaux brutes que pour l'année 2017 (figure 15). Les valeurs varient entre 290 mg/l et 484 mg/l, avec une moyenne 394 mg/l. Les eaux brutes des années 2018, 2019 et 2020 présentent des valeurs basses et semblables, allant de 162 mg/l et 368 mg/l. Les écarts importants observés résulteraient probablement d'une défaillance dans le système de mesures.

Notant que, l'évolution de la charge de DBO, évolue avec les facteurs climatiques. La DBO est maximale en été et plus faible durant les mois de Novembre à Avril.

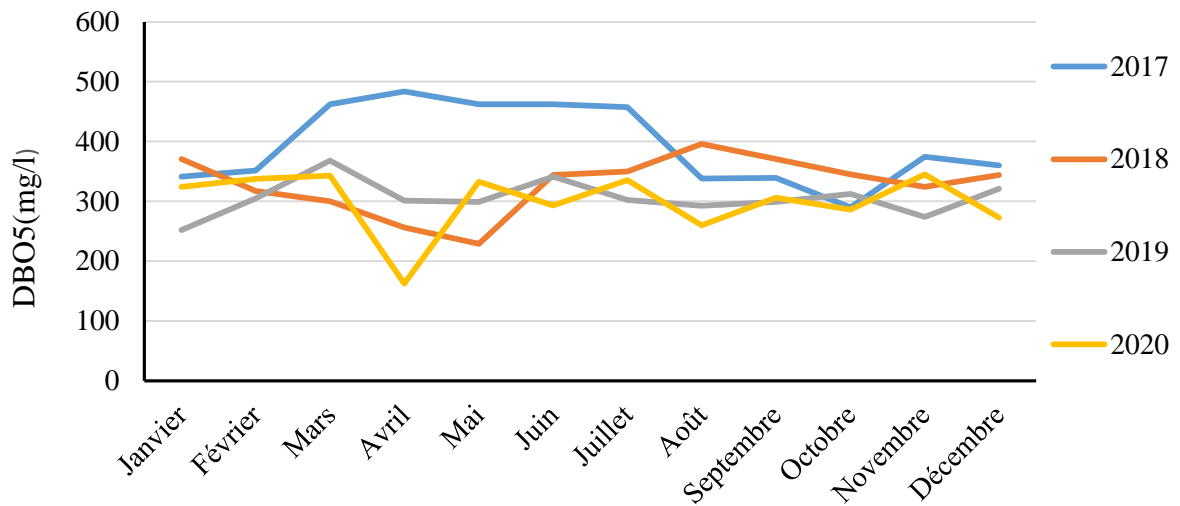


Figure 15. Valeurs DBO₅ des eaux brutes, Step Est, périodes 2017-2020.

IV.1.6 – Demande chimique en oxygène (DCO)

D'après la figure 16, les résultats enregistrés de la DCO des eaux (2017 à 2020) à l'entrée de la station, varient entre 39 mg /l et 594 mg/l avec une moyenne de 455 mg /l. L'évolution de la DCO pour 2017, 2018 et 2019 est assez semblable, ses valeurs sont plus importantes que 2020. Durant l'année la DCO est maximale en période estivale et elle enregistrées des valeurs plus faibles en période hivernale. Cette observation n'est pas validée pour l'année 2020, où l'évolution de la DCO semble stable toute l'année.

Les fluctuations enregistrées sont la résultante de plusieurs facteurs essentiellement liés aux facteurs climatiques et aux sources d'alimentation en eaux du réseau.

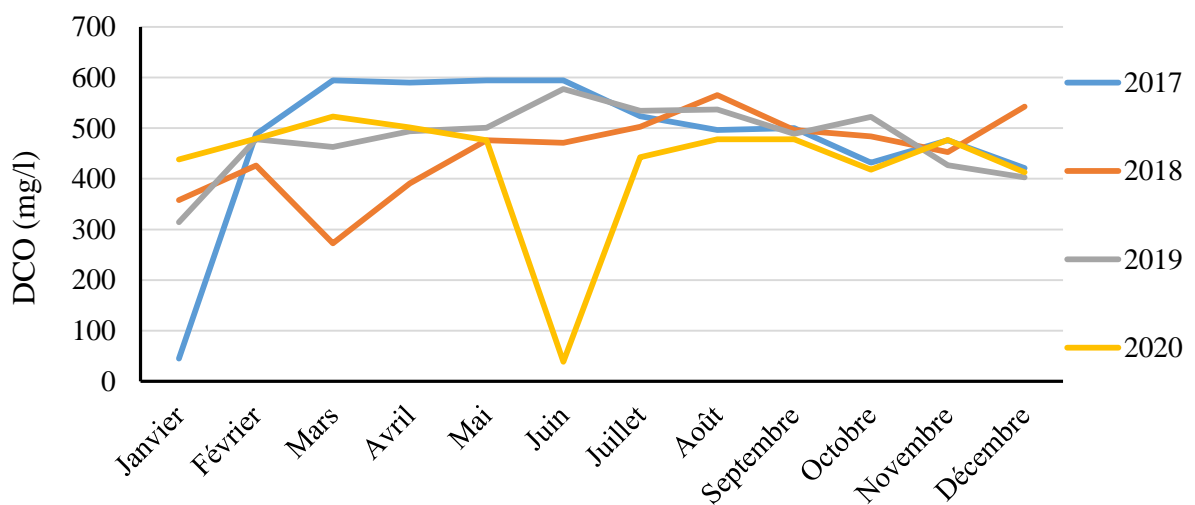


Figure 16. Valeurs des de DCO des eaux brutes -Step Est, périodes 2017-2020.

IV.1.7 – Nitrite (NO₂-)

Les valeurs de la concentration en Nitrite (NO₂⁻) portées à la figure 17, montrent que ce paramètre évolue globalement entre 0 et 0,56 mg/l. Un pic de 0,31 mg/l enregistrée en Novembre 2018.

L'évolution de ce paramètre durant les 4 années n'est pas semblable, ceci montre que la concentration des nitrites dans les eaux est sujette à plusieurs facteurs liés essentiellement aux conditions climatiques et les activités humaines.

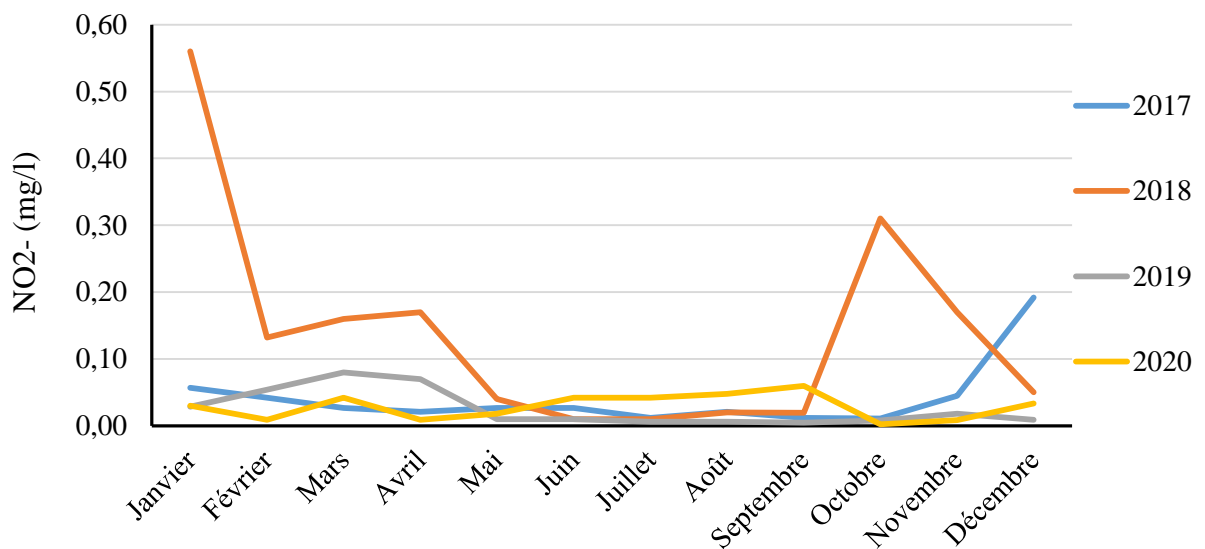


Figure 17. Valeurs de NO₂ des eaux brutes -Step Est, périodes 2017-2020.

IV.1.8 – Nitrate (NO₃-)

La figure 18 présente l'évolution des concentrations en nitrates (NO₃⁻) en fonction du temps et durant 4 années d'observation. Les valeurs varient globalement entre 0 mg/l et 0,35 mg/l. En mois d'Octobre 2018 enregistre un pic de 0,29 mg/l. L'évolution des valeurs est assez semblable, indiquant ce facteur est soumis à des facteurs environnementaux assez stables dans le temps.

Cependant on peut noter une augmentation remarquable pour 2018, 2019 et 2020 pour les périodes de Février et Mars ainsi que les mois de Septembre et Octobre. Les plus faibles quantités des nitrates des eaux brutes sont enregistrées durant la période estivale (Mai à Aout) qui correspond à la saison sèche où le drainage des sols agricoles est nul.

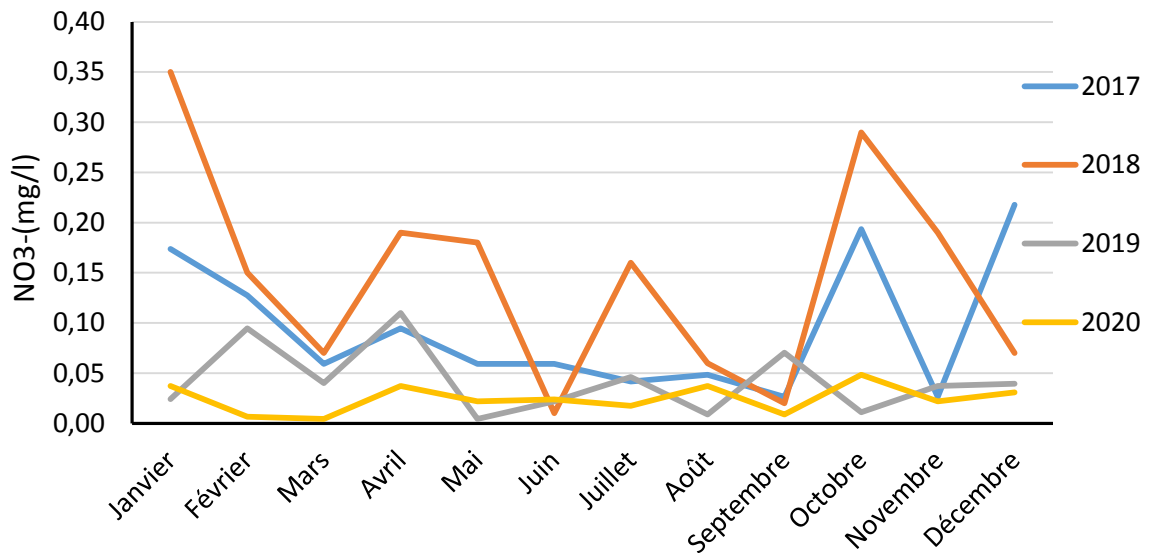


Figure 18. Valeurs de NO_3^- des eaux brutes - Step Est, périodes 2017-2020

IV.1.9 – Ammonium (NH_4^+)

La concentration en ammonium évolue de 9 mg/l et 43 mg/l avec une moyenne sur les quatre années de 23 mg/l. Les valeurs des moyennes mensuelles évoluent de 11 à 43 mg/l, ceci indique une forte variation de la teneur en ammonium des eaux brutes le long de l'année. La figure 19 montre bien cette variation surtout pour 2017 et 2018, contrairement à 2019 et 2020 où les variations sont comprises entre 11 et 28 mg/l. Les maxima de teneur en NH_4^+ varient d'une année à une autre, cette indication renseigne sur la faible relation entre ce paramètre et les conditions climatiques. Sachant que NH_4^+ est un élément fixé par le complexe adsorbant sa présence dans les eaux brutes est probablement étrangère à l'activité agricole et au drainage des sols.

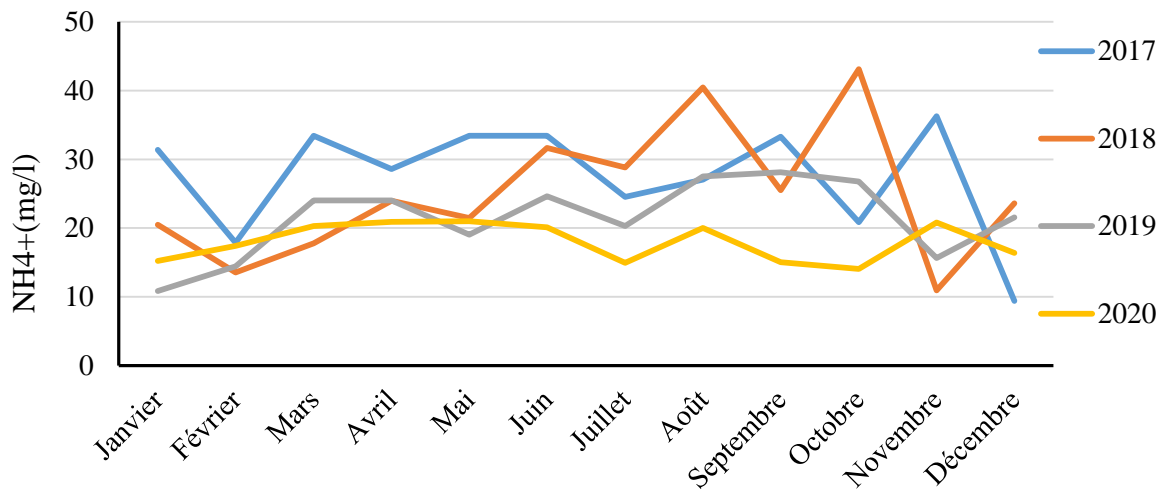


Figure 19. Valeurs de NH_4^+ des eaux brutes - Step Est, périodes 2017-2020.

IV.1.10 – Ortho-phosphates PO_4^{3-}

La figure 20 illustre l'évolution des concentrations en PO_4^{3-} dans les eaux brutes en fonction des 4 années d'observations. Les valeurs varient globalement entre 0 et 20mg/l. Le maximum des teneurs en Orthophosphates est enregistré à différentes périodes, ceci montre que ce paramètre qualitatif des eaux brutes est peu lié aux conditions climatiques. L'utilisation des détergents est une source importante des phosphates associée au drainage des sols agricoles. Ceci implique des perturbations dans les teneurs et une irrégularité dans la qualité des eaux brutes en fonction du temps.

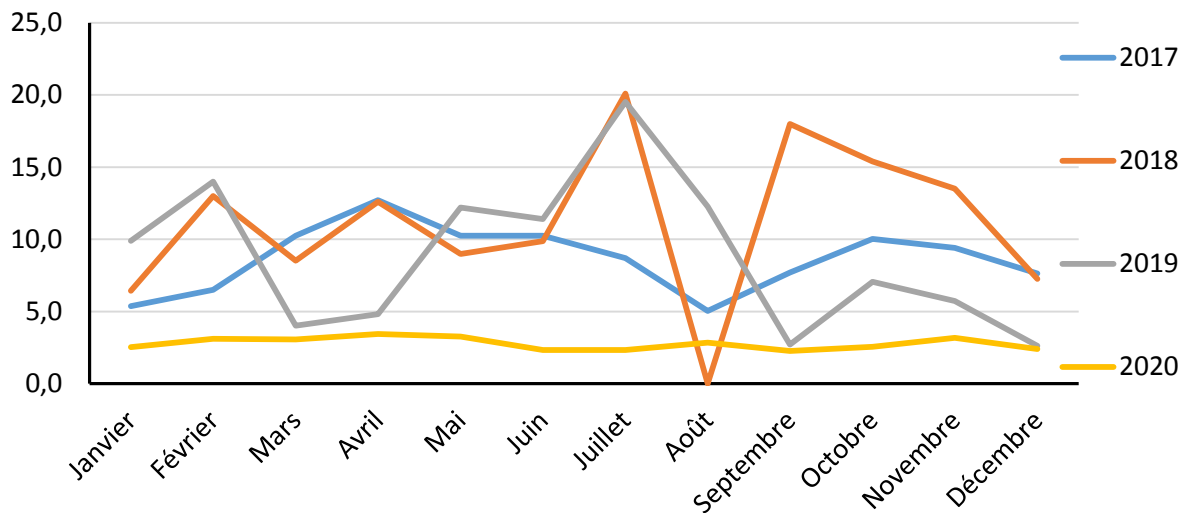


Figure 20. Valeurs de PO_4^{3-} des eaux brutes - Step Est, périodes 2017-2020.

IV.2 - Analyses Eaux Epurées

IV.2.1- Débit moyen

La figure 21, montre l'évolution des débits des eaux épurées à la sortie de la station. Les débits sur les quatre années varient entre 9196m³/jour et 17024 m³/jour et présentent une variation en fonction des années et des mois.

Le débit d'eau épurée n'est pas fonction du déroulement des saisons. Globalement, sur l'année nous avons un débit compris entre 13 000 et 17 000 m³/jour. Cependant l'examen des valeurs moyennes sur quatre ans indique un maximum pour la période d'Avril à Septembre allant de 15 000 à 16 000 m³/jour. Cette donnée est importante pour les projets de valorisation agricole dans le volet évaluation des surfaces à irriguées.

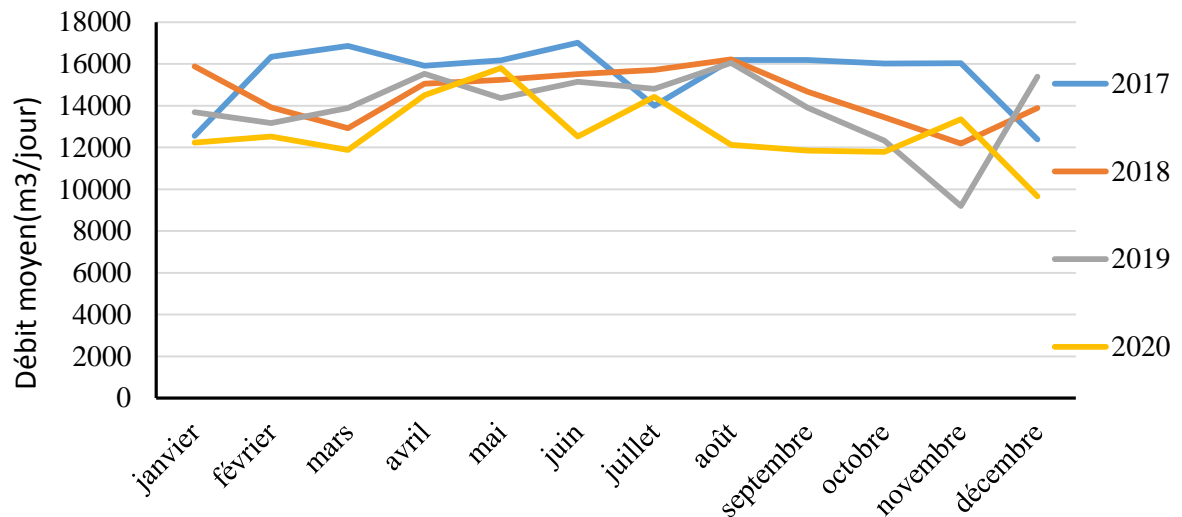


Figure21. Valeurs mensuelles de débit d'eau à la sortie de la station.

IV.1.2 – Matières en Suspension (MES)

Les résultats des mesures de MES sont illustrés par la figure 22. Les valeurs enregistrées varient entre 6 mg/l et 26.38 mg/l. Cet écart important est le résultat d'abord des données nettement différentes de la charge des eaux usées brutes pour les 4 années. Les années 19 et 20 présentent des valeurs allant de 6 mg/l et 17.38 mg/l. Alors que, pour 2017, l'intervalle des valeurs de MES est de 8.38mg/l à 26.38 mg/l.

L'évolution des valeurs pour l'année 2018 est caractérisée par quantité de MES maximale au sein du mois Aout. Les plus faibles quantités de MES des eaux brutes sont enregistrées durant la période allant de Novembre à Mai 2018. Cette période correspond à la saison humide dans la région de Tizi-Ouzou, impliquant donc, une forte dilution des eaux par les pluies, contrairement au reste de l'année.

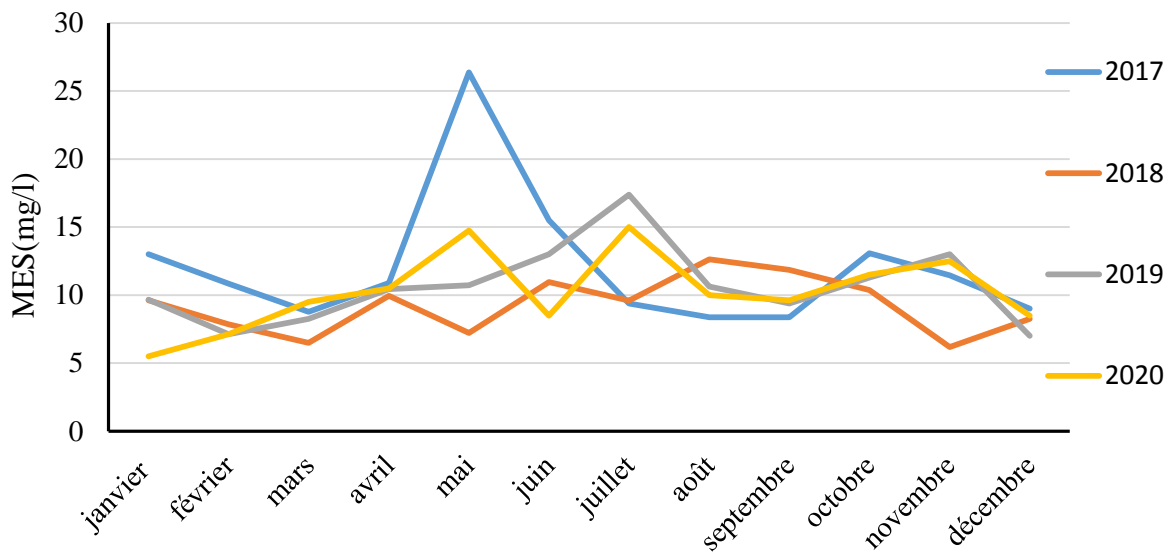


Figure 22. Valeurs de MES des eaux épurées -Step Est périodes 2017-2020.

IV-2.3-Conductivité (CE)

La conductivité électrique durant les quatre années d'observations des eaux à la sortie de la Step varient entre $605 \mu\text{S}/\text{cm}$ et $1085 \mu\text{S}/\text{cm}$. L'évolution de la CE est assez semblable pour les années 2017 et 2018, les valeurs sont plus élevées en période sèche et assez faible en période humide. Par ailleurs, les valeurs relatives à 2019 et 2020, sont absentes en raison d'un manque de relevés.

Nous remarquons une diminution de la CE de l'eau épurée par rapport à l'eau brute, la moyenne est inférieure à la norme fixée par l'OMS, le traitement est donc efficace. La conductivité permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau.

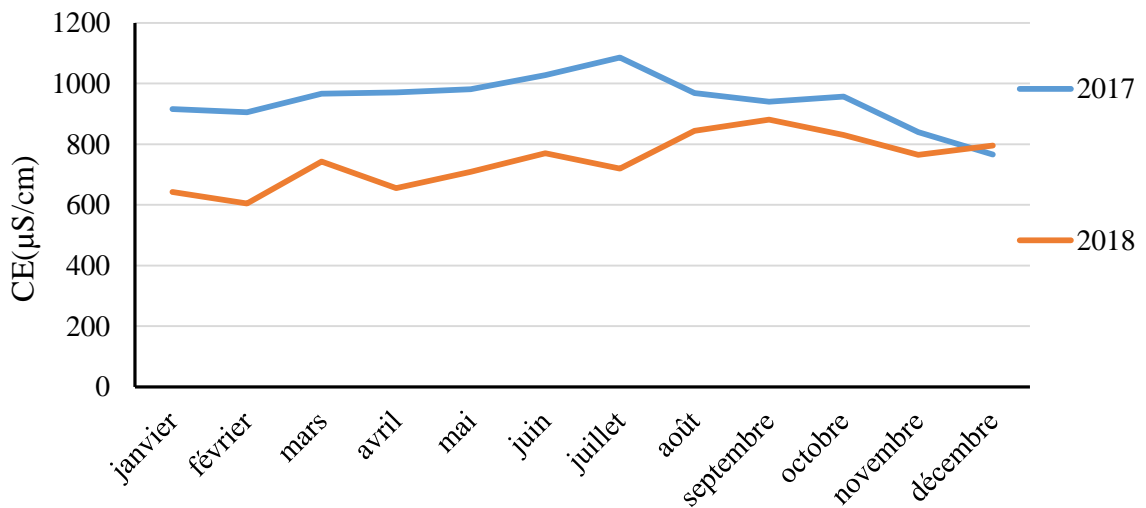


Figure 23. Valeurs de CE des eaux épurée -Step Est, périodes 2017- 2020.

IV-2.4- Potentiel hydrique (pH)

Les valeurs de pH des eaux épurées, sont assez semblables et varient entre 7 et 7,47 avec une moyenne de 7,23. Dans cet intervalle le pH est qualifié de légèrement basique. L'évolution de ce paramètre montre des changements de pH importants surtout dans les données de 2020, pour les mois Mars, Mai, Octobre et Novembre.

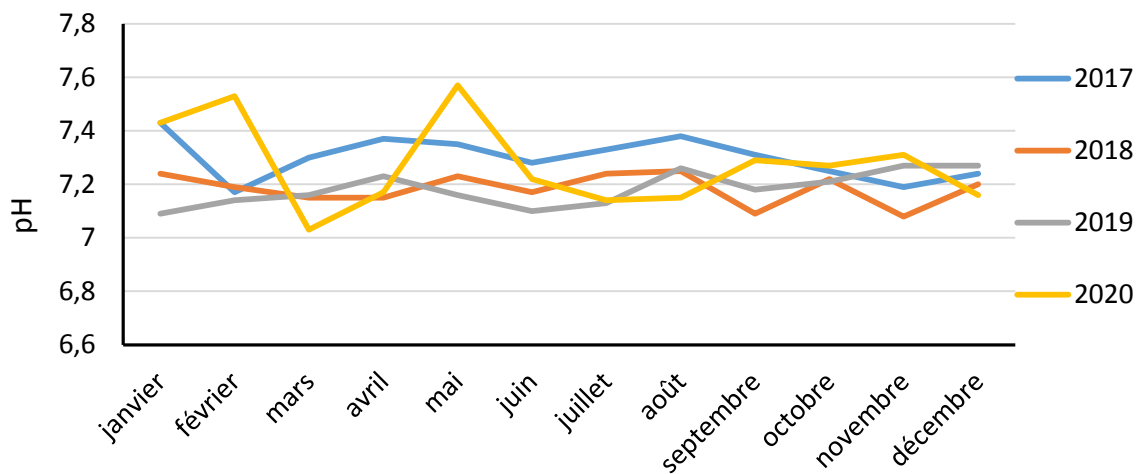


Figure 24. Valeurs de pH des eaux épurée - Step Est, périodes 2017-2020.

IV-2.5-Demande biochimique en oxygène (DBO5)

Les valeurs de DBO5 des eaux épurées varient entre 11mg/l et 45.8mg/l avec une moyenne de 19.18mg/l (figure 25). L'évolution de la DBO en 2017 est baissé du mois de Juillet au mois

de Mars, où nous nous enregistrons une élévation exceptionnelle durant le-mois Juin de 45.8mg/l.

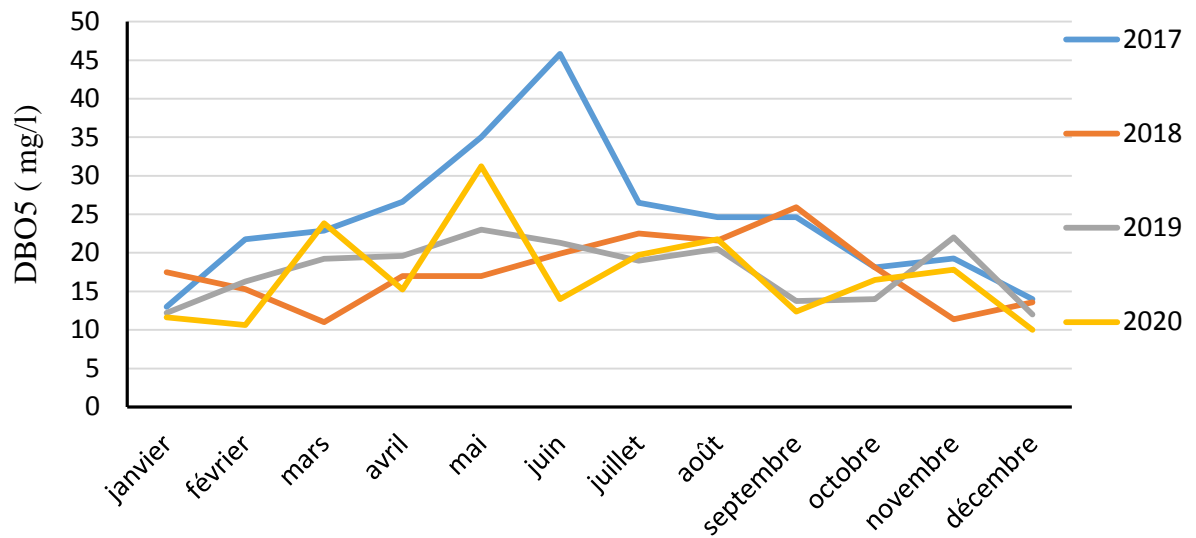


Figure25. Valeurs de DBO₅ des eaux épurées - Step Est, périodes 2017-2020.

Les eaux épurées pour 2018 et 2019,2020 présentent des valeurs basses et assez semblables surtout durant les deniers mois, une moyenne nettement inférieure à la norme qui est de 30mg/l. cet indice montre, que la matière organique biodégradable a diminué donc le traitement biologique effectué est assez efficace.

IV-2.6- Demande chimique en oxygène (DCO)

L'analyse des résultats de DCO montre que les eaux épurées oscillent entre 17mg/l et 68 mg/l avec une moyenne de 36mg/l (figure 26). Les valeurs enregistrées durant les quarts années (, 2017, 2018,2019 et 2020) sont assez semblables, À l'exception du mois de Mai et Juin. Ces concentrations sont inférieures à la norme (90mg/l), ceci s'explique par l'élimination importante de la matière organique qui nécessite la présence d'oxygène pendant le traitement.

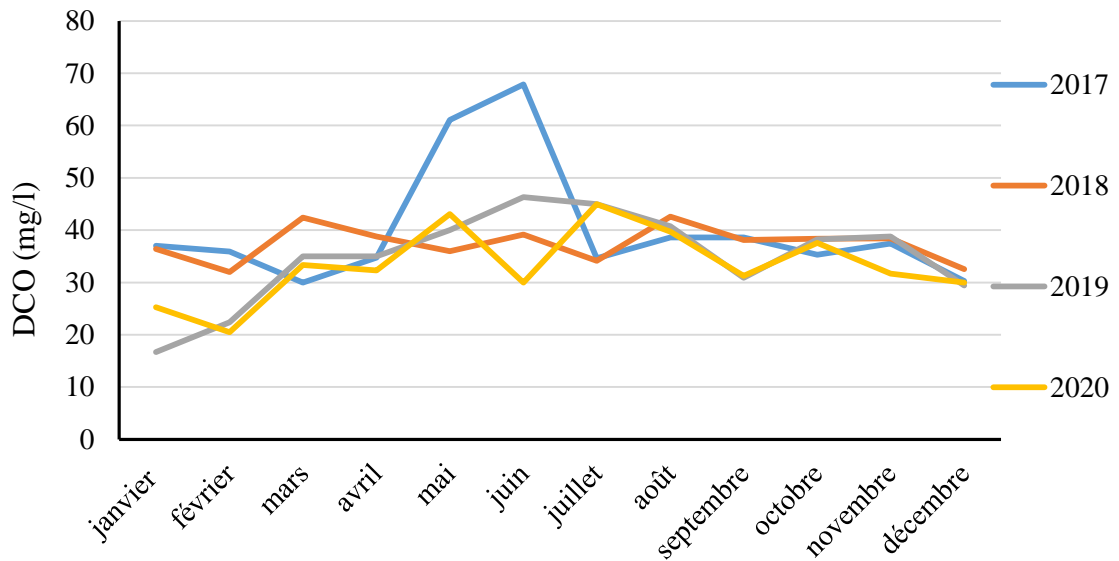


Figure 26. Valeurs de DCO des eaux épurées- Step Est, périodes 2017-2020.

IV-2.7-Ammonium (N-NH₄)

Les concentrations en ammonium dans les eaux épurées varient globalement entre 1mg/l et 12 mg/l et la moyenne annuelle est de 5 mg/l (figure 27). On constate que les valeurs de trois années (2017, 2018,2019) sans assez semblable avec une moyenne de 6mg/l. Les teneurs moyennes enregistrées en 2020 sont basses en période estivale ce qui résulterait d'une probable activité bactérienne plus importante. Cependant les valeurs max et min ne se produisent pas à la même période.

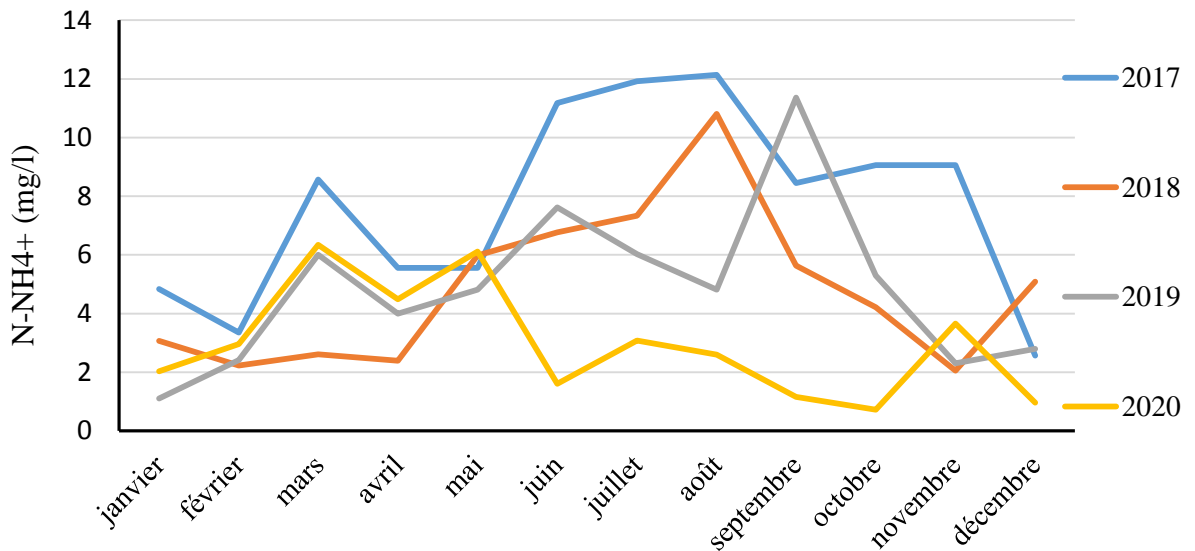


Figure27. Valeurs de NH_4^+ Step Est, eaux épurée périodes 2017-2020.

IV-2.8-Nitrite (NO_2^-)

La teneur en Nitrites des eaux (NO_2^-) à la sortie de la station évolué globalement entre 0.01mg/l et 4 mg/l. En 2019 les nitrites enregistrent un pic de 1,31mg/l et qui correspond aussi à une valeur exceptionnelle observée en mars de 2018. Par contre en 2020 et 2017 les valeurs sont semblables, cette évolution pourraient être justifié par des perturbations des conditions de déroulement des processus biologique (pH, température, nature et la charge polluante). Les micro-organismes responsables de la nitrification sont les Nitrosomonas et Nitrobacter. Ces derniers sont fragiles et requièrent une température constante (Supérieur ou égale à 12°).

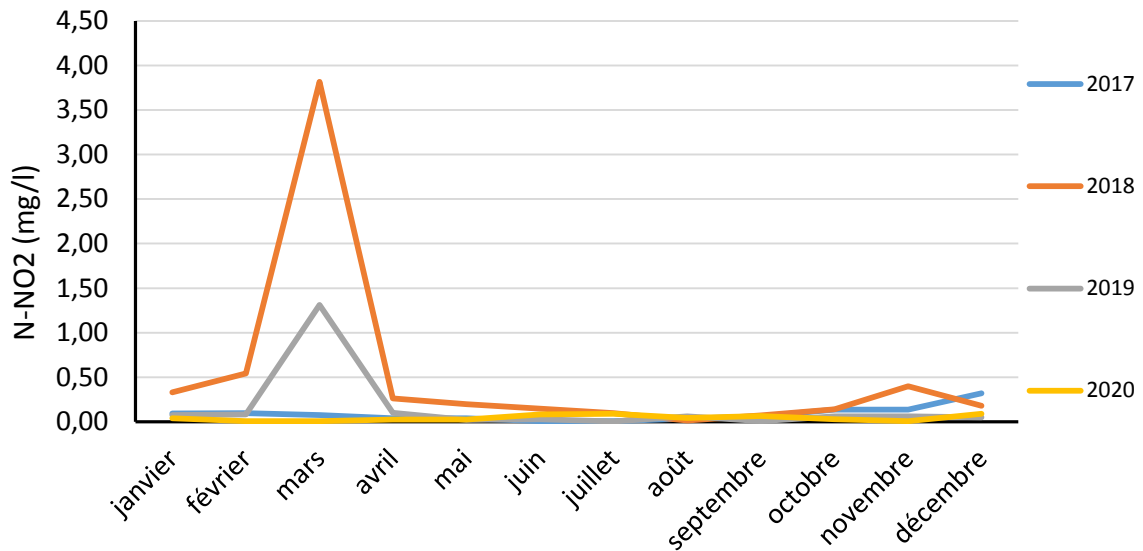


Figure28. Valeurs de N-NO₂ des eaux épurées - Step Est, périodes 2017-2020.

IV-2.9-Nitrate (NO₃⁻)

Les concentrations de nitrates varient entre 0 et 4,39 mg/l avec une moyenne de 0.99 mg/l (figure 29). D'après cette figure nous constatons que les teneurs en nitrate augmentent en 2018 comparativement aux autres années. Cette augmentation peut résulter du processus de nitrification c'est-à-dire la transformation des nitrites en nitrate durant les phases de nitrification puis de nitratisation.

L'évolution pour les trois années (En 2017, 2019 et 2020) est différente. Ceci est en relation avec l'activité bactérienne la masse de bactéries nitrifiantes est directement liée à la quantité de substrat dans les eaux et à la température de l'eau. La vitesse de croissance des populations nitrifiantes s'adapte plus ou moins rapidement à la masse d'azote à traiter.

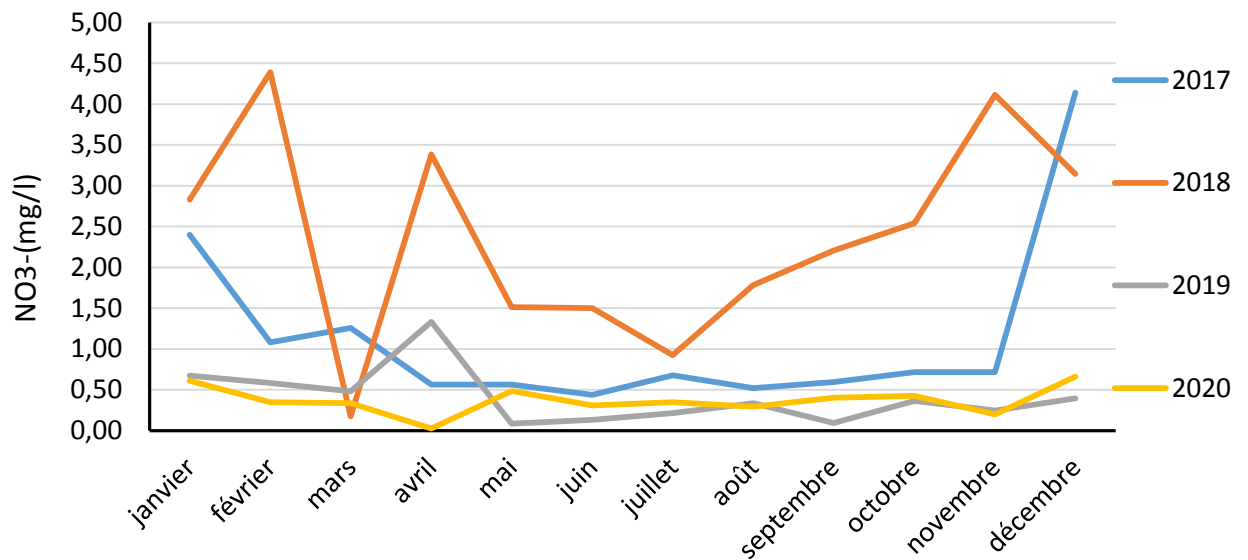


Figure29. Valeurs de N-NO3 des eaux épurée - Step Est, périodes 2017-2020.

IV-2.10-Orthrophosphates (PO_4^{3-})

Les résultats sur les teneurs en phosphates (PO_4^{3-}) montrent évolution de celle-ci en fonction de temps. De fortes perturbations sont observées durant les quatre années. Des écarts allant de 0mg/l à 9,64mg/l avec une moyenne de 3 mg/l. Ces concentrations sont considérées importante comparativement aux eaux courantes (0,1-0,2 mg/l) et stagnantes (0,005-0,01 mg/l).

Une concentration importante de phosphates peut entraîner la prolifération des algues responsables de l'eutrophisation des eaux stagnantes plus ou moins important selon la teneur en phosphates dans les eaux usées. Cette situation proviendrait des quantités importantes de détergents drainés par les eaux domestiques.

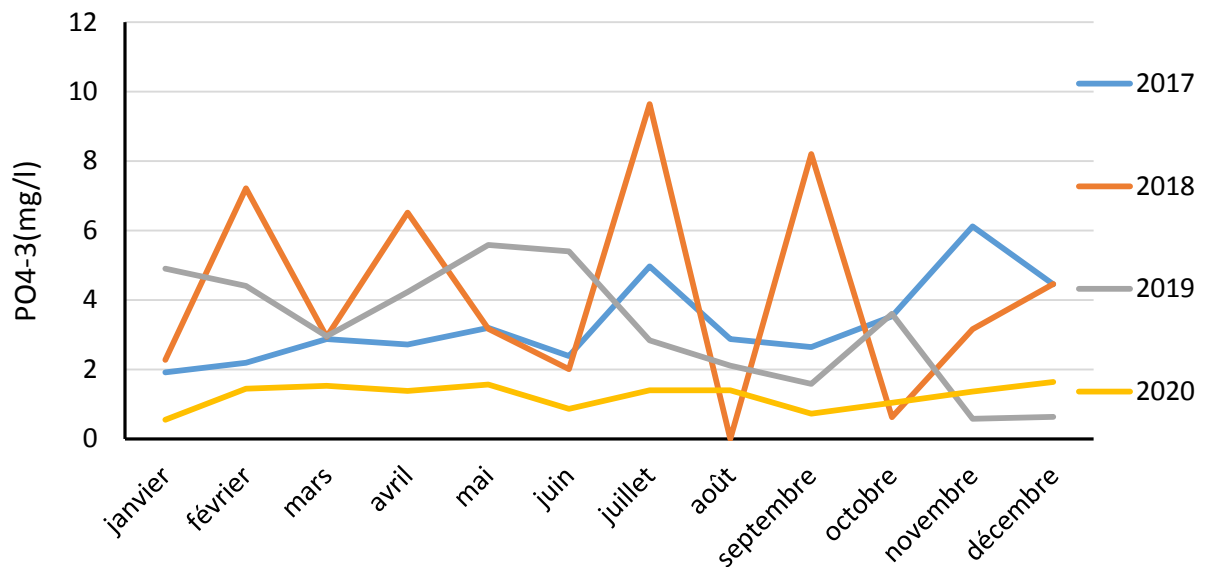


Figure 30. Valeurs des Orthophosphates des eaux épures- Step Est, périodes 2017-2020.

IV-3.Comparaison entre les eaux brutes et eaux épurées

IV.3.1-Le débit moyen

D'après les figures nous observons que le débit d'entrée varie entre 9652 m³/jour et 17790,00 m³/jour avec une moyenne de 14690 m³/j. Et d'autre part, on remarque que le débit de sortie varie entre 2064 m³/jour et 16185 m³/jour avec une moyenne 11824 m³/jour. Ces valeurs sont légèrement inférieures au débit d'entrée pour les années (2017,2018et 2019), cela est dû à l'élimination d'une charge polluante. Par contre pour l'année 2019 les concentrations des eaux épurées sont supérieures à celle des eaux brute, cela est dû probablement au nombre de by-pass effectué et aussi peut s'explique par les différentes saisons de l'année.

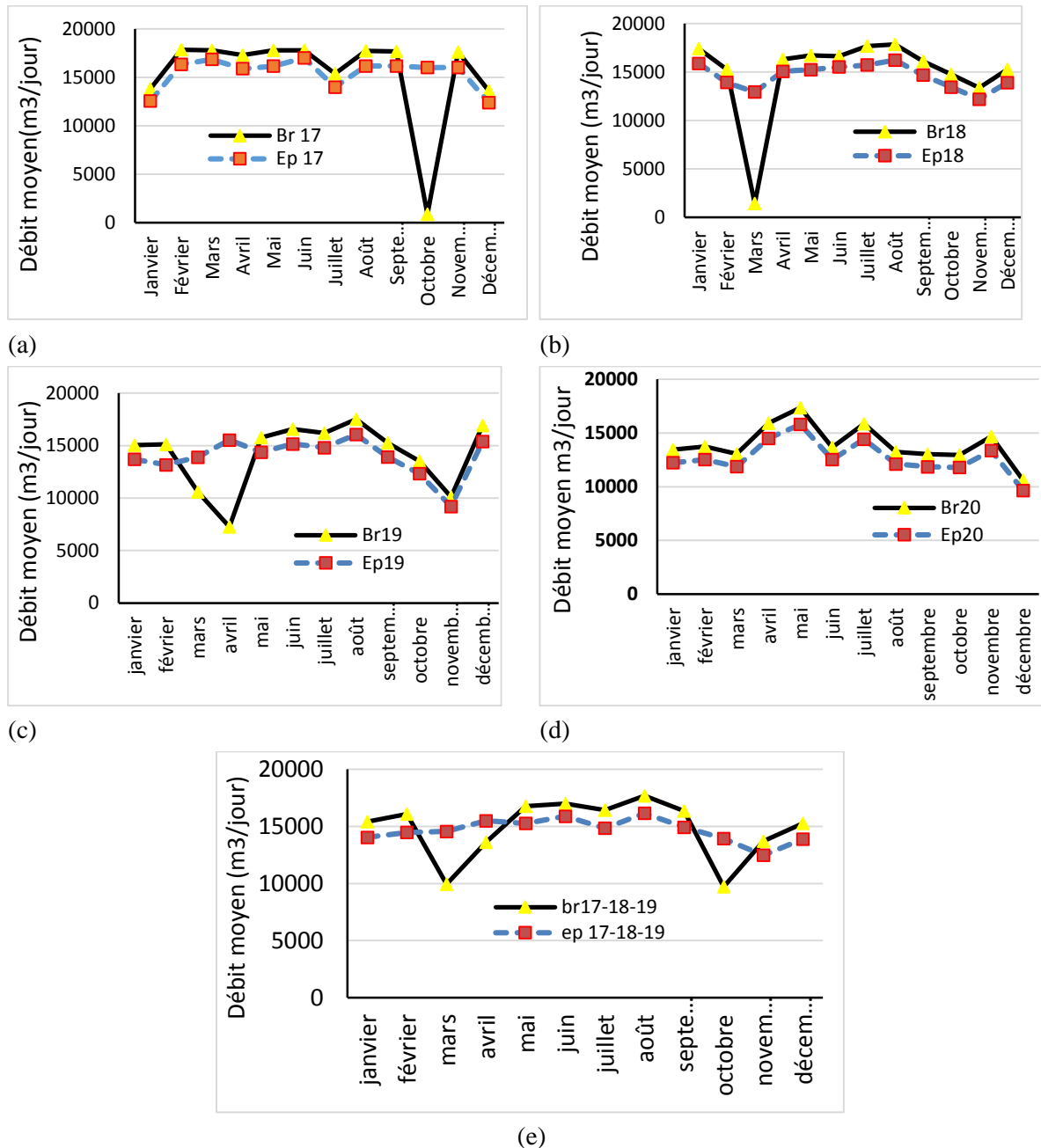


Figure31. Evolution des débits moyens 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.2-Matières en suspension (MES)

La quantité de MES des eaux épurées produite est mesurée en mg/l. La figures nous expose l'évolution des MES à l'entrée et à la sortie d'eaux pour les quatre années d'observation. Cette évolution est semblable pour les années 2017 et 2018 (figure e) nous constatons que pour les eaux brutes les teneurs en MES sont élevées en période estivale comparativement en période humide les concentrations sont basses. Les eaux épurées sont très faibles tout au long de l'année cela signifie une bonne élimination de la charge polluante.

La progression des tes tenures en MES sont assez semblables pour les années 2019 et 2020, elles varient entre 159 mg/l et 254 mg/l pour l'eau brute l'eau, quant à celle de la sortie,

elle est de 6mg/l et 17.38mg/l. Les valeurs enregistrées en MES pour les quatre années sont inférieurs à la norme. Le traitement 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.

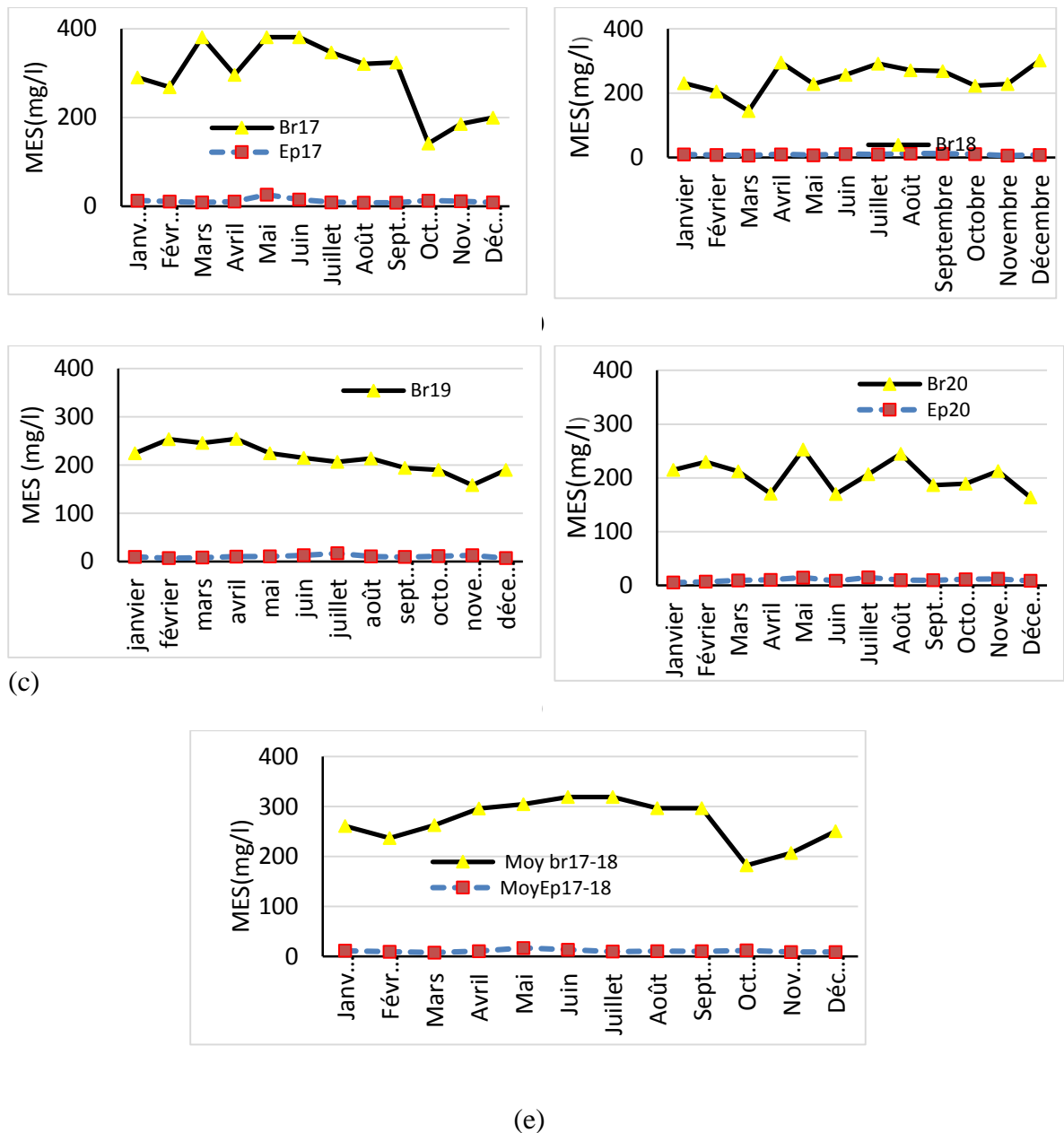


Figure32. Evolution des MES 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.3-Conductivité électrique (CE)

La figure nous montre que la moyenne de la conductivité de l'eau d'entrée est de 1036 pour l'eau brute, quant à celle de la sortie, elle est 845 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces moyennes sont respectivement en 2017 et 2019, les valeurs de la CE sont plus élevées en période sèche cela peut être dû au fait que l'évaporation enlève d'eau mais pas les sels, par ailleurs les teneurs sont assez faibles en période humide cela s'explique par la dilution, donc la CE dépend de la

concentration en ions, et les sédimentations 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, le traitement est donc efficace. Par contre pour les valeurs relatives à 2019 et 2020 sont absentes en raison d'un manque de relevés.

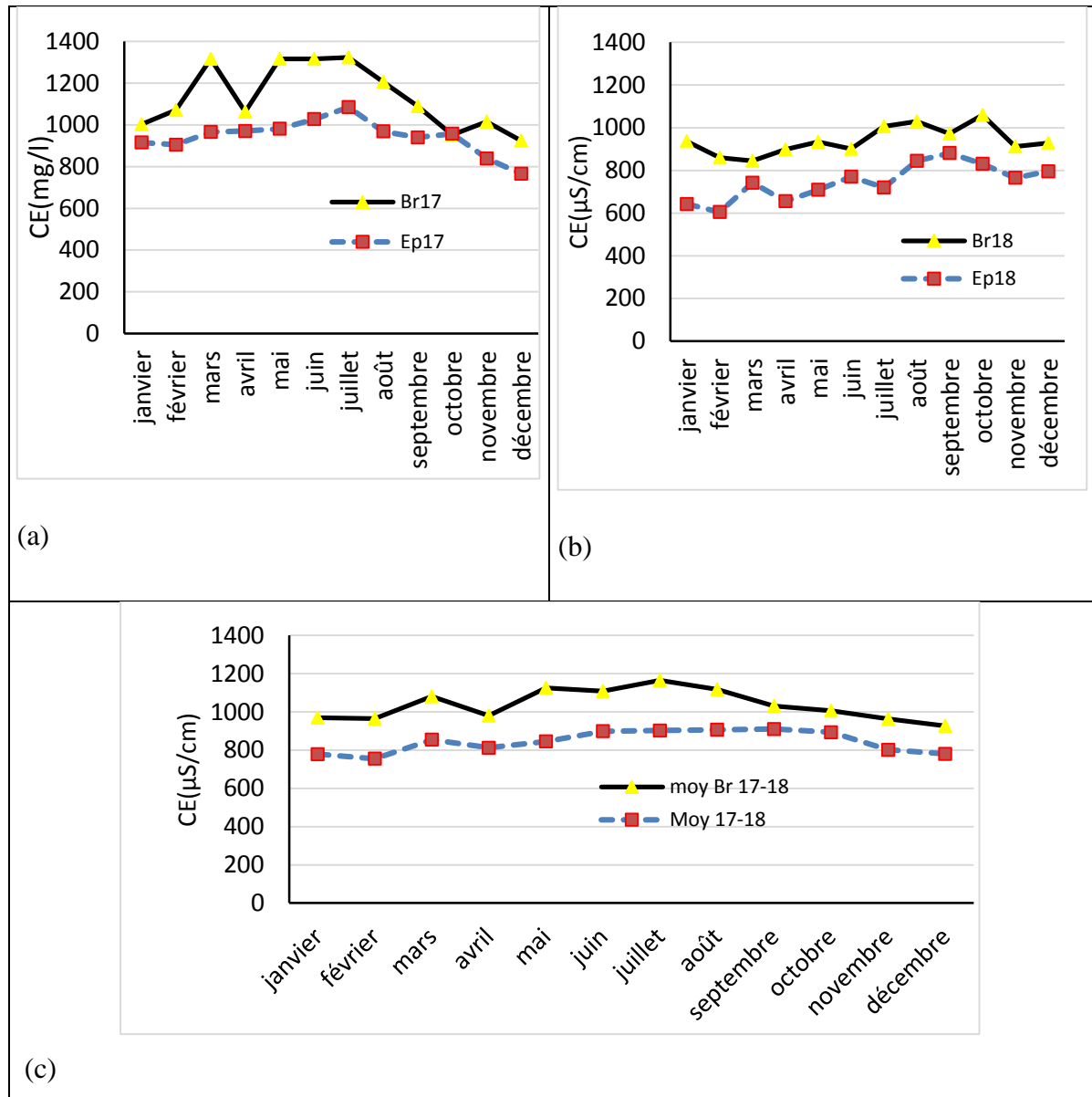


Figure 33. Evolution de la CE 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.4-Potentiel hydrogène pH

La figure nous indique les variations du pH de l'eau brute et épurée ; nous remarquons une légère diminution du pH de l'eau de sortie durant les quatre années d'observation. Cela est expliqué par une minéralisation de la matière organique, en effet, la moyenne du pH des eaux brutes est de 7.30 quant à la moyenne du pH de l'eau épurée, elle est de 7.24 , il est à

noter qu'un pH alcalin 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 qui est un intervalle allant de 6.5 à 8.5, par conséquent notre eau est propice à l'utilisation en agriculture.

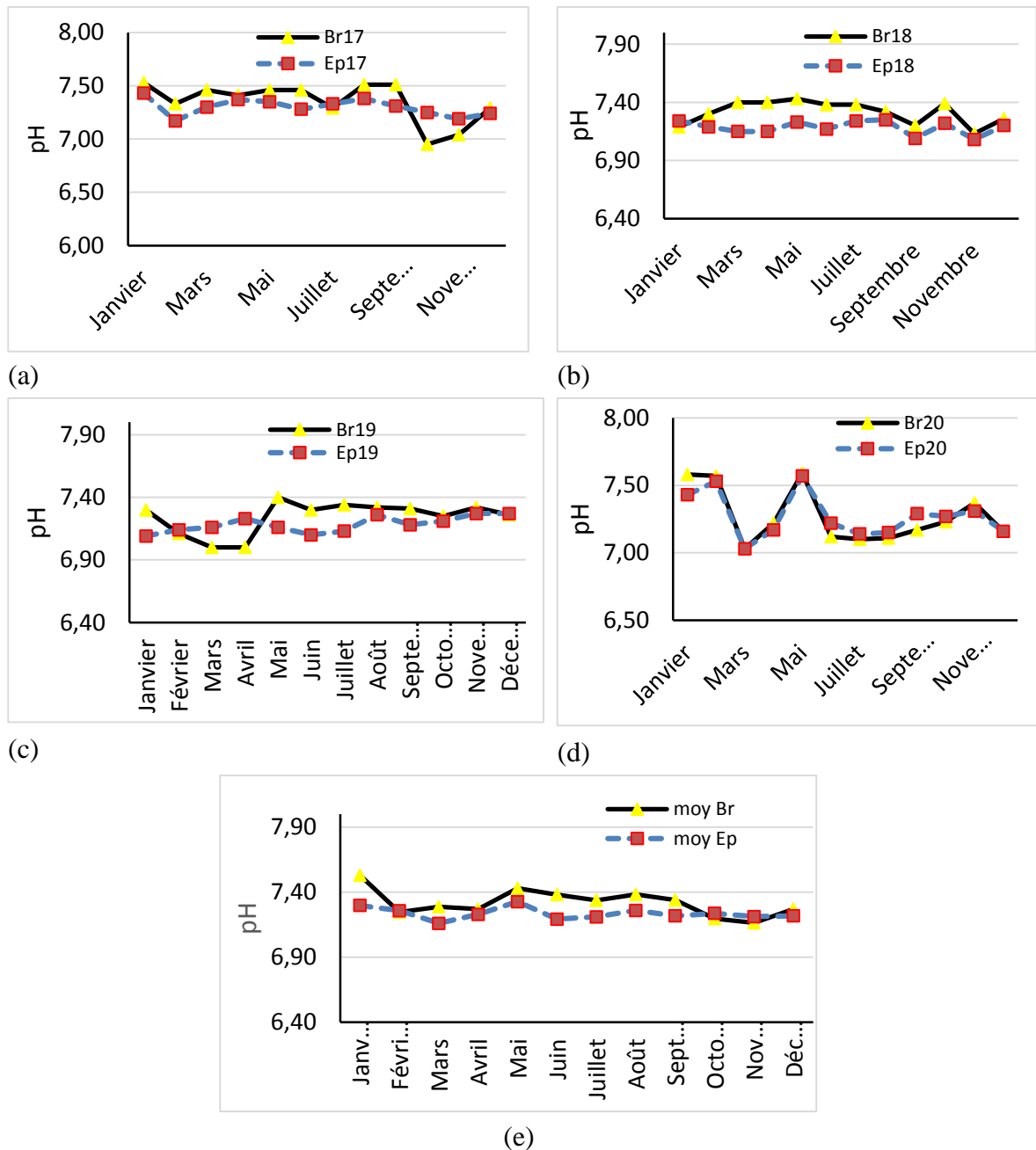


Figure34. Evolution du pH 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.5-Demande biochimique d'oxygène DBO5

La quantité de la DBO5 produit en mg/l.

La figure nous indique que la moyenne de la DBO₅ des eaux d'entrées est de 361 mg d'O₂/l, tandis qu'à la sortie elle est de 12 mg d'O₂/l, une moyenne nettement inférieure à la norme fixée par l'OMS , qui est de 30 mg d'O₂/l, par conséquent, la matière organique biodégradable a diminué donc le traitement biologique effectué est assez efficace. Nous remarquons que l'évolution de la DBO5 durant les quatre années figures (a, b, c et d), ne se produise pas à la même période.

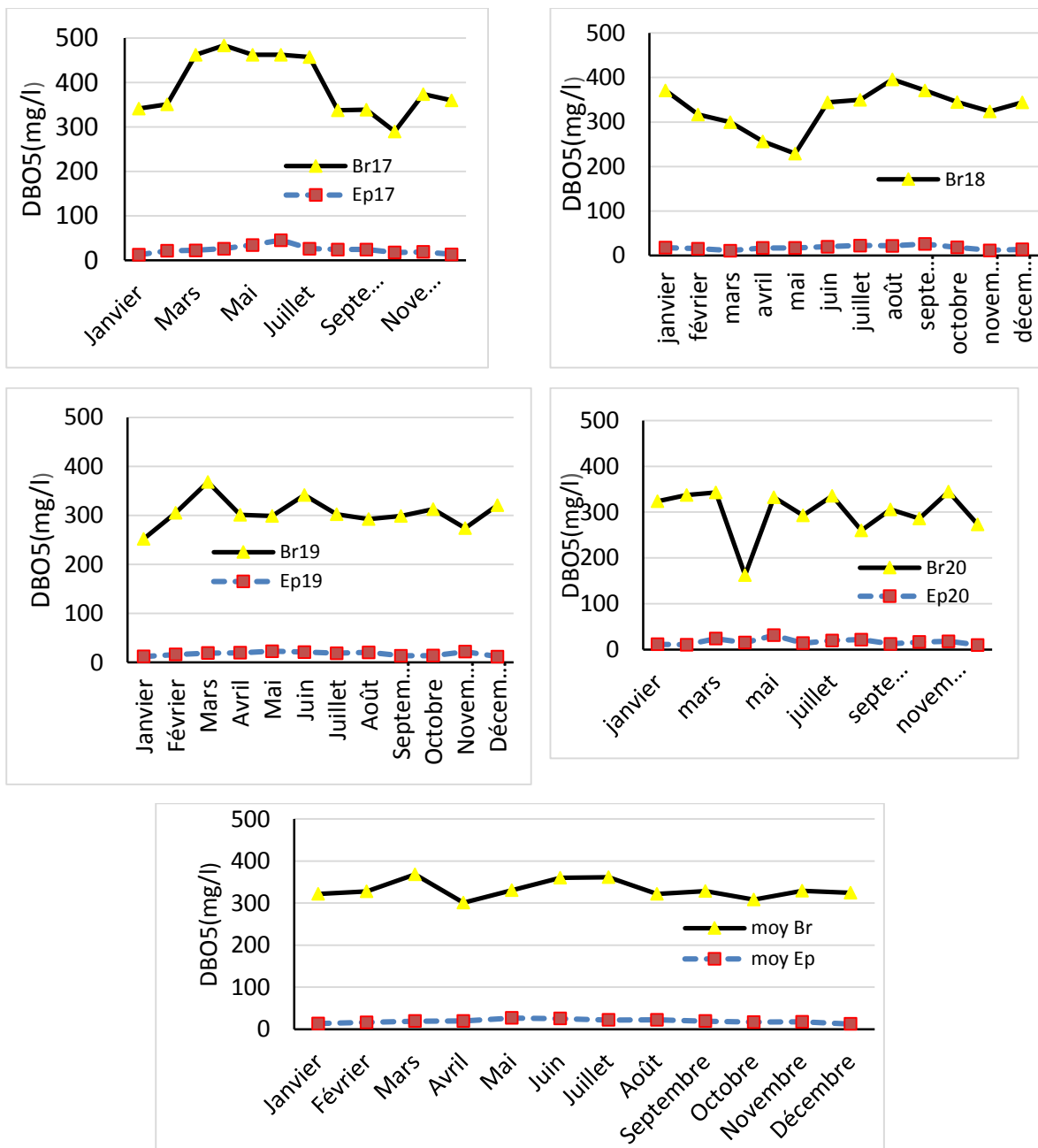


Figure35. Evolution de la DBO5 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.6-Demande chimique en oxygène (DCO)

La quantité d’eaux produit en mg/l.

Les valeurs de la DCO à l’entrée de la station sont présentées à la figure 6, elles oscillent entre 289 mg O₂/l et 519 mg O₂/l, et pour l’effluent traité, les valeurs enregistrées varient entre 28 mg O₂/l et 46mg O₂/l, les valeurs de la DCO présentent une variation non négligeable au cours de la période d’étude, cela peut s’expliquer par une variation de la qualité des eaux usées produites à différents moments de l’année.

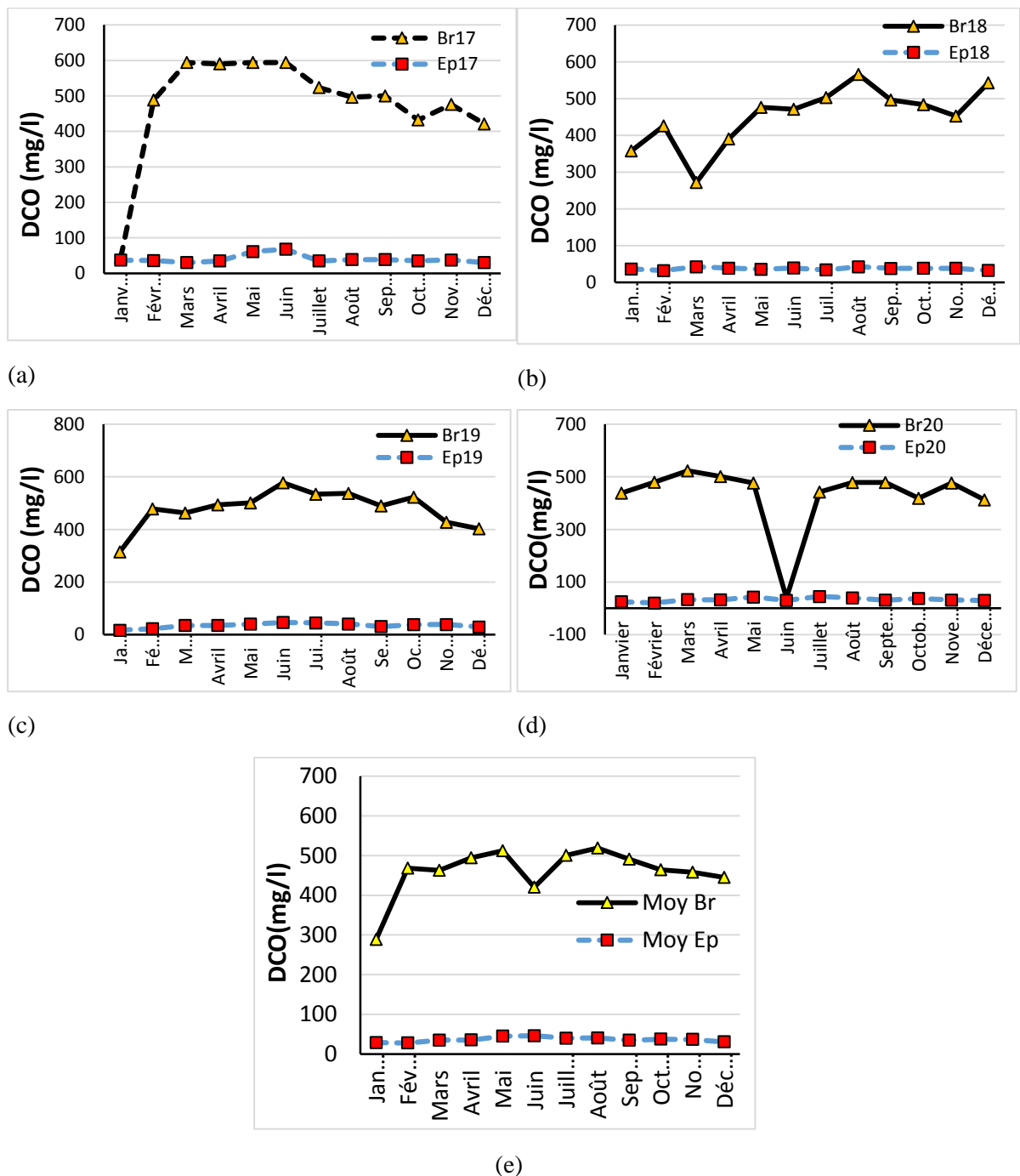


Figure36.Evolution de la DCO 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.7 Ammonium (NH₄⁺)

La figure nous indique que la moyenne de l'ion ammonium de l'eau brute est de 23mg/l, quant à la moyenne de l'eau épurée, elle est de 5 mg/l. La comparaison entre les quatre années (figure a,b,c,d) , montre que la teneur en N-NH₄⁺ évolue de façon assez semblable pour les quatre années (2017,2018,2019,2020) . Nous constatant que la moyenne de l'eau (entrée, sortie) est très supérieure à la norme recommandée par le JORA (2006) et par l'OMS (2004), et qui est de 0.02mg/l. le traitement est assez satisfaisant.

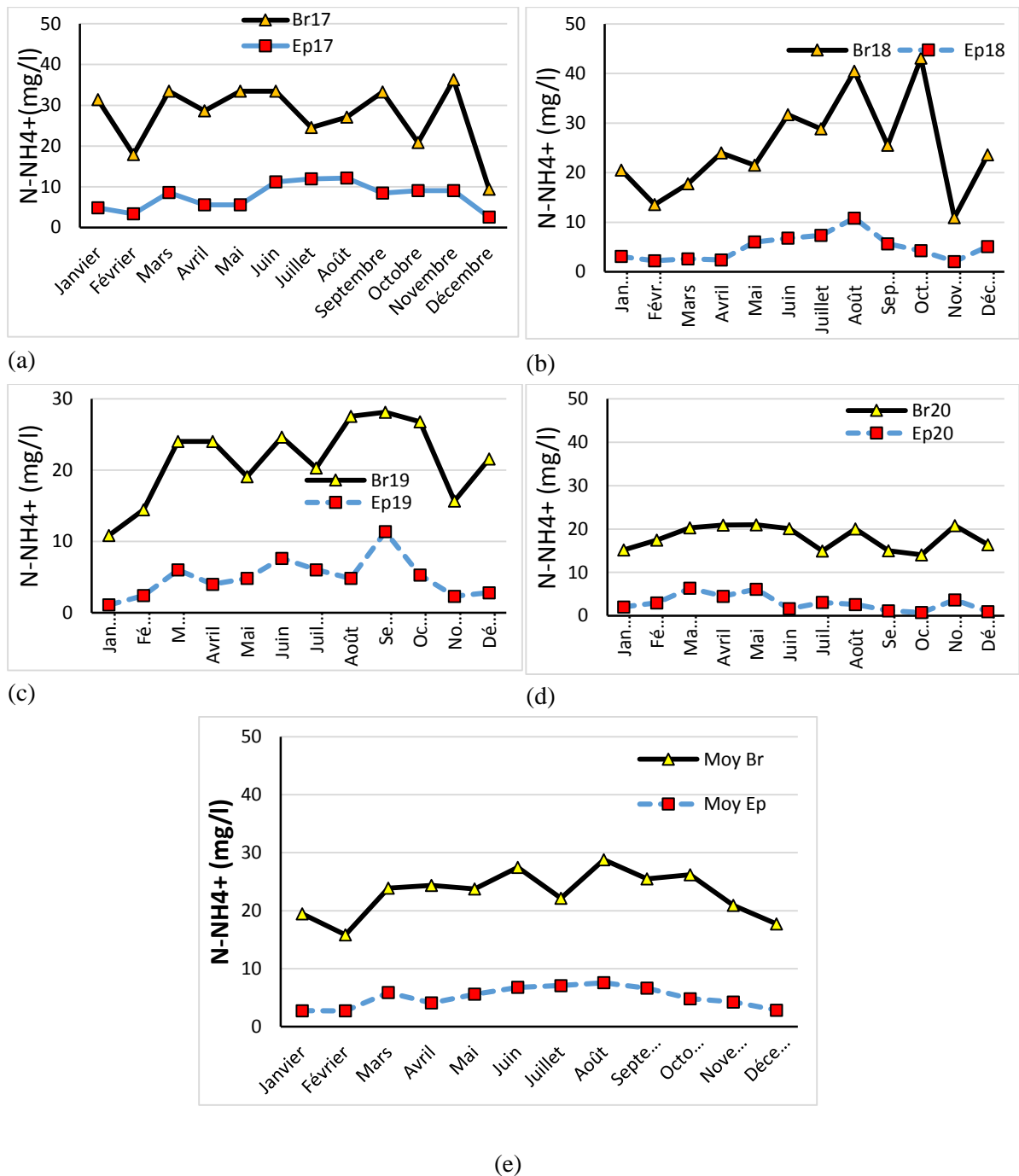


Figure37. Evolution de NH₄⁺ 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.6-Nitrite(NO₂⁻)

D’après les figures nous indique que la moyenne des nitrites à l’entrée est de 0,06 mg/l, quant à l’eau épurée, elle est de 0,20mg/l, on remarque que la figure (b, c) et (a, d) sont assez semblables et enregistrée deux valeurs exceptionnelle. Les figure (a, d) au ce présente un écart important. L’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.

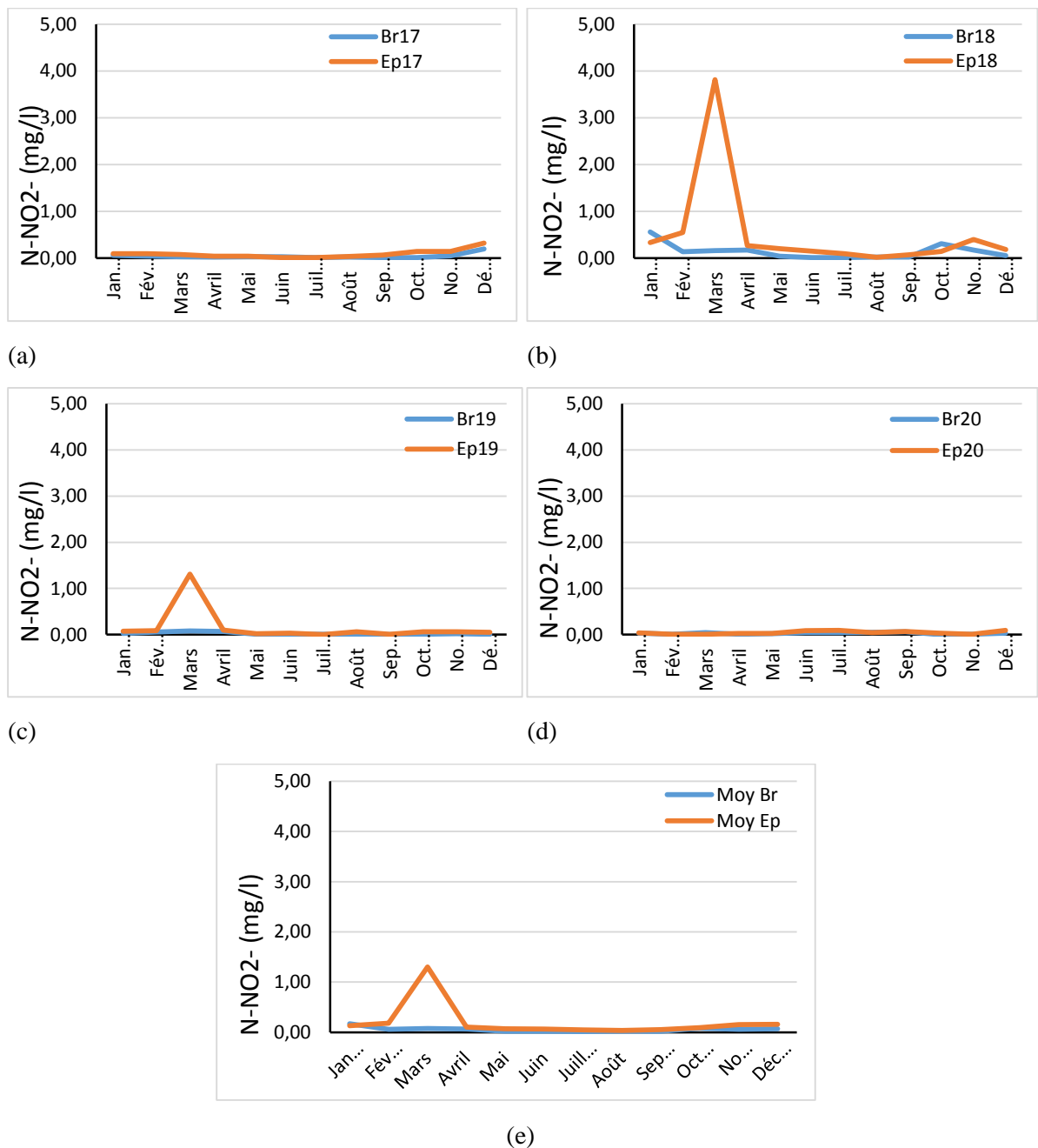


Figure38. Evolution de NO₂⁻ 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.7-Nitrate (NO_3^-)

Les figure (a,b,c,d) nous montre que la moyenne des nitrates de l'eau brute est de 0.08mg/l, quant à celle des eaux épurées, elle est de 1,07mg/l. les valeurs des nitrates enregistrées 2018,2020 sont assez semblable varient entre 0.01 mg/l et 0.48 mg/l contrairement en 2017,2019 avec enregistrement une pic de 1.33 mg/l en avril 2019. Par ailleurs, les teneurs en nitrates (en sortie) évaluées chaque mois, dépassent la norme OMS internationale qui est de 1mg/l, contrairement aux nitrates mesurés avant purification (à l'entrée), qui reste autour de 0.26 mg/L.

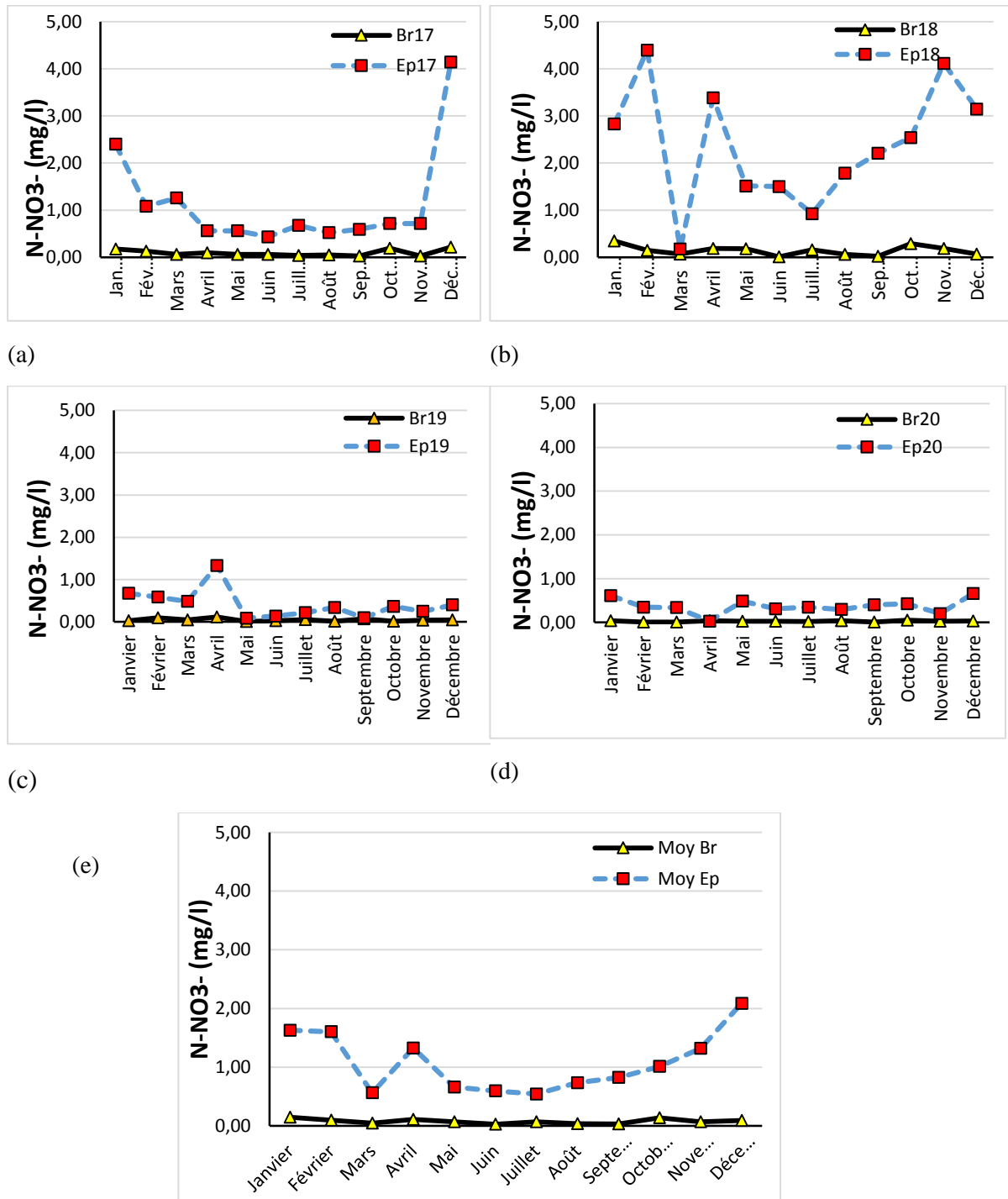


Figure39. Evolution de NO₃⁻2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

IV.3.10-Orthophosphates (PO₄³⁻)

Les Orthophosphates des eaux usées brutes des différents prélèvements sont caractérisées par des teneurs élevée qui varient entre 0 mg/l et 20,1 mg/l. Dans les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 0 mg/l à 9,94 mg/l. On remarque que la concentration en cet élément à la sortie est très élevée par rapport aux normes nationales et internationales (< 2 mg/l).

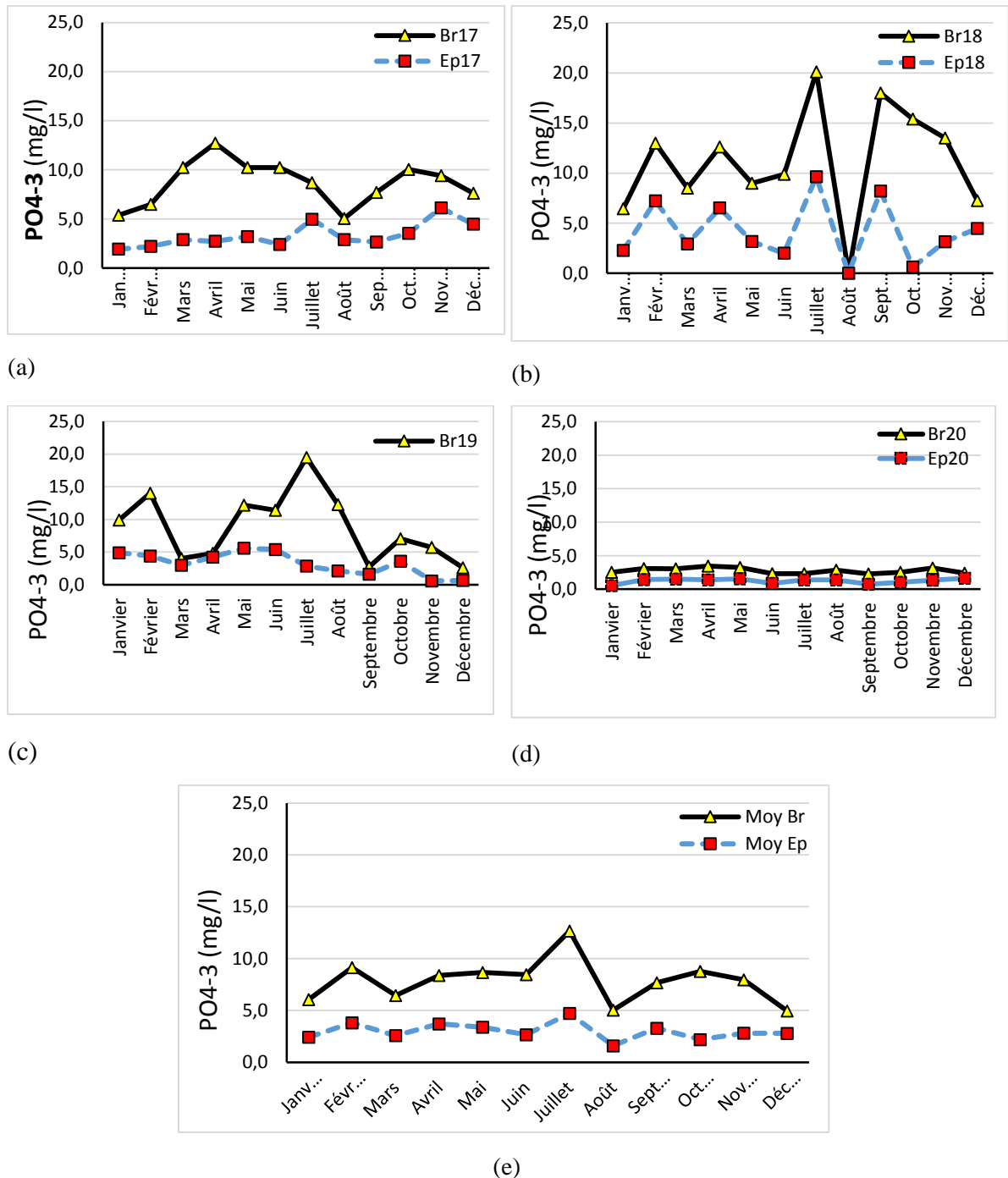
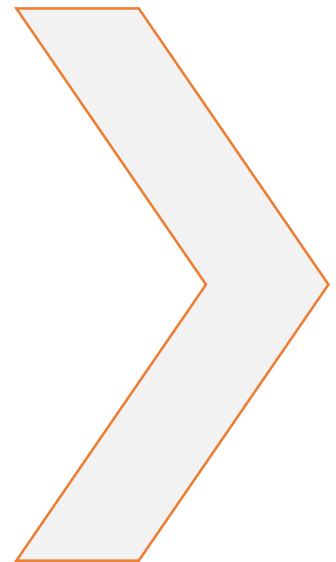


Figure40. Evolution de PO₄³⁻ 2017-2020, Step Est – Tizi-Ouzou.

CONCLUSION
GENERALE &
PESPECTIVES



Les ressources en eaux usées ont le potentiel d'augmenter l'approvisionnement en eau et réduire l'écart entre la disponibilité et la demande en eau dans notre pays et les pays méditerranéens en général. Les stations d'épuration sont des structures importantes permettant de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de deux effluents secondaires, l'eau épurée et les boues.

La valorisation agricole, industrielle, municipale ou injectés dans les milieux récepteurs des eaux usées épurées nécessite un suivi de leurs caractéristiques, selon les normes requises adaptées et spécifiques au milieu récepteur. L'analyse des données de la Step Est de la ville de Tizi-Ouzou, en fonction du temps (de 2017 à 2020), nous révèle que les paramètres présentent des variations assez importantes.

Les **Matières En Suspension (MES)**, ont des valeurs conformes à la norme qui est de 30mg/l. Ces résultats montrent qu'il y a eu une élimination régulière de ces matières. Les valeurs observées passent de 239 mg/l dans les eaux brutes à 10,5 mg/l dans les eaux épurées.

Le potentielle hydrogène (pH), on des valeurs conformes à la norme qui est entre (6.5 et 8.5). Les valeurs observées passent de 7,31 mg/l dans les eaux brutes à 7,2 mg/l dans les eaux épurées.

Les valeurs **La conductivité électrique**, observées passent de 1037 mg/l dans les eaux brutes à 845,1mg/l dans les eaux épurées. Les résultats obtenus après traitement sont baissés ce qui nous permet de dire que le traitement de la station est efficace.

Les résultats obtenus de la **demande biochimique en oxygène (DBO)**, nous pouvons conclure que toutes les valeurs après épuration ont aux dessous de la norme OMS, et OMS appliquée en Algérie qui est de 30 mg/l, ce qui indique l'efficacité de traitement assuré par la station qui sert à dégrader la matière organique. Les valeurs observées passent de 461,7 mg/l dans les eaux brutes à 172,9 mg/l dans les eaux épurées.

Les valeurs observées de la **demande chimique en oxygène (DCO)**, passent de ... mg/l dans les eaux brutes à ... mg/l dans les eaux épurées. Ces résultats obtenus après traitement sont toutes inférieures à la norme OMS et OMS appliquée en Algérie (90 mg/l) ce qui signifie que la station répond largement à la dégradation de la matière oxydable durant les processus de l'épuration.

Ammonium et nitrates : les résultats obtenus montrent que les concentrations en ammonium et les nitrates sont supérieures à la norme recommandée par le JORA (2006) et par l'OMS (2014) qui est de 0.02 mg/l, donc le traitement est assez satisfaisant. Les valeurs observées passent de 23 mg/l dans les eaux brutes à 5 mg/l dans les eaux épurées pour l'ammonium.

Et pour les nitrates les valeurs observées passent de 0.06 mg/l dans les eaux brutes à 0.20 mg/l dans les eaux épurées. La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture rencontre un problème d'acceptabilité notamment chez les agriculteurs et les consommateurs. A cet effet, un travail particulier doit certes axé sur la sensibilité des exploitants agricoles et des pouvoirs publics à l'utilisation des eaux usées épurées. D'autres parts, il serait indispensable d'encadrer

Conclusion générale et perspectives

des expériences de terrain sur le comportement des cultures et les retombées sur l'environnement notamment la contamination des sols en éléments chimiques potentiellement toxiques.

Résumé

L'objectif de notre étude c'est d'évaluer les paramètres de traitement des eaux usées domestiques de notre station d'épuration (EST de TO), nous avons procédé aux analyses statistiques descriptives de données enregistrées afin de surveiller l'efficacité du processus épuratoire des eaux usées de cette station pour avoir la possibilité de réutiliser les eaux usées traitées.

Au terme de cette étude nous constatons que les analyses physico-chimique des effluents traités sont conforme aux normes de rejet OMS appliqué en Algérie dans les milieux naturels ce qui peut nous affirmer que l'épuration des eaux usées de la station EST est efficace et très satisfaisante elle ne représente aucun danger pour l'environnement et les cours d'eaux.

Abstract

The objective of Our study is to evaluate the parameters of domestic water treatment worn of our station of purification (EAST of TO), we carried out the descriptive statistical analyses of recorded data has fine to supervise the effectiveness of the process épuratoire worn water of this station to have the possibility of re-using treated worn water.

At the end of this study we note that the analyses physicochemical of the treated effluents are I, conformity with the standards of rejection who applied in Algéria in the natural environments what can us marked that the purification of worn water of the EAST station is effective is very satisfactory it does not represent any danger to the environment and and the rivers.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES



ASANO (1998): Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, pp 1475.

ABBACI HATHYEM, (2018-2019), Analyse des anomalies et redimensionnement de la step de la wilaya de SKIKDA. Master 02 en hydraulique urbaine.

BRIERE, (1994). Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

BENFIALA et HAOULI ., (2017). Le rendement épuratoire de la station d'épuration de la ville de Guelma. Mémoire de fin de cycle, master en hydrauliques urbaine, université Badji Mokhtar-ANNABA, 85p

BENELMOUAZ, (2015). Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Mémoire de fin de cycle, master en hydraulique, universités Abou Bekr Belkaidde - TLEMCEN. 110p

BENALI et THAAMER, 2019 : Diagnostic de Fonctionnement de la station D'épuration de Kouinine: Solutions Proposées, mémoire master en hydraulique, Université d'El-Oued p 75.

BENZARIA, 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.

BERRANEN THINHINAN et BOUDJEMA LYNDA, (2011/2012). Caractérisation et quantification des paramètres physico-chimique des eaux usées de la step EST. Mémoire d'ingénieur. P17-18.

BAMOUNT et al, (2004) : Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220pconcerne la qualité de l'eau potable.

BELAID (2010) : Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées

BOUZIANI, 2000 : L'Eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN KHALDOUN, P247.

BENELMOUAZ, (2015). Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Mémoire de fin de cycle, master en hydraulique, universités Abou Bekr Belkaidde - TLEMCEN. 110p.

BEN MABROUK et MELLAK, (2020). Traitement des eaux usées par la fibre alfa et l'argile. Mémoire de fin de cycle, master en chimie de l'environnement, universités Mohamed Boudiaf - M'SILA.

David Ecosse, (2006) : La réutilisation des eaux usées

Dehbi. 2015 : Etude comparative des performances d'un lit bactérien à garnissage en pouzzolane de Beni Saf et d'un lit bactérien à garnissage plastique. Mémoire Magistrale hydraulique p133.

DEGREMONT, 1989 : Mémento technique de l'eau, technique documentation, Tome I, Paris.

FRANCOIS COREIL, (1896), L'eau potable, ouvrage.

JORAD, 2006: Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique des normes de rejet.

IHADADENE et KESSI.KH (2012) : Evaluation des performances épuratoires de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou et calcule des taux de participation à la fertilisation des cultures, mémoire d'ingénieur d'hydraulique agricole.

LOUMI et YEFSAH,(2010) : Valorisation des eaux usées traitées en irrigation, cas de la station d'épuration Est de Tizi-Ouzou, mémoire d'ingénieur d'hydraulique rurale.

LADJEL,(2004) : Exploitation d'une station d'épuration a boues activées niveau 02 (CFMA-Boumerdes).

LEHITHET,(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.

MELQUIOT, 2003 : 1.001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable. Edition RECYCONSULT- **P190.**

MEDKOUR, (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.

ONA : Office National d'Assainissement.

OMS, 2006.Organisation mondial de la santé. Les lignes directrices de l'OMS.

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

Références bibliographiques

ROTBARDT, 2011 : Rapport final réutilisation des eaux usées traité. Perspectives opérationnelles et recommandation pour l'action février 2011.

RAMADE, (1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau et de la science internationale, Paris.

RODIER, 1996 : L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer ; Edition 8 ; Dunod Pa

RODIER, 2009 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 9ème édition. Dunod Paris.

SYNTEAU(2012) : les fiches Synteau, eau usées n°5, novembre 2012.

SLIMANI et FLICI, (2015). Traitement et valorisation des ressources hydrique, mémoire master2 UMMOTO.

SALHI AMINA (2018). Valorisation et réutilisation des eaux usées épurées. Rapport de stage.

YENNEK, 2001 : L'élimination de la pollution hydrocarbonée, azotée et phosphatée par réacteur bio-simulateur de laboratoire en écoulement continu et discontinu. Mémoire Licence. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.

YAHL,(2011) : Le traitement des eaux de consommation. Cours polycopie, 4ème année Hydraulique, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.

Qadir M, Wichelns D, Raschid-Sally L, McCornick PG, Drechsel P, Bahri A, Minhas PS (2010) The challenges of wastewater irrigation in developing countries. Agric Water Manag 97:561–568. [https:// doi.org/10.1016/j.agwat.2008.11.004](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.11.004).

Ventura Yvonne, Amram Eshel, Dov Pasternak, and Moshe Sagi (2014). The development of halophyte-based agriculture: past and present. Annals of Botany Page 1 of 12. doi:10.1093/aob/mcu173, available online at www.aob.oxfordjournals.org.

EEA (2012) towards efficient use of water resources in Europe. EEA report No 1/2012. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

Hochstrat, R., Wintgens, T., Melin, T., Jeffrey, P. (2005) Wastewater reclamation and reuse in Europe: a model-based potential estimation. Water Supply, 5(1), 67-75.

Sites internet :

[http : //, www. cntrl.fr.Eau](http://www.cntrl.fr.Eau).

<http://dspace.UMMOTO.traitement> des eaux.

<https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Eaux>.

<https://www.futurasciences.com/définitions> eaux usées.