

N° d'ordre : /DSTU/2021



MEMOIRE

Présenté

à



L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

Géo-Ressources

Par

Walid BOUFELDJA et Lakhdar MOKEDDEM

**Caractérisation et réutilisation des eaux usées des stations de Bouzedjar
et d'Aïn Tolba (Wilaya de Ain Témouchent)**

Soutenu le 15 juillet 2021 devant les membres du jury :

Salamet MAHBOUBI, MC (A), Univ. Tlemcen
Fatih HADJI, MC (B), Univ. Tlemcen
Lamia MAHI-YEBDRI, MA (A), Univ. Tlemcen

Président
Encadreur
Examinateur

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

MES CHERS PARENTS qui sont la source de ma réussite. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices qu'ils ont consenti pour mon instruction et mon bien être, pour leur soutien, leurs aides et leurs prières tout au long de ma vie.

À MA GRAND MÈRE Fatma qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse Dieu lui prêter longue vie.

À ma chère sœur et son mari et leur petite Farah pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

À ma chère sœur Manel pour son soutien, encouragement et aide à réaliser ce travail.

À mes chers frères Rayan et Anes, pour leur appui et leurs encouragements qu'ils m'ont accordé tout au long de ma vie.

À tout les membres de ma famille pour leur soutien. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux et le fruit de votre soutien infailible.

À mes chers copains et tous les membres de ma promotion sans exceptions, un merci plein de gratitude pour leurs encouragements et leur aide.

Walid

Dédicaces

*Avec un énorme plaisir et une grande fierté que je dédie ce modeste travail
Aux personnes les plus chers à mon cœur, A mes chers parents pour leur amour, leur
sacrifice, leur aide et leurs encouragements continus et qui sans eux je ne serais pas
là aujourd'hui.*

*A mes très chers frères et sœurs
A mes très chers amis membres à l'Union générale étudiante libre (UGEL), merci
d'être là, merci pour votre amitié et votre soutien. Que Dieu vos protège et Que
notre amitié dure pour toujours.*

A toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide.

Lakhdar

TABLE DES MATIERES

	Page
AVANT-PROPOS	4
RESUME	5
ABSTRACT	6
INTRODUCTION GENERALE	7
Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées	8
I. INTRODUCTION	8
II. ORIGINE DES EAUX USEES	8
A. Eaux usées domestiques	8
B. Eaux usées industrielles	8
C. Eaux agricoles	9
D. Eaux pluviales	9
III. COMPOSITION GENERALE DES EAUX USEES	9
IV. TRAITEMENTS DES EAUX USÉES	10
A. Traitement préliminaire	10
B. Traitements physico-chimiques	10
1. Traitements primaires	10
C. Traitement secondaire	11
1. Traitement physico-chimique :	11
1.1. La coagulation	11
1.2. La floculation	11
2. Traitement biologique	11
2.1. Disque biologique	11
2.2. Boues activées	12
2.3. Lagunage naturel	12
2.4. Lagunage aéré	13
2.5. Lits bactériens	13
D. Traitement tertiaire ou complémentaire	13
V. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES	14
A. Couleur	14
B. Odeur	14
C. Turbidité	14
VI. PARAMETRES PHYSICOCHEMIS	15
A. Température	15
B. Potentiel d'Hydrogène (pH)	15
C. Conductivité électrique (CE)	15
D. Oxygène dissous (OD)	15
E. Matières en suspension (MES)	15
F. Demande chimique en oxygène (DCO)	16
G. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	16

H. Azote	16
I. Phosphore	17
VII. EQUIVALENT-HABITANT (EH)	17
VIII. NORMES NATIONALES	18
A. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA)	19
IX. NORMES INTERNATIONALES	19
A. Normes de l'OMS	19
B. Normes de la FAO	19
XI. CONCLUSION	20
Chapitre 2 : Description des STEPs et des procédés de traitement	21
I. INTRODUCTION	21
II. PRESENTATION DE LA STEP D'AÏN TOLBA	21
A. Situation géographique de la STEP d'Aïn Tolba	21
B. Les données de base	22
C. Données d'exploitation de la STEP	22
D. Description générale de la station d'Aïn Tolba	22
E. Principe de fonctionnement de la STEP	23
1. Bassin d'entrée	23
2. Dégrilleur	23
3. Dessableur-déshuileur	23
4. Traitement biologique	24
4.1. Bassin sélecteur d'homogénéisation	24
5. Bassin de décantation/clarification	24
6. Traitement des boues	24
7. Bassin de désinfection	24
8. Pompe à boues et retour de filtrat	24
III. MATERIELS ET METHODES DE LABORATOIRE	24
A. Introduction	24
B. Prélèvements et échantillonnage	25
C. Laboratoire	25
IV. PRESENTATION DE LA STEP DE BOUZEDJAR	25
A. Localisation de la station de Bouzedjar	25
B. Les données de base	26
C. Procédé de traitement de la STEP de Bouzedjar	27
1. Poste de relevage	27
2. Dégrillage	28
3. Dessableur – déshuileur	28
4. Bassin biologique	28
5. Traitement biologique par boue activée	28
6. Bassin d'aération	28
7. Clarification	28
8. Traitement des excédents de boue	28
8.1. Lit de séchage	29
8.2. Déshydratation mécanique	29
D. Matériel et méthodes	29

E. Echantillonnage	29
F. Méthodes d'analyse	30
1. Température	30
2. Potentiel hydrogène (pH)	30
3. Conductivité électrique (CE)	30
4. Matière en suspension (MES)	30
5. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	30
6. Demande chimique en oxygène (DCO)	31
7. Turbidité	31
8. Oxygène dissous (OD)	31
9. Nitrites	31
10. Nitrates	31
11. Ammonium	31
12. Orthophosphates	31
Chapitre 3 : Résultats et discussion	32
I. INTRODUCTION	32
II. VOLUMES D'EAU EPUREE	32
III. CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX USEES ET EPUREES	32
1. Température	35
2. pH	35
3. Matière en suspension	36
4. Oxygène dissous	37
5. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO ₅)	38
6. Demande chimique en oxygène (DCO)	39
7. Ammonium (NH ₄ ⁺)	40
8. Nitrites (NO ₂ ⁻)	41
9. Nitrates (NO ₃ ⁻)	42
10. Azote Total	43
11. Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	44
12. Phosphore total	45
13. Conductivité électrique	46
IV. POLLUTION ORGANIQUE	47
A. Ratio DCO / DBO ₅	47
B. Indice de Pollution organique	48
V. QUALITE DES EAUX	50
A. Indice de Pesce et Wunderlin (2000)	50
B. Qualité des eaux d'irrigation	51
VI. CONCLUSION	52
CONCLUSION GENERALE	53
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	55
LISTE DES FIGURES	57
LISTE DES TABLEAUX	59
ANNEXES	60

Avant-propos

Tout d'abord, nous remercions DIEU le tout Puissant qui nous a donné le courage et la volonté pour mener à bien ce modeste travail de recherche.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus vifs à notre encadrant Madame Fatiha HADJI pour la qualité de son enseignement, qui nous a accompagné, soutenu et aidé par ses conseils pertinents et son suivi régulier permettant l'accomplissement de ce travail.

Un remerciement aussi particulier à nos chers parents pour l'aide et l'encouragement qu'ils nous ont accordé tout au long de notre vie.

Nous exprimons également nos remerciements les plus dévoués aux membres du jury qui nous ont honoré en acceptant de lire et d'évaluer ce travail, Mlle MAHBOUBI présidente de jury et Madame Lamia MAHI YEBDRI examinatrice.

Nos sincères remerciements s'adressent également à Monsieur Kamar-Eddine BENSEFIA, responsable de master géo-ressources professionnel et Monsieur Abbas MAROK pour les efforts énormes fournis pour nous créer les conditions les plus favorables au bon déroulement de nos études, pour leurs précieux conseils et soutiens de tous genres.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont encouragés de près ou de loin.

RESUME

L'objectif de notre travail était de caractériser les eaux usées et les eaux épurées des stations d'épuration de Bouzedjar et Aïn Tolba (Wilaya d'Aïn Témouchent) et de déterminer leur qualité à des fins d'irrigation. Pour l'épuration des eaux usées, les STEPs de Bouzedjar et d'Aïn Tolba utilisent respectivement les procédés de boue activée à faible charge et de l'oxydation alternée.

Les analyses ont porté sur la température, le pH, La conductivité électrique, la matière en suspension, l'oxygène dissous, les demandes chimique (DCO) et biochimique (DBO₅) en oxygène, les nitrites, les nitrates, l'ammonium, le phosphore total et les ortho-phosphates.

La comparaison des paramètres analysés des eaux épurées avec les normes du journal officiel de la république algérienne (JORA) montrent que ces eaux ne présentent, en général, aucun danger quant à leur déversement dans le milieu naturel.

Les valeurs du rapport DCO/DBO₅ indiquent que la matière organique est moyennement à difficilement biodégradable.

Par ailleurs, les paramètres analysés sont, en général, conformes aux normes de réutilisation des eaux usées de la FAO et de l'OMS à des fins d'irrigation.

Mots clés: STEPs, Bouzedjar, Aïn Tolba, Normes, Caractérisation, Biodégradabilité, Qualité, Réutilisation

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the wastewater and treated water of Bouzedjar and Aïn Tolba wastewater treatment plants (Wilaya of Aïn Témouchent) and to determine their suitability for irrigation purposes.

For wastewater treatment, Bouzedjar and Aïn Tolba WWTPs use low-load activated sludge and alternating oxidation processes, respectively.

The analyzes concerned temperature, pH, electrical conductivity, suspended matter, dissolved oxygen, chemical (COD) and biochemical (BOD₅) demands in oxygen, nitrites, nitrates, ammonium, total phosphorus and ortho-phosphates.

The comparison of the analyzed parameters of cleaned water with the standards of the Official Journal of the Algerian Republic (JORA) indicated that these waters do not present, in general, any danger as to their spread in the natural environment.

The values of the COD / BOD₅ ratio showed that the organic matter is moderately to hardly biodegradable.

Moreover, the analyzed parameters comply, in general, with the FAO and WHO standards for the reuse of wastewater for irrigation purposes.

Keywords: STEPs, Bouzedjar, Aïn Tolba, Standards, Characterization, Biodegradability, Quality, Reuse

INTRODUCTION GENERALE

L'eau occupe une place importante dans la vie de l'être humain, des animaux, des plantes et des micros organismes. Elle recouvre environ 72% de la surface du globe terrestre.

La pollution des eaux de surface, voire souterraines, est devenue possible par les rejets d'eaux usées ne subissant aucun traitement préalable, détériorant ainsi sa qualité. Les polluants véhiculés par les eaux usées ont des origines diverses (Industries, agriculture, ménages, ...). Ces eaux usées peuvent être chargées par divers polluants et constituent des milieux parfois très complexes. L'analyse de ces eaux usées permet l'identification des substances indésirables devant être éliminées par un traitement adéquat.

La charge en éléments polluants dans une eau peut être déterminée à partir de certains paramètres physico-chimiques comme le pH, les matières en suspension, les demandes chimiques et biochimiques en oxygène, ...

Dans ce travail, nous proposons de faire un suivi des de la qualité des eaux usées et épurées aux stations d'épuration de Bouzedjar et Aïn Tolba sises dans la wilaya d'Aïn Témouchent et de les comparer aux standards du rejet des eaux usées du JORA et aux normes de réutilisation des eaux usées à des fins d'irrigation.

Ce mémoire est scindé en trois chapitres, dont le premier, traitera des généralités des eaux usées. Dans le second une description des procédés utilisés dans les stations d'épuration suscitées sera faite. Le troisième chapitre sera consacré aux résultats issus des analyses physico-chimiques des paramètres analysés et à leur discussion. Aussi des comparaisons aux normes des rejets d'effluents liquide du Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) et de leur réutilisation à des fins d'irrigation seront faites.

CHAPITRE 1 :

Généralités sur les eaux usées

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES EAUX USEES

I. INTRODUCTION

L'un des problèmes majeurs qui affecte l'environnement et la santé publique, est le fait de rejeter les eaux usées industrielles ou ménagères dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable. Le traitement ou l'épuration de ces eaux usées s'impose et a pour objectif la réduction de la charge polluante qu'elles véhiculent. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous la forme de résidus (les boues) et de rejeter une eau épurée répondant à des standards physico-chimiques et biologiques.

II. ORIGINE DES EAUX USEES

Les eaux usées sont classées en quatre catégories en fonction de leurs polluants (Figure 1) :

- Les eaux usées domestiques ;
- Les eaux usées industrielles ;
- Les eaux de ruissellement dans les zones agricoles ;
- Les eaux pluviales (les eaux de pluie et de ruissellement dans la ville).

A. Eaux usées domestiques

Elles constituent un mélange d'eau contenant des déchets humains (Urine, matières fécales : eau noire) et eau de toilette, nettoyage des sols et des aliments. Cette eau est généralement composée de matière organique dégradable et de minéraux. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Les eaux usées domestiques ont trois origines possibles :

1. Eaux de cuisines

Ces riches en graisses plus ou moins émulsionnées par les détergents correspondent à la préparation des aliments et au lavage de la vaisselle.

2. Eaux de buanderie

Ces eaux contiennent des détergents, des savons plus ou moins émulsionnés avec des graisses.

3. Eaux de vannes

Ces eaux très riches en matière hydrocarbonées, en azote et en phosphore. Elles représentent un substrat adapté aux procédés de traitements biologiques, mais elles peuvent aussi contenir des éléments pathogènes (bactéries, virus et parasites divers).

B. Eaux usées industrielles

D'une industrie à l'autre, les caractéristiques des eaux usées industrielles en fonction de l'activité exercée. Ces eaux contiennent de la matière organique azotée et phosphorée et peuvent également retenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries);

- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs). Les eaux industrielles doivent subir un prétraitement de la part des industriels avant qu'elles ne soient déversées dans les réseaux de collecte. Cette dépollution permettra de ne pas perturber le fonctionnement des stations d'épuration (Tarmoul 2007).

C. Eaux agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail).

D. Eaux pluviales

L'eau pluviale est celle qui provient des nuages. Une fois confrontée aux différents constituants de l'atmosphère ainsi que ceux de la Terre (toits, montagnes, forêt, bâtiments...etc.), cette eau devient polluée.

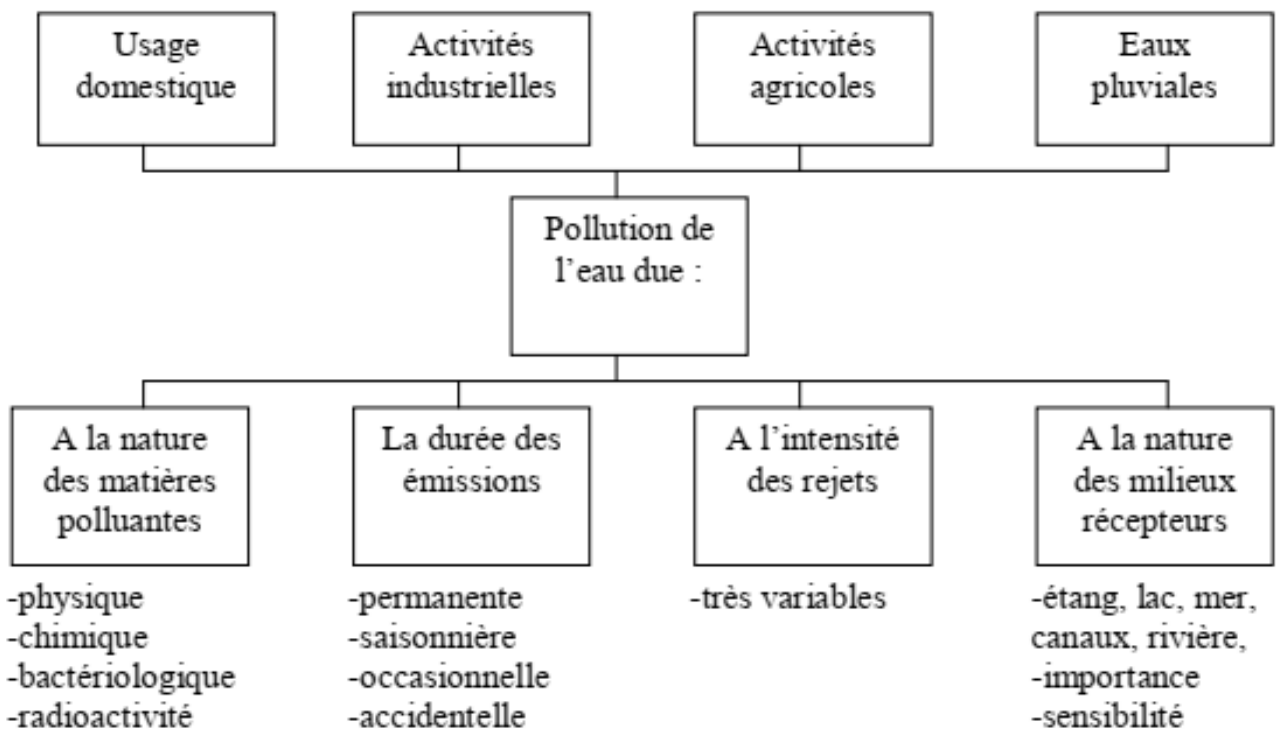


Figure 1 Nature de la pollution des eaux (Djeddi2007)

III. COMPOSITION GENERALE DES EAUX USEES

Le réseau d'assainissement reçoit différents types d'eaux usées (eaux de ruissellement, eaux pluviales, eaux agricoles, eaux industrielles, eaux domestiques, ...). Le mélange de ces dernières constitue les Eaux Résiduaires Urbaines (ERU) qui vont être acheminées vers les stations d'épuration pour être traitées.

Le [tableau 1](#) mentionne la composition d'eaux usées.

Tableau1 Composition générale des eaux usées (UVED 2013)

PARAMETRES	CONCENTRATIONS
DBO ₅ ou DBO ₇	150 à 500 mg L ⁻¹ O ₂
DCO	300 à 1000 mgL ⁻¹ O ₂
MES	100 à 400 mgL ⁻¹
NTK	25 à 100 mgL ⁻¹
NH ₄ ⁺	20 à 80 mgL ⁻¹
Phosphore total	5 à 20 mgL ⁻¹
Nitrate, nitrite	< 5 et 1 mgL ⁻¹
rH (pouvoir oxydant)	15 à 23
Potentiel redox (Ag/AgCl)	Positif
Conductivité	500 à 1000 mS/cm
pH	7.5 à 8.5
Oxygène	Variation en fonction de la température

Le débit d'eau résiduaire urbaine (ERU) qui transite à travers un réseau d'assainissement est estimé généralement à environ 150 L par jour et par équivalent-habitant (EH) qui est actuellement de 137 L d'eau domestique. Ce flux varie dans le temps, selon la saison, l'activité, ... (UVED 2013).

IV. TRAITEMENTS DES EAUX USÉES

Cette opération se fait au niveau des stations d'épuration des eaux, dont la mission principale est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable. Il existe plusieurs étapes de traitement des eaux usées à travers lesquels les constituants chimiques des eaux usées pouvant être toxiques aux récoltes et les constituants biologiques (microbes pathogènes), en général, dangereux pour la santé publique sont éliminés. Les différents degrés de traitements conventionnels sont :

A. Traitement préliminaire

Pour ne pas gêner les opérations ultérieures, ce traitement permet d'éliminer les éléments les plus grossiers et les grands fragments de l'eau usée brute (FAO 2003).

B. Traitements physico-chimiques

1. Traitements primaires

Lors de ce traitement, tous les éléments solides et volumineux (bâtons, déchets, sable,) sont éliminés. Cette opération se fait à l'aide d'écrans quadrillés dotées d'une ouverture assez petite p ces objets solides pour ne pas endommager les installations (Moulin et al 2013).

L'eau issue de ce premier traitement subit ensuite le dessablage et le déshuilage-dégraissage. Elle s'écoule à vitesse minimale permettant la décantation des particules de grosses tailles, plus lourdes

(Boues primaires) qui seront retirés par pompage. Les moins denses (graisses) vont remonter à la surface et seront écumées (Moulin et al 2013).

Le traitement primaire se fait de manière physico-chimique : après avoir ajouté des agents coagulants et flocculants à l'eau, un grand nombre de particules en suspension peuvent être extraites par décantation ou flottation (Boues physico-chimiques) (Moulin et al 2013).

C. Traitement secondaire

Cette étape est scindée en 2 traitements : physico-chimique et biologique.

1. Traitement physico-chimique

Cette opération est appelée coagulation-floculation (Figure 2). Elle permet d'éliminer les matières en suspension (MES) et les particules colloïdales qui ne peuvent décanter par elles-mêmes. Le choix de la coagulation doit tenir compte de l'innocuité du produit et de son coût. Les sels de fer ou d'aluminium trivalents ont été, et continuent d'être, largement utilisés dans tous les traitements de coagulation d'eau (Crini et Badot 2007).

1.1. La coagulation

Cette étape permet d'attirer l'agrégation de particules colloïdales ayant un comportement très stable en solution (Adler 2005).

1.2. La floculation

Après instabilité, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer au contact les unes des autres, formant des microflocs, puis formant des flocs plus gros et plus stables.

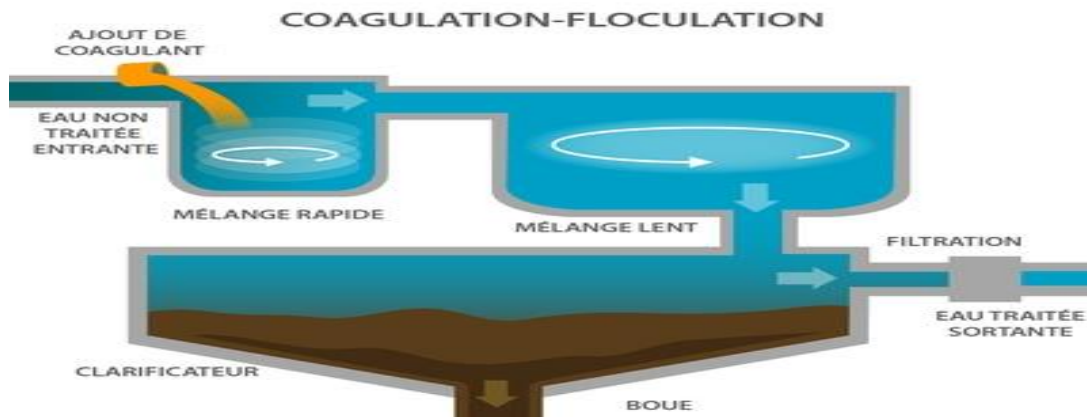


Figure 2 Schéma représentatif du procédé coagulation-floculation ([Http://hmf.enseeiht.fr](http://hmf.enseeiht.fr)).

2. Traitement biologique

Le traitement biologique est le procédé le plus utilisé pour assurer la qualité de l'eau en la débarrassant de ces principales impuretés. Il existe plusieurs types de procédés d'épuration par voie biologique. On distingue :

2.1. Disque biologique (Figure 3)

Les micro-organismes sont fixés sur un disque semi immergés retournant lentement, autour d'un axe horizontal. La biomasse est alternativement mouillée par les eaux résiduaires et aérée par l'air ambiant (Bakiri 2007).

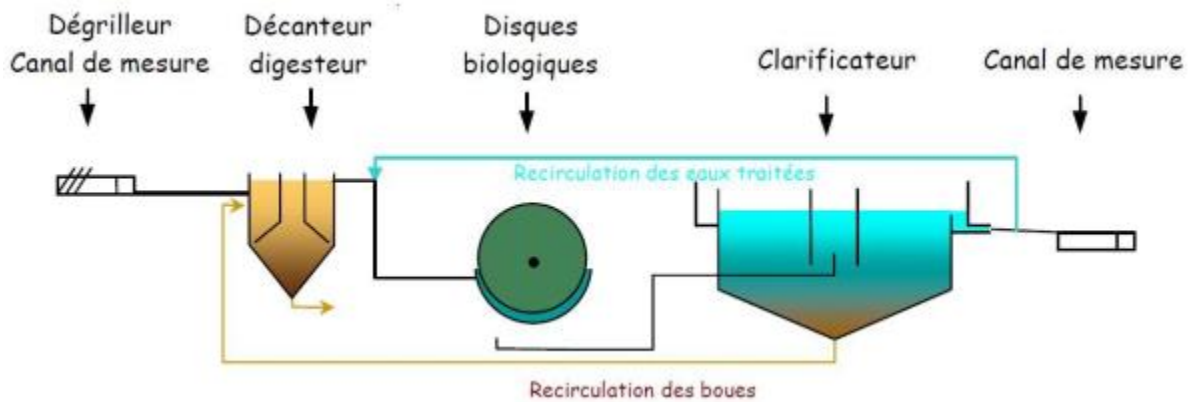


Figure 3 Schéma représentatif du procédé par disque biologique

2.2. Boues activées (Figure 4)

On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins (Moulin et al 2013).

Dans un bassin clarificateur, on opère l'élimination des éléments suivants ; carbone, azote et phosphore. Les bactéries et leurs déchets du métabolisme forment des boues. Ces dernières vont être traitées et utilisée comme engrais par exemple (Moulin et al 2013).

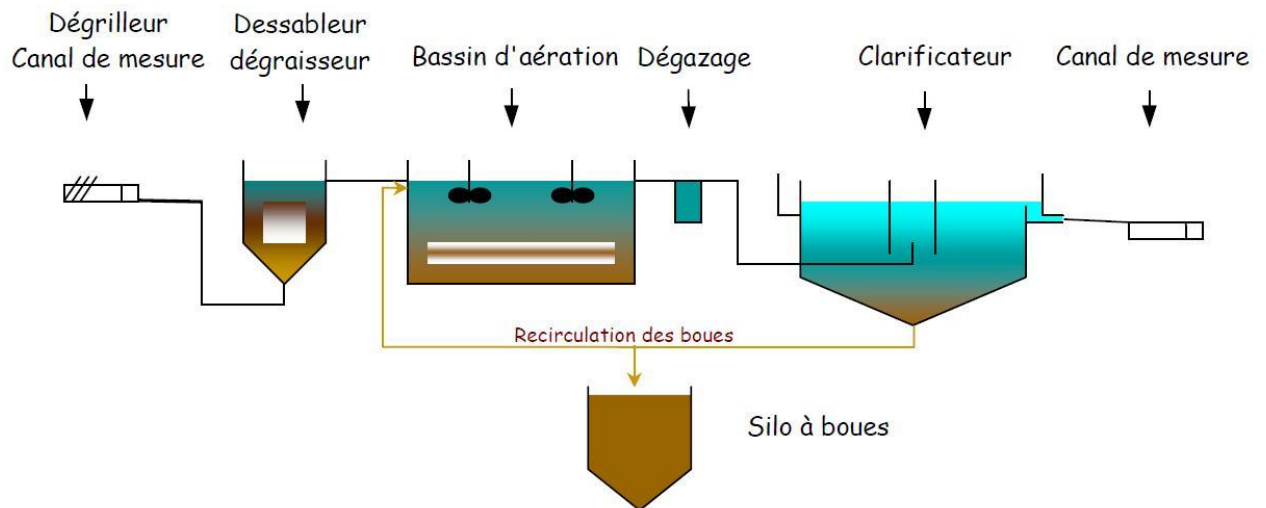


Figure 4 Schéma représentatif du procédé par Boues Activées

<http://www.hqe.guidenr.fr/cible-5-hqe/boues-actives-aeration-prolongee.php>

2.3. Le lagunage naturel

Ce procédé nécessite une longue durée de séjour. Le mécanisme du lagunage naturel est basé sur la photosynthèse. La partie supérieure d'eau de bassin est exposée à la lumière qui aide à la prolifération des algues. Ces dernières produisent l'oxygène nécessaire au développement et au maintien des bactéries aérobies, responsables de la dégradation de la matière organique (Perera et Baudot 1991).

2.4. Lagunage aéré (Figure 5)

Comme pour le procédé des boues activées à faible charge, les eaux sont introduites dans de vastes bassins dans lesquels de l'air oxygéné est insufflé moyennant des aérateurs de surface (Zeghoud 2014).

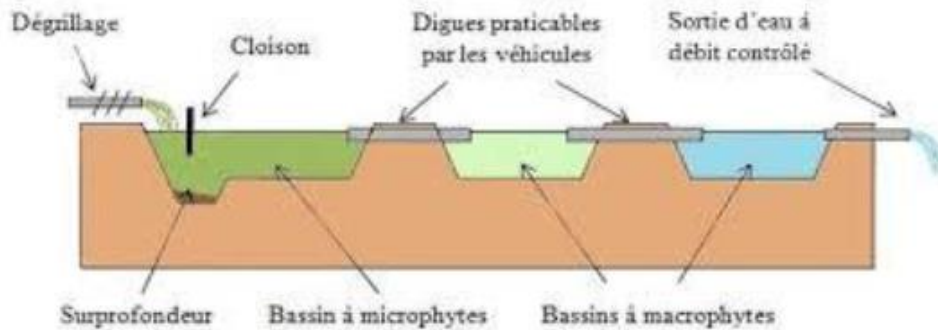


Figure 5 Schéma représentatif du procédé par lagunage.
(<https://www.google.com/search?lagunage+naturel>)

2.5. Lits bactériens (Figure 6)

Ce procédé est privilégié de par son coût énergétique faible et sa facilité d'exploitation, mais également suite à l'arrivée des filières à boues activées qui ont considérablement arrêtées leur évolution avant les années 1970. Cette méthode conduit le ruissèlement des eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux microorganismes épurateurs (Chekroun 2013).

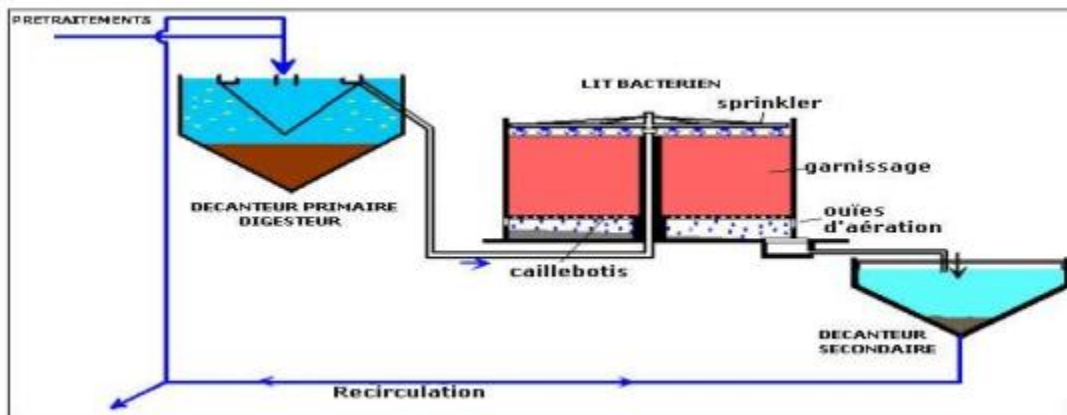


Figure 6 Schéma représentatif du procédé par lits bactériens.
(<https://www.google.com/search?lit+bacterien+epuration>)

D. Traitement tertiaire ou complémentaire (Figure 7)

Cette opération complète les opérations précédentes. Elle est employée pour réduire les constituants microbiologiques après l'enlèvement des nutriments et les métaux lourds. Ce sont des traitements complémentaires, dénommés parfois traitements avancés (coagulation physico-chimique, filtration sur sable, chloration, ozonation, traitement par le charbon ...actif, ... (Djeddi 2007).

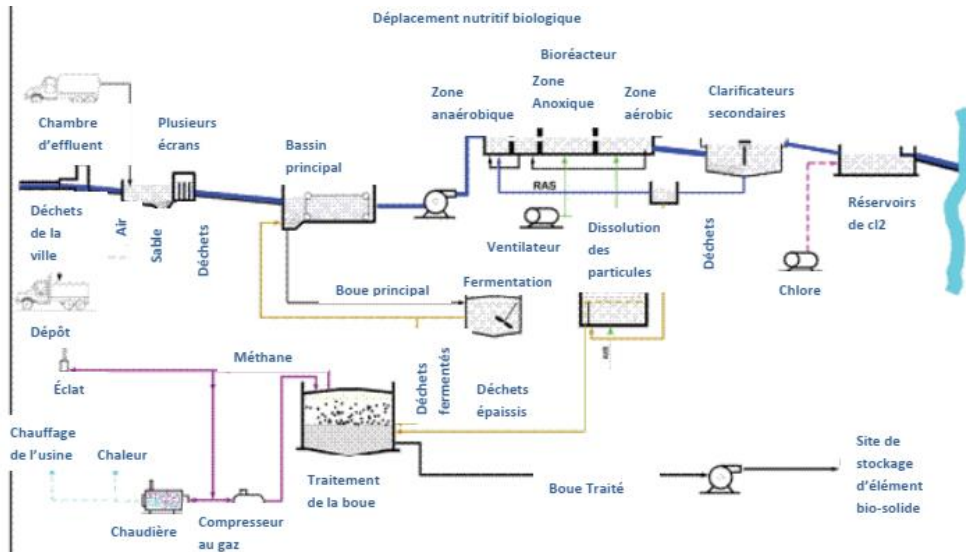


Figure 7 Exemple des eaux usées de Saskatoon au Canada - Schéma d'une station utilisant les traitements primaires ("plusieurs écrans"), secondaires ("bassin principal") et tertiaires (DNF au niveau du "bioréacteur")

V. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES

Ces paramètres concernent la couleur, le goût et l'odeur de l'eau. Ils doivent être examinés au moment des prélèvements pour éviter tout changement d'état au cours de leur transport et/ou de leur stockage (Rodier et al 2009).

A. Couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (Rejesk 2002).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à $0.45 \mu\text{m}$. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier et al 2009).

B. Odeur

L'odeur est due à une fermentation des matières organique. Elle peut être définie comme:

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles ;
- La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (Rodier et al 2009).

C. Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes et à celle des matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Elle peut être exprimée en unité JTU (Jackson

Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (Rejesk 2002).

VI. PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES

A. Température

La température est un facteur écologique important du milieu, car elle joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Elle détermine le taux et la vitesse des réactions chimiques et de dégradation biochimique. Plus la température est importante, plus les réactions sont rapides. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique par la pollution thermique. Sa mesure s'effectue à l'aide d'un thermomètre (Rodier 2005 ; Rejesk 2002).

B. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes (faune et flore aquatiques) étant sensibles aux variations du pH, leur développement n'est possible que si les valeurs de ce dernier sont comprises entre 6-9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions métalliques dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9 (Metahri 2012).

C. Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{S cm}^{-1}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire (Rejesk 2002).

D. Oxygène dissous (OD)

C'est l'un des constituants des eaux. Sa présence permet la vie de la faune et favorise les conditions des réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. Plusieurs facteurs peuvent affecter la solubilité de l'oxygène dans l'eau tels que la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mgL^{-1} (Rejesk 2002).

E. Matières en suspension (MES)

Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS) non dissoutes. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

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

Les matières volatiles en suspension (MVS) : Elles représentent la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mgL^{-1}) d'une eau ;

Les matières minérales (MMS) : Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de

l'eau. Leur abondance dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une baisse en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Metahri 2012).

F. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est le degré de consommation d'oxygène dans l'eau par ses composantes sa valeur augmente lorsqu'il y'a de corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables et il est mesuré en mg L^{-1} d' O_2 .

La DCO est fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation (Rodier et al 2005).

G. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est un paramètre de qualité des eaux de mesurer la quantité de matière biodégradable contenue dans une eau.

Pratiquement, elle devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration (Rodier et al 2005).

H. Azote

L'azote présent dans les eaux usées domestiques se trouve sous forme d'ammonium, de nitrites ou de nitrates provenant de deux types d'eau :

- Les eaux de vannes : eaux issues des WC et qui constituent un tiers de la charge organique totale des eaux usées domestiques. Elles représentent la nuisance la plus importante. Ceci est dû à la présence d'une charge bactérienne, qui se trouve sur un support propice à sa survie et à une teneur élevée en azote organique et ammoniacal (Vilagines 2010).

- Les eaux ménagères (eaux de cuisine, toilette, lavage) : ce sont des eaux moins concentrées en pollution organique mais dont le volume est 2 à 3 fois plus élevé. Elles représentent les 2/3 de la charge organique. La principale source d'azote dans une eau résiduaire domestique est donc l'urine dont les principaux constituants azotés sont mentionnés dans le [tableau 2](#) :

Tableau 2 Principaux constituant azotés (Vilagines 2010)

Source	Concentration
Urée	25 g L^{-1}
Créatinine	1.5 g L^{-1}
Acide urique	0.6 g L^{-1}
Azote ammoniacal	0.6 g L^{-1}
Azote indéterminé	0.6 g L^{-1}
Sucres azotés	Traces

L'azote ammoniacal constitue l'apport essentiel de l'azote dans les effluents des stations d'épuration (Vilagines 2010).

L'azote urique est généralement présent à un taux beaucoup plus faible, bien que l'on puisse considérer à priori qu'il constitue un des apports essentiels d'azote dans les eaux usées domestiques. Ceci est lié au fait qu'il se transforme très facilement en azote ammoniacal au cours de la circulation dans les réseaux d'assainissement avant l'arrivée à la station de traitement (Vilagines 2010).

I. Phosphore

Le phosphore peut se rencontrer sous forme de sels minéraux (ortho-phosphates, poly-phosphates) mais aussi sous forme de composés organiques soit solubilisés, soit fixés sur les matières en suspension (Rodier et al 2005). Il peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et permet la minéralisation, le phosphore organique (Rodier et al 2005). Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg L^{-1} de PO_4 ou de P_2O_5 .

$$1 \text{ mgL}^{-1} \text{ PO}_4 = 0.747 \text{ mgL}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5 = 0.326 \text{ mgL}^{-1} \text{ P (Rodier et al 2005)}$$

VII. EQUIVALENT-HABITANT (EH)

L'équivalent-habitant (EH) est une unité conventionnelle de mesure de la pollution moyenne rejetée par habitant et par jour. La charge polluante rejetée par les ménages, les industries, les artisans est exprimée en EH, autrement dit une industrie de 100 EH pollue autant que 100 personnes.

VIII. NORMES NATIONALES

A. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA)

Les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur sont cité dans Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre I, article 2, fixe, en son annexe 1, les valeurs limites de ce rejet. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3. Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents fixées par ces deux décrets sont regroupées dans le [tableau 3](#).

Tableau 3 Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (JORA 2006)
(*) Valeurs fixées par le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993

Paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	°C
pH	6.5 à 8.5	-
MES	35	mgL ⁻¹
DBO ₅	35	mgL ⁻¹
DCO	120	mgL ⁻¹
Azote Kjeldahl	30	mgL ⁻¹
Phosphates	02	mgL ⁻¹
Phosphore total	10	mgL ⁻¹
Cyanures	0.1	mgL ⁻¹
Aluminium	3	mgL ⁻¹
Cadmium	0.2	mgL ⁻¹
Fer	3	mgL ⁻¹
Manganèse	1	mgL ⁻¹
Mercuré total	0.01	mgL ⁻¹
Nickel total	0.5	mgL ⁻¹
Plomb total	0.5	mgL ⁻¹
Cuivre total	0.5	mgL ⁻¹
Zinc total	3	mgL ⁻¹
Huiles et Grasses	20	mgL ⁻¹
Hydrocarbures totaux	10	mgL ⁻¹
Indice phénols	0.3	mgL ⁻¹
Fluor et composés	15	mgL ⁻¹
Etain total	2	mgL ⁻¹
Composés organiques chlorés	5	mgL ⁻¹
Chrome total	0.5	mgL ⁻¹
(*)Chrome III+	3	mgL ⁻¹
(*)Chrome VI+	0.1	mgL ⁻¹
(*)Solvants organiques	20	mgL ⁻¹
(*)Chlore actif	1.0	mgL ⁻¹
(*)PCB	0.001	mgL ⁻¹
(*)Détergents	2	mgL ⁻¹
(*)Tensio actif sanioniques	10	mgL ⁻¹

IX. NORMES INTERNATIONALES

Les réseaux de canalisations urbaines contiennent des eaux usées collectées de différente nature. Ces eaux ne peuvent être rejetées dans un milieu naturel si elles ne sont pas conformes aux normes exigées par les lois et la réglementation. Parmi ces normes d'émission internationales adoptées pour la protection de l'environnement, on peut citer :

A. Normes de l'OMS

L'utilisation des eaux à l'état brut pose de sérieux problèmes de santé publique et c'est pour cette raison que l'OMS a rejeté cette pratique et a mis l'accent sur le traitement de ces eaux avant leur rejet et leur réutilisation. Le [tableau 4](#) mentionne les normes de l'OMS des eaux usées pouvant être réutilisées en agriculture ([OMS 2012](#)).

Tableau 4 Normes de l'OMS pour la réutilisation des eaux usées

Paramètres	Unité	Normes
pH	-	6.5-8.5
CE	dS/m	< 3
MES	mgL ⁻¹	100 - 350
DBO ₅	mgL ⁻¹ O ₂	110 - 400
NTK	mgL ⁻¹	20 - 85
PT	mgL ⁻¹	6 - 20

B. Normes de la FAO

Ces directives générales peuvent être employées pour évaluer l'eau usée traitée, utilisée à des fins d'irrigation, en termes de constituants chimiques tels que les sels dissous, le contenu en sodium et les ions toxiques. La procédure demeure la même qu'avec les autres types d'eau ([FAO 2003](#)).

Les directives pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation ([FAO 2003](#)) sont mentionnées dans le [tableau 5](#).

Tableau 5 Normes de la FAO pour la réutilisation des eaux usées

Paramètres	Unités	Degré de restriction à l'usage		
		Aucun	Léger à modéré	Sévère
CE	dS m ⁻¹	<0,7	0.7-3	>3
NTK	mgL ⁻¹	20 - 60		
NO ₃ ⁻	mgL ⁻¹	< 5	5 - 30	> 30
PT	mgL ⁻¹	6 - 15		
pH		6.5-8.5		

XI. CONCLUSION

La pollution des eaux provoque plusieurs endommagements de façon directe sur l'homme ou sur l'environnement dans lequel il vit. Ainsi, le traitement des eaux usées répond à deux enjeux fondamentaux : la protection des ressources en eau, du patrimoine naturel et la qualité de vie.

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles. Ils sont collectés par les réseaux d'égouts, puis transportés vers la station d'épuration. Leurs caractérisations physico-chimique et biologique permettent de déterminer leur source et le degré de leur charge polluante. Avant que les eaux usées ne soient déversées dans le milieu naturel, elles doivent passer par plusieurs étapes d'épuration selon les normes établies et ce, dans le but de protéger le milieu récepteur des effets néfastes de la pollution.

Chapitre 2

Descriptions des STEPs et des procédés de Traitement

CHAPITRE 2 : DESCRIPTIONS DES STEPs ET DES PROCÉDES DE TRAITEMENT

I. INTRODUCTION

Le rejet des effluents d'eau usée sans épuration préalable peut causer de graves problèmes à la santé et la vie humaines et à l'environnement. Le traitement de ces eaux est devenu possible grâce aux stations d'épuration utilisant différents procédés.

Dans ce chapitre, seront présentées les procédés utilisés d'Aïn Tolba et de Bouzedjar, y compris les procédés biologiques, et d'évaluer les performances d'épuration du procédé pour améliorer la gestion et le fonctionnement des stations d'épuration.

II. PRESENTATION DE LA STEP D'AÏN TOLBA

A. Situation géographique de la STEP d'AïnTolba

Cette station d'épuration est située au Nord-Ouest et a l'aval de la commune d'Aïn Tolba, à proximité de la route nationale RN35A (Figure 8).



Figure 8 Localisation de la station d'Aïn Tolba

La STEP traite les eaux usées de la ville d'AïnTolba et du nouveau village El Karia, et dispose d'un réseau d'assainissement unitaire couvrant l'ensemble du tissu urbain local. La capacité de traitement était de $1980 \text{ m}^3/\text{j}$ qui correspond à 16500 EH en 2015 avec une possibilité d'extension jusqu' à 22000 EH pour un débit de $2640 \text{ m}^3/\text{j}$ à l'horizon de 2030. L'alimentation des installations

de la STEP se fait par voie gravitaire à partir du dernier regard du collecteur principal. Le milieu récepteur du rejet principal est l'oued Mekhayssia dont embouchure est au niveau de la plage Sidi Djelloul.

B. Les données de base

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes :

- Type de réseau unitaire ;
- Nature des eaux brutes domestiques ;
- Population 16495 (2015) ;
- Débit journalier 620 (m³/j) ;
- Volume d'eau usée rejeté 1980 (m³/j).

C. Données d'exploitation de la STEP

Tableau 6 Charges hydraulique et polluante à la station d'Aïn Tolba

Paramètres		Unités	2015	2030
Charge hydraulique	Equivalent habitant	EH	16 000	22 000
	Débit moyen journalier	m ³ /j	1 920	2640
	Débit de pointe admis par temps pluie	m ³ /j	240	330
Charge polluante	Charge en DCO	Kg/j	192	264
	Charge en DBO ₅	Kg/j	800	1100
	Charge en MES	Kg/j	960	1320

D. Description générale de la station d'AïnTolba

La station d'épuration d'Aïn Tolba comprend les éléments suivants :

- Un bassin d'entrée ([Annexe I1](#));
- Un dégrilleur ([Annexe I](#));
- Un déssableur- déshuileur ([Annexe I3](#));
- Un bassin de traitement équipé lui-même de plusieurs bassins dont chacun a sa propre fonction. On y distingue :
- Un bassin sélecteur (entrée) ([Annexe I4](#)) ;
- Un bassin de désinfection (sortie) ([Annexe I5](#));
- Deux bassins d'aération primaire ([Annexe I6](#));
- Deux bassins d'aération secondaire ([Annexe I6](#));
- Deux bassins de clarification ([Annexe I7](#));
- Deux bassins de digestions ([Annexe I8](#));.

Pour le traitement des boues, la STEP possède quatre lits de séchages plus une zone d'extension pour concevoir deux autres lits et une autre zone d'extension conçue pour un second bassin de traitement, placée parallèlement au premier bassin et les bâtiments (Bâtiment administratif, salle de machines, ...) construits au sein de la station.

L'ensemble est protégé par un mur de clôture qui entoure l'installation. A son extérieur, se trouve un bassin où les eaux usées épurées sont collectées avant d'être déversées dans le cours d'eau par voie gravitaire.

E. Principe de fonctionnement de la STEP

La station de traitement d'Aïn Tolba fonctionne avec le procédé d'épuration d'oxydation alternée. La filière de traitement est composée de différents ouvrages ayant chacun une fonction déterminée permettant d'assurer le bon fonctionnement de la STEP afin d'avoir une bonne qualité des eaux épurées.

La STEP est composée de la chaîne des traitements suivants :

- Bassin d'entrée (déversoir) ;
- Prétraitement : Dégrillage, Dessableur-Déshuileur ;
- Traitement biologique comprenant lui-même :
 - un bassin sélecteur d'homogénéisation ;
 - un bassin d'aération 1er étage : (nitrification) ;
 - un bassin d'aération 2eme étage : (dénitrification) ;
 - un clarificateur (recyclage des boues).
- Traitement des boues.

1. Bassin d'entrée

Après l'arrivée des eaux usées à la station, un petit ouvrage rectangulaire à deux contournements est utilisé comme déversoir pour détourner et dévier en cas de crue, vérifier la vitesse d'écoulement restant dans le bassin après la fermeture de l'entrée par la vanne du batardeau. Ensuite, l'excès d'eau sera directement déversé dans l'Oued.

Le prétraitement est composé d'un dégrilleur et d'un dessableur-déshuileur.

2. Dégrilleur

Au niveau du prétraitement, est notée la présence d'une grille grossière ($\Phi = 50$ mm) et de deux grilles fines ($\Phi = 20$ mm) de formes rectangulaires constituées de barres en acier inoxydable (INOX 304L).

3. Dessableur-déshuileur

Après l'étape de tamisage, l'eau est dirigée vers le séparateur d'huile, installé dans un autre bassin rectangulaire à deux voies ayant une longueur totale est de 23.05 m, une largeur totale 2.5 m (la largeur de chaque couloir est de 0.8 m) et une profondeur de 1.82 m.

L'eau tamisée passe par une ouverture de 300 mm de diamètre, contrôlé par deux vannes d'isolement situées derrière l'entrée du séparateur d'huile, puis doivent être procédés par aération en utilisant 20 diffuseurs d'air à grosses bulles d'un diamètre de 200 mm pour la ventilation, SEROCO et fixé sur le mur qui divise le bassin déshuileur en deux parties. Chaque côté contient 10 diffuseurs d'air. L'eau brute est transportée vers la réserve de vidange d'huile ou l'écume de graisse qui flotte à la surface passera à travers la lame de décharge réglable. Il est collecté et vidé par un tuyau de 150 mm de diamètre situé en dessous de la zone réservée.

En même temps, l'eau se sépare de la graisse, Les flotteurs et certaines impuretés sont ensuite transportés vers le dessableur où le sable (plus lourd) est piégé en s'enfonçant au fond.

4. Traitement biologique

4.1. Bassin sélecteur d'homogénéisation

Après le prétraitement, l'eau du bassin sélecteur d'homogénéisation atteint le bassin d'aération.

5. Bassin de décantation/clarification

Après un temps suffisamment long, la liqueur mixte est dirigée vers le bassin clarificateur à travers des grilles d'entrées (pour éviter le passage des gros éléments) qui sont liés à la conduite d'amenée des eaux. L'eau est distribuée dans le clarificateur par un distributeur perforé.

6. Traitement des boues

Les boues sont soutirées par air lift directement l'effluent mixte du bassin d'aération de l'étage et déversées dans un digesteur aérobie où elles sont stabilisées avant d'être évacuées vers les lits de séchage avoisinants au nombre de quatre (4) assemblés en deux groupes de deux.

7. Bassin de désinfection

Ce bassin est positionné en mitoyenneté avec le bassin sélecteur et les clarificateurs, construit en béton de forme rectangulaire. Il contient les deux conduites suivantes :

- la conduite des eaux venant du dessableur vers le bassin biologique traversant le mur du bassin stérilisateur pour sortir du mur de bassin sélecteur avec une inclinaison de 83°.

- la conduite de sortie de l'eau traitée du bassin de désinfection située au-dessous de la première.

L'eau ainsi désinfectée et épurée est ensuite amenée vers le cours d'eau à travers une conduite de sortie.

8. Pompe à boues et retour de filtrat

Les boues stabilisées seront évacuées vers les lits de séchage par le biais de deux pompes à boues installées près des digesteurs, chacune capable de produire un débit 3.5 m³/h

III. Matériels et méthodes de laboratoire

A. Introduction

Les stations d'épuration des eaux usées, sont dotées de laboratoires permettant d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement.

Les analyses ne sont valides que si le prélèvement et l'échantillonnage ont été pris selon des normes conformes aux standards. En outre, la séquence de prélèvement, l'échantillonnage, l'analyse et la manipulation des appareils constituent alors une chaîne cohérente pour laquelle on aura conscience de ne négliger aucun maillon. Dans ce chapitre, seront présentés les stations étudiées et les laboratoires permettant les analyses physico-chimiques des eaux usées et épurées.

B. Prélèvements et échantillonnage

Le prélèvement est l'opération qui consiste à prendre une partie aliquote du milieu à étudier ; alors que l'échantillonnage consiste à retenir une fraction du prélèvement sur laquelle on analysera. En premier lieu, on effectue un échantillonnage ponctuel d'une eau qui sera prise directement dans des flacons (soigneusement marquée) d'un litre, une seule fois par jour, généralement dans la matinée, encore faut-il préciser que ces prélèvements se font dans trois endroits différents à l'entrée de la STEP au niveau de dégrilleur ; au niveau du bassin d'aération première et enfin à la sortie.

C. Laboratoire

Ce laboratoire a une surface totale de 23.18m² qui contient un équipement essentiel qui est :

- Etuve J.P. SELECTA (Annexe II1);
- Balance AND GF-200 (Annexe II2);
- Dessiccateur (Annexe II3);
- Incubateur (DBO-mètre) (Annexe II4);
- Spectrophotomètre DR 3900 HACK (Annexe II5);
- Colorimètre DR 900 (Annexe II6);
- Distillateur (Annexe II7);
- Ultrametermyron L (Annexe II8);
- Oxymètre portative (Annexe II9);
- Thermostat DRB200 (Annexe II10).

IV. Présentation de la STEP de Bouzedjar

La station d'épuration de Bouzedjara été réalisée en 2009 sur une superficie de 2 hectares et mise en service en août 2013. Elle traite actuellement 19000 EH soit 2280 m³/jet atteindra en 2035 les 2640 m³/j (soit 22000 EH).

Cette station reçoit et traite les eaux résiduaires de la ville de Bouzedjar, d'El M'said et d'El-Houaoura. Ce traitement a pour but la protection du littoral et des eaux souterraines de la région et les eaux épurées permettront l'irrigation de 140 hectares de terres.

L'eau épurée au niveau de cette STEP est principalement d'origine urbaine. Elle est amenée à la station grâce à un réseau d'assainissement unitaire ce qui fait que la station ne traite pas les eaux pluviales. Le procédé de traitement utilisé est un traitement à boue activée à faible charge. Cette boue en excès sera traitée en passant dans un silo de stockage puis une déshydratation mécanique et /ou lit de séchage secours.

Ces eaux arrivées à la station sont rejetées via l'oued Ferra vers la mer.

A. Localisation de la station de Bouzedjar

La station de Bouzedjar est située au Nord-Est de la ville Aïn-Temouchent (zone littorale) à l'Ouest de la route nationale N96A et à une distance de 8 km de la ville de Bouzedjar (Figures 9 et 10).



Figure 9 Localisation de la station de Bouzedjar

B. Les données de base

Le [tableau 7](#) regroupe les données des charges hydraulique et polluante.

Tableau 7 Charges hydraulique et polluante à la station de Bouzedjar

	Paramètres	Unités	2020	2035
Charge hydraulique	Equivalent-habitant	EH	19 000	22 000
	Volume journalier	m ³ /j	2 280	2 640
	Débit moyen horaire	m ³ /h	95	110
	Débit de pointe temps sec	m ³ /h	190	215
	Débit maximal admis en temps de pluie	m ³ /h	285	285
Charge polluante	Charge journalière en DCO	kg/j	1 710	1 980
	Charge journalière en DBO ₅	kg/j	1 045	1 210
	Charge journalière en MES	kg/j	1 140	1 320
	Charge en azote ammoniacal (N- NH ₄)	kg/j	190	220

La [Figure 10](#) nous montre une planification des procédés de traitements des eaux usées et toutes les étapes suivies.

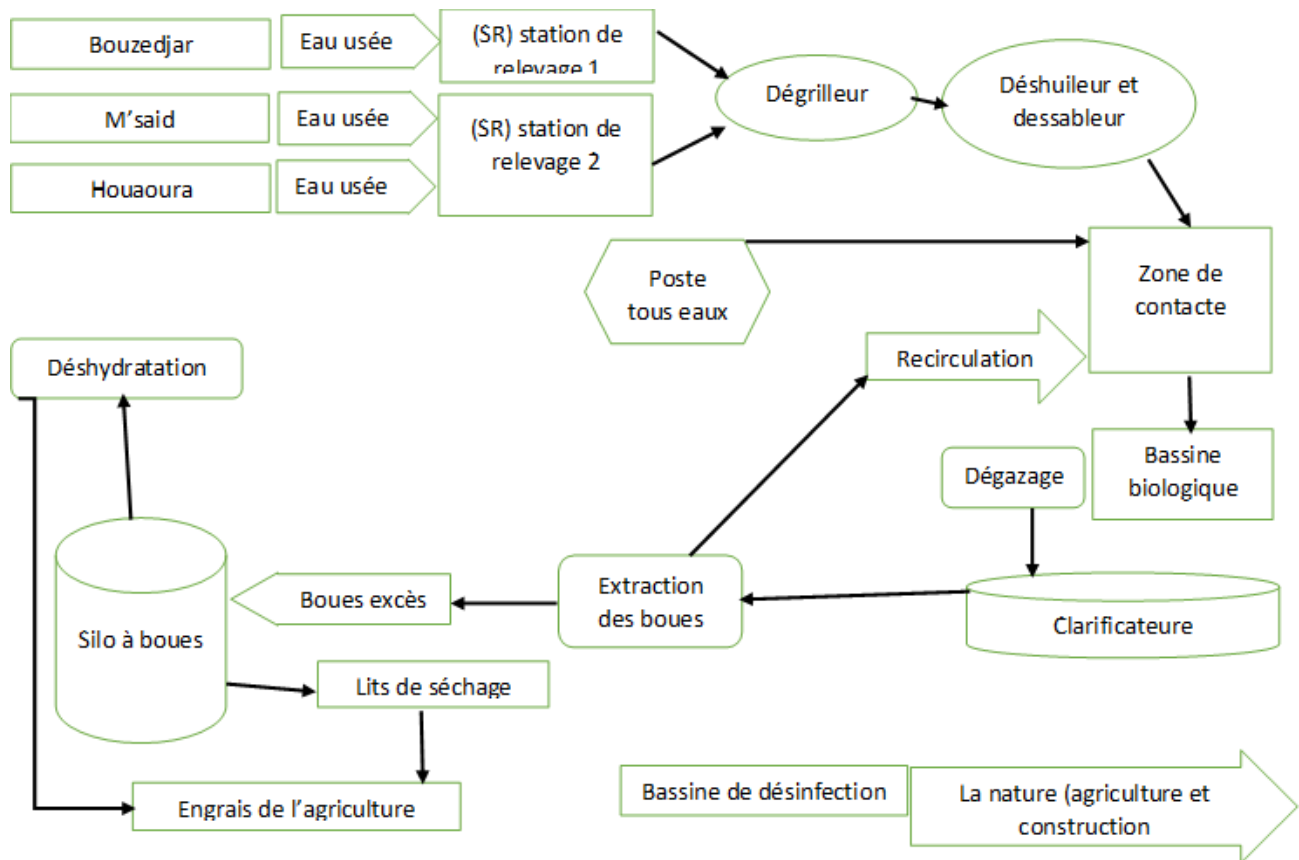


Figure 10 Etapes de traitement de la station d'épuration de Bouzedjar

C. Procédé de traitement de la STEP de Bouzedjar

Les eaux brutes de la région de Bouzedjar vont subir un traitement biologique à boue activée à faible charge. Ce procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées) dans un bassin brassé et aéré, alimenté par l'eau usée à traiter.

Le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte).

L'aération, qui peut se faire avec de l'air ou avec de l'oxygène pur, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies.

1. Poste de relevage (Annexe III1)

C'est à ce niveau que toutes les eaux usées provenant de Bouzedjar, M'Said et Houaoura vont être collectées avant d'être traitées. Les eaux de M'Said et Houaoura sont drainées par gravité et celles de ville de Bouzedjar par un poste de relevage qui est doté de 3 pompes. A l'amont de ces dernières existe un dégrilleur permettant d'éviter le rejet direct des effluents qui n'ont pas encore été traités.

2. Dégrillage (Annexe III2)

A la station de Bouzedjar, cette opération est effectuée à l'aide de deux types de grilles constituées de barreaux distantes de 20mm. La première en acier époxy renfermant 20 barres et la seconde en Inox comportant 24 barreaux.

3. Dessableur - déshuileur (Annexe III4)

L'étape de dessablage-déshuilage fait suite au dégrillage par l'arrivée des eaux dans le dessableur –déshuileur d'une surface totale de 15.57m² et d'un volume total de 27.23 m³ captant les eaux jusqu'à une hauteur de 2.5m.

Il fonctionne au moyen d'une turbine immergée qui génère des bulles fines permettant aux graisses de flotter. Ces dernières seront raclées mécaniquement pour être ensuite stockées dans un bac, évacuées par une benne mobile.

Les sables et les matières décantant au fond de l'ouvrage sont récupérés par pompe à roue et évacués vers un clarificateur qui permettra de séparer les sables de matière organique. Les sables seront ensuite essorés et stockés dans une remorque mobile.

4. Bassin biologique (Annexe III4)

En amont de traitement biologique des eaux brute il Ya une bassine de volume 61m³ où se transites ses eaux et la boue recirculées qui est homogène due à agitateur immergé pou ne vois avoir la formation des bactéries filamenteuses

5. Traitement biologique par boue activée

Il est utilisé pour développer une culture bactérienne sous forme de floccs dans un bassin brassé et aérée, après une durée suffisante dans le bassin de contact la liqueur il sera transporté dans un clarificateur pour un but de séparer l'eau épurée des boues qui vent être recycler dans les bassins d'aération pour garder en constance le taux bactérie épuratrices, l'excédent de boue vent être déplacé pour le traitement des boues.

L'aération elle se faite par des aérateurs de surface dans le but de pomper l'eau dans le bassin et de la diffusé dans l'air sous forme de fines gouttelettes à fin que les bactéries puissent entres en contact avec l'oxygène de l'air.

6. Le bassin d'aération (Annexe III5)

Cet ouvrage et formé d'une géométrie rectangulaire, il est formé de deux bassine similaire d'une longueur de 28m et une largeur de 14m et hauteur d'eau de 3.80m et une surface totale de bassin 826.54m² est un volume total des bassines de 2980m.

7. Clarification (Annexe III6)

La forme et le type du clarificateur dépendent du débit de pointe admissible, de la géométrie, de la facilité de production et des considérations pour faire recirculer les boues dans l'aération aussi rapidement que possible.

L'ouvrage proposé respectera les dimensions limites préconisées pour ce type d'ouvrage, qui contient deux décanteurs et un diamètre intérieur de 18m avec un volume de 1947.40m³, la hauteur de l'eau dans le décanteur peu atteindre le 2.50m

8. Traitement des excédents de boue

Toute la boue en excès va être pompée vers un sillon à boue de 140.82m³. Ces boues seront ensuite traitées par deux méthodes. Ce sont :

8.1. Lit de séchage (Annexe III7)

C'est une déshydratation naturelle qui consiste à épandre les boues dans des bassins à l'air libre jusqu'à ce qu'elles deviennent sèches. Dans cette STEP il existe deux lits d'une longueur de 12m et largeur de 7m les en remplis d'un moyen de 0.60m de hauteur d'une durée minimale de 4 jours.

8.2. Déshydratation mécanique (Annexe III8)

Cette technique utilise un filtre-presse équipé d'un tissu filtrant synthétique pour la filtration sous pression, réduisant la teneur en eau des boues entre 45% et 85%. Cette filtration est réalisée après ajout du floculant (polymère) dans l'armoire de préparation équipée d'un agitateur. À l'aide d'une pompe de surpression, les boues pénètrent dans la chambre de déshydratation et se mélangent au polymère. Ce mélange sera passé à travers un tissu filtrant pour en éliminer l'eau, puis stocké dans un réservoir d'eau.

Le tissu filtrant doit être nettoyé après chaque utilisation. L'eau de lavage et l'eau traversant la toile filtrante seront traitées séparément.

D. Matériel et méthodes

Il existe dans la station un laboratoire, d'une superficie de 17 m², permettant l'analyse des eaux avant et après traitement. Il est doté des équipements suivants :

- DBO-Mètre OXITOP 06 flacons (Annexe IV1) ;
- Armoire thermostique + 20 oc pour DBO₅ (Annexe IV2) ;
- Etuve Memmert UNB 400 (Annexe IV3) ;
- Réacteur DRB 200 –HACH (Annexe IV4) ;
- Système de filtration, filtre en fibre de verre;
- Dessiccateur en verre DN 250 (Annexe IV5) ;
- Cône de décantation gradué IMHOF avec support (Annexe IV6) ;
- Four à moufle 550 co (Annexe IV7) ;
- Balance de précision (Annexe IV8) ;
- Spectrophotomètre DR3900, HACH LANGE (Annexe IV9) ;
- PH-mètre de laboratoire (Annexe IV10) ;
- PH-mètre portatif;
- REDOX portative.

E. Echantillonnage

Les analyses effectuées au niveau de la station d'étude sont journalières et hebdomadaires. Les paramètres analysés quotidiennement concernent la température (T), l'oxygène dissous (OD), la conductivité électrique (EC), le pH, la matière en suspension (MES) et la turbidité (Turb).

Les paramètres contrôlés chaque semaine sont la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), l'azote total (NT), les nitrates (NO₃⁻), les nitrites (NO₂⁻), l'ammonium (NH₄⁺), les phosphates (PO₄³⁻) et le phosphore total (PT).

Le prélèvement se fait à l'aide d'un préleveur automatique (Endress Hauser) (Figure 11) dédiée spécialement pour les analyses physiques et chimiques. Le préleveur automatique garanti un échantillonnage sécurisé et facile. Il dispose d'un système de refroidissement sécurisé et d'un boîtier anti-vandalisme garantissant une sécurité exceptionnelle pour les échantillons. Il est programmé pour prendre un échantillon chaque heure pendant 24 h pour remplir les 24 flacons situés à l'intérieur du boîtier.



Figure 11 Préleveur automatique

F. Méthodes d'analyse

1. Température

Le thermomètre nous donne la température précise de l'eau analysée. Ce paramètre est nécessaire pour l'analyse d'une eau usée.

2. Potentiel hydrogène (pH)

La concentration des ions d'hydrogène qui se trouvent dans l'eau est mesurée à l'aide d'un pH mètre de palliase.

3. Conductivité électrique (CE)

Elle est mesurée par lecture sur un conductivimètre après le rinçage de son électrode dans l'échantillon à analyser.

4. Matière en suspension (MES)

La présence de MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour son dosage, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de fibre de verre. Le filtre est séché à 105 °C puis pesé après refroidissement.

Le taux de MES exprimé en (mgL⁻¹) est donné par l'expression :

$$\text{MES} = (P_1 - P_0 / V) * 1000$$

Où

V : volume en mL d'échantillon utilisé ;

P₁ : Poids plein du filtre (g) ;

P₀ : Poids vide du filtre (g).

5. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La détermination de la DBO_5 consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante ($20^{\circ}C$), pendant 5 jours, à l'aide d'un système de mesure OxiTop et d'un incubateur réglé à $20^{\circ}C$. La mesure est faite après 5 jours d'incubation par lecture sur l'appareil.

6. Demande chimique en oxygène (DCO)

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ à ébullition pendant 2 heures à $150^{\circ}C$ dans le bloc chauffant en présence d'ions Ag^+ comme catalyseurs d'oxydation et d'ions Hg^{2+} .

7. Turbidité

Elle est mesurée par lecture sur un turbidimètre.

8. Oxygène dissous (OD)

Il est mesuré par lecture sur l'oxymètre.

9. Nitrites

Ils sont déterminés par ajout du réactif nitriVer3 dans 10 mL d'échantillon puis on laisse reposer pendant 2 min puis on pipette 5 mL du mélange pour l'ajouter à 25 mL de nitriver3. On agite jusqu'à dissolution totale et on laisse de nouveau reposer pendant 10mn. Ensuite on lit l'absorption des nitrites dans le thermo-spectrophotomètre DR3900.

10. Nitrates

Les nitrates sont déterminés par ajout du réactif nitratVer6 dans 30 mL d'échantillon. Ce dernier est ensuite agité pendant 3 mn puis laissé reposer sur une durée de 2 mn. On prélève 5 mL du mélange et on l'additionne à 25 mL de nitriver3 et on laisse reposer 10mn. Ensuite on lit l'absorption des nitrates dans le thermo spectrophotomètre DR3900.

11. Ammonium

On verse 3 gouttes de stabilisateur minéral dans 25 mL d'échantillon, puis on y ajoute 3 gouttes d'alcool polyvinylique et 1mL de réactif de Nessler puis on laisse stabiliser pendant 1 mn. La lecture de l'absorption de l'ammonium est donnée par le thermo-spectrophotomètre DR3900.

12. Orthophosphates

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium les ortho-phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique développe une coloration bleue, susceptible d'un dosage colorimétrique. Certaines formes organiques peuvent être hydrolysés au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates. La teneur de ces derniers sera lue sur le thermospectrophotomètre DR3900.

CHAPITRE 3 :
Résultats et discussion

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

I. INTRODUCTION

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées et épurées des deux stations (Bouzedjar et Aïn Tolba) pour la période de janvier 2019 à avril 2021 ont été traités. Leur interprétation nous a permis de faire une caractérisation physico-chimique des eaux usées et épurées et de juger de la qualité des eaux déversés dans les milieux récepteurs après épuration et de celle de leur réutilisation à des fins d'irrigation.

II. VOLUMES D'EAU TRAITEE

La STEP de Bouzedjar a reçu pendant la période 2019-2021 un volume mensuel moyen de 24347.57m³ d'eau brute dont seulement 23129.1m³ ont été traités et déversés dans l'Oued Ferra. Durant la période d'étude, la station de Bouzedjar a permis le traitement d'un volume maximal de 37224m³ en janvier 2021 et minimal de 16076 m³ en septembre 2020 on remarque aussi une élévation de volume en mois de mars 2019 due à l'élévation de taux d'eaux de précipitation. (Figure 12).

Tableau 8 Volumes d'eau traitée (m³)

Paramètres	Eau usée				Eau traitée			
	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET
Aïn Tolba	16900	49846	41210.8	7388	16055	47354	39552.1	6997.8
Bouzedjar	16076	37224	24347.6	4557.6	15272	35362	23129.1	4329.8

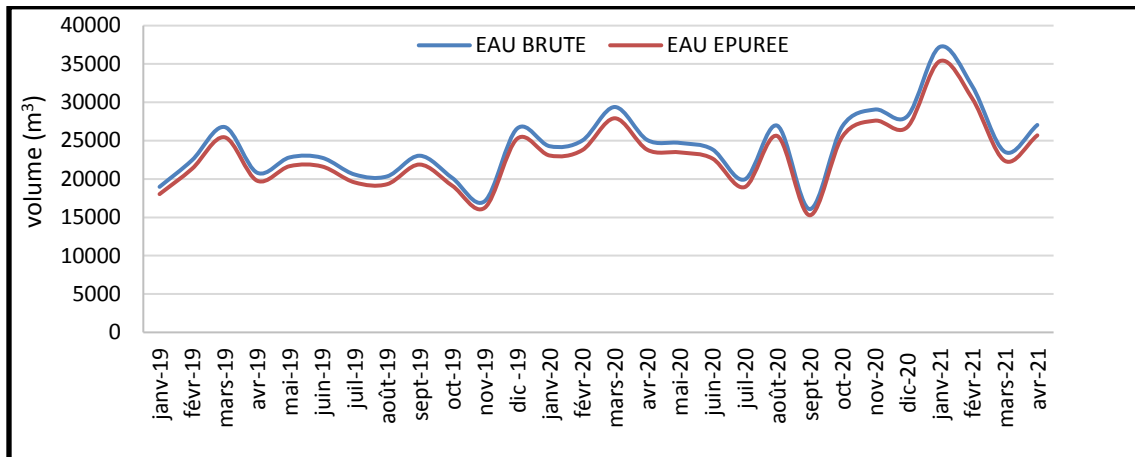


Figure 12 Variations des volumes des eaux brutes et épurées de STEP de Bouzedjar

A la STEP d'Aïn Tolba, le volume mensuel moyen des eaux brutes traitées durant la période d'étude est de 39747.7 m³ dont 39552.1 m³ sont déversées dans l'oued Mekhayssira.

Cette station a atteint sa capacité maximale d'eau traitée à 47354m³/mois en février 2021, on remarque aussi une élévation de volume en mois de février 2019 due à l'élévation de taux d'eaux de précipitation. (Figure13).

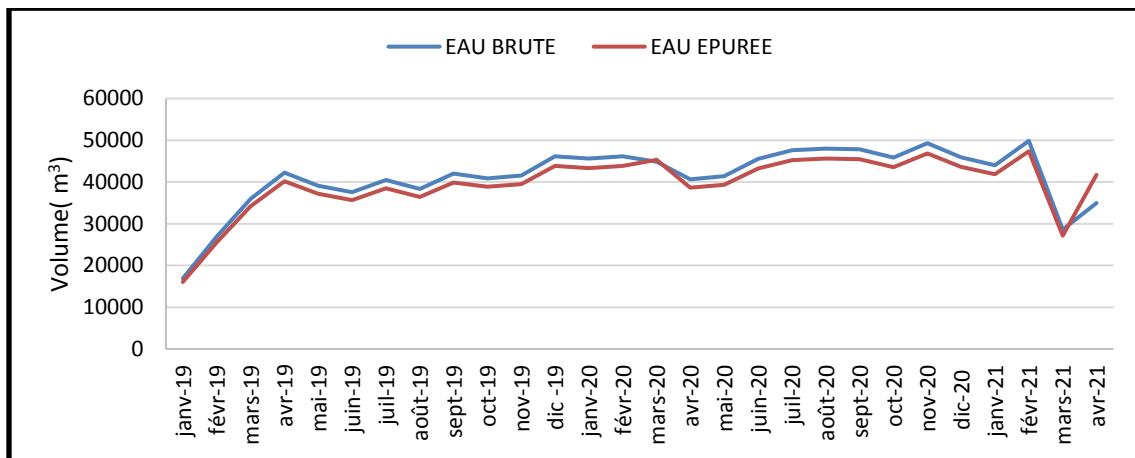


Figure 13 Variations des volumes des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba

II. CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX USEES ET EPUREES

Les tableaux 9 regroupent les valeurs minimales, maximales, moyennes et les écart-types des eaux brutes et épurées aux stations d'Aïn Tolba et Bouzedjar.

Tableau 9 Paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées aux stations d'Aïn Tolba et Bouzedjar

Para- mètre	Eau usée - Aïn Tolba				Eau traitée - Aïn Tolba				Eau usée - Bouzedjar				Eau traitée - Bouzedjar			
	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET
MES	282.5	476.8	384.1	49.40	17.8	166.8	60.8	36,2	76.5	618	248.6	126.9	1.95	32	7.84	6.42
DBO₅	225	682.3	373.3	116.0	7.3	41.8	23.1	11.54	85	425	214.6	87.02	1	17	4.13	3.2
DCO	565.3	938.5	763.9	93.0	62.3	205.3	108.7	38.2	142.5	774	413.7	148	4.5	47	20.4	10.6
NH₄⁺	41.5	193.5	62.8	27.9	16.6	59.3	36.8	10.9	14.5	108.3	37.95	19.2	0.19	21.34	4.07	5.42
NO₂⁻	0.17	2.62	0.46	0.59	0.021	0.265	0.071	0.05	0.007	0.44	0.16	0.09	0.006	0.44	0.08	0.086
NO₃⁻	0.21	7.8	3.8	2.8	0.02	0.65	0.29	0.197	0.01	3.3	0.95	0.90	0.02	16.1	4.31	5.06
NT	96.6	225.5	138	37	28.2	83.8	56.6	14.0	9.07	167	50.45	32.7	0.86	27.6	15.3	6.67
PO₄³⁻	4.4	19	7.41	2.8	0.28	12.43	4.12	2.37	0.061	7.1	3.02	2.16	0.004	3.27	1.23	0.96
PT	7.2	11.14	8.94	1.08	2.87	5.91	4.08	0.9	1.95	12	5.6	2.85	0.45	3.91	1.96	1.052
OD	0.87	3.83	1.92	0.68	2.25	10.3	7.43	1.95	0.2	2.08	0.9	0.59	5.12	21.48	7.94	3.35
CE	1801	2585	2213	153	1650	2372	2085	192,3	2000	5630	2880	677.2	1900	4990	2498	599.1
pH	6.23	8.51	7.5	0.6	6.23	9	7.5	0.7	7.2	7.89	7.71	0.15	7.31	10.5	7.78	0.56
T	5.5	18.8	10.1	3.3	6	19	9.9	3.2	5	25.5	11.5	5.03	6	26.5	11.5	4.9

1. Température

A la station de Bouzedjar, les valeurs de la température des eaux brutes varient entre 5 et 25.5°C (Moy : 11.5°C ; ET : 5°C) et celle des eaux épurées entre 6 et 26.5°C (Moy : 11.5°C ; ET : 4.9°C). Les températures des eaux épurées sont conformes à la norme du JORA qui est de 30°C (Figure 14).

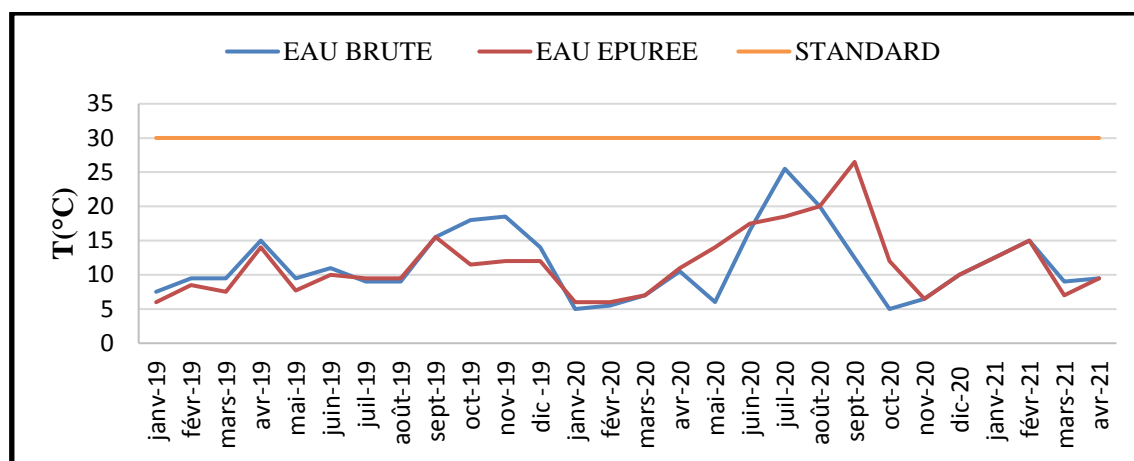


Figure 14 Variations des températures des eaux brutes et épurées de STEP Bouzedjar

A Aïn Tolba, les valeurs de la température des eaux brutes sont comprises entre 5.5 et 18.8°C (Moy : 10.1 ; ET : 3.3°C) et celles des eaux épurées entre 6 et 19°C (Moy : 9.9°C ; ET : 3.2°C). Ces dernières sont largement inférieures à 30°C et sont donc conformes à la norme préconisée par le JORA (Figure 15).

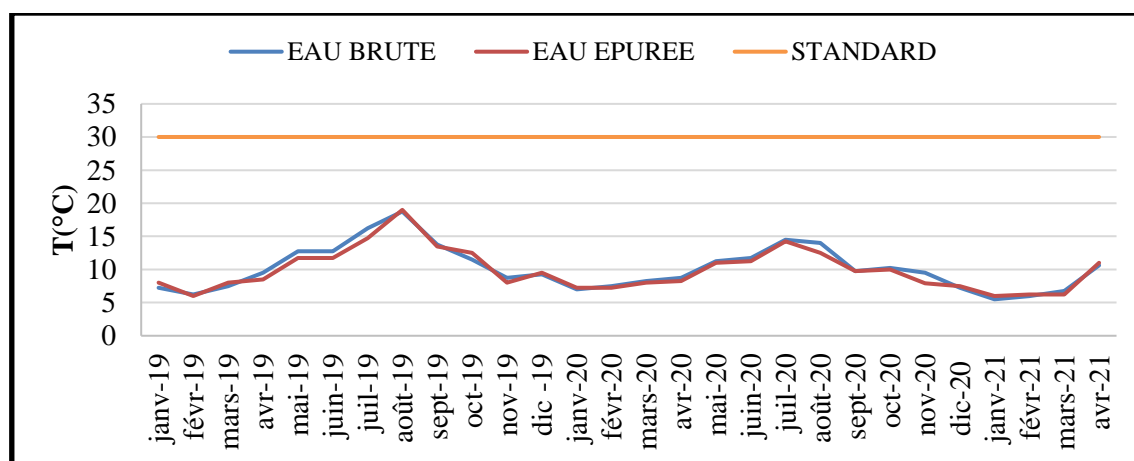


Figure 15 Variations des températures des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba

2. pH

A l'entrée de la station de Bouzedjar, les valeurs du pH des eaux usées varient entre 7.2 et 7.89 (Moy : 7.45). Celles des eaux épurées sont comprises entre 7.31 et 10.5 (Moy : 7.78). Les valeurs du pH de ces dernières sont, en général, conformes aux standards ($6.5 < \text{pH} < 8.5$) du JORA (Figure 16).

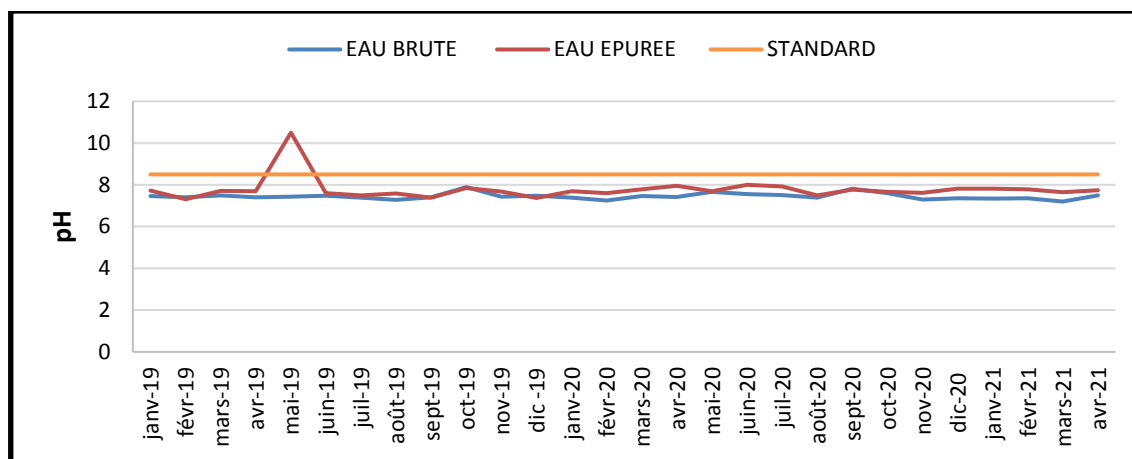


Figure 16 Variations des valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bouzedjar

A l'entrée de la station d'Aïn Tolba, les valeurs du pH des eaux usées varient entre 6.23 et 8.51 (Moy : 7.5). Celles des eaux épurées sont comprises entre 6.23 et 9 (Moy : 7.5). Les valeurs du pH de ces dernières sont, en général, conformes aux standards du JORA (Figure 17).

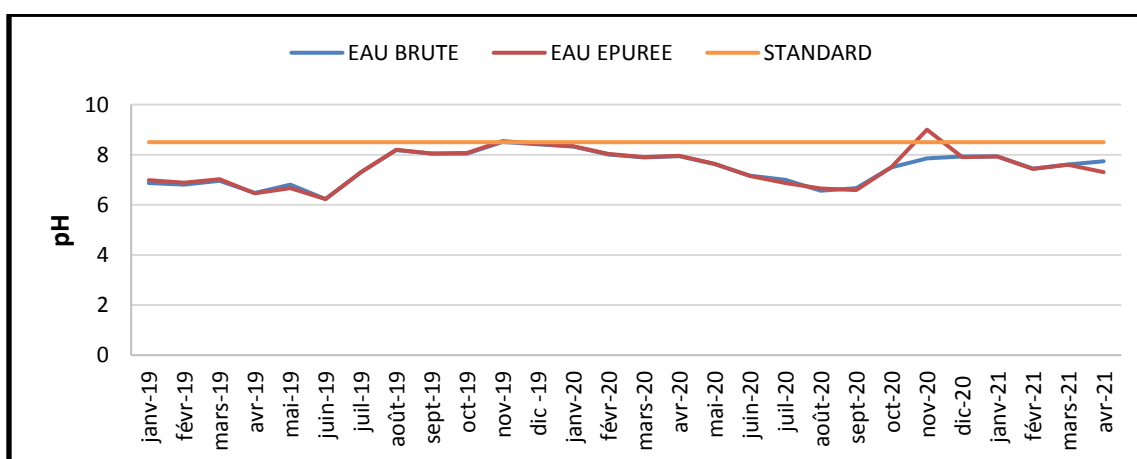


Figure 17 Variations des valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Aïn Tolba

3. Matière en suspension

A la STEP de Bouzedjar, les teneurs en MES des eaux brutes sont comprise entre 76.5 et 618 mg L⁻¹ avec une moyenne de 248.6 mg L⁻¹. Dans les eaux épurées, elles diminuent pour atteindre des valeurs minimale et maximale de 1.95 et 32 mg L⁻¹ et une moyenne de 7.84 mg L⁻¹. Après épuration, ces valeurs deviennent inférieure à la norme du JORA qui est de 35 mg L⁻¹.

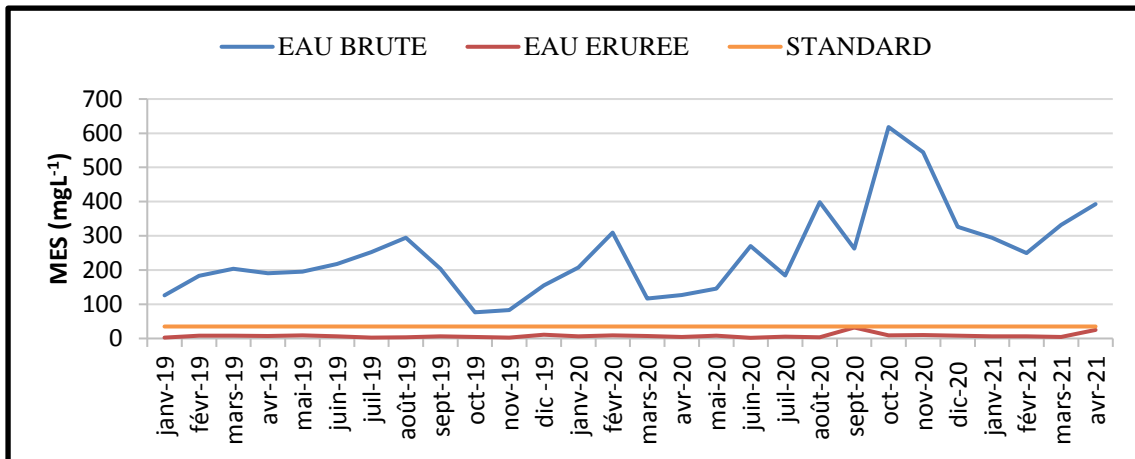


Figure 18 Quantités mensuelles du MES dans les eaux brutes et épurées à la STEP de Bouzedjar

Dans les eaux usées de la STEP d'Aïn Tolba, des valeurs minimale et maximale de MES enregistrées sont respectivement de 282.5 et 476.8 mg L⁻¹. (Moy : 384.1mg L⁻¹).

Après traitement, elles diminuent pour atteindre des concentrations comprises entre 17.3 et 166.8 et une moyenne de (Moy : 60.8 mg L⁻¹) et restent de ce fait non au standard du JORA qui est de 35mg L⁻¹.

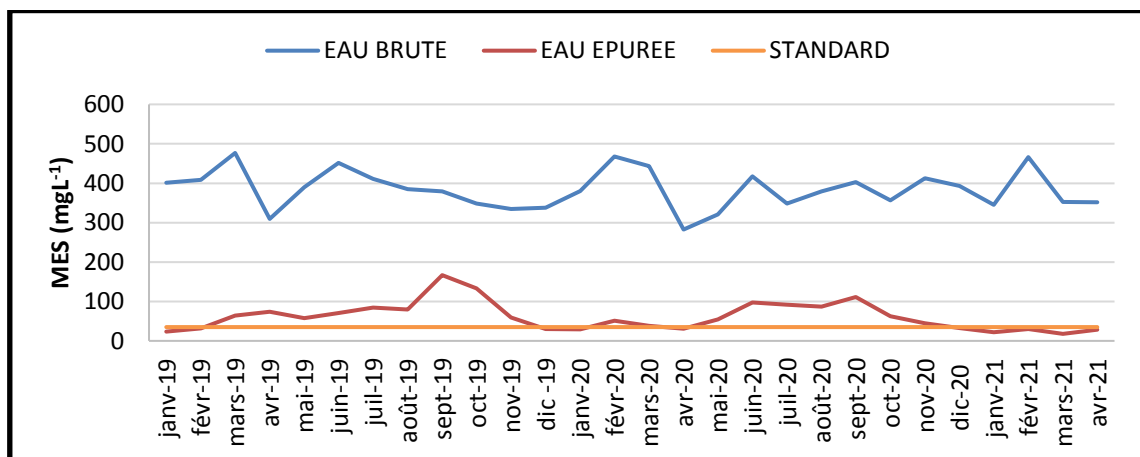


Figure 19 Quantités mensuelles du MES dans les eaux brutes et épurées à la STEP d'Aïn Tolba

4. Oxygène dissous

A la station de Bouzedjar, les valeurs de la teneur en oxygène dissous des eaux usées varient entre 0.2 et 2.08mg L⁻¹ (Moy : 0.9 mg L⁻¹). Ces concentrations sont comprises entre 5.12 et 21.48 mg L⁻¹ (Moy : 7.94 mg L⁻¹) dans les eaux épurées (Figure 20).

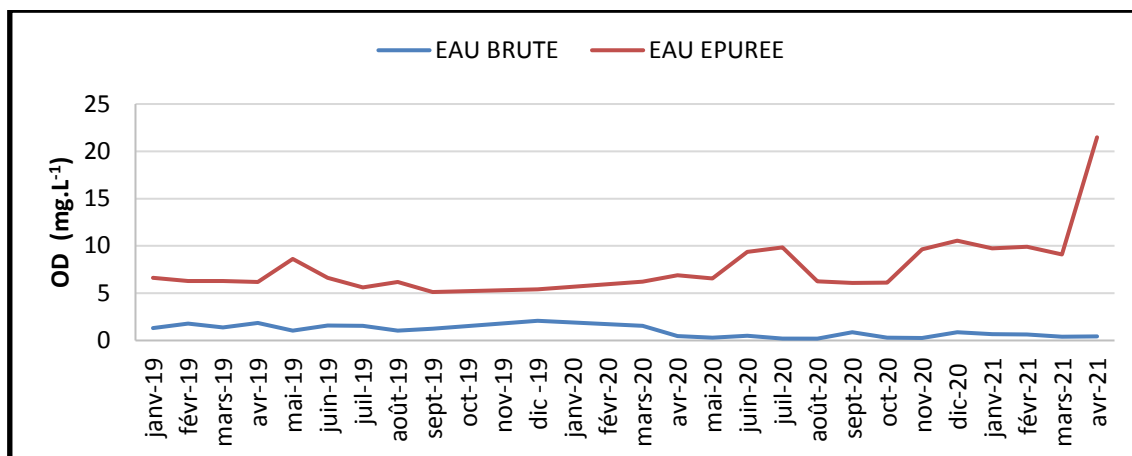


Figure 20 Variations de la teneur en O₂ dissous des eaux brutes et épurées de STEP de Bouzedjar

A la STEP d'Aïn Tolba, les teneurs en oxygène dissous dans les eaux brutes sont supérieures à celles de la station précédente où elles varient entre 0.87 et 3.83 mg L⁻¹ (Moy : 1.92 mg L⁻¹). Concernant les eaux épurées, les concentrations en oxygène dissous augmentent par rapport à celles des eaux brutes pour atteindre des valeurs comprises entre 2.25 et 10.3 mg L⁻¹ (7.43 mg L⁻¹) (Figure 21).

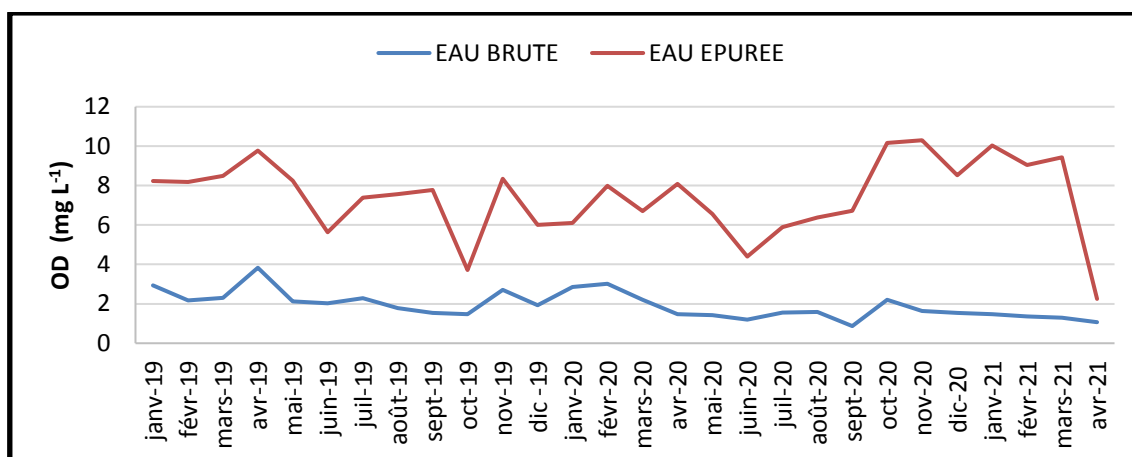


Figure 21 Variations de la teneur en O₂ dissous des eaux brutes et épurées de STEP d'Aïn Tolba

5. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO₅)

Les valeurs de la DBO₅ sont élevées à l'entrée de la STEP de Bouzedjar où elles varient entre 85 et 425 mg L⁻¹ (214.6 mg L⁻¹) indiquant une charge importante en matière organique. Après épuration, ces valeurs subissent une diminution importante pour atteindre des teneurs comprises entre 1 et 17 mg L⁻¹ (Moy : 4.13 mg L⁻¹) conformément à la norme du JORA (35 mg L⁻¹) (Figure 22).

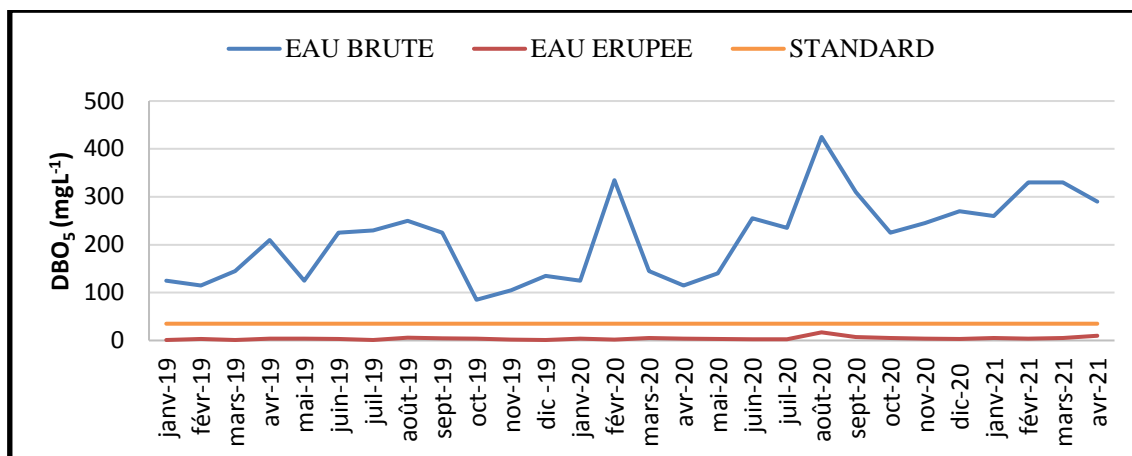


Figure 22 Variations de la DBO5 des eaux brutes et épurées à la STEP de Bouzedjar

A Aïn Tolba, les valeurs de la DBO₅ des eaux usées sont élevées (entre 225 et 682.3 mg L⁻¹ ; Moy : 373.3 mg L⁻¹) comparées à celles de la station de Bouzedjar. Après leur traitement, ces teneurs chutent pour atteindre des valeurs comprises entre 7.3 et 41.8 mg L⁻¹ (Moy : 23.1 mg L⁻¹). Ces dernières, dans quasi-totalité de la période étudiée, restent conformes à la norme du JORA (35 mg L⁻¹) (Figure 23).

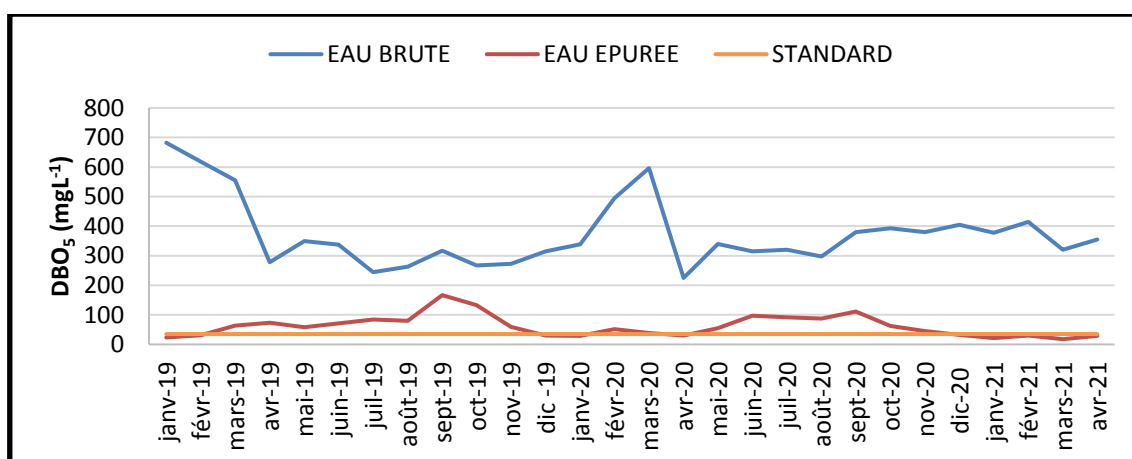


Figure 23 Variation de la DBO5 des eaux brutes et épurées de la STEP Aïn Tolba

6. Demande chimique en oxygène (DCO)

Concernant la demande chimique en oxygène, l'analyse des résultats obtenus indique des valeurs comprises entre 142.5 et 774 mg L⁻¹ (Moy : 413.7 L⁻¹) dans les eaux usées à la STEP de Bouzedjar. Tout comme pour la DBO₅, les valeurs de la DCO diminuent fortement après l'épuration des eaux pour atteindre des valeurs comprises entre 4.5 et 47 mg L⁻¹ (Moy : 20.4 mg L⁻¹). Ces taux sont conformes à la norme du JORA (120 mg L⁻¹), valeur limite du rejet des effluents dans le milieu récepteur (Figure 24).

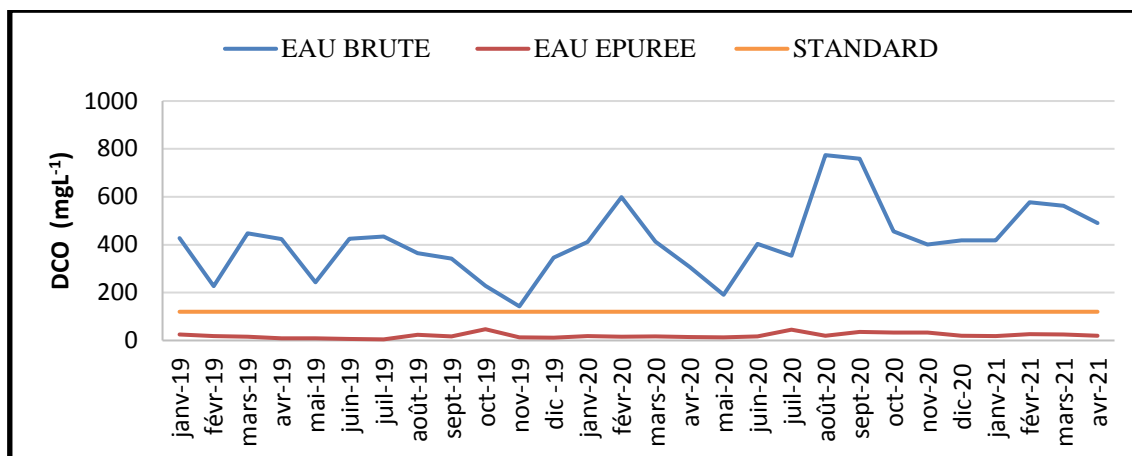


Figure 24 Variations de la DCO à l'entrée et la sortie de la STEP de Bouzedjar

A l'entrée de la station d'Aïn Tolba, les valeurs de la DCO des eaux brutes varient entre 565.3 et 938.5 mg L⁻¹ (Moy : 763.9 mg L⁻¹). Elles sont élevées par rapport à celles de Bouzedjar. Après leur épuration, les valeurs de la DCO diminuent entre un minimum de 62.3 mg L⁻¹ et un maximum de 205.3 mg L⁻¹ (Moy : 108.7 mg L⁻¹). Ces valeurs sont, en général, non conformes à la norme préconisée par le JORA (Figure 25).

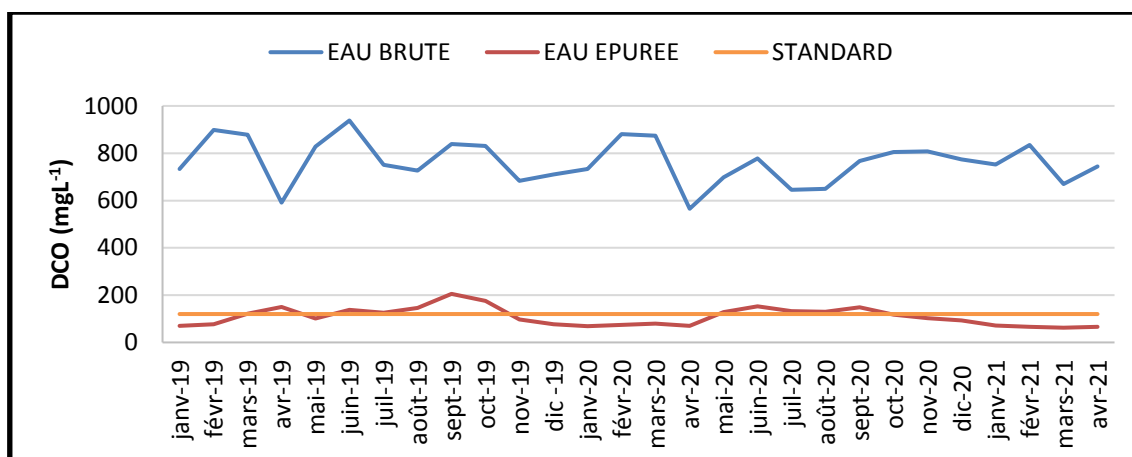


Figure 25 Variations de la DCO à l'entrée et la sortie de la STEP d'Aïn Tolba

7. Ammonium (NH₄⁺)

Durant la période étudiée, les concentrations en ammonium oscillent entre 14.5 et 108.3 mg L⁻¹ (Moy : 37.95 mg L⁻¹) à la STEP de Bouzedjar. À la sortie de la station, elles varient entre 0.19 et 21.34 mg L⁻¹ (Moy : 5.42 mg L⁻¹) et restent inférieures à la valeur limite de rejet (30 mg L⁻¹) indiquée par le JORA (Figure 26).

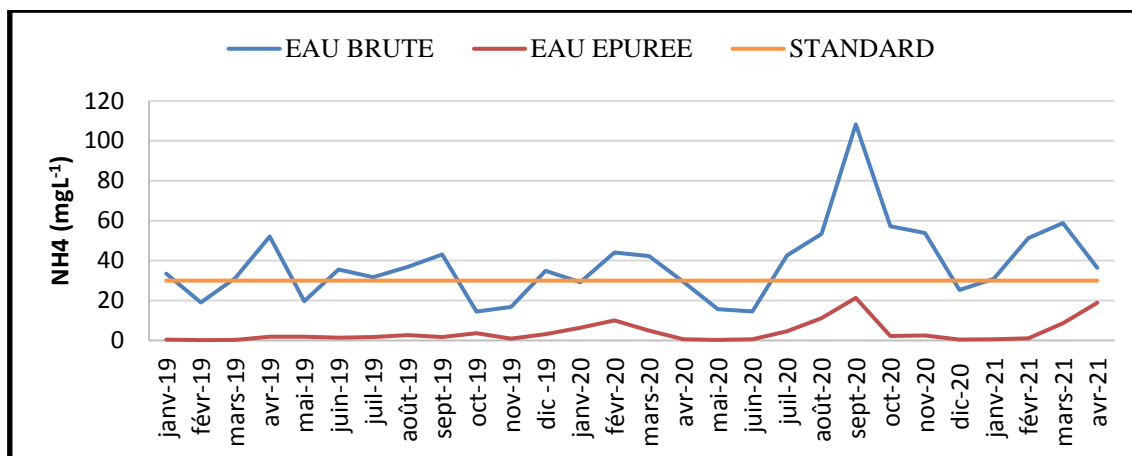


Figure 26 Variations des concentrations en ammonium des eaux brutes et épurées de STEP Bouzedjar

A la STEP Aïn Tolba, les teneurs en NH_4^+ dans les eaux brutes, oscillent entre 41.5 et 193.5 mg L^{-1} (Moy : 62.8 mg L^{-1}). Après l'épuration de ces dernières, elles varient entre 16.6 et 59.3 mg L^{-1} (Moy : 36.8 mg L^{-1}) et sont en générale suscitée à la norme JORA (Figure 27).

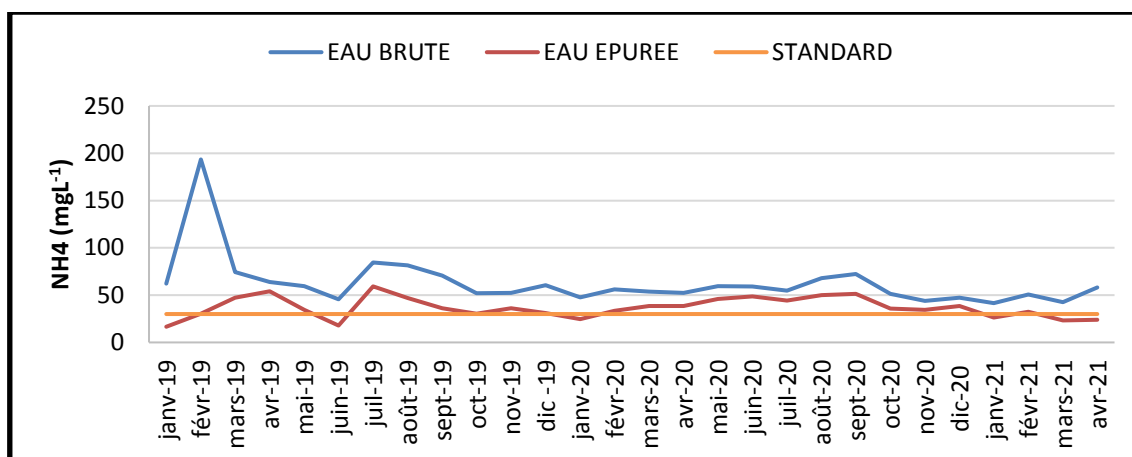


Figure 27 Variations des concentrations en ammonium des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba

8. Nitrites (NO_2^-)

La figure 28 montrant la variation des ions NO_2^- des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bouzedjar. Leurs concentrations varient entre 0.007 et 0.44 mg L^{-1} (Moy : 0.16 mg L^{-1}) à l'entrée de la station et, entre 0.006 et 0.44 mg L^{-1} (Moy : 0.08 mg L^{-1}) à sa sortie. Ces dernières sont inférieures à la norme de 1 mg L^{-1} préconisée par le JORA.

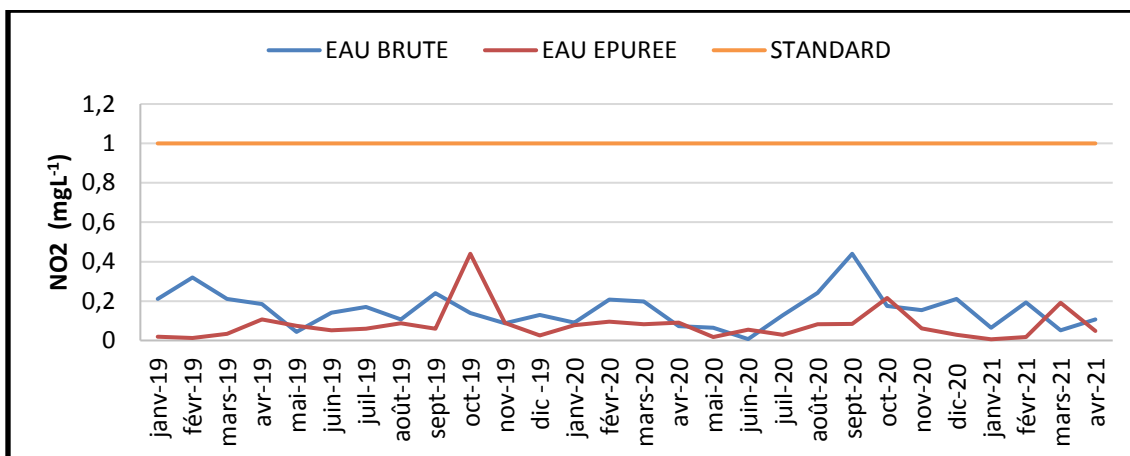


Figure 28 Variations des concentrations en nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bouzedjar

A Aïn Tolba, les teneurs en nitrites des eaux usées brutes sont faibles. Elles varient entre 0.17 et 2.62 mg L⁻¹ (Moy : 0.46 mg L⁻¹). Concernant les eaux traitées, ces concentrations oscillent entre 0.021 et 0.265 mg L⁻¹ (Moy : 0.071 mg L⁻¹) (Figure 29) et sont conformes à la valeur limite de rejet indiquée par le JORA.

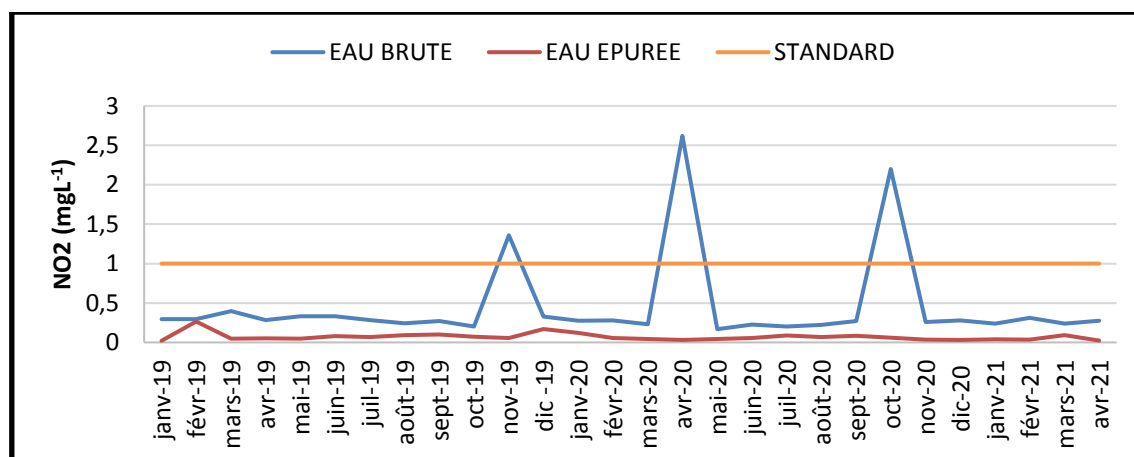


Figure 29 Variations des concentrations en nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Aïn Tolba

9. Nitrates (NO₃⁻)

A l'entrée de la STEP de Bouzedjar, la teneur en nitrates varie entre de 0.01 et 3.3 mg L⁻¹ (Moy : 0.95 mg L⁻¹) et à sa sortie entre 0.02 à 16.1 mg L⁻¹, soit une moyenne de 4.31 mg L⁻¹ (Figure 30). Ces valeurs sont inférieures à la norme préconisée par le JORA qui est de 5 mg L⁻¹.

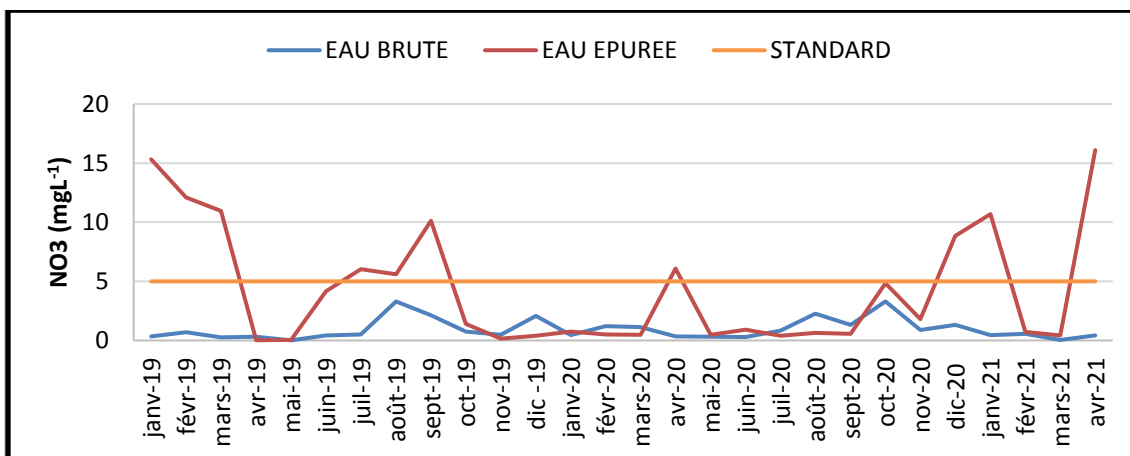


Figure 30 Variations des concentrations en nitrates à l'entrée et la sortie de la STEP de Bouzedjar

La figure 31 montrant les variations mensuelles des concentrations en nitrates à la STEP d'Aïn Tolba, fait remarquer que ces dernières varient entre 0.21 et 7.8 mg L⁻¹ (Moy : 3.8 mg L⁻¹) à sortie de la STEP et entre 0.02 mg L⁻¹ et 0.65 mg L⁻¹ (Moy : 0.29 mg L⁻¹) à sa sortie après épuration. Ces valeurs restent inférieures à la limite fixée par la norme algérienne qui est de 5 mg L⁻¹.

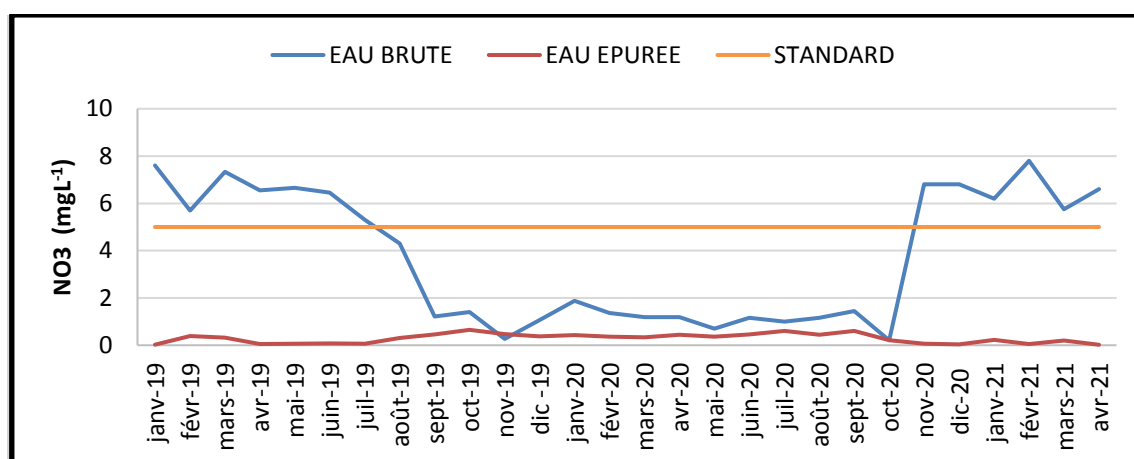


Figure 31 Variations des concentrations en nitrates à l'entrée et la sortie de la STEP d'Aïn Tolba

10. Azote total (NT)

L'azote total englobe l'azote organique et l'azote ammoniacal. À l'entrée de la STEP de Bouzedjar, les teneurs en NT oscillent entre une valeur minimale de 9.07 mg L⁻¹ et une valeur maximale de 167mg L⁻¹ (Moy : 50.45 mg L⁻¹ ; ET : 32.7 mg L⁻¹). Après épuration, ces concentrations diminuent et deviennent comprises entre 0.86 mg L⁻¹ et 27.6 mg L⁻¹ (Moy : 15.3 mg L⁻¹ ; ET : 6.67), valeurs inférieures à la norme (30 mg L⁻¹) indiquée par le JORA (Figure 32).

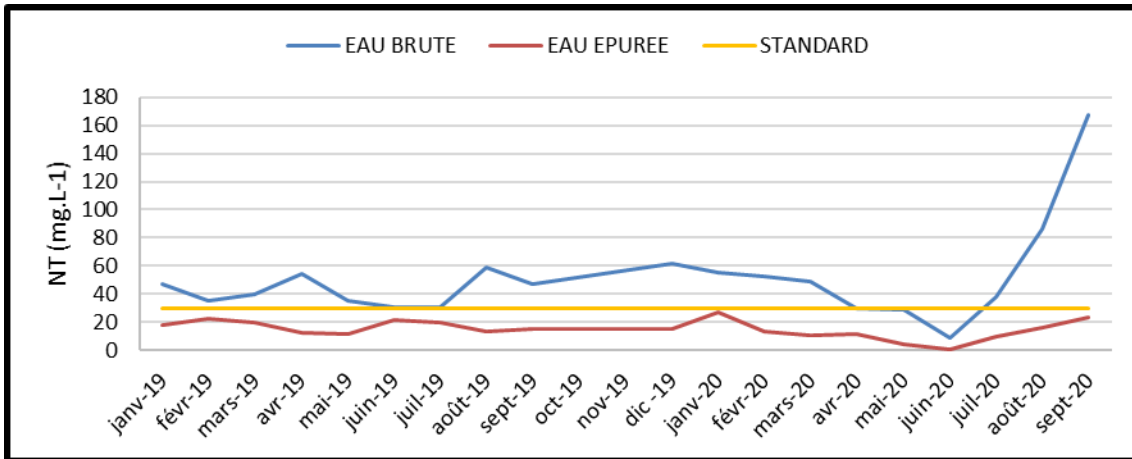


Figure 32 Variations de l'azote Total des eaux brutes et épurées de STEP Bouzedjar

A Ain Tolba, à l'entrée de la STEP, les concentrations en azote total oscillent entre 96.6 et 225.5 mg L⁻¹ (Moy : 138 mg L⁻¹). Après le traitement, ces teneurs décroissent entre 28.2 et 83.8 mg L⁻¹ (Moy : 56.6 mg L⁻¹) (Figure 33) et sont de ce fait supérieures à la norme indiquée par le JORA.

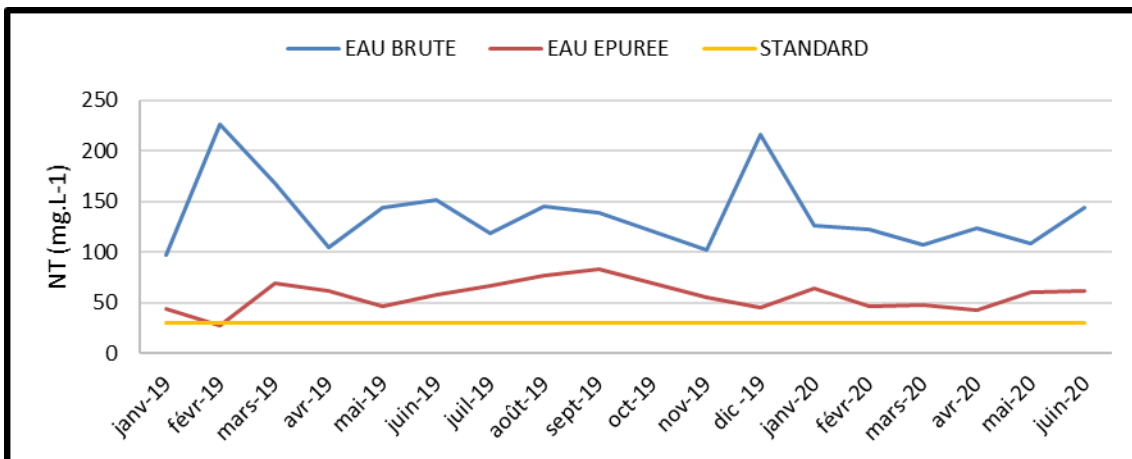


Figure 33 Variations de l'azote Total des eaux brutes et épurées de la STEP d'Ain Tolba

11. Ortho phosphates (PO₄³⁻)

A la STEP de Bouzedjar, Les teneurs enregistrées en ortho-phosphates présentent des variations considérables au cours du cycle de prélèvement. Les valeurs enregistrées varient entre 0.061 et 7.1 mg L⁻¹ avec une moyenne de 3.02 mg L⁻¹ et un écart-type de 2.16 mg L⁻¹. Celles des eaux usées diminuent après épuration pour atteindre des valeurs comprises entre 0.004 et 3.27 mg L⁻¹, avec une moyenne de 1.23 mg L⁻¹ et un écart-type de 0.96 mg L⁻¹ (Figure 34).

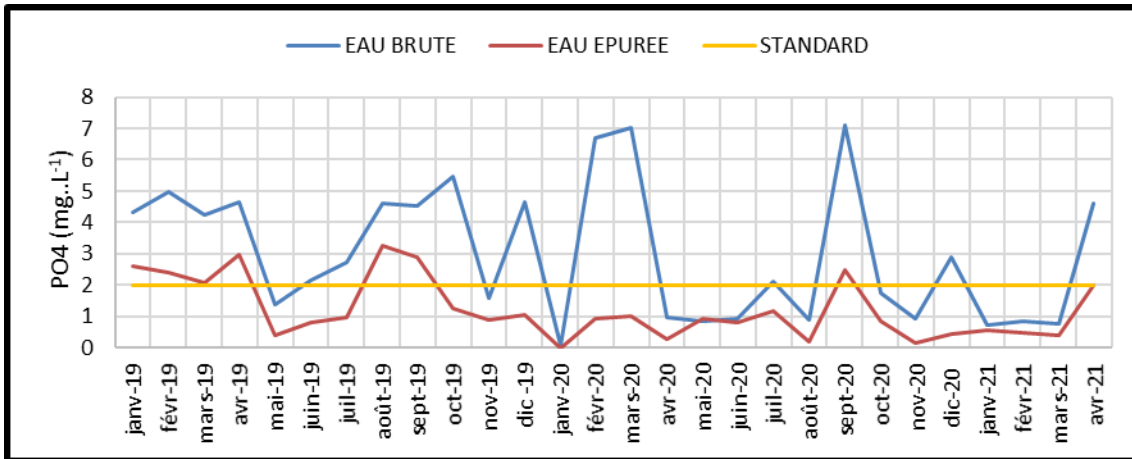


Figure 34 Variations des teneurs en ortho-phosphates des eaux brutes et épurées à la STEP de Bouzedjar

A Aïn Tolba, les teneurs enregistrées en ortho-phosphates ne présentent pas des variations considérables au cours du cycle de prélèvement à l'exception de l'élévation au mois d'octobre 2019. Les valeurs enregistrées varient entre 4.4 et 19 mg L⁻¹ avec une moyenne de 7.41 mg L⁻¹ et un écart-type de 2.8 mg L⁻¹. Les teneurs des eaux usées en ortho-phosphates diminuent après épuration atteignant des valeurs allant de 0.28 et 12.43 mg L⁻¹, avec une moyenne de 4.12 mg L⁻¹ et un écart-type de 2.37 mg L⁻¹ (Figure 35).

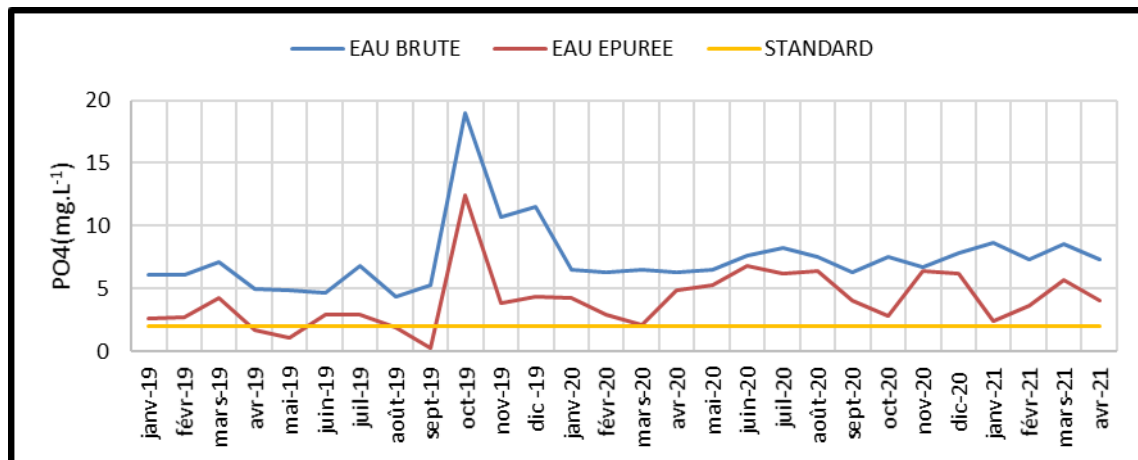


Figure 35 Variations des teneurs en ortho-phosphates des eaux brutes et épurées à la STEP d'Aïn Tolba

12. Phosphore total

Le phosphore total est l'ensemble du phosphore présent dans un échantillon sous forme de phosphates ou de composé organophosphorés.

A Bouzedjar, les résultats des analyses des eaux usées brutes présentent des teneurs en phosphore total comprises entre 1.95 et 12 mg L⁻¹ (Moy : 5.6 mg L⁻¹). Après épuration les valeurs de PT dans les eaux épurées diminuent pour enregistrer des teneurs variant entre 0.45 et 3.91 mg L⁻¹ (Moy : 1.96 mg L⁻¹) (Figure 36). Ces teneurs sont inférieures à la norme préconisée par le JORA qui est de 10 mg L⁻¹.

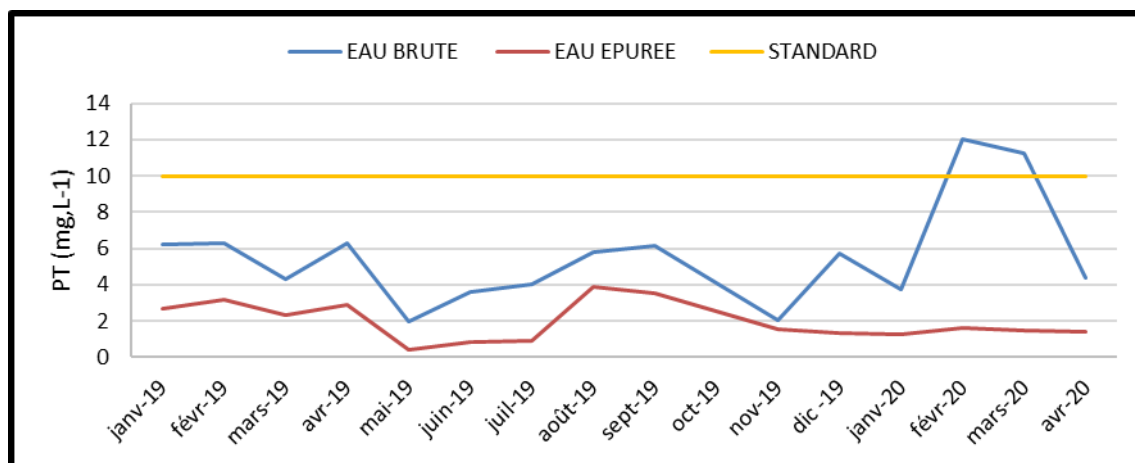


Figure 36 Variations des teneurs en phosphore total des eaux usées et épurées à la STEP de Bouzedjar

A l'entrée de la STEP d'Aïn Tolba, des analyses des eaux usées brutes indiquent présentent des teneurs en phosphore total comprises entre 7.2 et 11.14 mg L⁻¹ avec une moyenne de 8.94 mg L⁻¹. Après épuration, les valeurs des teneurs en PT des eaux épurées diminuent pour enregistrer des teneurs variant entre 2.87 et 5.91 mg L⁻¹, (Moy : 4.08mg L⁻¹). Les concentrations de ces dernières sont inférieures à la norme du JORA (Figure 37).

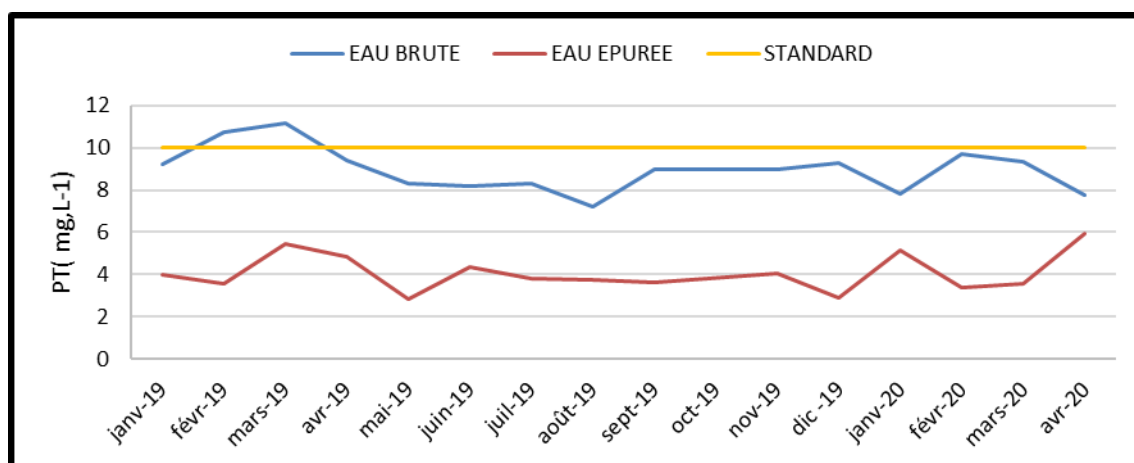


Figure 37 Variations des teneurs en phosphore total des eaux usées brutes et épurées à la STEP d'Aïn Tolba

13. Conductivité électrique

Sa mesure permet de contrôler la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale et renseigne sur le taux de salinité des eaux.

L'analyse des résultats de la conductivité montre que les eaux usées à l'entrée de la STEP de Bouzedjar sont très minéralisées. Leurs valeurs varient entre 2000 et 5630 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Moy : 2880 $\mu\text{S cm}^{-1}$). A la sortie, les eaux épurées montrent des valeurs oscillantes entre 1900 et 4990 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Moy : 2498 $\mu\text{S cm}^{-1}$) (Figure 38).

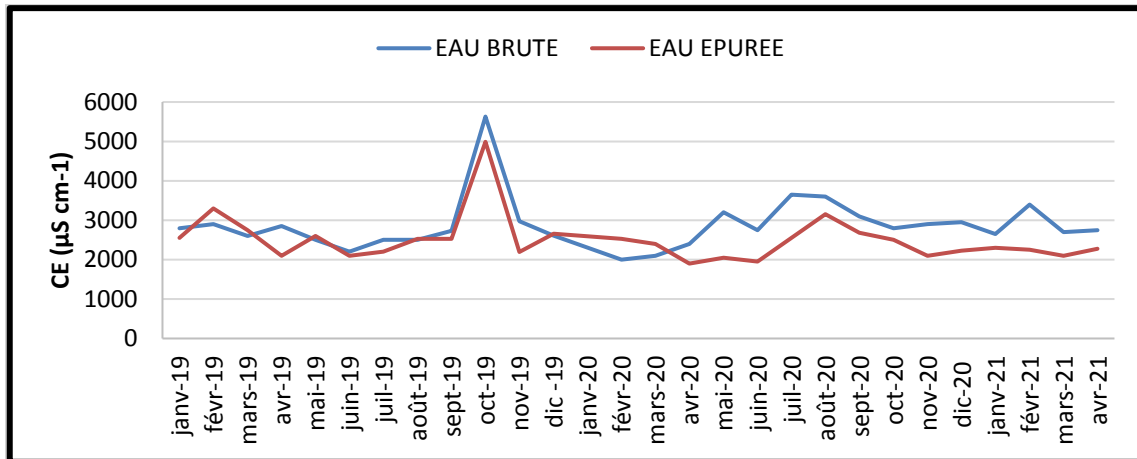


Figure 38 Variations de la conductivité des eaux usées et épurées à la STEP de Bouzedjar

A l'entrée de la STEP d'Aïn Tolba, les valeurs de la conductivité électrique comprises 1801 et 2585 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Moy : 2213 $\mu\text{S cm}^{-1}$) indiquent des eaux fortement minéralisées.

A sa sortie, les valeurs de CE oscillent entre 1650 et 2372 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Moy : 2085 $\mu\text{S cm}^{-1}$) (Figure 39).

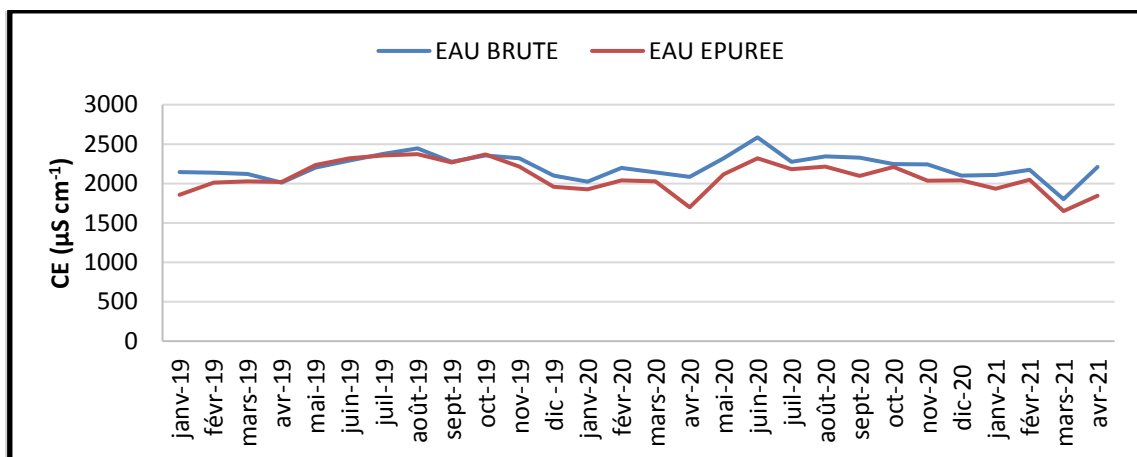


Figure 39 Variations de la conductivité des eaux usées et épurées à la STEP d'Aïn Tolba

IV. POLLUTION ORGANIQUE

Pour comprendre l'évolution globale de la pollution organique de l'eau et de la proportion de matière biodégradable, nous avons calculé l'indice de pollution organique (OPI) développé par [Leclercq and Maquet \(1987\)](#) et le rapport de biodégradabilité de la matière organique COD/BOD₅.

A. Ratio DCO / DBO₅

Le rapport DCO / DBO₅ est important pour définir la chaîne de purification d'un effluent. En effet, des faibles valeurs du rapport DCO / DBO₅ signifient qu'il y a une grande proportion de matériaux biodégradables permettant le traitement biologique. A l'inverse, des valeurs élevées de ce ratio indiquent qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable. Dans ce cas, des traitements physique et chimique sont à privilégier.

Tableau 10 Coefficients de biodégradabilité

	Interprétation
$DCO/DBO_5 < 3$	Effluent facilement biodégradable
$3 < DCO/DBO_5 < 5$	Effluent moyennement biodégradable
$DCO/DBO_5 > 5$	Effluent plus ou moins difficilement biodégradable.

A la station de Bouzedjar, les valeurs du rapport DCO / DBO₅ des eaux épurées sont comprises entre 1.17 et 25 avec une moyenne de (6.91) et un écart-type de (5.39). Ces valeurs, en général supérieures à 5 indiquent que les eaux usées reçues de la station de Bouzedjar renferment de la matière organique moyennement à difficilement biodégradable dans la quasi-totalité de période à l'exception des mois d'avril, mai et juin 2019 et aout 2020 ou cette matière est classé avec les effluent facilement biodégradable (Figure 40).

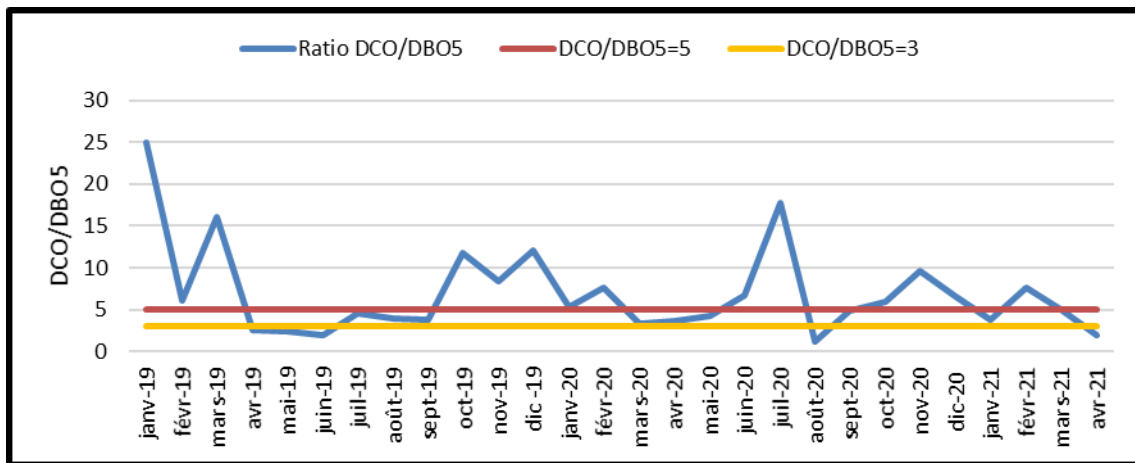


Figure 40 Variation du rapport DCO/DBO₅ de la STEP de Bouzedjar

A la station d'Aïn Tolba, les valeurs du rapport DCO/DBO₅ des eaux épurées sont comprises entre 3.1 et 9.8 (Moy : 5.35) et un écart-type de (1.78) indiquant que ces eaux usées contiennent de la matière organique moyennement à difficilement biodégradable (Figure 41).

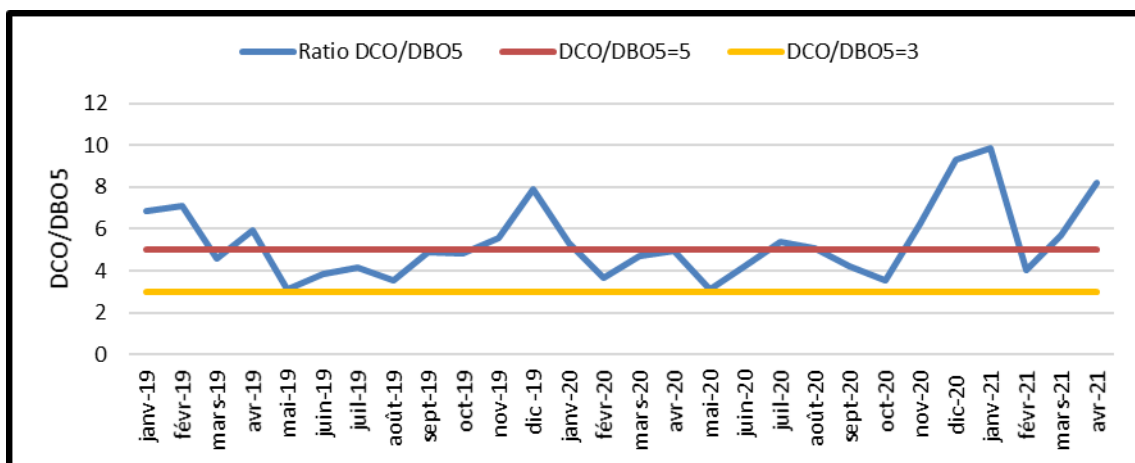


Figure 41 Variation du rapport DCO/DBO₅ de la STEP d'Aïn Tolba

B. Indice de Pollution organique

Le rapport DCO/DBO₅ peut être utilisé comme indicateur de la biodégradabilité des composants organiques des eaux usées. Les paramètres DBO₅ et DCO sont généralement utilisés pour l'évaluation de la pollution par les contaminants organiques dans l'environnement aquatique ainsi que pour la surveillance, la conception et la modélisation des systèmes d'assainissement (Bourgeois et al 2001 ; Lee et al 2016). Leur diminution ou leur augmentation peut avoir un effet considérable sur la vie aquatique (Verma et Singh 2012). Le principe de l'OPI est de diviser les valeurs de polluants en 5 classes (Tableau 11), puis de déterminer le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre et ensuite de faire leur moyenne.

Pour interpréter la biodégradabilité d'un effluent, la règle suivante est généralement utilisée (Rodier et al 2009).

Tableau 11 Classes de paramètres permettant le calcul de l'OPI (Leclercq et Maquet 1987)

Classes	BOD ₅ (mgL ⁻¹)	Ammonium (mgL ⁻¹)	Nitrites (µgL ⁻¹)	Phosphates (µgL ⁻¹)
5	< 2	< 0.1	5	15
4	2 – 5	0.1– 0.9	6 – 10	16 – 75
3	5.1 – 10	0.9– 2.4	11 – 50	76 – 250
2	10.1 – 15	2.5 – 6.0	51 – 150	251 – 900
1	> 15	> 6	> 150	> 900

Les limites des classes OPI sont les suivantes :

- 5.0 - 4.6 : Pas de pollution organique
- 4.5 - 4.0 : Faible pollution organique
- 3.9 - 3.0 : Pollution organique modérée.
- 2.9 - 2.0 : Forte pollution organique
- 1.9 - 1.0 : Très forte pollution organique.

La figure 42 représente la variation temporelle de l'OPI à la station de Bouzedjar. Les valeurs de cet indice varient entre 1.5 et 3.5 avec une moyenne de 2.60 indiquant ainsi une variation de pollution, de très forte pollution organique vers une pollution organique modérée.

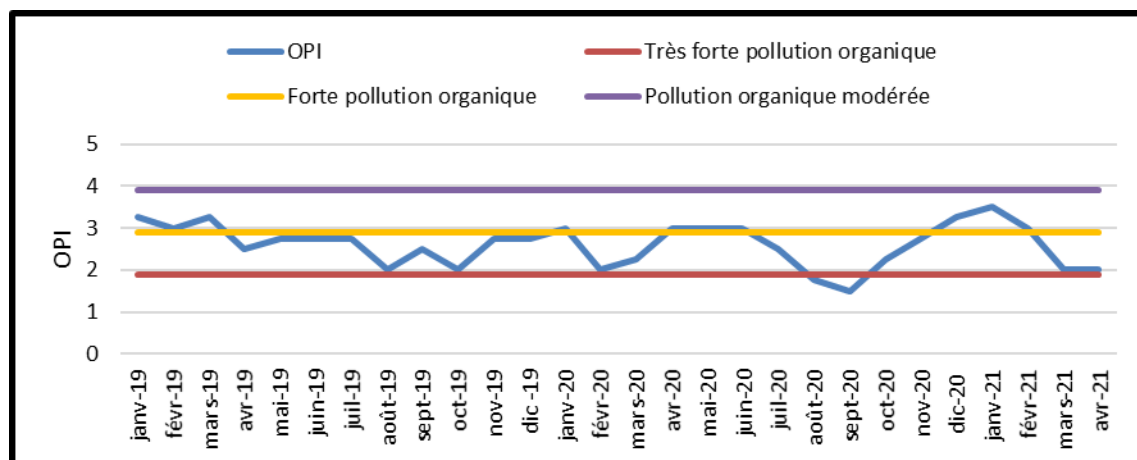


Figure 42 Variation de taux de l'indice de pollution organique à la STEP de Bouzedjar

A la STEP d'Aïn Tolba, les valeurs de l'OPI sont plus faibles que celle de Bouzedjar. Elles sont comprises entre 1.25 et 2 (Moy : 1.46) traduisant une très forte pollution organique Et forte pollution organique au mois de décembre, janvier 2020 et avril 2021(Figure 43).

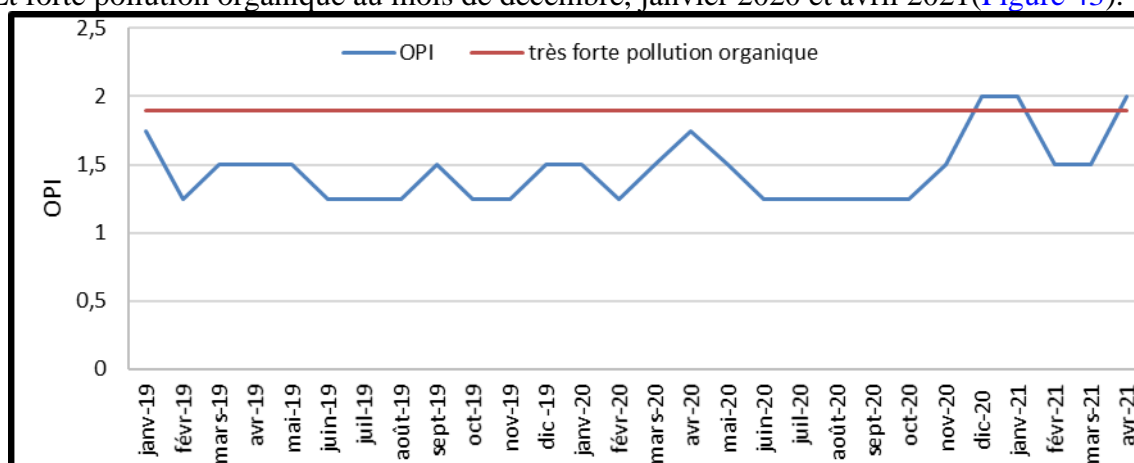


Figure 43 Variation de l'indice de pollution organique à la STEP d'Aïn Tolba

V. QUALITE DES EAUX

Indice qualité des eaux (WQI) de Pesce et Wunderlin (2000)

Dans cette étude, la qualité de l'eau a été indiquée en termes d'indice de qualité de l'eau (WQI) qui a été déterminé en résumant plusieurs paramètres des résultats des analyses de l'eau. Cet indice offre une représentation utile de la qualité globale de l'eau pour ou tout usage prévu, ainsi qu'une indication de la pollution, de la gestion de la qualité de l'eau et de la prise de décision.

Le WQI a été calculé dans ce travail sur la base des 12 paramètres de qualité de l'eau. Il est donné par l'équation suivante :

$$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n C_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Où

n est le nombre total de paramètres sélectionnés inclus dans l'étude,

C_i est la valeur normalisée du paramètre i,

P_i est le poids du paramètre i.

Sur la base de cet indice, la qualité de l'eau a été classée en cinq catégories : excellente (100-90), bonne (90-70), moyenne (70-50), mauvaise (50-25) et très mauvaise (25-0) (Noori et al 2019).

Aux stations de Bouzedjar (Figure 44) les valeurs mensuelles du WQI sont comprises entre 41 et 68 traduisant une qualité des eaux moyenne à mauvaise.

Les valeurs mensuelles du WQI d'Aïn Toba (Figure 45), ces valeurs comprises entre 32 et 55 traduisant une qualité des eaux moyenne à mauvaise aussi.

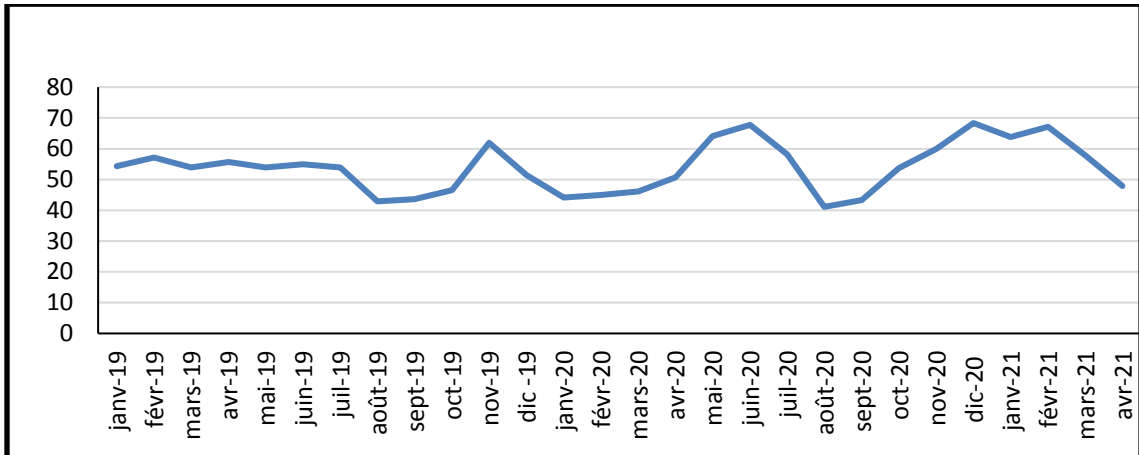


Figure 44 Variation de l'indice de qualité des eaux épurées à la STEP de Bouzedjar

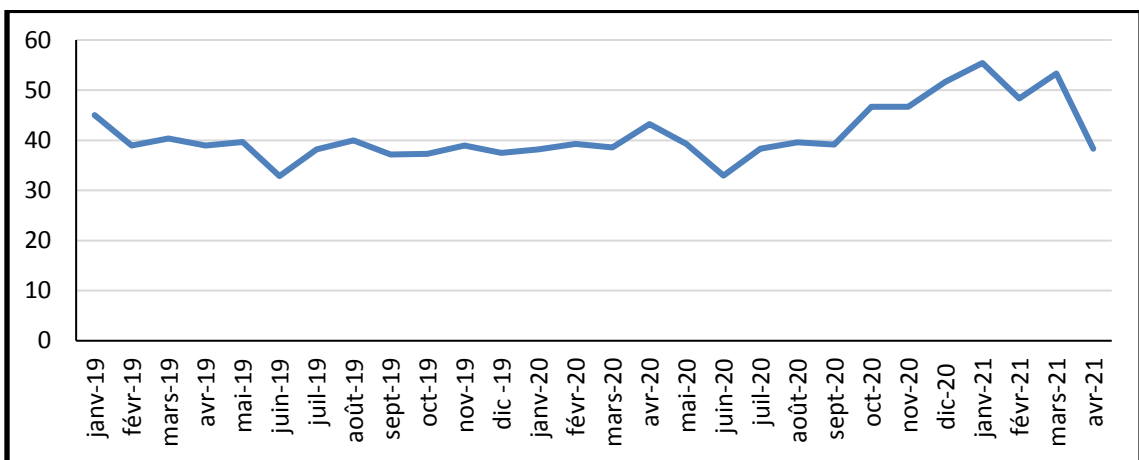


Figure 45 Variation de l'indice de qualité des eaux épurées à la STEP d'Aïn Tolba

B- Qualité des eaux d'irrigation

pH

Les eaux épurées des deux STEP s'étudiées présentent, en générale, des valeurs de pH conformes aux normes de l'OMS et de la FAO.

Conductivité électrique

La comparaison des valeurs de la conductivité des eaux épurées avec la norme de qualité des eaux destinées à l'irrigation montre que, celles-ci sont conformes à la norme de la FAO et présentent une restriction légère à modérée pour les eaux d'irrigation.

DBO₅

Les teneurs en DBO₅ sont inférieures à la limite inférieure de l'intervalle des valeurs préconisées par l'OMS (110-400 mg O₂/L) pour leur réutilisation des eaux usées à des fins d'irrigation.

MES

De même, les valeurs du MES sont situées inférieures à la norme indiquée par l'OMS pour la réutilisation des eaux usées dans l'irrigation des cultures.

Phosphore total

Les teneurs en phosphore total se situent, au-dessous des limites inférieures des normes de la FAO et l'OMS et peuvent donc être utilisées à des fins d'irrigation.

VI. CONCLUSION

L'interprétation des valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux épurées montre que ces derniers sont conformes aux normes de rejets mentionnées dans le JORA à l'exception des teneurs en azote total et en ammonium, de la DBO₅ et de la DCO dans la STEP d'Aïn Tolba et la concentration en nitrates à la STEP de Bouzedjar qui ont dépassé les standards. Les valeurs du rapport DCO/DBO₅ montrent que les eaux épurées des deux STEPs renferment de la matière organique plus ou moins difficilement biodégradable et celles de l'indice de pollution organique indiquent une pollution organique importante.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'objectif principal de cette étude était de caractériser les eaux usées et épurées des STEPS de Bouzedjar et d'Aïn Tolba (Wilaya d'Aïn Témouchent), étudier la conformité des eaux épurées aux standards du JORA quant à leur déversement dans le milieu naturel et leur convenance ou non à des fins d'irrigation. Ces eaux sont épurées par le procédé à boues activées dans la STEP de Bouzedjar et à oxydation alternée dans celle d'Aïn Tolba avant d'être déversées dans le milieu naturel

Des analyses physico-chimiques des eaux usées et épurées réalisées durant la période allant de janvier 2019 à avril 2021 ont concerné la conductivité électrique, la température des eaux, le pH, la matière en suspension, l'oxygène dissous, les demandes chimique (DCO) et biochimique (DBO_5) en oxygène, l'azote total, les nitrites, les nitrates, l'ammonium, le phosphore total et les ortho-phosphates.

Les valeurs de températures, de la conductivité et celles du pH des eaux brutes et épurées des deux STEPS ne montrent pas de différences notables et sont, en général, conformes aux normes de rejet et de réutilisation des eaux usées utilisées à des fins d'irrigation.

Les analyses ont aussi révélé d'importantes valeurs en demandes biochimique (DBO_5) et chimique (DCO) en oxygène au niveau des deux STEPS avec un taux plus élevé au niveau de la STEP d'Aïn Tolba dans les eaux brutes. Après épuration, les valeurs de la DBO_5 diminuent pour être comprises entre 7.3 et 41.8 mgL^{-1} à Aïn Tolba et 1 et 17 mgL^{-1} à Bouzedjar et celles de la DCO entre 62.3 et 205.3 mgL^{-1} à Aïn Tolba et entre 4.5 et 47 mgL^{-1} à Bouzedjar. Les valeurs de deux paramètres suscités restent conformes aux normes de rejet préconisées par le JORA et à celles de la réutilisation des eaux usées indiquées par la FAO.

Nous notons cependant, une augmentation de la concentration en oxygène dissous des eaux après épuration atteignant 10.3 et 21.48 $mg L^{-1}$ respectivement à Aïn Tolba et à Bouzedjar. Les concentrations en phosphore total présent dans les eaux épurées varient entre 2.87 et 5.91 $mg L^{-1}$ durant la période d'étude à la STEP d'Aïn Tolba et entre 0.45 et 3.91 $mg L^{-1}$ à celle de Bouzedjar. Ces valeurs sont conformes aux standards limites des rejets d'effluents liquides préconisés par le JORA et aux normes de la FAO et de l'OMS requises pour la réutilisation des eaux usées.

Ces analyses ont aussi révélé, une pollution azotée importante au niveau de la STEP d'Aïn Tolba. En effet, les concentrations en azote total élevées dans les eaux brutes (96.6-225.5 mgL^{-1}) diminuent après épuration pour atteindre des valeurs comprises entre 28.2 et 83.8 mgL^{-1} , supérieures à la norme indiquée par le JORA. Des teneurs moins importantes ont été mesurées au niveau de la STEP de Bouzedjar avec des valeurs variant entre 9.07 et 167 mgL^{-1} dans les eaux brutes et entre 0.86 et 27.6 mgL^{-1} dans les eaux épurées. Ces concentrations sont, en effet conformes, aux normes de rejet des eaux usées et à celles de leur réutilisation dans l'irrigation des cultures.

Les valeurs du rapport de biodégradabilité (DCO/DBO_5) montrent que les eaux épurées des deux STEPS comportent de la matière organique plus ou moins difficilement biodégradable avec des moyennes de 6.91 et 5.35 respectivement à Bouzedjar et à Aïn Tolba.

L'indice de pollution organique de deux STEP indique une pollution forte à très des eaux épurées dans les STEPs de Bouzedjar est d'Aïn.

Enfin, le calcul de l'indice de qualité (WQI) des eaux épurées indique des valeurs comprises entre 32 et 68 et de ce fait, une qualité des eaux moyenne à mauvaise aux niveaux des deux STEPs.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

Adler E (2005). Eléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement, Centre d'affaires des monts d'or, France, 87p.

Bakiri Z (2007). Traitement des eaux usées par des procédés biologiques classique expérimentation et modélisation. Mémoire de magister. Université de Setif, 120p.

Bourgeois W, Burgess JE, Stuetz RM (2001) On-line monitoring of wastewater quality: a review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 76(4): 337–348

Chekroun A (2013). Épuration des eaux usées par procédés extensifs pour de petite agglomération dans un contexte de développement durable : Étude et conception d'une station d'épuration des eaux usées domestiques par lits de roseaux pour de petites agglomérations : Cas de Fraouna (Commune de Terny). Mémoire de Master. Université de Tlemcen, 116p.

Crini G et Badot PM (2007). Traitement et épuration de l'eau industrielle polluée. Ed. Presses universitaires de Franche-Comté.

Djeddi H (2007). Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire de Magister, Univ. Constantine, 157p.

FAO (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'utilisation, Proche-Orient, 68 p.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) 26 (2006). Valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. *Décret exécutif*, n° 06-141.

Lee J, Lee S, Yu S, Rhew D (2016) Relationships between water quality parameters in rivers and lakes: BOD₅, COD, NBOPs, and TOC. *Environ Monit Assess* 188: 252

Metahri MS (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou., 172p.

Moulin So, Roehn-Rechels D, Stankovic M (2013) Atelier de l'eau qualité vs quantité : traitement des eaux usées. CERES-ERTI, Paris.

Noori R, Berndtsson R, Hosseinzadeh M, et al (2019). A critical review on the application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index. *Environ. Pollut.* 244: 575–587

OMS (2012) - Utilisation des eaux usées en agriculture. In : L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. *PNUE*, 225p.

Pesce SF, Wunderlin D (2000). Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba city (Argentina) on Suquía river. *Water Res.* 34: 2915–2926

Perera P et Baudot B (1991). Procédés Extensifs D'épuration Des Eaux Usées. Guide n° 91/271, France, 44p.

Rejsek F (2002). Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. EdCRDP, Aquitaine. France

Rodier J, Legube B, Merlett N, Brunet R (2009). L'analyse de l'eau. Ed, Dunod, Paris

Rodier J, Bazin C, Boutin J, Chambon P, Champsaur H, Rodi L (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^e Ed., Dunod, Paris.

Tarmoul F (2007). Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel "cas de la lagune de Béni-Messous". Mém. Magister, Univ. Dély Ibrahim, Algérie, 53 p.

UVED : <http://uved-ensil.unilim.fr/co/QuantiteEauUsees.html>

Verma AK, Singh TN (2012) Prediction of water quality from simple field parameters. Environ Earth Sci 69 (3) : 821–829

Vilagines R (2010). Eau, environnement et santé publique Introduction à l'hydrologie. 3^e Ed., Tec & Doc, Paris.

Zeghoud M (2014). L'étude de système de l'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. Mémoire de Master. Université d'El Oued, 90p.

Sites web :

(<https://www.google.com/search?lagunage+naturel>)

(<Http://hmf.enseiht.fr/>).

<http://www.hqe.guidenr.fr/cible-5-hqe/boues-actives-aeration-prolongee.php>

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 Nature de la pollution des eaux.....	9
Figure 2 Schéma représentatif du procédé coagulation-floculation	11
Figure 3 Schéma représentatif du procédé par disque biologique.....	12
Figure 4: Schéma représentatif du procédé par Boues Activées	12
Figure 5 Schéma représentatif du procédé par lagunage	13
Figure 6 Schéma représentatif du procédé par lits bactériens.....	13
Figure 7 Exemple des eaux usées de Saskatoon au Canada - Schéma d'une station utilisant les traitements primaires ("plusieurs écrans"), secondaires ("bassin principal") et tertiaires (DNF au niveau du "bioréacteur")	14
Figure 8 Localisation de la station d'Aïn Tolba	21
Figure 9 Localisation de la station de Bouzedjar.....	26
Figure 10 Etapes de traitement de la station d'épuration de Bouzedjar	27
Figure 11 Préleveur automatique.....	30
Figure 12 Variations des volumes des eaux brutes et épurées de STEP de Bouzedjar	33
Figure 13 Variations des volumes des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba	33
Figure 14 Variations des températures des eaux brutes et épurées de STEP Bouzedjar	35
Figure 15 Variations des températures des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba	35
Figure 16 Variations des valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bouzedjar	36
Figure 17 Variations des valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Aïn Tolba	36
Figure 18 Quantités mensuelles du MES dans les eaux brutes et épurées à la STEP de Bouzedjar	37
Figure 19 Quantités mensuelles du MES dans les eaux brutes et épurées à la STEP d'Aïn Tolba	37
Figure 20 Variations de la teneur en O ₂ dissous des eaux brutes et épurées de STEP de Bouzedjar	38
Figure 21 Variations de la teneur en O ₂ dissous des eaux brutes et épurées de STEP d'Aïn Tolba	38
Figure 22 Variations de la DBO ₅ des eaux brutes et épurées à la STEP de Bouzedjar.....	39
Figure 23 Variation de la DBO ₅ des eaux brutes et épurées de la STEP Aïn Tolba.	39
Figure 24 Variations de la DCO à l'entrée et la sortie de la STEP de Bouzedjar...	40
Figure 25 Variations de la DCO à l'entrée et la sortie de la STEP d'Aïn Tolba....	40
Figure 26 Variations des concentrations en ammonium des eaux brutes et épurées de STEP Bouzedjar	41
Figure 27 Variations des concentrations en ammonium des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba.....	41
Figure 28 Variations des concentrations en nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP de Bouzedjar	42

Figure 29 Variations des concentrations en nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP d'Aïn Tolba	42
Figure 30 Variations des concentrations en nitrates à l'entrée et la sortie de la STEP de Bouzedjar.....	43
Figure 31 Variations des concentrations en nitrates à l'entrée et la sortie de la STEP d'Aïn Tolba	43
Figure 32 Variations de l'azote Total des eaux brutes et épurées de STEP Bouzedjar	44
Figure 33 Variations de l'azote Total des eaux brutes et épurées de la STEP d'Aïn Tolba	44
Figure 34 Variations des teneurs en ortho-phosphates des eaux brutes et épurées à la STEP de Bouzedjar	45
Figure 35 Variations des teneurs en ortho-phosphates des eaux brutes et épurées à la STEP d'Aïn Tolba	45
Figure 36 Variations des teneurs en phosphore total des eaux usées et épurées à la STEP de Bouzedjar	46
Figure 37 Variations des teneurs en phosphore total des eaux usées brutes et épurées à la STEP Aïn Tolba	46
Figure 38 Variations de la conductivité des eaux usées et épurées à la STEP de Bouzedjar	47
Figure 39 Variations de la conductivité des eaux usées et épurées à la STEP d'Aïn Tolba	47
Figure 40 Variation du rapport DCO/DBO ₅ de la STEP de Bouzedjar	48
Figure 41 Variation du rapport DCO/DBO ₅ de la STEP d'Aïn Tolba.....	48
Figure 42 Variation de taux de l'indice de pollution organique à la STEP de Bouzedjar	49
Figure 43 Variation de l'indice de pollution organique à la STEP d'Aïn Tolba ...	50
Figure 44 Variation de l'indice de qualité des eaux épurées à la STEP de Bouzedjar	51
Figure 45 Variation de l'indice de qualité des eaux épurées à la STEP d'Aïn Tolba	51

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 Composition générale des eaux usées.....	10
Tableau 2 Principaux constituant azotés.....	16
Tableau 3 Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.....	18
Tableau 4 Normes de l’OMS pour la réutilisation des eaux usées	19
Tableau 5 Normes de l’OMS pour la réutilisation des eaux usées	19
Tableau 6 Charges hydraulique et polluante à la station d’Aïn Tolba	22
Tableau 7 Charges hydraulique et polluante à la station de Bouzedjar.....	26
Tableau 8 Volumes d’eau traitée	32
Tableau 9 Paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées aux stations d’Aïn Tolba et Bouzedjar	34
Tableau 10 : Coefficient de biodégradabilité	48
Tableau 11 Classes de paramètres permettant le calcul de l’OPI	49

ANNEXE I
Photos des éléments de STEP d'Aïn Tolba



I1: bassin d'entrée



I2 : Un dégrilleur



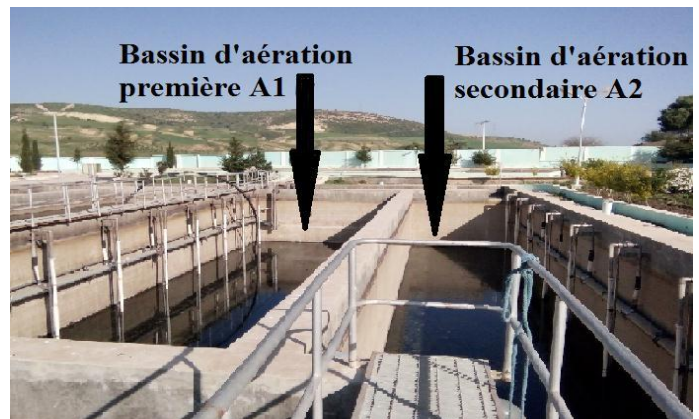
I3: Un désableur- déshuileur



I4: Un bassin sélecteur



I5 ; Un bassin de désinfection



I6: 2 bassins d'aération primaire et secondaire



I7: Bassin de clarification (clarificateur)



I8 : Bassins de digestions.



I9 : Lits de séchage

ANNEXE II

Matériel du Laboratoire de la STEP d'Aïn Tolba



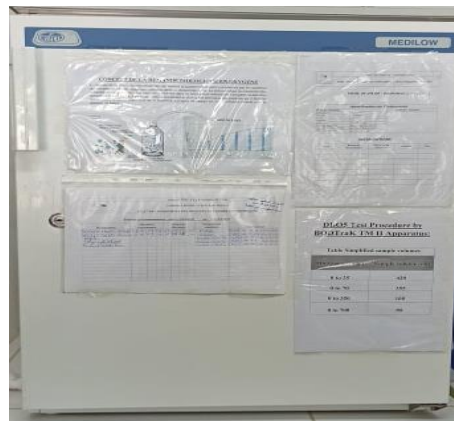
II1: Etuve J.P. SELECTA



II2: Balance AND GF-200



II3 : Dessiccateur



II4 : Incubateur (DBO-mètre)



II5: Spectrophotomètre DR 3900 HACK



II6: Colorimètre DR 900



II7: Distillateur



II8: UltrametermyronL



II9: Oxymètre portatif



II10: Thermostat DRB200

ANNEXE III
Photos des éléments de la STEP de Bouzedjar



III1 : Poste de relevage



III2 : Dégrillage



III3 : Dessableur – déshuileur



III4 : Bassin biologique



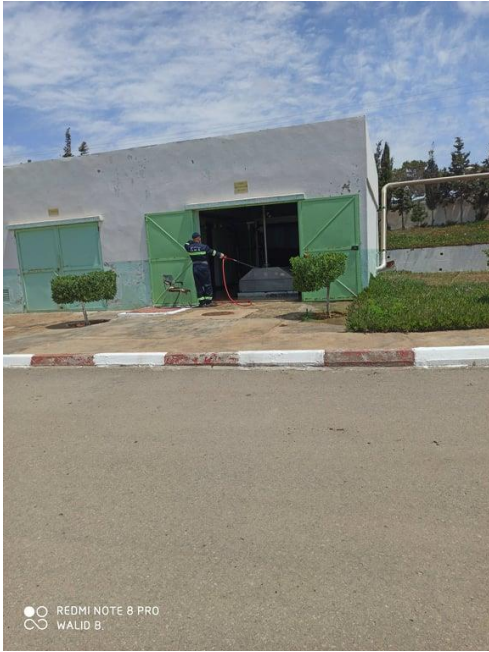
III5 : Bassin d'aération



III6 : Clarification



III7 : Lits de séchage



III8 : Déshydratation mécanique



III9 : Sillon de boue



III10 : Bassin de désinfection

ANNEXE IV
Matériel du Laboratoire de la STEP de Bouzedjar



IV1 : DBO-Mètre OXITOP 06 flacons
20 oc pour DB05



IV2 : Armoire thermostique +



IV3 : Etuve Memmert UNB 400



IV4: Réacteur DRB 200 -HACH



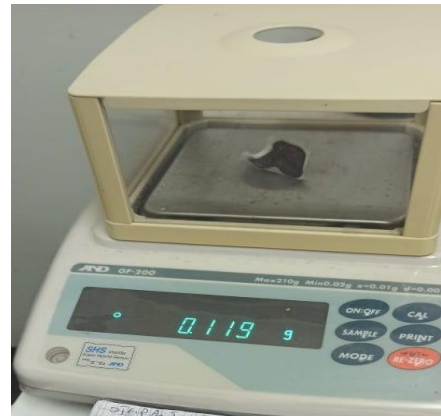
IV 5 : Dessiccateur en verre



IV6: Cône de décantation gradué



IV7 : Four à moufle



IV8 : Balance de précision



IV9 : Spectrophotomètre DR3900 HACH.



IV10 : PH-mètre de laboratoire

MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Professionnel

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géo-Ressources

Titre du mémoire :

Caractérisation et réutilisation des eaux usées des stations de Bouzedjar et d'Aïn Tolba (Wilaya d'Aïn Témouchent)

Auteur : Walid BOUFELDJA et Lakhdar MOKEDDEM

Résumé

L'objectif de notre travail était de caractériser les eaux usées et les eaux épurées des stations d'épuration de Bouzedjar et Aïn Tolba (Wilaya d'Aïn Témouchent) et de déterminer leur qualité à des fins d'irrigation. Pour l'épuration des eaux usées, les STEPs de Bouzedjar et d'Aïn Tolba utilisent respectivement les procédés de boue activée à faible charge et de l'oxydation alternée.

Les analyses ont porté sur la température, le pH, La conductivité électrique, la matière en suspension, l'oxygène dissous, les demandes chimique (DCO) et biochimique (DBO₅) en oxygène, les nitrites, les nitrates,

l'ammonium, le phosphore total et les ortho-phosphates.

La comparaison des paramètres analysés des eaux épurées avec les normes du journal officiel de la république algérienne (JORA) montrent que ces eaux ne présentent, en général, aucun danger quant à leur déversement dans le milieu naturel.

Les valeurs du rapport DCO/DBO₅ indiquent que la matière organique est moyennement à difficilement biodégradable.

Par ailleurs, les paramètres analysés sont, en général, conformes aux normes de réutilisation des eaux usées de la FAO et de l'OMS à des fins d'irrigation.

Mots-clés: STEPs, Bouzedjar, Aïn Tolba, Normes, Caractérisation, Biodégradabilité, Qualité, Réutilisation