

UNIVERSITE Saad DAHLAB - BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement

MEMOIRE DE MASTER

Filière: **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème:

Etude du fonctionnement de la STEP de Ben Chabane Daira de Boufarik Wilaya de Blida.

Présenté par :

**SABER Abdellah
et
AMROUCH Abdelhak**

Devant le jury composé de :

M. KARA O.	Maître de conférences, U. de Blida1	Président
M. REMINI.B	Maître de conférences, -----	Examineur
M. BENSAFIA D.	Maître de conférences, U. de Blida 1	Promoteur

Promotion 2019/2020

REMERCIEMENTS

Tous d'abord, nous tenons à remercier Dieu Tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour réaliser de travail.

Mes plus grands remerciements sont naturellement pour a ma famille, mes parents qui m'ont permis de poursuivre mes études.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements mon promoteur Mr BENSALIA Djillali de m'avoir orienté et pour ces conseils judicieux, ses riches enseignements et sa constante disponibilité dans le but de mener à bien ce projet de fin d'études.

Nous remercions également Madame bouzouidja notre chef de département de science de l'eau et de l'environnement.

J'exprime mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement.

Enfin, nous remercions vivement nos collègues et tous les professeurs du département de sciences de l'eau et de l'environnement de la Fac de Blida 1, qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire après de nombreuses discussions.

Je tiens enfin à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

Mes très chers parents qui me sont les plus chers au monde, dont l'amour et les sacrifices n'ont pas cessé de combler ma vie.

Toute la famille AMROUCH ET SABER.

A Mes frères et mes sœurs.

A tous mes amis, surtout Mon binôme.

A toute la promotion de SEE (2019/2020), ainsi que tout les étudiants de SEE.

A Monsieur BENSAFIA mon promoteur.

A MADAME BOUZUIDJA : chef département.

Tous nos amis de département des SEE, surtout : MOHAMED – FARES –AMIRA .

A ceux qui nous connaissent de près ou de loin sans cité leurs noms Je dédie ce modeste travail

Sommaire :

Introduction générale	1
Chapitre I : Caractérisation des eaux usées	
I.1 introduction.....	5
I-2 Définition de la pollution	5
I-3 Définition de la pollution des eaux	5
I-4 Normes de qualité des eaux usées	5
I-5 Définition d'une eau usée	5
I-6 Origines des eaux usées	5
I-6-1 Eaux usées domestiques	5
I-6-2 Eaux usées industrielles	6
I-6-3 Eaux pluviales	6
I-6-4 Eaux agricoles	6
I-7 Nature de la pollution	6
I-7-1 Pollution minérale	6
I-7-2 Pollution organique	7
I-7-3 Pollution microbiologique	7
I-8 Différents types de pollution	7
I-8-1 Pollution physique	7
I-8-1-1 Pollution mécanique	7
I-8-1-2 Pollution thermique	7
I-8-1-3 Pollution radioactive	7
I-8-2 Pollution microbienne	7
I-9 Critères globaux de pollution	10
I-10 Principaux paramètres de pollution	11
I-10-1 Paramètres physiques	11
I-10-1-1 Température	11
I-10-1-2 Couleur	11
I-10-1-3 Odeur	11
I-10-1-4 Turbidité	11
I-10-1-5 Matières en suspension (MES)	11
I-10-1-6 Matières volatiles en suspension (MVS)	11
I-10-1-7 Matières minérales	11
I-10-1-8 Matières décantable	11
I-10-2 Paramètres chimiques	12
I-10-2-1 Potentiel Hydrogène PH	12
I-10-2-2 Conductivité	12
I-10-2-3 Demande biochimique en oxygène (DBO)	12
I-10-2-4 Demande chimique en oxygène (DCO)	12
I-10-5 Oxygène dissous	13
I-10-6 Carbone organique total (COT)	13
I-10-7 Eléments nutritifs ou substances eutrophisantes	13
I-10-7-1 Azote	13
I-10-7-2 Phosphore	13
I-10-7-2-1 Ortho phosphates (H_2PO_4 , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-})	13
I-10-7-2-2 Poly phosphates ou phosphates condensés	13
I-10-7-2-3 Phosphore organique.....	13
I-10-8 Microorganismes.....	13
I-10-9 Biodégradabilité des eaux usées.....	13
I-10-3 -Paramètres biologiques	14
I-11 Paramètres influençant sur la qualité des rejets.....	14

I-11-1 Type des réseaux	14
I-11-2 Taille de l'agglomération	14
I-12 Normes des eaux de rejet	14
I-13 Réutilisation des eaux usées épurées	15
I-14 Caractéristiques des eaux épurées biologiquement	15
I-15 Réutilisation des eaux épurées	16
I-16 Impact des eaux usées sur l'environnement	16
I-17 Conclusion	16

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

II.1-Introduction	18
II.2-Prétraitement.....	18
II.2.1-Dégrillage	18
II.2.2-Dessablage	18
II.2.3-Dégraissage-déshuilage	19
II.3-Traitement primaire	19
II.3.1-Procèdes de décantation physique	19
II.3.2-Procédés de décantation chimique	20
II.3.3-Procédés physico-chimiques de l'épuration	20
II.3.4-Procédés biologiques naturels	20
II.3.5- Procèdes biologiques artificiels.....	20
II.3.5.1-Lits bactériens	21
II.3.5.2-Bio-disques	21
II.3.5.3- Boues Activées	22
II.3.5.4-Réacteur à membrane	23
II.3.5.5-Bio-filtres	23
II.3.6-Elimination d'azote et du phosphore	24
II.3.6.1-Elimination de la pollution azotée	24
II.3.6.1.1-Ammonification	24
II.3.6.1.2-Nitrification – Dénitrification.....	25
II.3.6.2-Elimination de la pollution carbonée.....	25
II.3.6.3-Élimination de la pollution phosphorée	25
II.3.7-Traitement des boues	25
II.4- Traitements complémentaires	26
II.4.1-Désinfection	26
II.4.1.1-Désinfection au chlore	26
II.4.1.2-Désinfection au brome	26
II.4.1.3-Désinfection par l'ozone	26
II.4.1.4-Désinfection par rayonnement UV	26
II.4.1.5-Désinfection par lagunage	26
II.4.1.6-Désinfection par membranes	26
II.4.2-Traitement des odeurs	26
II.4.2.1-Origines et compositions des odeurs	26
II.4.2.2-Elimination des odeurs	27
II.5-Conclusion.....	27

Chapitre III : présentation générale de la zone d'étude

III.1 Introduction	30
III.2 Localisation géographique	30
III.4 Climatologie de la région	30
III.4 Présentation des constructeurs de la STEP	31
III.5 Présentation de l'office national de l'assainissement (ONA)	31

III.6 Sources d'effluents arrivés à la STEP	32
III.7 Les activités industriels dans la région.....	32
III.8 Conclusion	32

Chapitre IV :Etude du fonctionnement et exploitation de la station d'épuration

IV.1 Introduction	34
IV.2 Rappel sur la station d'épuration	35
IV.3 Organisation de l'exploitation.....	36
IV.3.1 Moyens humains.....	36
IV.3.2 Expertise technique et formation	37
IV.4 HSE	38
IV.4.1 Condition de travail.....	38
IV.4.2 Entretien et aménagement extérieur.....	38
IV.5 Données Procès.....	40
IV.5.1 Ouvrages en fonctionnement.....	40
IV.5.2 Conditions de fonctionnement des ouvrages.....	40
IV.5.3 Conditions des charges hydrauliques et polluantes des effluents (cahier des garanties)...	41
IV.6 Qualité des Eaux et performances épuratoires.....	42
IV.6.1 Caractéristique des Eaux Brutes.....	42
IV.6.2 Débit des eaux brutes.....	43
IV.6.3 Concentration en pollution des eaux brutes.....	43
IV.6.4 Charges polluantes des eaux brutes.....	44
IV.6.5 Rapport de biodégradabilité.....	44
IV.6.6 Micropolluants dans les eaux brutes.....	45
IV.6.7 Qualité des eaux épurées.....	48
IV.7 Les sous-produits de l'épuration	51
IV.7.1 Refus de dégrillage et de déssablage.....	51
IV.7.2 Traitement des Boues.....	51
IV.7.2.1 Âge des boues	51
IV.7.2.2 Epaissement des boues	53
IV.7.2.3 Stabilisation des boues.....	53
IV.7.2.4 Déshydratation des boues	54
IV.8 Consommations Énergie et Réactifs.....	55
IV.8.1 Energie Electrique.....	55
IV.8.2 Réactifs et gasoil.....	56
IV.9 Evènements COVID-19.....	56
IV.10 Contraintes.....	56
IV.10 Conclusion	57
Conclusion générale.....	58
Références bibliographique.....	60
Annexes.....	62

ملخص :

في هذه المذكرة قمنا بدراسة عمل محطة معالجة المياه المستعملة لمدينة بوفاريك ولاية البليدة, و تحديد خصائص مياهها قبل و بعد المعالجة, مع دراسة كل وحدة معالجة على حدة و مقارنتها بالمعايير المطلوبة لمثل هذه المحطة التي تعمل بالحمئة المنشطة بحمولة متوسطة.

قد لاحظنا بان هذه المحطة تعاني من بعض المشاكل منها وجود عنصر الكروم و السولفات بكمية مرتفعة بالنسبة للمعايير المعمول بها , كما أنها لا تحتوي بعد على وحدة معالجة ثالثة للتطهير من البكتيريا , مما يشكل خطرا على الوسط المستقبل.

كلمات مفتاحية: محطة معالجة المياه المستعملة ,حمئة منشطة

Résumé :

Dans ce mémoire, nous avons étudié le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Boufarik dans la wilaya de Blida, caractérisé ses eaux, avant et après l'épuration, avec l'étude de chaque unité de traitement séparément, nous avons ensuite comparé les résultats obtenues aux normes requises pour un Traitement par boues activées à moyen charge.

Nous avons observé plusieurs anomalies dans le fonctionnement de cette station, parmi ces problème :la présence du chrome ,les tensioactifs et les sulfates avec des quantité élevé par rapport au normes utilisés, aussi cette station ne dispose pas encore d'un traitement tertiaire ce qui constitue une menace pour le milieu récepteur.

Mots clés : Station d'épuration des eaux usées, boue activée ,eaux usées, caractérisation, dimensionnement, DBO5, DCO,MES

Abstract:

In this memory, we studied the operation of the treatment plant wastewater from the Boufarik city W.Blida, and characterizing their waters, before and after treatment with the study of each processing unit separately and compare with the standards required for treatment by activated sludge medium load.

We find that there are several problems due to the failure of this station, among these problems : the presence pf chromimum,suractants and sulphates with high amounts compared to the standards used ,also this station does not yet have a tertiary treatment wich constitutes a threat for the recieving environment.

Key words : Ttreatment plant wastewater ; activated sludge ; chromimum

Liste des abréviations

STEP : Station de traitement et épuration des eaux usées.

ONA : L'office national de l'assainissement.

MES : Matières en suspension.

MVS : Matières volatile en suspension.

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant cinq jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

ONM : L'office nationale de la météo.

EPIC : Etablissement public à caractère industriel et commercial.

Liste des tableaux

- Tableau I.1** : proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes (ROQUES, 1979).
- Tableau I-2** : Germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées (LADJEL, 2004).
- Tableau I-3** : Description des principaux types de pollution des eaux résiduelles entrant dans les stations d'épurations (CHARLOTTE, 2011).
- Tableau I-4** : Quantité de pollution exprimée en DBO_5 et en MES en fonction du type de réseau de l'agglomération (S. HOULI ; 2007).
- Tableau I-5** : normes de rejets internationales. (S. HOULI ; 2007).
- Tableau I-6**: Les normes algériennes de rejet des eaux usées. (S. HOULI ; 2007).
- Tableau II.1** : Type de polluant Concentrations limites en sortie d'épuration (mg/m³).
- Tableau III.1** : données climatologique de la région du BOUFARIK (d'après l'ONM).
- Tableau IV.1** : caractéristiques qualitatives et quantitatives des eaux usées.
- Tableau IV.2** : valeurs de la qualité minimale des E.U exigé dans le cahier des charges.
- Tableau IV.3** : tableau de suivi des formations exprimé en jours/mois.
- Tableau IV.4** : principales actions de maintenance corrective effectuées durant le mois de Mai.
- Tableau IV.5** : les ouvrages en fonctionnement au niveau de la STEP de Boufarik.
- Tableau IV.6**: charges hydrauliques et polluantes des eaux brutes reçues pendant le mois d'Avril.
- Tableau IV.7** : Valeurs du chrome VI et des tensioactifs.
- Tableau IV.8** : consommation électrique /kg DBO_5 éliminé.

Liste des figures

- Figure I .1 :** Exemple de courbe de DBO pour un effluent urbain (J.RODIER ; 2009).
- Figure II.1 :** Dégrilleur automatique.
- Figure II.2 :** Dessaleur-déshuileur.
- Figure II.3 :** Décantation physique (Google image).
- Figure II.4 :** lit bactérien (Google image).
- Figure II.5 :** Disques biologiques (Google image).
- Figure II.6 :** STEP par boue activé (STEP de Boufarik).
- Figure II.7 :** Filtres biologiques (Google image).
- Figure III.1 :** Localisation géographique de la STEP de Boufarik (Google maps).
- Figure IV.1 :** Ratios clé d'optimisation.
- Figure IV.2 :** nettoyage des espaces de la STEP.
- Figure IV.3 :** plantation et entretien des espaces verts.
- Figure IV.4 :** nettoyage du poste de relevage et dessaleur/déshuileur.
- Figure IV.5 :** variation des débits journaliers reçus sur STEP Boufarik.
- Figure IV.6 :** Variations des concentrations des MES, DBO5 et DCO dans l'eau brute STEP Boufarik.
- Figure IV.7 :** Variation des charges en MES, DBO5 et DCO dans l'eau brute STEP Boufarik.
- Figure IV.8 :** suivi de la biodégradabilité des eaux brutes, rapport DCO/DBO₅.
- Figure IV.9 :** Concentration Chrome VI entrée STEP Boufarik.
- Figure IV.10 :** Concentrations des Tensio-actifs entrée STEP Boufarik.
- Figure IV.11 :** Variation des MES/MVS au niveau du bassin d'aération.
- Figure IV.12 :** Suivi des charges volumiques et massique Cv Cm.
- Figure IV.13 :** Variation des concentration de la DCO des eaux épurées STEP Boufarik.
- Figure IV.14 :** Variation des concentrations des DBO₅ des eux épurées STEP Boufarik.
- Figure IV.15 :** Variation des concentrations des MES des eaux épurées STEP Boufarik.
- Figure IV.16 :** Clarificateur N°3.
- Figure IV.17 :** Abattement de la pollution carbonée et particulaire.
- Figure IV.18 :** Refus de dégrillage et de dessablage.
- Figure IV.19 :** Epaissement des boues.
- Figure IV.20 :** Variation de la siccité des boues déshydratées.
- Figure IV.21 :** Déshydratation et production des boues.
- Figure IV.22 :** Suivi de la consommation énergétique de la STEP de Boufarik.
- Figure IV.23 :** consommation en gasoil et polymère STEP.

Introduction générale

Les rejets des eaux usées urbaines et industrielles constituent la source de pollution de 1^{er} ordre, Pour cela des pouvoirs publics ont pris conscience et ont lancé un programme de construction de STEP au niveau national, de plus de trois décennies.

Les stations d'épuration urbaines ont pour rôle d'éliminer la pollution contenue dans les effluents domestiques, avant leur rejet dans le milieu naturel. Si l'eau, en fin de traitement, est effectivement épurée, la pollution initiale se retrouve en partie stockée et concentrée dans les boues issues des diverses étapes de traitement de l'eau. Ces boues étant alors considérées comme un déchet valorisable, qu'il faut éliminer tout en respectant certaines contraintes réglementaires. **CHAMPIAT, D. (1994.)**

Pour la protection de l'environnement, de la ressource hydrique et des barrages, l'Algérie a mis en service 172 stations d'épuration d'eau, Les stations d'épuration des eaux usées en Algérie se prolifèrent, afin d'assurer la protection de l'environnement et des ressources en eau, il est bon dans notre pays, mais le très important, c'est le perfectionnement, l'amélioration du fonctionnement et la gestion d'exploitation de ces stations, à partir de la recherche scientifique et la coopération entre les gestionnaires de ces stations et les chercheurs scientifiques, afin d'atteindre un résultat optimal. Et le développement de ce domaine, qui est nouveau dans notre pays, et qui nous dépensons beaucoup d'argent pour lui, sans avantage économique.

Dans un futur proche, cette problématique risque de s'accroître, étant donné les projets de construction de nouvelles stations d'épuration qui vont permettre d'augmenter la capacité « épuratoire » de l'Algérie et par conséquent accroître la production de boues. Étant donné les contraintes locales et réglementaires, la mise en place de filières pérennes pour la valorisation et l'élimination des boues est difficile et coûteuse pour les collectivités. D'un point de vue réglementaire, deux destinations finales sont actuellement envisageables : la valorisation agricole (épandage, compostage) et l'incinération. Il sera donc indispensable d'élaborer une véritable filière des boues en même temps que l'élaboration et la conception de la future station d'épuration. **(DEGREMONT. (1989).**

Une des technologies efficace et moins coûteuse permettant le traitement de la fraction organique de ces déchets est la digestion anaérobie (biométhanisation), qui consiste en une dégradation biologique, en absence d'oxygène, de la matière organique en un mélange de méthane (CH₄) et de dioxyde de carbone (CO₂) appelé biogaz. Grâce à la digestion anaérobie, les déchets deviennent une source de richesses. Cette technologie devient essentielle dans le processus de réduction des volumes de déchets et la production de biogaz, qui est une source d'énergie renouvelable pouvant être utilisée dans la production d'électricité et de chaleur. **(Office International de l'Eau).**

Durant le processus de digestion anaérobie, seule une partie de la matière organique est complètement dégradée, le reste est un excellent agent de fertilisation des terres agricoles et qui peut être utilisé en tant que tel. **(ADEME, 2001)**.

Dans ce mémoire nous allons étudier le fonctionnement et l'exploitation de la STEP de Boufarik (Wilaya de Blida) par rapport aux normes utilisées dans le domaine de l'épuration des eaux usées.

Notre travail est ainsi structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré a la caractérisation des eaux usées
- Le deuxieme chapitre presente les différents types des eaux résiduaire.
- Quant au troixième chapitre, il décrit la zone d'étude
- Tandis que le quatrième chapitre, il constitue une partie pratique qui décrit le fonctionnement et la gestion de la STEP étudiée.

Enfin nous terminons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Caractéristiques des eaux usées

Dans ce présent chapitre, nous allons présenter les différentes caractéristiques des eaux usées notamment des eaux usées domestique, industrielles et agricoles.

I-1 Introduction :

L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elles ne causent pas de pollution. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. L'eau de pluie, ainsi que les différents polluants qui s'écoulent dans les égouts, aboutissant dans les établissements de traitements des eaux usées. Les eaux usées aussi provenir de sources agricoles et industrielles.

I-2 Définition de la pollution :

La pollution de l'eau s'étend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologique, produites directement ou indirectement par les activités humaine, les rendes impropres à l'utilisation normale établis. (D.GAUDJOUS, 1995).

I-3 Définition de la pollution des eaux :

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substance toxique qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluie et leurs charges polluantes, elle engendre au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (GAUDJOUS, 1995).

I-4 Normes de qualité des eaux usées :

Les normes de qualité portent généralement soit sur les caractéristiques de l'eau réceptrice, soit sur celles de l'effluent déchargé. Les normes de qualité des eaux réceptrices sont établies en fonction de critères de dilution tenant compte du seuil toxique du polluant, ou en fonction d'exigences particulières établies pour le milieu récepteur. Quand les normes portent sur l'effluent, elles sont établies sur la base de la concentration en polluant qui peut être déversé ou en fonction du degré de traitement requis. (C.CARDOT ; 1999).

I-5 Définition d'une eau usée :

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent, est une eau qui a subi une détérioration après usage .La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (ANONYME 1, 2004).

I-6 Origines des eaux usées :

Les eaux usées urbaines, appelés aussi eaux résiduaires urbaines (ERU), qui arrivent à la station d'épuration sont un mélange de plusieurs types d'eaux, provenant de quatre sources principales :

- les eaux usées domestiques ;
- les eaux usées industrielles ;
- les eaux pluviales ;
- les eaux agricoles ;

I-6-1 Les eaux usées domestiques :

Elle constitue généralement l'essentiel de la pollution et se compose :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides), et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bains chargées en produits utilisées pour l'hygiène corporelle généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées , en composés azotés, phosphorés et en microorganismes. (REDJESK, 2002).

Activité domestique	Volume rejeté (%)
Cuisine :	3%
Évier	13%
Lave-vaisselle	
Lave-linge	13%
Salle de bains	44%
Chasse d'eau	26%

Tableau I.1 : proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes (ROQUES, 1979).

I-6-2 les eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles peuvent contenir des substances organiques ou minérales corrosives. Les substances sont souvent odorantes, et colorées, et parfois toxiques et peuvent déstabiliser l'équilibre écologique des milieux récepteurs. Les eaux évacuées par les industries sont : les eaux de fabrication, les eaux de lavage des machines et les eaux de refroidissement.

La composition des eaux usées dépend de nature de l'industrie : matières organiques et graisses (industries agro- alimentaires), acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques). Hydrocarbures (raffineries), métaux (traitement de surface, métallurgique). (C.CARDOT ; 1999).

I-6-3 les eaux pluviales :

Ce sont les eaux pluviales ou de ruissellement urbain (lavage des chaussées, des marchés et des rues). Les eaux de service public contiennent des matières solides, graisses et huiles des lavages et des chaussees et même des fertilisant agricoles et pesticides. Ces derniers sont la cause des principales restrictions imposées à la réutilisation des eaux usées.

I-6-4 les eaux agricoles :

Provenant des fermes ou des cultures, elles se caractérisent par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) provenant :

- Des engrais,
- Des purins et lisiers (élevage),
- Pesticides, herbicides... (D.GAUDJOURS).

I-7 Nature de la pollution :

I-7-1 Pollution minérale :

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques, de traitement de minerais (exemple : plomb, cuivre, fer, zinc, mercure).

I-7-2 Pollution organique :

La pollution organique des eaux urbaines se compose principalement de protéides, de glucides et de lipides d'origine domestique ou industrielle (agroalimentaire). Il est à noter l'existence d'autres substances organiques utilisées ou fabriquées industriellement, c'est le cas des phénols, des aldéhydes et des composés azotés.

I-7-3 Pollution microbiologique :

Le rejet urbain en général présente des conditions très favorables à la prolifération d'une variété de microorganismes : virus, bactéries, protozoaires, vers et microchampignons.

I-8 Les différents types de pollution :

I-8-1 La pollution physique :

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle. On peut la répartir en trois classes: mécanique, thermique et radioactive. (RAMADE.F, 2005)

I-8-1-1 Pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES. (RAMADE.F, 2005)

I-8-1-2 Pollution thermique :

L'augmentation de la température de l'eau constitue une forme de pollution physique du milieu naturel susceptible de provoquer de véritables bouleversements biocénétiques. L'utilisation des eaux continentales et littorales pour le refroidissement des centrales électriques conventionnelles ou nucléaires se traduit par un rejet de chaleur dans l'environnement pouvant affecter la santé des écosystèmes aquatiques récepteur. Cette pollution thermique des eaux, improprement appelée (caléfaction) par certains biologistes anglophones, est un phénomène de nature physique dont l'expansion et encore récente dans son ampleur. En effet, il a pris un développement important au moment où se sont développés les programmes électronucléaires dans divers pays industrialisés, bien qu'il n'ait aucun lien particulier avec le recours à ce type d'énergie, les centrales thermique classiques induisant aussi une pollution thermique des eaux. (RAMADE.F, 2005).

I-8-1-3 Pollution radioactive :

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium et traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements (MEKHALIF, 2009).

I-8-2 La pollution microbienne :

C'est une pollution d'origine humaine et animale, elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y a dans l'eau des micro-organismes pathogènes (E- coli, streptocoque

fécaux...) qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses (LADJEL, 2004).

Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux usées sont donnés dans le tableau suivant :

Germes	Organismes	Maladies
Les bactéries pathogènes Entérobactéries Vibrions	Salmonelles Shigelles Colibacilles Leptospires Mycobactéries Vibrio coma	Typhoïdes Dysenterie Tuberculose Choléra
Les virus	Entérovirus Réovirus Adénovirus Rota virus	Poliomyélite, méningite Affection respiratoires Diarrhées
Les parasites Les champignons	Tænia, ascaris	Lésion viscérales Eczémas, mal adies peau

Tableau I-2 : Germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées (LADJEL, 2004).

Nature de la pollution		Origine	Effet sur l'environnement
Pollution organique non toxique en elle-même		Eaux usées domestiques et industrielles	Leur dégradation par voie bactérienne consomme de l'oxygène dissous dans l'eau, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de fermentations anaérobies génératrices de nuisances
Pollution azotée et phosphatée		Dégradation des molécules organiques azotées, ammoniacque	Elle est à l'origine des phénomènes d'eutrophisation : développement et croissance excessive d'algues et de plancton dans les milieux récepteurs : lacs, rivières et zone côtière.
Pollution toxique et substances dangereuses	Micropolluants organiques :	Dues en général aux rejets industriels, mais aussi aux rejets agricoles pour les produits phytosanitaires et les rejets urbains pour les biocides	Les effets sur les organismes vivants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations. Les effets sont très variables car ils ne dépendent pas uniquement du niveau de concentration mais aussi d'autres caractéristiques comme leur biodisponibilité, bioaccumulation, persistance, spéciation, etc.
	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Les produits phytosanitaires ▮ Les biocides ▮ Les hydrocarbures ▮ Les biphényles polychlorés ▮ Les dioxines 		
	Micropolluants minéraux		
	Micropolluants organométalliques		

Pollution par les matières en suspensions	Rejets urbains et industriels	Elle provoque des dépôts et des envasements nuisibles à la navigation, le colmatage des voies respiratoires des poissons et l'augmentation de la turbidité de l'eau gênant la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse
Pollution microbiologique	Mauvais raccordements au réseau d'assainissement, rejets de station d'épuration.	Certaines bactéries et virus sont pathogènes pour l'homme

Pollution acide	Pollution atmosphérique, engrais azotés, Rejets urbains et industriels	Elle peut entraîner une augmentation des formes dissoutes des micropolluants minéraux et accroître leur réactivité, biodisponibilité et toxicité.
Pollution saline	Rejets industriels	Elle peut conduire à des chocs osmotiques susceptibles de perturber la faune et la flore locale du milieu récepteur
Pollution thermique	Rejets industriels	Elle influence solubilité de l'oxygène et l'équilibre biologique du milieu
Pollution radioactive	Rejets industriels	Elle peut être très acide. Elle perturbe l'environnement

Tableau I-3 : Description des principaux types de pollution des eaux résiduaires entrant dans les stations d'épurations (CHARLOTTE, 2011).

I-9 Critère globaux de pollution :

Pour évaluer et mesurer globalement la pollution des eaux résiduaires, plusieurs méthodes dites « critères globaux de pollution » sont disponibles depuis longtemps, mais toujours très utiles et utilisées. Pour les effluents urbains, si le réseau de collecte est unitaire (eaux usées + eaux pluviales) ou pseudo séparatif (eaux usées + partie des eaux pluviales), il s'agira de distinguer l'évaluation de la pollution par temps sec de celle par temps de pluie. Par temps sec, la pollution est généralement évaluée par la mesure des matières en suspension (MES, MVS, turbidité), de la pollution organique carbonée (DCO, DBO₅, COT), des différentes formes d'azote (NK, N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻) et des principales formes de phosphore (PT, ortho phosphates, poly phosphates). (C.CARDOT ; 1999).

I-10 Principaux paramètres de pollution :

Les composés qu'on trouve dans les eaux usées sont très nombreux et variés. Lorsqu'on ne peut pas identifier la totalité des composés chimiques présents, on détermine le degré de pollution des eaux par la mesure des paramètres globaux de la pollution applicables sur tous types d'eaux. Ces paramètres sont physiques, chimique ou biologique (REDJESK, 2002).

I-10-1 Paramètres physiques :

I-10-1-1 La température :

La température est un facteur important de vie des cours d'eau. Un changement de la température affecte les diverses propriétés de l'eau. La température joue un rôle important dans la solubilisation de sels minéraux et des gaz particuliers. Elle influe sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau et la cinétique des réactions biochimiques, par conséquent la température influe également sur le pouvoir auto épuratoire de cour d'eau (DEGREMONT, 2005).

I-10-1-2 La couleur :

La coloration d'une eau est due le plus souvent à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau d'égout d'origine domestique est d'une couleur grisâtre, la couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle (Bouziani, 2000).

I-10-1-3 L'odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable. Une odeur nauséabonde indique une eau qui commence à fermenter par stagnation soit dans le réseau soit avant son rejet (Henry, 1977).

I-10-1-4 La turbidité :

La turbidité est la réduction de la transparence de l'eau, elle est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdale : argile, limon, grain de silice, matières organique, etc. La turbidité des effluents résiduaire et des eaux polluées est en général très élevée. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (RODIER, 2009).

I-10-1-5 Les matières en suspension (MES) :

Les particules en suspension dans une eau de surface proviennent des érosions des terres, de dissolution de substance minérales et de la décomposition de substances organiques. À cet apport naturel, il faut ajouter les déversements d'eaux d'égout domestique, industrielle et agricole. En générale, la turbidité de l'eau est causée par des particules de matières inorganiques (particules de glaise et d'argile) alors que sa couleur est imputable à des matières organiques et d'hydroxydes de métal (le fer, par exemple) (DEJARDIN, 1997).

I-10-1-6 Les matières volatiles en suspension (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des 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 (mg/l) d'une eau (Metahri, 2012).

I-10-1-7 Les matières minérales :

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son extrait sec constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures et les phosphates (Metahri, 2012).

I-10-1-8 Matières décantables :

Elles sont composées des matières en suspension qui sédimentent en 2 heures dans une éprouvette. Cette analyse est surtout réalisée sur les effluents de sortie de certains ouvrages d'épuration, pour juger de leur rendement d'élimination de la pollution (MARC, 2003).

I-10-2 Paramètres chimiques :

I-10-2-1 Le potentiel Hydrogène PH :

Le pH (potentiel d'hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau et traduit ainsi la balance entre acides et bases sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. Ses valeurs normales se situent entre 6 et 8.5 dans les eaux naturelles (Européen Scientifique Journal August 2014).

I-10-2-2 La conductivité :

La conductivité est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs par contre les composés organiques sont de mauvais conducteurs (IBGE, 2005).

Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre (µs /cm), la mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Rejsek, 2002).

I-10-2-3 Demande biochimique en oxygène (DBO) :

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée.

Matière organique + bactéries + oxygène → Boues + gaz + eau

Généralement la pollution est dégradée d'une manière significative pendant une durée de 5 jours, au-delà de 5 jours la consommation en oxygène diminue énormément ainsi on a adopté la notion DBO₅ obtenue après 5 jours d'incubation à 20 °C et dans l'obscurité. (fig.I.1)

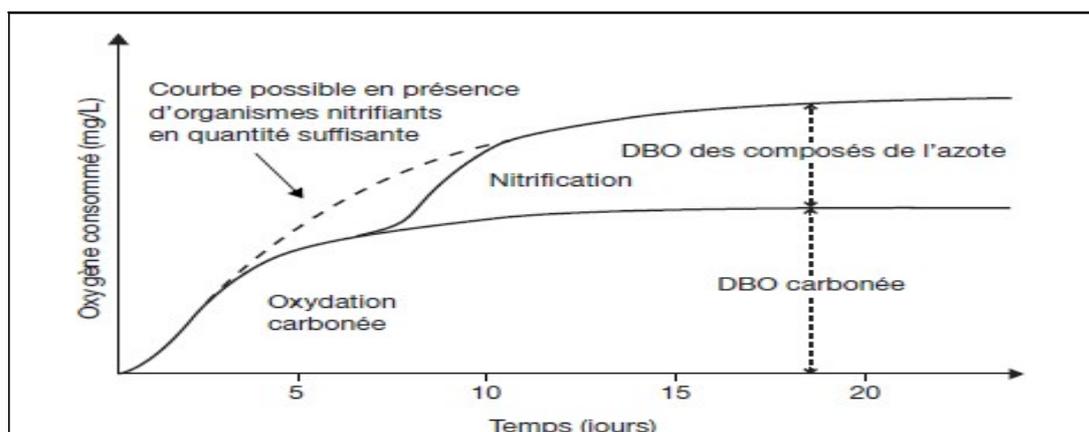


Figure I .1 : Exemple de courbe de DBO pour un effluent urbain (J.RODIER ; 2009)

I-10-2-4 Demande chimique en oxygène (DCO) :

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables par voie chimique dans les conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrite, ammonium, sulfures et chlorures). Ce test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement. La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation, etc. (RODIER, 2009).

I-10-3 -Paramètres biologiques :

Les eaux résiduaires urbaines transportent de nombreux micro-organismes dont certains sont pathogènes qui sont par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils ont des effets divers sur la santé (Vandermeersch, 2006).

Les micro-organismes contenus dans les eaux peuvent donc altérer la qualité des milieux récepteurs, les rendant inaptes à certaines activités (baignade et irrigation par exemple) (Angerville, 2009).

I-10-4 L'Oxygène dissous :

Il caractérise le degré de pollution d'un cours d'eau. Sa concentration dans l'eau varie en fonction de la température. La détermination de ce paramètre dans l'eau se fait à l'aide d'un Oxymètre. L'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l d'oxygène dissous (Alpha Seddiki, 2005).

I-10-5 Carbone organique total (COT) ;

La mesure du carbone organique total permet de donner une indication directe de la charge organique totale d'une eau. Les composés sont d'une part : les protéines, les lipides, les glucides et les substances humiques, et d'autre part, les substances organiques carboniques élaborées ou utilisées par l'industrie chimique, pharmaceutique ou pétrolière (Boeglin et Roubaty, 2007)

I-10-6 Les éléments nutritifs ou substances eutrophisantes :

I-10-6-1 L'Azote :

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (DJEDDI, 2007).

I-10-6-2 Le Phosphore :

On peut trouver le phosphore(P) dans l'environnement en général sous forme de phosphates qui sont des substances importantes pour le corps humain car ils sont un composant participant à la distribution de l'énergie.

L'excès de phosphore dans les eaux de surface accélère la croissance des algues et des lentilles d'eau. Ces organismes utilisent de grandes quantités d'oxygène et empêchent la lumière de pénétrer dans l'eau. L'eau devient donc plutôt invivable pour les autres organismes, et cela favorise l'eutrophisation (www.lennteh.fr)

Comme pour l'azote il est indispensable de mesurer les phosphates présents dans l'eau ; on distingue couramment :

I-10-6-2-1 Les ortho phosphates (H , PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) : Ce sont les formes chimiques les plus fréquentes du phosphate dans l'environnement, tous dérivés de l'acide phosphorique. Ils sont utilisés dans certains engrais, produits lessiviels, additifs alimentaires et corrosions. Présents en excès dans l'eau, ils sont source d'eutrophisation.

I-10-6-2-2 Les poly phosphates ou phosphates condensés : ce sont des molécules plus

complexes de phosphates minéraux.

I-10-6-2-3 Les phosphores organiques : correspondent à des molécules de phosphates associées à des molécules à bases carbonées, comme dans la matière organique vivante ou morte.

I-10-7 Microorganismes:

Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux germes (champignons, amibes, protozoaires, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif de les épurer pour préserver le milieu naturel. (J.RODIER ; 2009).

I-10-8 Biodégradabilité des eaux usées:

La combinaison des 2 paramètres globaux de pollution DCO et DBO₅ permet une bonne approche de la biodégradabilité, la DCO représente la matière organique dans sa globalité et la DBO consiste la fraction biodégradable dans des conditions fixées. La DBO₅ représente la quantité de matière organique présente dans l'échantillon et qui se sont dégradées en 5 jours. Si l'on poursuit la biodégradation pendant une période plus longue (une vingtaine de jour pour une eau résiduaire urbaine), on aboutit à un palier, qui correspond à la DBO ultime.

- Si toutes les matières organique de l'échantillon étaient biodégradables on devrait avoir : DBO ultime = DCO
- De nombreuses molécule organiques présentes dans les eaux résiduaire ne sont cependant pas biodégradables ou le sont très lentement : DCO>DBO ultime.
- Le rapport DCO/DBO₅ permet de se faire une idée réaliste de la biodégradabilité d'un effluent (RODIER, 2009).

I-11 Paramètres influençant sur la qualité des rejets :

I-11-1 Type des réseaux :

Il existe trois (03) principaux systèmes d'évacuation :

- Système unitaire, qui collecte l'ensemble des eaux usées et des eaux pluviales.
- Système séparatif, qui collecte séparément les eaux usées et les eaux pluviales dans des canalisations différentes.
- Système pseudo-séparatif, ce système repose sur la collecte des eaux de toiture et d'espaces privés, dans la même conduite.

<u>Caractéristiques</u>	<u>Normes utilisées (OMS)</u>
pH	6.5-8.5
DBO ₅	< 30 mg/l
DCO	< 90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH ₄ ⁺	< 0.5 mg/l
NO ₂	1 mg/l
NO ₃	< 1 mg/l

Tableau I4 : Quantité de pollution exprimée en DBO₅ et en MES en fonction du type de réseau de l'agglomération (S. HOULI ; 2007)

I-11-2 Taille de l'agglomération :

Le volume d'eau usée rejetée par habitant et par jour varie avec la taille de l'agglomération et dans certain cas selon le niveau de développement (habitude de vie des citoyens), la tarification de l'eau potable et le type d'urbanisation (concentré ou éparpillé).

I-12 Les normes des eaux de rejet :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret-loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) respective pour les eaux usées.

Type de réseau	DBO ₅ (g/hab.jour)	MES (g/hab.jour)
Système unitaire	54	70
Système séparatif	74	90
Système pseudo-séparatif	64	80

Tableau I-5 : normes de rejets internationales. (S. HOULI ; 2007)

Normes Algériennes de rejet :

Conformément aux recommandations de l'OMS, les normes de rejets des eaux usées en algérie sont résumées dans le tableau 6.

Paramètres	Unité	Normes	Paramètres	Unité	Normes
Température	°C	30	pH	-	6.5-8.5
Oxygène (o)	mg/l	0.5	Phosphores	mg/l	2
DBO ₅	mg/l	30	Huile et graisses	mg/l	20
DCO	mg/l	90	Détergents	mg/l	1
MES	mg/l	30	Hydrocarbures	mg/l	10
Azote total	mg/l	50	Chrome	mg/l	0.1

Tableau I-6: Les normes algériennes de rejet des eaux usées. (S. HOULI ; 2007)

I-13 Réutilisation des eaux usées épurées :

La réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très répandue dans le monde et essentiellement dans les régions éjectées par des pénuries de ressources en eau.

D'où l'importance des techniques de traitements tertiaire et de finition, qui doivent s'inscrire de plus en plus dans les programmes de gestion durable des ressources en eau. Les eaux épurées d'origine urbaine sont classiquement rejetées dans le milieu naturel, principalement dans les cours d'eau, et la mer pour les zones côtières. Le niveau de qualité atteint pour les eaux épurées, doit nous permettre d'étendre leur réutilisation.

La réutilisation des eaux usées s'inscrit dans des programmes de préservation des ressources d'eau douce, directement ou indirectement, c'est - a - dire :

-Dans le premier cas, les eaux épurées se substituent directement à l'eau de la ressource, par exemple pour les besoins de l'irrigation.

-Dans le deuxième cas, elles sont réinjectées dans l'aquifère, moyennant un traitement plus poussé que dans le premier cas, pour être réutilisées indirectement pour la production d'eau potable notamment (GUIDE CHANTIE, 2010).

I-14 Caractéristiques des eaux épurées biologiquement :

La pollution résiduelle en sortie du clarificateur secondaire est essentiellement constituée par :

-Une pollution particulière, sous forme de floccs ayant échappé à la clarificateur.

-Une pollution dissoute composée de :

*Sels minéraux dissous n'ayant pas été complètement traité dans la filière biologique : composée azotés, phosphates, autres sels minéraux contenus dans l'influent s'ils n'ont pas été précipités en cour de traitements, sels provenant de certains traitements (dé phosphatation chimique).

*composée organique dissous, essentiellement non biodégradable.

-Une pollution microbiologique, présentant un caractère plus ou moins pathogène, constitué par virus, des bactéries et des parasites (CYRIL GOMELLA, 2006).

I-15 Réutilisation des eaux épurées :

Les eaux épures peuvent être réutilisées pour les usages :

-Agricoles (irrigation)

-Industriels (circuits de refroidissement, lavages)

-Collectif (lavages de voiries et des véhicules municipaux, arrosage des plantations, des parcs et des terrains de sports, alimentation des réseaux incendie).

Ces possibilités de réutilisation des eaux épurées ont déjà trouvé des applications dans le monde, et peuvent donc être envisagées dans tous nouveaux projets. D'autres usages ont été développés, qui pourront être envisagés à plus ou moins long terme, en fonction de l'évolution des règles sanitaires et politiques à mener pour économiser l'eau et préserver durablement les ressources d'eau douce (AGENCE DE L'EAU 1994, France).

I-16 Impact des eaux usées sur l'environnement :

Les eaux usées, si elles étaient rejetées dans le milieu sans traitement, peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Ce risque dépend fortement de la composition des eaux usées :

- les matières en suspension provoque la mort des poissons par asphyxie et empêche la pénétration de la lumière dans les eaux.

- les matières oxydables consomment l'oxygène dissous et entraînent l'asphyxie des êtres vivants.

- les substances à effet toxique dans les rejets inhibe le développement de certains organismes aquatiques ou provoque leur mortalité.

- les composés azotés et phosphorés peuvent provoquer un développement exagéré de végétaux dans les eaux de surface (eutrophisation). (C.DAGOT et J.LAURENT ; 2014).

I-17 Conclusion :

La caractérisation des eaux usées dépend de différents paramètres, qui nous permettent de classés ces eaux à partir de leur nature, origine, des paramètres physiques, chimiques et biologiques, Ces paramètres nous permettons de faire le suivi de la filière ou d'un procédé d'épuration, qui nous donnera, de meilleurs rendements épuratoires, en vue du respect des normes de rejets, c'est le butes de chapitre II suivante.

CHAPITRE II

Différents procédés d'épuration des eaux usées

II.1-Introduction :

L'objectif principal du traitement est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement. Les eaux usées sont constituées d'eau à 99%, le reste étant composé de matières de vidange, de déchets organiques et de détergents. Dans de nombreuses communautés, les eaux usées sont collectées grâce à un réseau souterrain de canalisations relié à une usine d'épuration.

Dans ce chapitre, nous allons chercher des différents types et méthodes d'épuration des eaux usées et essayer d'entourer sur tous les aspects de base théorique et pratique à partir de des informations et des recherches précédente dans ce domaine et qui pourrait nous bénéficier dans notre recherche.

II.2-Prétraitement

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras.

II.2.1-Dégrillage :

À l'entrée de la station d'épuration, les effluents bruts doivent subir un dégrillage (parfois un tamisage). Ainsi, les matières volumineuses (flottants, etc.) sont retenues au travers de grilles.

Les dégrilleurs assurant la protection des équipements électromécanique et réduisant les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Généralement les vitesses moyennes de passage admises sont de l'ordre de 0,6 m/s à 1,40 m/s au débit de point (SATIN et al ; 1999) .



Figure II.1 : Dégrilleur automatique.

II.2.2-Dessablage :

Le sable et les matériaux lourds dont la sédimentation relève du cas des particules grenues, doivent être rapidement éliminés dans la chaîne d'épuration en vue d'éviter l'abrasion des corps des pompes et des équipements mécaniques, le colmatage des tuyauteries, et leur accumulation dans les réservoirs à boues et les digesteurs. Le dessablage concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 μm .

II.2.3-Dégraissage-déshuilage :

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. Les graisses et les huiles sont issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des garages, des chaussées, des usines, des abattoirs, etc.

Les graisses et les huiles perturbent les traitements biologiques en limitant la diffusion de l'oxygène dans l'eau et en gênant la décantation des boues. Par leurs propriétés chimiques, elles peuvent également être source d'odeurs nauséabondes et de colmatage des canalisations. Elles diminuent aussi les performances de la déshydratation des boues. Enfin, les substances lipidiques favorisent le développement des bactéries filamenteuses, sources de graves perturbations sur les stations (CANLER, 2001 ; SEBASTIEN, 2006).

L'élimination des huiles et des graisses s'effectue par écumage manuel ou mécanisé. Elles sont récupérées dans un dégraisseur, ouvrage dans lequel, par diffusion de fines bulles d'air, les huiles et les graisses remontent à la surface où elles sont raclées. Les graisses peuvent soit être traitées sur la station soit être évacuées en C E T (centre d'enfouissement technique) (SEBASTIEN,2006).



Figure II.2 : Déssableur-déshuileur.

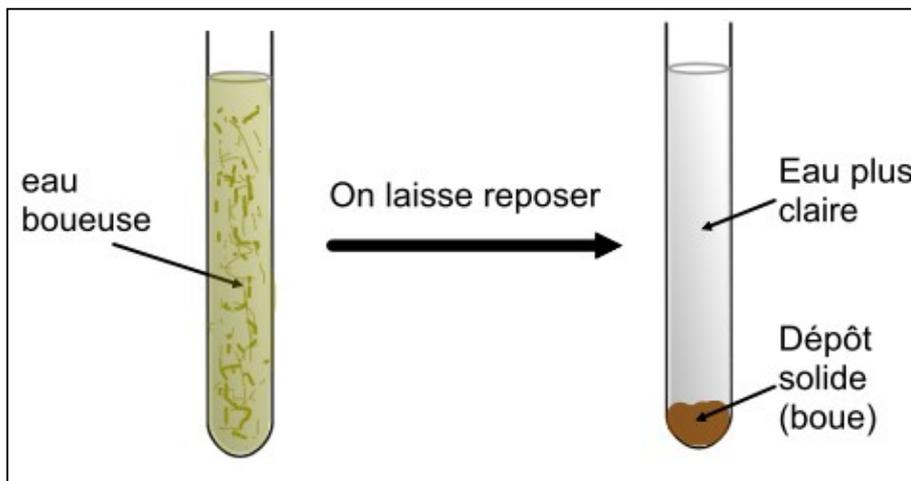
II.3-Traitement primaire :

Le traitement primaire consiste en une étape de décantation. Cette phase permet d'éliminer une fraction des matières en suspension, jusqu'à 60 %, et de la matière organique, de l'ordre du tiers de la DBO5 entrante (DEGREMONT, 1989). Cette pollution constitue alors les boues primaires, fortement organiques et fermentescibles qui sont envoyées vers la chaîne d'épuration des boues (SEBASTIEN, 2006). Les procédés d'épuration primaire sont physiques, comme la décantation ou physico-chimique.

II.3.1-Procèdes de décantation physique :

La base de ces procédés de séparation solide-liquide est la pesanteur. La sédimentation a pour but d'éliminer les matières en suspension de la fraction liquide. Une sédimentation efficace est susceptible de retenir une fraction importante des matières sédimentables organiques. La charge du traitement biologique ultérieur peut être ainsi allégée. Les matières minérales grenues et les

matières flocculeuses en suspension chutent au fond du bassin ou demeurent en suspension dans les eaux.



Figurell.3 : Décantation physique (Google image)

II.3.2-Procédés de décantation chimique :

Les procédés physico-chimiques de décantation consistent à alourdir les particules en suspension. Ils font appel aux techniques de coagulation ou de floculation clarification brutes.

Les processus de coagulation et floculation sont employés pour séparer les solides en suspension de l'eau, lorsque la vitesse de décantation naturelle est trop lente pour obtenir une clarification efficace.

En effet, l'efficacité d'un décanteur peut être nettement améliorée par la floculation mécanique (système d'agitation) et par l'addition des produits chimiques. La turbidité et la coloration de l'eau sont dues à la présence des particules colloïdales de taille trop faible pour sédimenter. La première phase de ce traitement consiste donc à faire croître ces particules pour les amener à un niveau de taille où elles pourront facilement être séparées par décantation ou filtration. Cette phase de croissance est appelée la coagulation- floculation (SATAIN et al 1999).

II.3.3-Procédés physico-chimiques de l'épuration :

L'épuration chimique, coûteuse et difficile à réaliser, s'applique plutôt aux eaux résiduaires industrielles ou aux eaux usées contenant en proportion notable des résidus d'usines susceptibles d'entraver le développement des processus biologiques. La mise en oeuvre des procédés physicochimiques à l'épuration des eaux urbaines trouve une adaptation satisfaisante aux effluents domestiques avec variation de charges polluantes de toute nature contenant, en particulier, des éléments inhibiteurs ou toxiques.

Les rendements épuratoires sont excellents, car l'élimination des MES se situe entre 80 et 95 %, celle des matières organiques entre 65 et 75 % et, enfin, celle des phosphates à 90 % (SATAIN et al, 1999) ;

II.3.4-Procédés biologiques naturels :

Les procédés biologiques naturels réalisent l'épuration par le sol, ou, grâce à l'énergie solaire, les matières organiques polluantes sont dégradées. En pratique, ils se présentent sous trois aspects et peuvent servir d'épuration complémentaire des effluents d'une station d'épuration biologique artificielle, afin de parfaire l'élimination de substances indésirables, comme l'azote et le phosphore. Ils comprennent l'épandage sur le sol, le bassin de lagunage et la filtration par le sol (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014 ; SATAIN et al, 1999)

II.3.5- Procédés biologiques artificiels

Les procédés biologiques artificiels comprennent des dispositifs qui permettent de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques, tels qu'ils se produisent en milieu naturel. On utilise trois grands types de procédés : traitement par boues activées, les lits bactériens, la biofiltration, les disques biologiques tournants (CHRISTOPHE et JULIE, 2014).

II.3.5.1-Lits bactériens :

L'écosystème bactérien épurateur est fixé et se développe sur des supports naturels (pouzzolane, laves, granit) ou synthétiques, grâce à l'arrosage par l'effluent de ce garnissage. L'aération se fait par tirage naturel, le milieu étant insaturé. Ces procédés fonctionnent soit en forte charge (0,4 à 1kg/m³.j jusqu'à 10 en très forte charge), nécessitant alors la mise en place d'une recirculation pour aboutir aux normes d'épuration et une vitesse d'auto-curage (contrôle l'épaisseur du biofilm), ou en faible charge (0,08 à 0,4 kg/m³.j) sans recirculation des eaux ou des boues (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014).

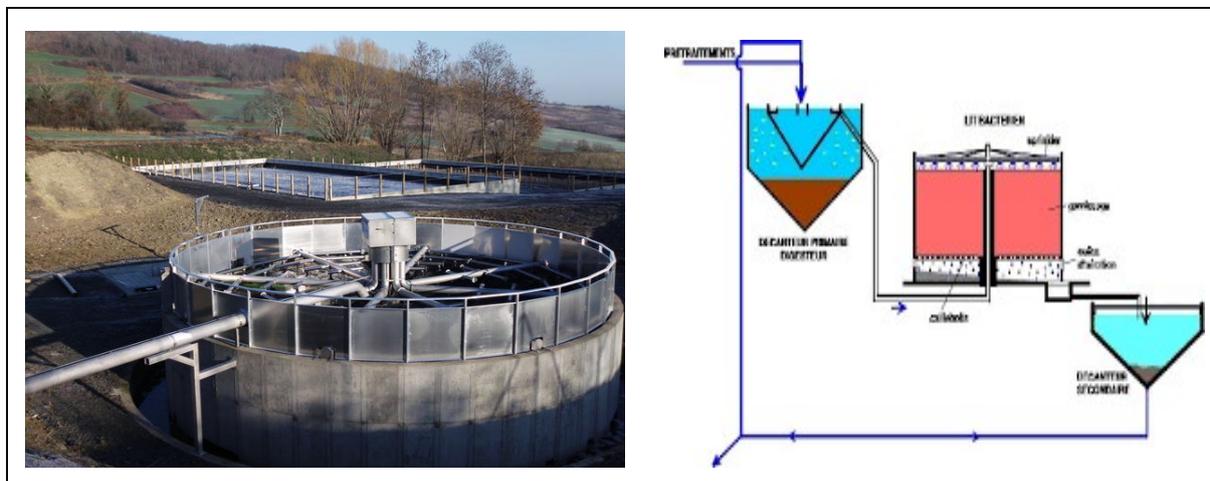


Figure II.4 : lit bactérien(Google image)

II.3.5.2-Bio-disques :

Les supports sont des disques rotatifs en polystyrène d'environ 2 m de diamètre et 2 cm d'épaisseur, à moitié immergés dans l'effluent. Les bactéries se développent en biofilm, dont l'épaisseur est fixée par les forces de cisaillement liées à la rotation des disques sur le support. L'aération est due au passage dans l'air des disques tandis que l'effluent à dégrader ruisselle sur les bio-films. (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014)

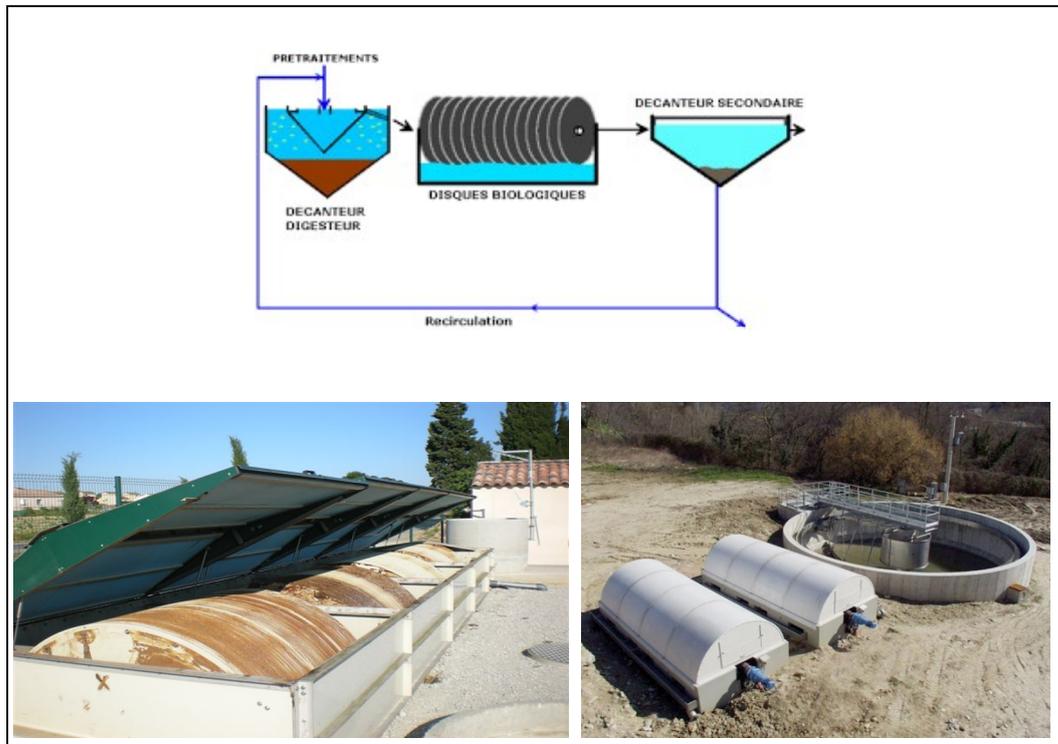


Figure II.5 : Disques biologiques(Google image)

II.3.5.3- Boues Activées :

Le traitement biologique aérobie de la pollution par un écosystème bactérien floccule en suspension (liqueur mixte) dans un bassin aéré et agité. La liqueur mixte est séparée au sein d'un clarificateur, rejetant l'eau épurée et les boues concentrées. Un recyclage et une extraction de boue au niveau du clarificateur permettent le maintien d'une concentration constante de biomasse active dans le bassin de boue activée et de contrôler la croissance bactérienne et la production nette de boue.

La limitation en charge organique favorise la structuration de la biomasse sous forme de floccs décantables. Plusieurs régimes de charge, fonction du rapport entre la quantité journalière de DBO5 à traiter et la quantité de MVS présente peuvent être appliqués selon différents critères : efficacité de la station, volume de Bassin d'aération, nitrification (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014).



Figure II.6 : STEP par boue activé (STEP de Boufarik)

II.3.5.4-Réacteur à membrane :

Ce type de système est un réacteur à boue activée dans lequel la séparation liquide-solide est assurée par une membrane de filtration (ultrafiltration ou microfiltration). La concentration en biomasse épuratrice peut alors être très importante et l'âge des boues supérieur à 30 jours avec une forte productivité (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014).

II.3.5.5-Bio-filtres :

L'effluent traverse, de manière ascendante ou descendante un media filtrant (technologiquement optimisé) au sein duquel s'effectue les opérations d'oxydation et de filtration. L'aération se fait par insufflation d'air. Les biofiltres nécessitent des opérations de lavage à l'air et à l'eau afin de séparer les particules emprisonnées dans le massif et l'eau épurée.

Ces installations se positionnent généralement en aval d'un prétraitement physico-chimique de coagulation, floculation, décantation et peuvent traiter selon leur exploitation les matières carbonées ou azotées (CHRISTOPHE et JULIEN, 2014).

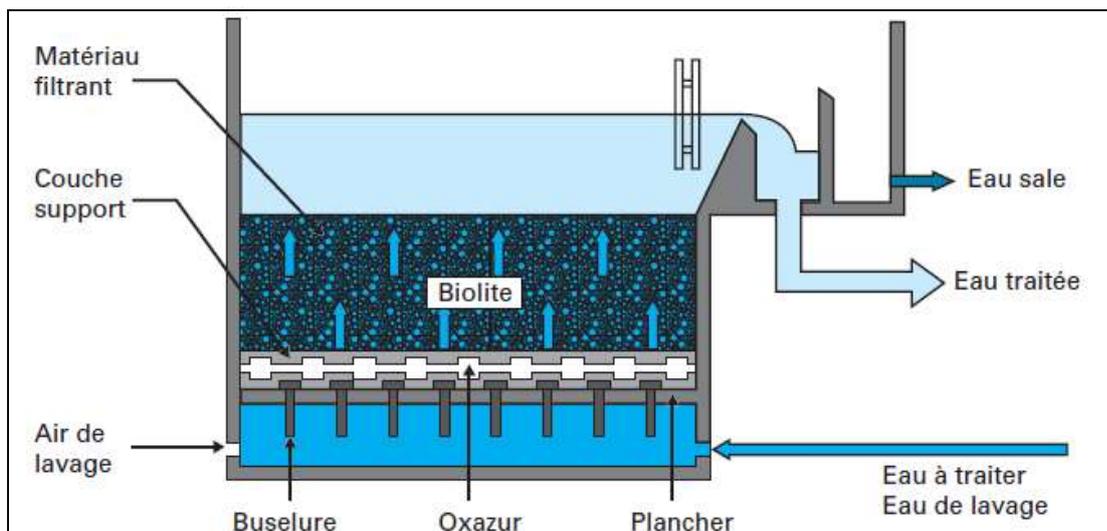


Figure II.7 : Filtres biologiques(Google image)

II.3.6-Elimination d'azote et du phosphore :

II.3.6.1-Elimination de la pollution azotée :

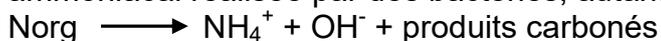
Dans les eaux usées urbaines, l'azote se présente essentiellement sous la forme d'azote organique Norg (urines, protéines) et d'azote ammoniacal NH_4^+ . Il est rejeté 13 à 15 g d'azote par habitant et par jour dont les 2/3 sous la forme ammoniacale et 1/3 sous forme organique (urée).

L'élimination de l'azote est insuffisante après les traitements préliminaires - primaires et secondaires, d'où la nécessité d'envisager un traitement tertiaire.

Il faut noter que les mauvaises conditions de conception et d'exploitation restituent des eaux traitées contenant souvent entre 20 et 50 mg de NH_4^+ , ce qui correspond à une charge de 5 à 7 g de N/hab.jour,

II.3.6.1.1-Ammonification :

L'ammonification est la première étape de la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal réalisée par des bactéries, autant en milieu anoxique qu'aérobie, suivant la réaction :



II.3.6.1.2-Nitrification – Dénitrification

a- Nitrification :

Le principe de la nitrification consiste en l'oxydation, par des bactéries autotrophes aérobies, de l'azote ammoniacal en azote nitrique (nitrates). Les espèces, dites nitrifiantes, sont des bactéries autotrophes qui tirent leur énergie de l'oxydation de l'ammoniaque et qui utilisent les sources de carbone minéral (CO_2) pour synthétiser la matière vivante. Les bactéries responsables de la nitrification sont les Nitrosomonas et les Nitrobacter. La nitrification s'effectue en deux étapes :

- La nitrataion, oxydation des ions ammonium en nitrites, selon la réaction simplifiée suivante: $\text{NH}_4^+ + 3/2 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^-$

- Cette réaction est due principalement aux bactéries de genre Nitrosomonas ;

- La nitrataion, oxydation des nitrites en nitrates, selon la réaction simplifiée suivante : $\text{NO}_2^- + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^-$

- Cette réaction est due principalement aux bactéries de genre Nitrobacter.

b- Dénitrification :

Les espèces dénitrifiâtes ont la propriété d'utiliser, en cas de carence du milieu en oxygène, l'oxygène de certains composés chimiques, notamment des nitrates. Les nitrates sont alors réduits en azote gazeux. Une proportion non négligeable (environ 50 %) des espèces présentes dans une boue activée classique est susceptible de réagir selon le processus de dénitrification. Donc, le principe de la dénitrification, conduisant à l'élimination totale de l'azote, est une réduction des nitrites et nitrates en azote gazeux qui se dégage dans l'atmosphère, selon la réaction suivante :



Les nitrates jouent le rôle d'accepteur final d'électrons à la place de l'oxygène. Cela reste donc un métabolisme aérobie malgré la stricte absence d'oxygène dissous. Ainsi, la dénitrification hétérotrophe nécessite, pour se réaliser, la présence de pollution carbonée qui peut être puisée directement dans l'eau brute ou ajoutée (éthanol, méthanol, etc.). Pour obtenir une dénitrification, il faut être dans des conditions anoxiques. Elles peuvent être obtenues, soit dans un bassin sépare et prive d'oxygène. Soit à l'intérieur du floc bactérien. En effet, il existe un gradient de concentration en oxygène dissous a l'intérieur du floc : la dénitrification se ferait au centre tandis que l'extérieur resterait en milieu aérobie. La température et le pH ne sont pas des éléments limitant pour la réaction de dénitrification (SATIN et al1999).

II.3.6.2-Elimination de la pollution carbonée

Généralement le taux d'épuration exigé pour le rejet des effluents dans le milieu naturel n'est pas atteint par une simple épuration préliminaire et primaire. Les traitements secondaires, conçus à l'origine essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée et des matières en suspension, ont pour objet de poursuivre l'épuration de l'effluent provenant du décanteur primaire ou issu d'un prétraitement. Il s'agit de transformer, par voie biologique le plus souvent, ces eaux décantées en amont, dans des limites permettant d'assurer l'imputrescibilité de l'effluent grâce à la stabilisation des matières organiques. A ce stade de stabilisation définitive, on évacue tous les déchets, les boues et les gaz. Les procédés les plus couramment utilisés aujourd'hui mettent en œuvre des installations biologiques, tant pour l'épuration des eaux usées urbaines que pour celles de certaines eaux résiduaires industrielles. On les classe généralement en :

- Procédés biologiques naturels ;
- Procédés biologiques artificiels.

En dehors de ces procédés d'épuration par la voie biologique on peut aussi avoir recours aux moyens chimiques et aux procédés physico-chimiques. (DESHAYES. M 2008)

II.3.6.3-Élimination de la pollution phosphorée :

L'élimination du phosphore rencontre dans les eaux usées urbaines peut être très insuffisante à la suite d'une épuration secondaire classique en fonction de la sensibilité du milieu récepteur à ce paramètre. Il peut donc être indispensable d'améliorer l'élimination de cette pollution. La quantité de phosphore rejeté dans les eaux urbaines est de l'ordre de 3 à 4 g par habitant et par jour. Il faut rappeler que les concentrations de phosphore présent dans une eau usée urbaine est de 25 mg/l

pour le phosphore total (PT) et de 20 mg/l pour les orthophosphates,.

Les stations d'épuration biologique classiques ont une efficacité limitée sur le phosphore. Dans les stations biologiques actuelles, on constate que l'élimination du phosphore est de l'ordre de 1 % de la DBO5 éliminée, ce qui correspond à un rendement épuratoire moyen de 20 %. Si l'élimination poussée de cet élément est indispensable, on fait appel à des traitements supplémentaires :

- techniques physico-chimiques par ajout de sels ferriques ou de chaux, avec précipitation du phosphore (la plus utilisée) ;
- techniques biologiques
- techniques par échange d'ions ;
- techniques de production d'algues ;
- techniques électrochimiques.

Etant donné les couts élevés d'investissement et les contraintes d'exploitation, l'application de ces quatre dernières techniques n'a pas été réalisée à l'échelle industrielle.

II.3.7-Traitement des boues :

La production de boues par équivalent habitant et par jour est de 30 à 60 g de matière sèche par jour, soit 1 à 3 litres de boues non épaissies. Devant la quantité croissante de boues produites, et face à la difficulté que rencontrent les concepteurs et exploitants des stations d'épuration pour l'évacuation de ces boues, il devient nécessaire d'améliorer les traitements de réduction de la matière organique (taux en matières organiques d'environ 60% avant traitement). Le traitement des boues a pour objectifs de : o réduire la fraction organique afin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques de contamination (stabilisation) ;o diminuer leur volume total afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation).

Le but principal est de traiter ces boues produites de façon à les valoriser en agriculture pour l'amendement des sols et comme engrais, d'autant plus que leur mise en décharge est interdite pour les grandes agglomérations. (DESHAYES, 2008)

II.4- Traitements complémentaires :

II.4.1-Désinfection :

Cette traitement a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger les zones sensibles (zone de bai gonade et zone conchylicole), la réduction des germes pathogènes s'opérant par une désinfection physico-chimique des effluents épures. Les techniques usuelles ou en cours de développement décrites ci-après mettent en oeuvre un agent chimique ou physique afin d'assurer la destruction des micro-organismes.

Principales techniques :

Après les traitements biologiques ou physicochimiques classiques, il peut être nécessaire, voire indispensable, de désinfecter les eaux résiduaires avant rejet. C'est le cas des déversements d'eaux urbaines épurées qui s'effectuent à proximité d'une prise d'eau pour l'adduction d'eau potable, les baignades, les plages, les établissements piscicoles ou de conchyliculture.

II.4.1.1-Désinfection au chlore :

Cette technique n'élimine qu'une partie des germes pathogènes. On utilise alors le pouvoir oxydant du chlore avec un contact supérieur à 30 min au débit de pointe.

Pour obtenir 99,9 % de réduction des coliformes, les doses admises sont les suivantes :

- après les lits bactériens : 3 à 10 mg/1 ;
- après les boues activées : 2 à 8 mg/1 ;
- après filtration sur sable ou passage sur charbon actif : 1 à 5 mg/1. Plus le rejet est chargé et moins la chloration est efficace. La décantation est donc un critère important à observer.

II.4.1.2-Désinfection au brome :

La désinfection des eaux usées au brome peut être envisagée en dissolvant du brome liquide dans de l'eau. Il faut toutefois éviter de manipuler du brome liquide, car il dégage des vapeurs suffocantes dangereuses, ce qui réduit son utilisation.

II.4.1.3-Désinfection par l'ozone :

Le traitement se réalise dans des colonnes de contact où l'eau et l'air ozone circulent à contrecourant pour obtenir un véritable brassage des fluides. Très souvent l'ozone est utilisé en combinaison avec le chlore gazeux.

II.4.1.4-Désinfection par rayonnement UV :

Ce procédé est utilisé pour le traitement de l'eau potable ; c'est aussi une technique simple et efficace qui peut également trouver sa place dans la chaîne d'épuration des eaux usées.

II.4.1.5-Désinfection par lagunage :

Les stations d'épuration conventionnelles (lits bactériens, boues activées à moyenne ou forte charge) éliminent environ 90 % de la charge microbienne initiale ; par ailleurs, des abattements du taux d'élimination de 99 % sur les coliformes fécaux sont couramment obtenus à l'aval des lagunes.

II.4.1.6-Désinfection par membranes :

L'élimination de la pollution bactérienne, contrairement aux matières organiques et azotées, a été peu envisagée jusqu'à ce jour dans les filières d'épuration (SATIN et al., 1999).

II.4.2-Traitement des odeurs :

II.4.2.1-Origines et compositions des odeurs :

La collecte et le traitement des eaux résiduaires urbaines et industrielles génèrent des produits malodorants. En effet, ces eaux usées chargées en matières organiques particulaires et dissoutes en composés azotés (dont l'ammoniac) peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus biologique de fermentation.

Les odeurs viennent aussi des composés présents dans l'eau brute ou générés lors des différentes

étapes de l'épuration. Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- les prétraitements ;
- les puits à boues ;
- les épaisseurs gravitaires ;
- les conditionnements et la déshydratation mécanique des boues ;
- la réception et le traitement des matières de vidange.

II.4.2.2-Elimination des odeurs :

Les émissions de molécules odorantes peuvent être réduites au moyen de solutions préventives (conception du réseau et de la station d'épuration) ou par des solutions curatives. Dans ce dernier cas, il convient d'assurer le confinement des sources odorantes dans des enceintes hermétiques (local couvrant l'ensemble des traitements ou couverture propre à chaque ouvrage), puis la ventilation de chaque enceinte, ainsi que la désodorisation de l'air vicié extrait (mise en légère dépression des ouvrages couverts) (SATIN et al., 1999)

Les concentrations limites de gaz rejetés :

Type de polluant	Concentration limite (mg/m ³)
H ₂ S	0.1
Sulfures totaux en H ₂ S	0.15
NH ₃	1
Amines	0.1
Aldéhydes, cétones, acides organique	0.4

Tableau II.1 : Type de polluant Concentrations limites en sortie d'épuration (mg/m³)

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements
- Les puits à boues
- Les épaisseurs gravitaires
- Le conditionnement des boues

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité d'épuration biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types d'épuration biologique des odeurs : les bio-filtres et les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur. (DESHAYES. M, 2008)

II.5-Conclusion :

Les procédés d'épuration des eaux usées est un sujet très importants et très vaste et dépend de types, et des caractéristiques des eaux à traiter, et leur degrés de pollution, ou des autres facteurs

comme la taille de l'agglomération, l'existence d'un prétraitement des effluents des industries avant leur rejet dans le réseau d'assainissement, On dit que les prétraitements et les traitements primaires sont utilisés pour éliminer les huiles, les matières flottantes ou en suspension, pour la neutralisation ou pour l'égalisation. Ils conditionnent l'eau en vue d'un traitement biologique ultérieur ou en vue d'un rejet dans le milieu naturel récepteur, avant un traitement complémentaire pour éliminer les bactéries, les germes pathogène, les substances indésirables et toxiques ; pour assurer la qualité de l'eau traiter qui peut être réutilisé sans aucun danger, ou rejeter dans le milieu naturel sans aucune perturbation écologique.

CHAPITRE III :

Présentation de la zone d'étude

III.1 Introduction :

La station d'épuration des eaux usées de la ville de Boufarik a pour objectif de recevoir les eaux brutes provenant de sept communes afin de les épurer et de rejeter dans l'oued Tlatha des eaux traitées qui répondent aux normes environnementales et qui ne présentent aucun danger potentiel pour la faune et la flore.

III.2 Localisation géographique :

La station d'épuration de Boufarik occupe 6 ha du terrain et se situe a les cordonnées suivantes : (36° 37'05.2"N) et (2°51'45.9"E) dans la ville de Ben Chaabane Chef-lieu de la commune de Ben Khilil qui se trouve au nord de la wilaya de Blida.

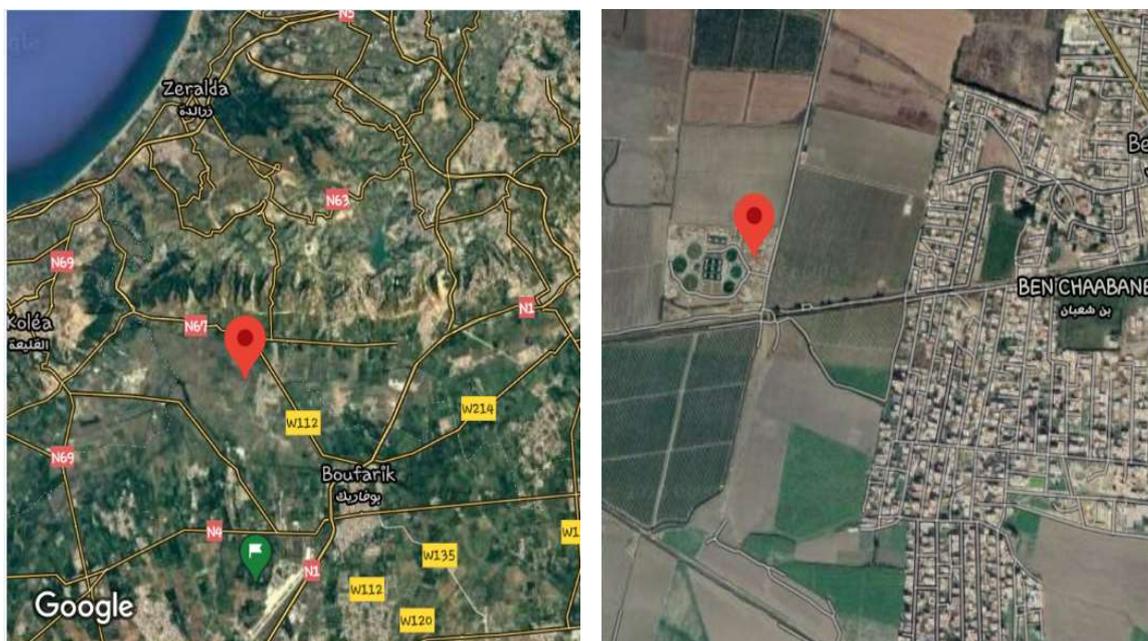


Figure III.1 : Localisation géographique de la STEP de Boufarik (Google maps)

III.3 Climatologie de la région :

Le climat de cette région est un climat typiquement Méditerranéen avec des étés chauds et secs, mais avec des hivers doux et pluvieux, la précipitation fluctue entre 600 mm et 800 mm. La plupart des précipitations annuelles se produisent entre octobre et avril. Les températures sont plutôt uniformes : la température moyenne journalière (maximale et minimale) tourne autour de 11 °C - 12 °C en janvier, le mois le plus froid de l'année, alors que la température moyenne journalière (maximale et minimale) tourne autour de 25 °C - 26 °C en juillet - août, les mois les plus chauds de l'année. Les étés sont longs et ensoleillés, avec un air plutôt humide sur la côte, mais également avec des brises de mer.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Température minimale moyenne (°C)	5,9	6,4	7	9	12	15,6	18,5	19,1	17,1	13,7	9,6	7	11,7
Température moyenne (°C)	11,3	11,9	12,8	14,7	17,7	21,3	24,6	25,2	23,2	19,4	15,2	12,1	17,4
Température maximale moyenne (°C)	16,5	17,3	18,5	20,4	23,5	27	30,6	31,2	29,2	25,1	20,7	17,2	23,1
Précipitations (mm)	80	81,8	73,4	61,1	39,9	16,7	4,6	7,4	34,2	76	96,4	115,2	686,6
Nombre de jours avec précipitations	11,4	10,6	9,7	9,1	7,3	2,5	1,5	2,5	5,3	8,6	11,1	12,1	91,7

Tableau III.1 : données climatologique de la région du BOUFARIK (d'après l'ONM)

III.4 Présentation des constructeurs de la STEP :

La STEP de Boufarik a été réalisée par l' (OTV Veolia) avec la coopération de l'office national d'assainissement (ONA).

OTV Veolia : est une entreprise française créée en 1853 à Paris. Son activité principale est d'assurer la gestion déléguée de services d'eau et d'assainissement, pour le compte de collectivités publiques et d'entreprises.

Veolia Eau est présent dans 77 pays, avec 96 260 collaborateurs (données 2010) et un chiffre d'affaires de 12,56 milliards d'euros (données 2009). La société alimente près de 101 millions de personnes en eau potable dans le monde et plus de 68 millions en services d'assainissement.

III.5 Présentation de l'office national de l'assainissement (ONA) :

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° :01-102 du 21 Avril 2001.

L'ONA assure également pour le compte de l'Etat, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation de réhabilitation, de diagnostics des stations d'épuration, des réseaux d'assainissement et de collecte de l'eau pluviale ainsi que des stations de relevage.

L'ONA en chiffres

Chiffres clés du mois de Janvier 2020

- Nombre de communes gérées par l'ONA : **1 147 Communes**

- linéaire total des réseaux géré par l'ONA : **55 281 Km**
- Nombre de centres d'assainissement : **268 centres**
- Volume des eaux usées rejetées : **105 Millions de m³**
- Nombre d'interventions réalisées : **32 832 interventions**
- Linéaire de réseau curé : **621 081 ml de conduites**
- Nombre de branchements réalisés : **71 branchements**
- Linéaire de conduites renouvelées : **971 ml**
- Nombre de regards réalisés : **80 regards**
- Volume de déchets solides évacués : **30 904 m³**
- Nombre de Station de relevages gérés par l'ONA : **499 Stations de relevage et de drainage**
- Nombre de **STEP** en exploitation par l'ONA : **154**
 - **76** stations de type boues activées.
 - **75** stations par lagunage naturel ou aéré.
 - **03** filtres plantés.
- Capacités installées des STEP : **10 390 779 Millions Equivalent habitants**
- Volume mensuel des eaux épurées : **21 Millions de m³**
- Débit moyen journalier des eaux usées épurées : **668 396 millions m³/j**

III.6 Sources d'effluents arrivés à la STEP :

Les effluents arrivées à la STEP issues de 07 communes vers la station d'épuration et d'éliminer tous les émissaires naturels par la collecte et le raccordement de tous les rejets d'eaux usées des agglomérations de Boufarik, Benkhellil, Soumaa, Guerrouaou, Beni Tamou, Oued Alleug et Bouinane ,et un Volume d'eaux usées à traiter de 60 000 m³/j.

III.7 Les activités industriels dans la région :

Il y a plusieurs activités industrielles dans cette région, comme industries pharmaceutique, textiles, chimiques et agroalimentaire. En résumes tous les industries présentées dans les trois commune principale qui leur réseaux d'assainissement raccordé à station de Benchaabene.

III.8 Conclusion :

La STEP de Boufarik se situe dans une zone chaude et sèche en Eté et froide et humide en Hiver ; ce Qui affectent sur le débit la charge en polluant des eaux usées arrivés à la station.

CHAPITRE IV :
Etude du fonctionnement et
exploitation de la station d'épuration

IV.1 Introduction :

La station d'épuration des eaux usées de la ville de Boufarik d'une capacité de 375 000 Eq/H a pour objectif de recevoir les eaux brutes provenant de sept communes afin de les épurer et de rejeter dans l'oued Tlatha des eaux traitées qui répondent aux normes environnementales et qui ne présentent aucun danger potentiel pour la faune et la flore.

Le présent rapport mensuel comporte l'ensemble des opérations, interventions, modifications faites lors du premier mois d'Exploitation sur la station afin d'assurer son bon fonctionnement et donc son rendement épuratoire.

Nous détaillerons dans ce chapitre l'organisation de l'exploitation, les conditions et environnement de travail, les différents types de maintenance, les données liées au process, les sous-produits d'épuration, ajoutons à cela les consommations en énergie, en réactifs et en fuel.

Enfin, les contraintes de l'exploitation seront mentionnées afin que des actions soient prises pour les éliminer, suivi d'une conclusion générale.

Ce rapport mensuel permettra d'une part à l'exploitant -OTV- de rapporter les détails en toute transparence au client et d'autre part de permettre au service contractant-ONA- de suivre de près l'exploitation.

Commençons par donner les chiffres clés de ce mois avec les ratios suivants :

Chiffres clés :

Mois de Mai

1,15 Kw/kg DBO5 éliminée
0,30 Kw/m ³ d'eau traitée
dzd /m ³ d'eau traitée
0,74 Kw/Kg DCO éliminée
0,92 Kw/Kg MES éliminée

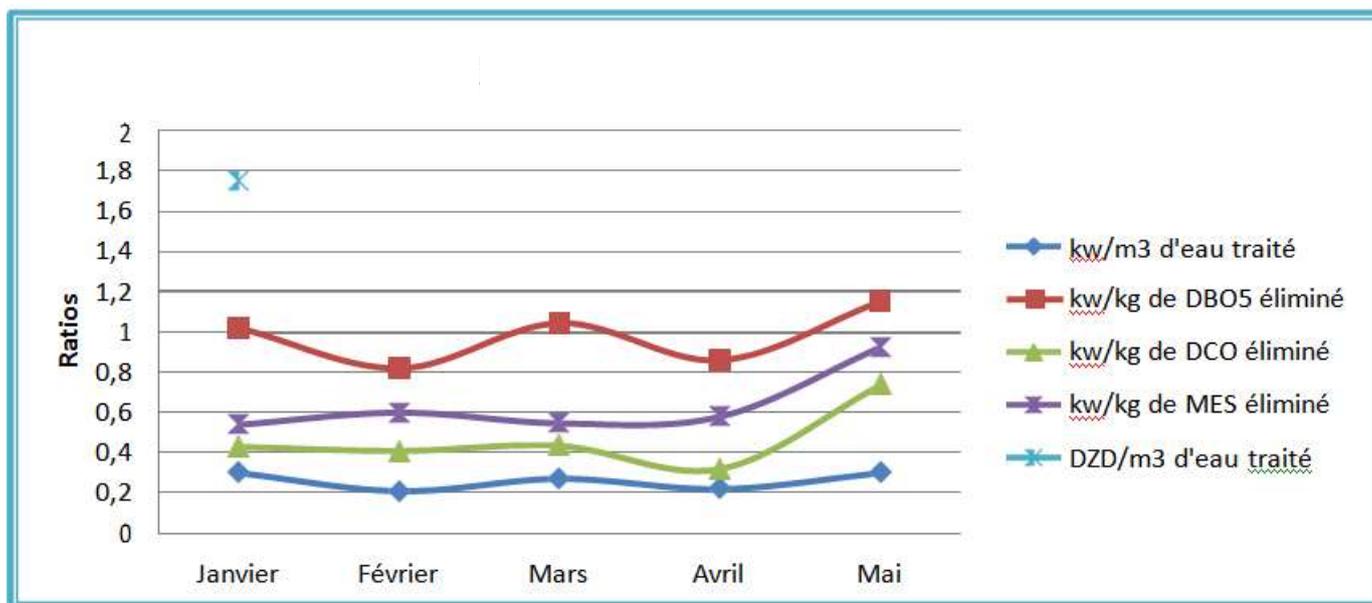


Figure IV.1 : Ratios clé d'optimisation

IV.2 Rappel sur la station d'épuration :

Cette station qui s'étend sur 6 Ha a une capacité de 375 000 EH et un volume d'eau usée de 60 000 m³/j à traiter. Le procédé de traitement retenu pour cette station est le procédé à boues activées aérobies à moyenne charge.

Cette installation est conçue pour recevoir l'ensemble des rejets des 07 communes de la wilaya de Blida, notamment Boufarik, Ben Khilil, Soumâa, Guerouaou, Beni Tamou, Oued Alleug et Bouinan

La station de Boufarik a été réalisée pour épurer les eaux usées des communes citées précédemment et rejeter dans le milieu récepteur une eau moins polluée qui n'affecte pas les écosystèmes se trouvant en aval de la station.

L'épuration des eaux comprend deux filières de traitement, une filière EAU qui permet l'élimination de la pollution particulaire et carbonée et une filière BOUE qui traite les boues issues du traitement de l'eau.

Les eaux usées sont acheminées vers la station d'épuration en écoulement gravitaire par le biais d'un collecteur de DN 1500mm au niveau de la bache d'arrivée. Les eaux usées passeront à travers un dégrilleur grossier puis seront relevées par 5 groupes de pompage et suivront les étapes de traitement suivantes :

- Dégrillage fin
- Dessablage/Déshuilage

Par la suite, les eaux seront traitées sur trois lignes séparées dont chacune est composée de :

- Un décanteur primaire
- Un bassin d'aération
- Un clarificateur

Les eaux épurées passeront à travers un canal venturi pour comptage, puis subiront une désinfection à l'Hypochlorite de Soude dans des chicanes ou bassin de contact avant d'être rejetées dans le milieu récepteur.

Quant aux boues générées par l'épuration, elles suivront un traitement résumé comme suite :

- Epaississement gravitaire
- Stabilisation aérobie
- Déshydratation mécanique, combiné d'égouttage et filtres à bandes

Les eaux usées à épurer ont les caractéristiques qualitatives et quantitatives résumées dans le tableau suivant, notamment les charges hydrauliques et polluantes :

Données techniques	Unité	Horizon 2030
Pollution domestique	EH	375 000
Débit journalier	m ³ /j	60 000
Débit horaire moyen	m ³ /h	2500
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	4000
Demande biologique en Oxygène (DBO ₅)	Kg/j	28 125
Demande chimique en Oxygène (DCO)	Kg/j	56 250
Matières En Suspension (MES)	Kg/j	26 250
Azote (NTK)	Kg/j	4500
Phosphore (P)	Kg/j	938

Tableau IV.1 : caractéristiques qualitatives et quantitatives des eaux usées

Et la qualité minimale des eaux épurées exigée dans le cahier des charges doit répondre aux valeurs citées dans le tableau suivant :

Paramètres	Concentration (mg/l) temps sec	Rendement minimum (%)
DBO ₅	≤ 30	≥ 90
DCO	≤ 90	≥ 80
MES	≤ 30	≥ 90

Tableau IV.2 : valeurs de la qualité minimale des E.U exigé dans le cahier des charges

IV.3 Organisation de l'exploitation

IV.3.1 Moyens humains

OTV VEOLIA a pour mission la gestion et l'exploitation de la station d'épuration de Boufarik pour une durée de deux (02) années, et pendant cette période, OTV a le rôle majeur de former et d'assurer le transfert de savoir en matière d'épuration et maintenance au personnel exploitant pour permettre une gestion sûre et durable de l'exploitation.

L'équipe d'exploitation actuellement en poste a été réunie en Juin 2019, et elle est depuis cette date en formation continue par OTV sur site. Ladite équipe est composée de 34 personnes ayant différentes tâches et assurant différents rôles :

Un chef de STEP qui supervise la gestion et exploitation de la station.

Un adjoint chef de STEP qui assiste le chef de STEP dans la gestion des tâches attribuées au personnel.

Une équipe de maintenance composée de un électricien, d'un automaticien, deux Electromécaniciens et deux assistants électromécaniciens. Cette équipe qualifiée a pour rôle d'assurer le bon fonctionnement des équipements et instruments, tout en maitrisant le préventif pour réduire le curatif.

Une responsable laboratoire et deux laborantins qui s'occupent du suivi analytique des eaux et des boues ainsi que le suivi du processus épuratoire.

Une équipe d'exploitation supervisée par 04 techniciens d'exploitation, cette dernière est

composée de 04 opérateurs de quart et 09 opérateurs de jour qui s'occupent de la supervision, production et l'entretien de la station.

Une secrétaire pour la partie administrative et 03 jardiniers pour l'entretien des espaces verts.

Un magasinier et deux chauffeurs poids lourd et léger.

IV.3.2 Expertise technique et formation :

Une formation en permanence est assurée par des experts qualifiés d'OTV durant toute la période d'exploitation afin de garantir un transfert de savoir aux responsables des services ainsi que leurs équipes, qui leur facilitera la gestion et la maîtrise de l'exploitation et de la maintenance sur le court et moyen terme.

Une réunion hebdomadaire de coordination entre le responsable d'exploitation, le chef d'exploitation et la responsable de laboratoire est programmée afin d'interpréter les résultats des analyses des eaux et des boues et d'opter pour une nouvelle stratégie de process et de redéfinir les objectifs de traitement si des besoins.

Expertise technique :

Ci-dessous le tableau de suivi de ces formations exprimé en jours/mois :

		juin-19	juil-19	août-19	sept-19	oct-19	nov-19	Dec-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Total
C. ROBYNS	EXP	5	5	5	5	5	5	3	5		1			39
M.DRIAS	EXP & MAIN	20	20	20	20	20	20	20	17	17	18	17	15	224
J.THIRIEZ	EXP								2					2
K.ATMANI	EXP								2					2
B.BIGOIN	MER & EXP			7	22	5								34
M.BAZIN	MER & AUTO				15	5	12	5	5					42
A.CREDOZ	HSE		2	2										4
N.TALEB	MER et EXP	22	22	22	22	7	22	5	2					124
A.KELAI	ELEC & MEC	17	12	11	15	2	12	2	2					73
D.CHALAH	MER et AUTO	22	22	22	22	22	15							125
I.DECHICHA	HSE	11	11	11	11	11	11	11						77
L.ZEBBOUDJ	HSE									13	16	10	10	49
PERKINS					2	2	4							8
EMO							2	4						6
DIMOMAINT GMAO		2												2

Tableau IV.3 : tableau de suivi des formations exprimé en jours/mois

Formation :

Formations faites :

- Secouriste du travail Training 2019
- EMO déshydratation Training 2019

Formations programmées :

- Habilitation électrique SCHNEIDER Training 2020

IV.4 HSE :

IV.4.1 Condition de travail :

La sécurité est notre priorité absolue. Notre structure HSE a comme principal objectif de garantir le respect des règles de sécurité et de sensibiliser l'ensemble du personnel à la notion de sécurité.

Notre engagement pour l'application des règles HSE s'applique à toute personne faisant partie de notre organisation, quel que soit son poste, et nos responsables ont l'obligation d'adopter un comportement exemplaire concernant les règles de sécurité.

Chaque collaborateur dispose d'EPI (Equipement de Protection Individuel) lui permettant d'effectuer ses tâches sans risque, en plus d'EPC (Equipement de Protection Commun) se trouvant sur site.

OTV s'engage à faire un contrôle médical en plus de la vaccination contre les MTH (maladies à transmission hydrique) pour chaque collaborateur une fois en poste. Protéger nos collaborateurs contre les risques professionnels relève de notre responsabilité.

La structure HSE d'OTV veille aussi à :

- Identification, évaluation et gestion des risques.
- Gestion des modes opératoires.
- Management de la co-activité.
- Sensibilisation HSE.
- L'amélioration des comportements au sein de l'entreprise.
- Intendance des permis de travail.
- Management environnemental (gestion des déchets, des impacts - environnementaux, des produits chimiques, ...).
- Gestion des urgences.
- Analyse des non-conformités.
- Reporting HSE.
- La mise à jour de l'affichage de sécurité
- Le suivi de l'entretien des espaces de travail.

IV.4.2 Entretien et aménagement extérieur :

OTV s'engage également à ce que les espaces de travail soient sains et salubres afin d'éliminer les risques liés à la santé.



Figure IV.2 : nettoyage des espaces de la STEP

Entretien des espaces verts :

Nos jardiniers assurent la plantation et l'entretien des espaces verts.



Figure IV.3 : plantation et entretien des espaces verts.

Maintenance :

Maintenance préventive par GMAO :

Le service maintenance a pour principal rôle de maintenir ou rétablir les équipements dans des états spécifiés afin que ces derniers puissent assurer un fonctionnement correct déterminé. La GMAO a comme objectif d'assister le service maintenance dans l'exécution de son rôle. La GMAO permet la gestion des équipements, la gestion de maintenance, la gestion des stocks, la gestion des achats, la gestion des plannings et même la gestion des coûts et des budgets.

Maintenance corrective

Ci-dessous le tableau récapitulatif des principales actions de maintenance corrective effectuées durant le mois de Mai :

Date	Ouvrage	Équipement	Problème	Intervention
05/05/2020	Décanteur N°1	Pont	Endommagement roue de guidage	Remplacement de roue de guidage
11/05/2020	Déshydratation	Combiné filtre à bande N°2	Fuite au niveau de la rampe de lavage	Réparation de la fuite
12/05/2020	Déshydratation	/	Fuite au niveau des conduites d'alimentation d'eau industrielle	Réparation des fuites
20/05/2020	Déssableur/déshuilleur N°1	Pont	Axe endommagé	Réparation de l'axe du pont

Tableau IV.4 : principales actions de maintenance corrective effectuées durant le mois de Mai

IV.5 Données Procès

IV.5.1 Ouvrages en fonctionnement :

File	Ouvrages	Nombre
Bâche d'arrivée et prétraitement	Dégrillage grossier Dégrillage fin Dessableur déshuileur	2/3 1/5 1/2
File Eau	Décanteur primaire Bassin biologique Clarificateur	1/3 file N°2 1/3 file N°3 1/3 file N°1
File Boues	Epaississeur Déshydratation mécanique Stabilisateur	1/2 0/2 2/4

Tableau IV.5 :les ouvrages en fonctionnement au niveau de la STEP de Boufarik.

IV.5.2 Conditions de fonctionnement des ouvrages :

- **Bâche d'arrivée** : Les déchets grossiers, les morceaux de bois et de plastiques transportés par les eaux usées sont souvent la cause de l'arrêt du dégrilleur grossier. Ce dernier fonctionne en mode horloge.
- **Prétraitement** : Les dégrilleurs fins et dessableurs/déshuileurs fonctionnent correctement, les sous-produits issus du prétraitement qui sont les graisses, les déchets et les sables sont récupérés respectivement dans une citerne à graisse et bennes pour être évacuer par la suite vers des organismes spécifiques.
Le dégrilleur fin fonctionne en mode horloge.
- **Le décanteur primaire file N°1** : Le pont du décanteur primaire fonctionne en continu. Les boues primaires sont extraites du décanteur via des pompes pour être envoyées vers l'épaississeur.
- **Le bassin d'aération File N°3** : Les aérateurs fonctionnent en mode sonde. Le développement de la biomasse a été observé au début du mois de Décembre 2019.
- **Le clarificateur file N°3** : Le pont du clarificateur fonctionne en continu et la qualité en sortie est satisfaisante. La recirculation des boues ainsi que l'extraction des boues biologiques fonctionnent en mode horloge.
- **Traitement des boues** : Depuis le début du mois de Décembre 2019, les boues primaires et biologiques sont envoyées vers l'épaississeur pour être épaissies puis envoyées à la déshydratation pour un traitement final afin d'éliminer l'eau contenue dans les boues. Cette étape a comme but de faciliter leur transport ou stockage.

IV.5.3 Conditions des charges hydrauliques et polluantes des effluents (cahier des garanties):

Ci-dessous un tableau permettant de comparer les charges hydrauliques et polluantes des eaux brutes reçues pendant le mois d'Avril avec les conditions minimums de constitution de l'effluent assurant le respect des valeurs de rejet contractuelles en plus du suivi des conformité/non-conformité desdites eaux en s'appuyant sur les données de dimensionnement citées dans selon **volume 4 Pièce 10 Cahier des garanties souscrites et performances minimales exigées/ Domaine de traitement garantie :**

Paramètre	Valeurs Théoriques	Valeurs réelles moyennes	Ecart en %	Valeurs CG	C/NC
Débit (m ³ /j)	60 000	10 819	18	25%-100%	NC
DBO5 (kg/j)	28 125	2998	11	/	/
DCO (kg/j)	56 250	4828	9	/	/
MES (kg/j)	26 250	3656	14	/	/
NTK (kg/j)	4500	370	8	/	/
PT (kg/j)	938	144	15	/	/
DBO5 (mg/l)	469	267	57	33%-150%	C
DCO (mg/l)	938	432	46	33%-160%	C
MES (mg/l)	438	303	69	20%-160%	C
NTK (mg/l)	75	32	/	/	/
PT (mg/l)	15,6	14	/	/	/
DCO/DBO5	< 3,5	1,6	/	< 3,5	C
T réacteur bio (°)	>12	22	/	>12	C

Tableau IV.6: charges hydrauliques et polluantes des eaux brutes reçues pendant le mois d'Avril.

Ci-dessous un tableau résumant les moyennes de certains polluants reçues dans les eaux brutes tel que le Chrome VI et Tensioactifs ,et leurs valeurs maximales, comme définis dans **le décret exécutif n° 09-209 du 11 Juin 2009 (fixant les Valeurs Limites Maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (voir annexe)).**

Paramètre	Valeurs selon Décret	Valeurs réelles moyennes	C/NC
Cr VI	0,1	0,83	NC
Tensioactifs	8	48	NC

Tableau IV.7 : Valeurs du chrome VI et des tensioactifs.

IV.6 Qualité des Eaux et performances épuratoires :

IV.6.1 Caractéristique des Eaux Brutes :

Le débit moyen reçu sur la STEP est de 10 819 m³/j et représente 18% du débit nominal prévu pour le dimensionnement (Soit 60 000 m³/j). Le débit reçu reste faible

Les observations précédemment citées sont toujours d'actualité, notamment présence d'huiles et graisses.

Les charges polluantes contenues dans les eaux sont variables.

Nous notons une augmentation des charges des matières en suspension lors des crues, les eaux de ruissellement urbaines emportent les huiles, les graisses et déchets, et le charriage de l'eau transporte les solide de tout genre notamment le sable et le gravier.

Cet apport ponctuel engendre une accumulation non négligeable de matières en suspension au niveau des ouvrages d'arrivée et au prétraitement, nécessitant souvent un nettoyage approfondi.

Nous avons procédé à maintes reprises au nettoyage du poste de relevage et dessaleur/déshuileur afin de les débarrasser des sables et déchets accumulés.



Figure IV.4 : nettoyage du poste de relevage et déssableur/déshuileur

Les analyses des eaux brutes effectuées pour caractérisation montrent que le Chromes VI, Ammonium et Tensio-actifs sont toujours présents avec des proportions importantes. Voir annexe 1.

IV.6.2 Débit des eaux brutes :

Le débit moyen reçu pendant le mois de Mai est de 10 819 m³/j soit 18 % du débit moyen journalier (60 000 m³/j). Le pic de débit enregistré le 17/05/2020 est lié aux crues enregistrées ce jour. (Figure IV.5)

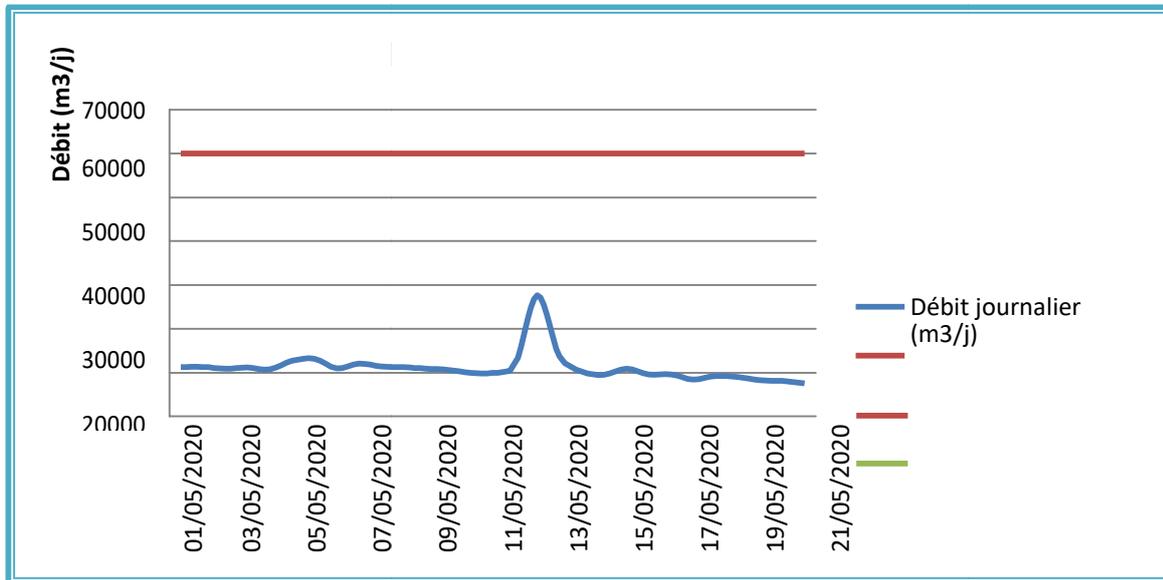


Figure IV.5 : variation des débits journaliers recus sur STEP Boufarik

IV.6.3 Concentration en pollution des eaux brutes :

Les eaux brutes reçues au niveau de la STEP de Boufarik présentent des concentrations en MES variables. Les pics sont toujours enregistrés lors des crues. Un apport important de sable est noté.

Quant à la DCO et la DBO₅, elles varient en fonction de la qualité des eaux reçues. Les concentrations moyennes des MES, DBO₅ et DCO dans les eaux brutes admises sont respectivement de 303 mg/l, 267 mg/l et 432 mg/l. voir (Figure IV.6)

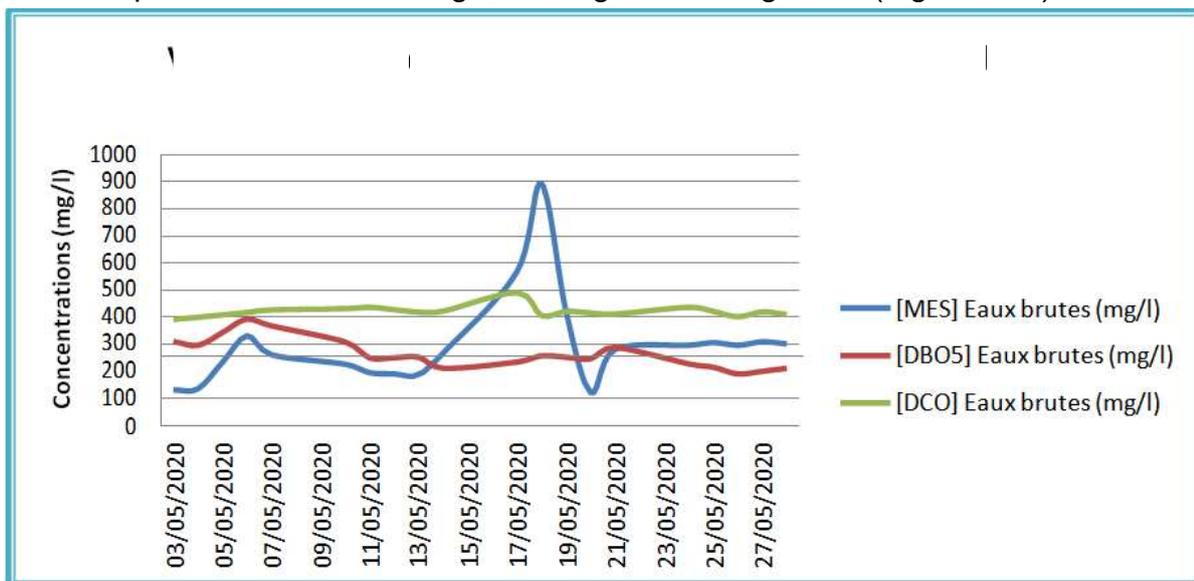


Figure IV.6 : Variations des concentrations des MES, DBO₅ et DCO dans l'eau brute STEP Boufarik

IV.6.4 Charges polluantes des eaux brutes :

Les charges polluantes restent variables et faibles en entrée de la STEP comme montré dans (Figure IV.7)

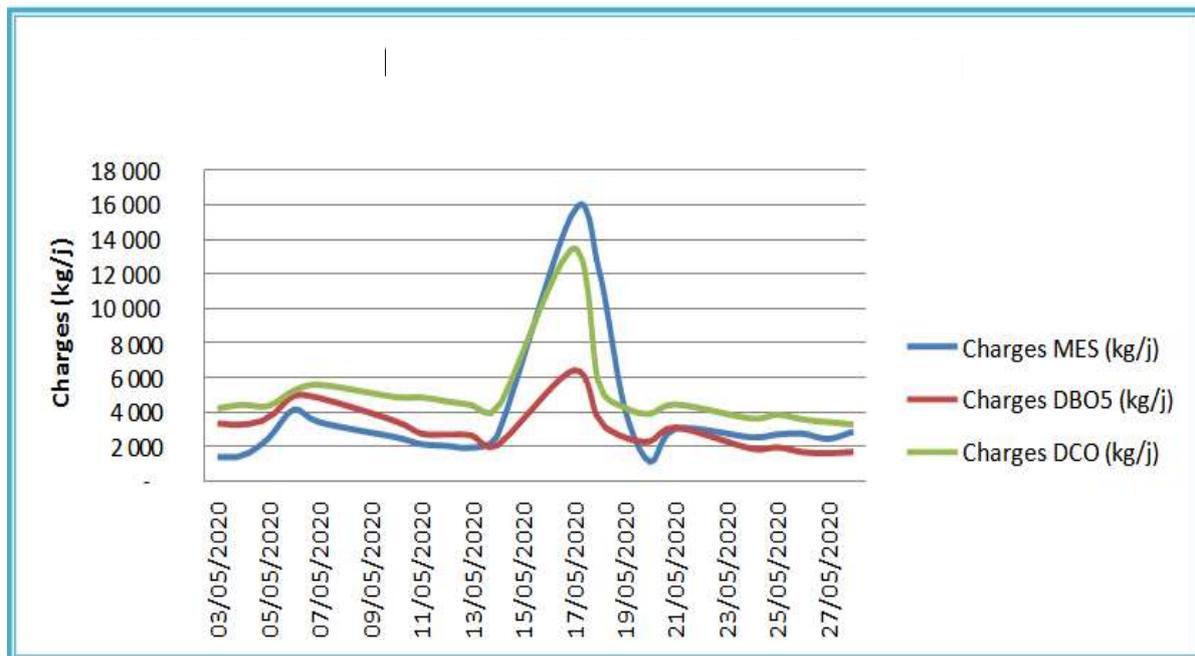


Figure IV.7 : Variation des charges en MES, DBO5 et DCO dans l'eau brute STEP Boufarik

IV.6 .5 Rapport de biodégradabilité :

Le rapport DCO/DBO5 permet de qualifier la biodégradabilité d'un effluent, si le rapport est inférieur à 3,5 alors l'effluent est biodégradable, à l'inverse, l'effluent est peu ou pas biodégradable.

Le rapport DCO/DBO5 moyen est de 1,6, par conséquent, l'effluent admis au niveau de la STEP est biodégradable. Voir (Figure IV.8)

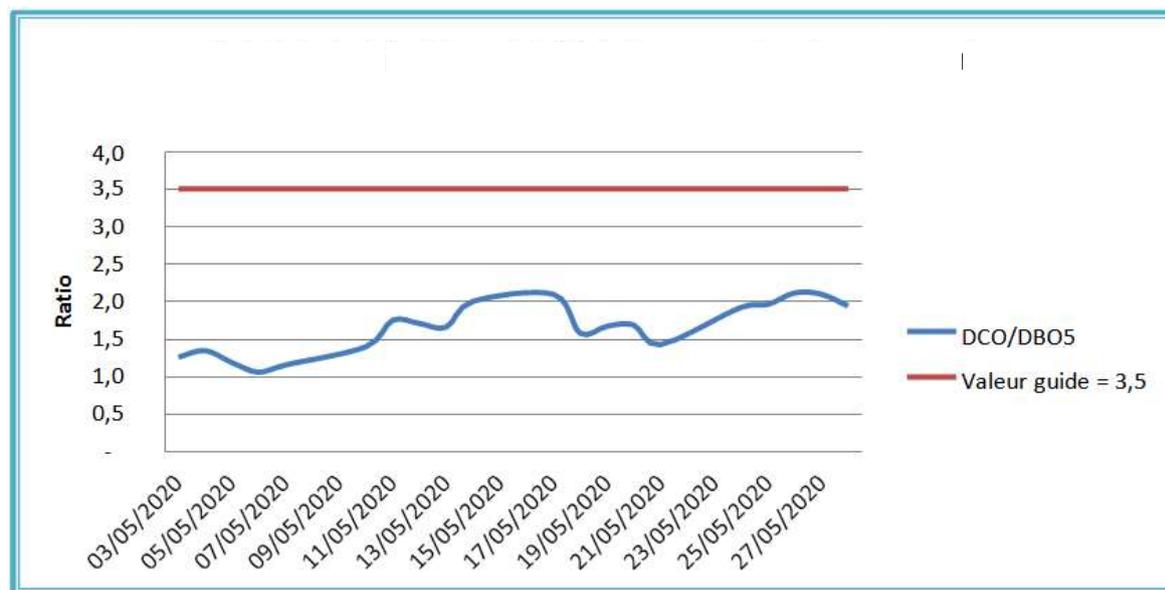


Figure IV.8 : suivi de la biodégradabilité des eaux brutes, rapport DCO/DBO₅

IV.6.6 Micropolluants dans les eaux brutes :

Chrome VI :

L'analyse du paramètre Chrome Héxavalent (Substance extrêmement toxique) a été faite durant ce mois d'afin de déterminer la nature de l'effluent reçu. Notons que pour cette substance, les rejets industriels sont la principale cause de son abondance dans l'environnement

La Valeur Limite Maximale du chrome hexavalent (VI) dans les eaux brutes entrant dans une station d'épuration est de 0,1 mg/l (selon le décret exécutif n° 09-209 du 11 Juin 2009 fixant les Valeurs Limites Maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration (voir annexe)).

Les valeurs sont largement dépassées atteignant même 1,02 mg/l (Le 27/05/2020), et la moyenne mensuelle de ce mois de Mai est de 0,83 mg/l. Le Chrome étant toxique, inhibe l'activité biologique, perturbe ainsi le process et donc l'épuration, une réception continue peut entraîner une baisse du rendement épuratoire souhaité sur le long terme. De plus, une fraction se retrouvera dans les boues déshydratées. voir (Figure IV.9)

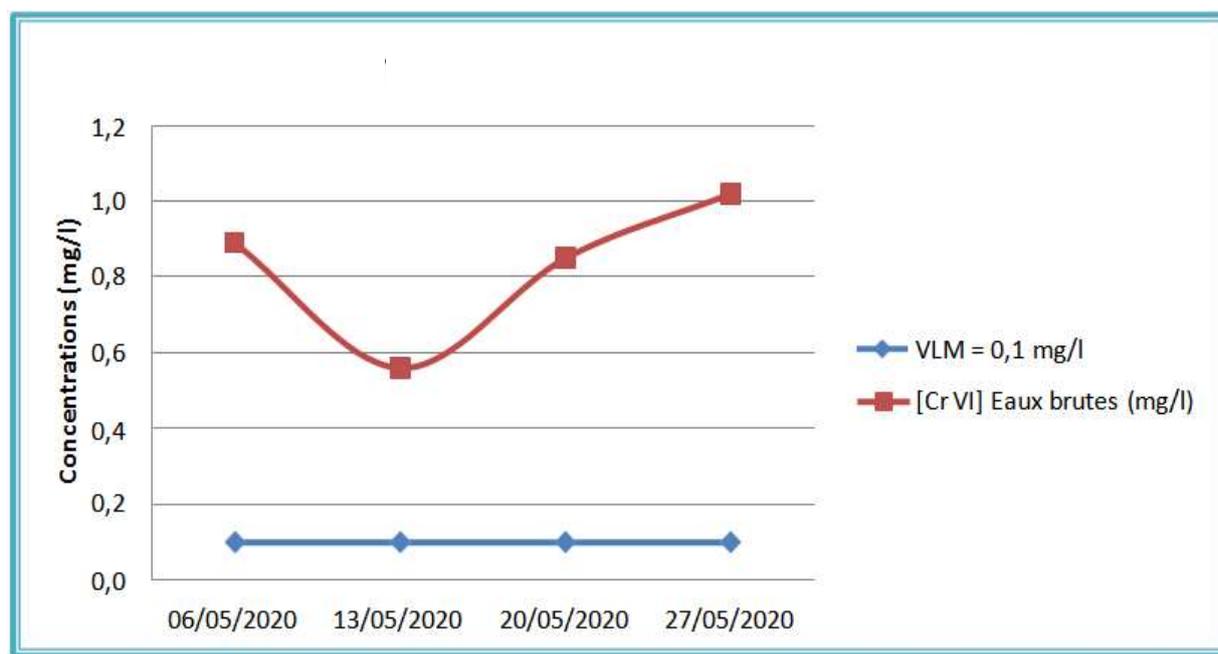


Figure IV.9 : Concentration Chrome VI entrée STEP Boufarik

Tensioactifs :

Les tensio-actifs sont reçus quotidiennement au niveau de la station d'épuration de Boufarik et ce depuis le démarrage. Les eaux sont mousseuses. Les concentrations sont très élevées. La moyenne reçue pendant le mois de Mai est de 48 mg/l.

Ces micropolluants sont difficilement biodégradables, actuellement la réglementation internationale exige l'utilisation de tensioactifs ayant une biodégradation primaire de 80% en 21 jours, c'est-à-dire que le produit doit avoir une propriété de se dégrader et se transformer sous l'effet de microorganismes en produit ayant perdu ses propriétés initiales - le moussage dans le cas des tensioactifs- en 21 jours. En Algérie, l'utilisation de tensioactifs biodégradables n'est pas encore généralisée, ce qui rend leur élimination presque impossible à envisager au niveau d'une station d'épuration.

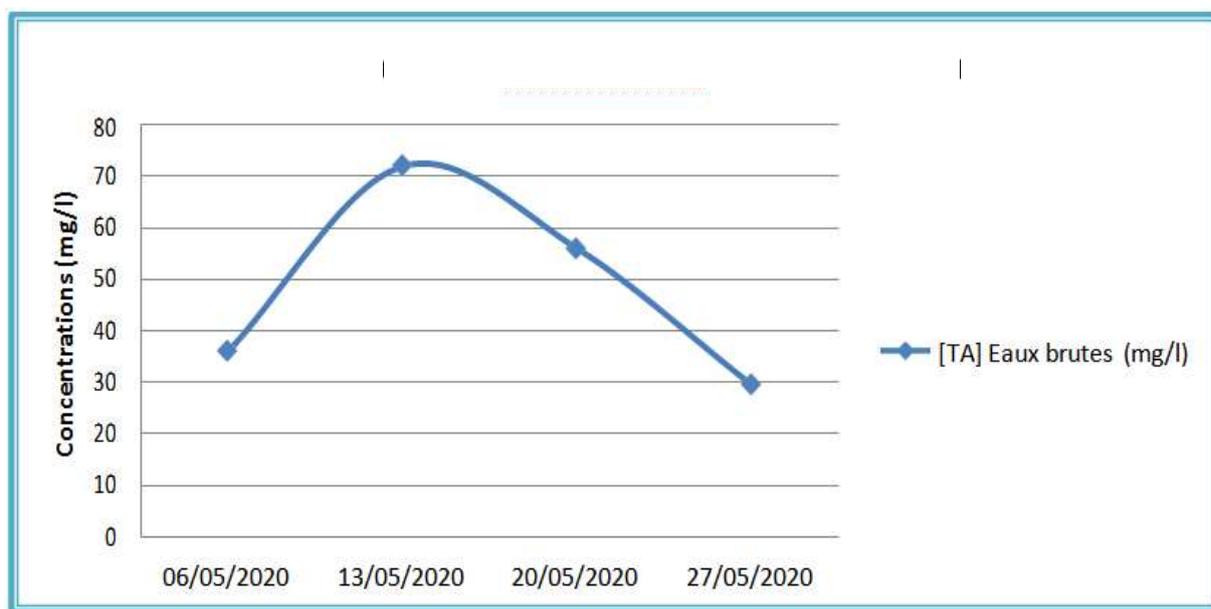


Figure IV.10 : Concentrations des Tensio-actifs entrée STEP Boufarik

MES ET MVS :

Le graphe suivant permet de suivre l'évolution des concentrations des MES et MVS dans le bassin d'aération.

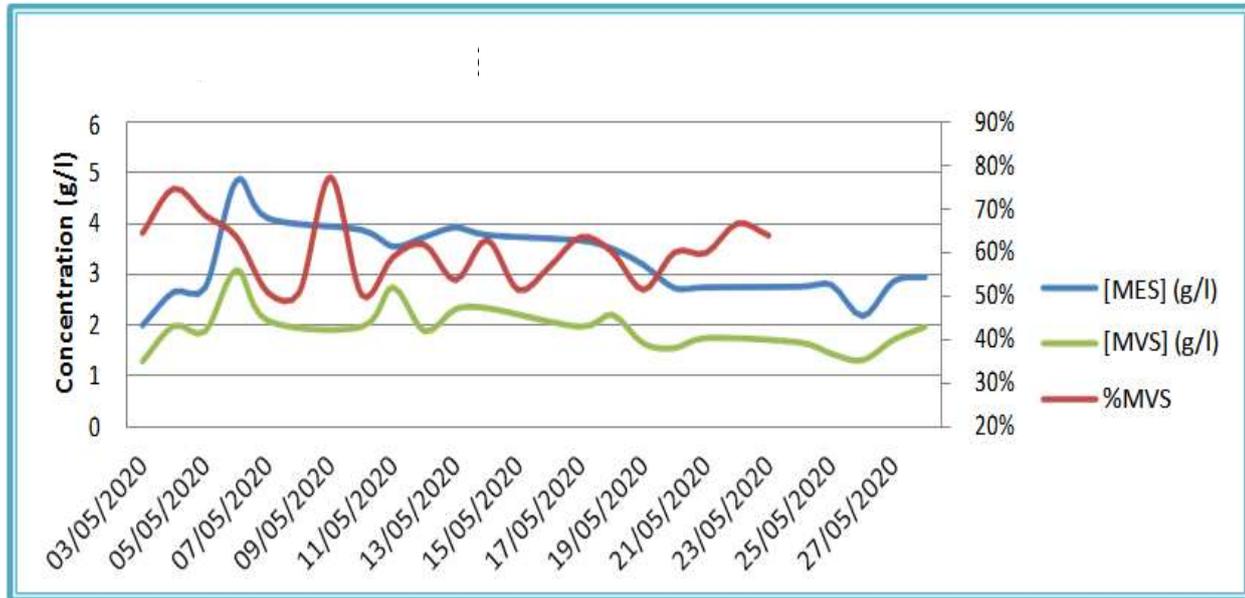


Figure IV.11 : Variation des MES/MVS au niveau du bassin d'aération.

L'objectif est de maintenir une concentration des MES dans le bassin d'aération de 3,8 g/l. La moyenne du mois est de 3,24 g/l. Les MVS représentent en moyenne 61% des MES.

La biomasse est active.

Le test de V30 montre une séparation Eau/Boue nette avec une eau interstitielle claire et non turbide, sans remontée de boues.

Charges volumes et massiques :

Le graphe ci-dessous montre l'évolution des charges massiques et volumiques

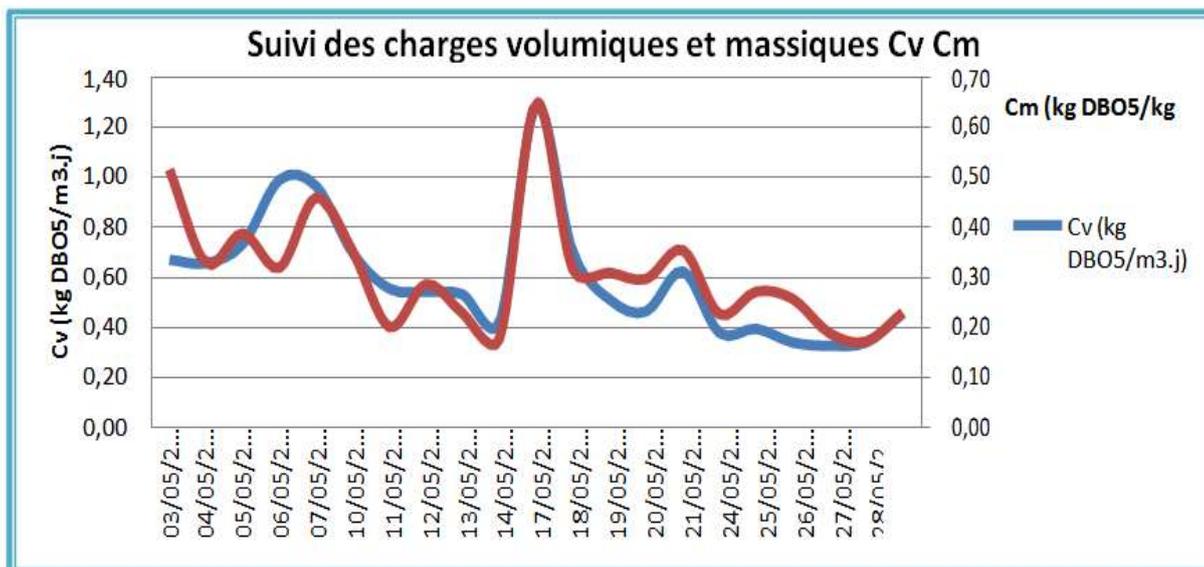


Figure IV.12 : Suivi des charges volumiques et massique Cv Cm

Suite aux fluctuations des charges hydrauliques et polluantes, les charges massique et volumique sont extrêmement instables, et ce depuis le début de l'exploitation. La moyenne des charges volumiques et massiques sont respectivement : 0,60 et 0,31.

IV.6.7 Qualité des eaux épurées :

Les graphes suivants permettent de comparer les concentrations en DCO, DBO₅ et MES contenues dans les eaux brutes et celles contenues en sortie STEP après épuration. Cela permet donc d'évaluer les performances épuratoires de la station.

Elimination des DCO :

la concentration moyenne de la DCO de l'eau épurée enregistrée pendant le moi de Mai est de 43 mg/L comme montré dans la Figure IV.13

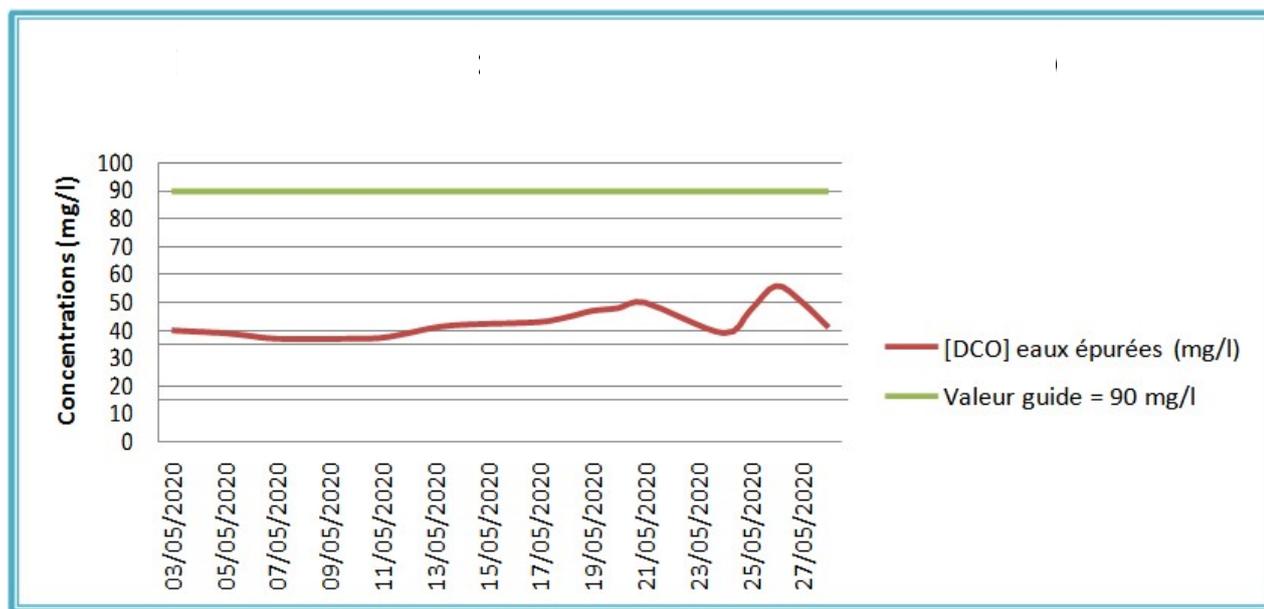


Figure IV.13 : Variation des concentrations de la DCO des eaux épurées STEP Boufarik

elimination de la DBO₅ :

La concentration moyenne de DBO₅ de l'eau épurée enregistrée pendant le mois de Mai est de 19 mg/l comme montré dans la Figure IV.14

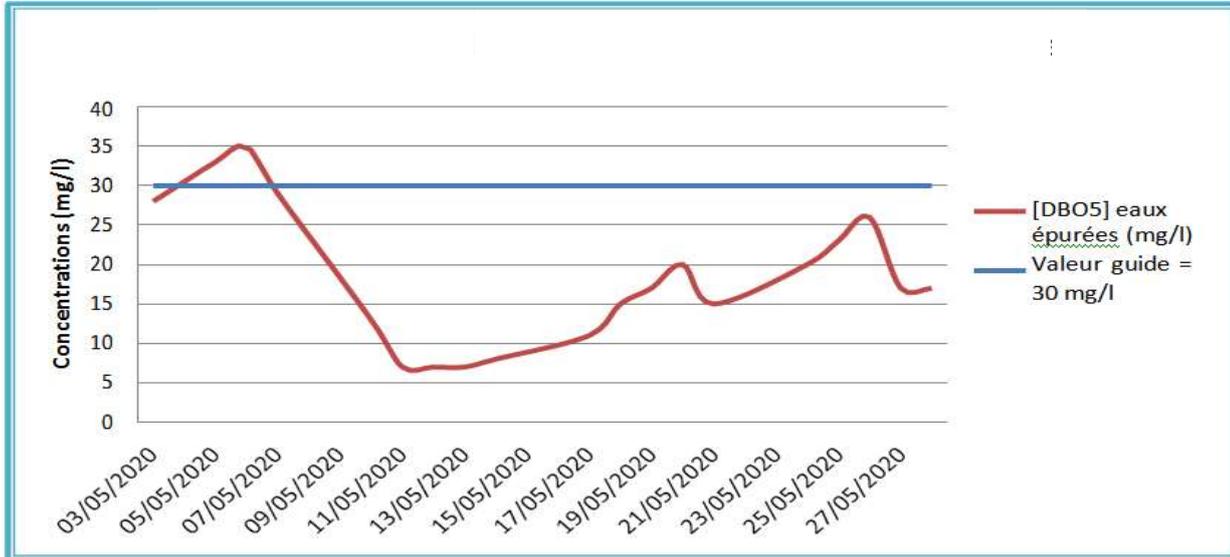


Figure IV.14 : Variation des concentrations des DBO₅ des eux épurées STEP Boufarik

Elimination des MES :

La concentration moyenne des MES de l'eau épurée enregistrée pendant le mois de Mai est de 14 mg/l.

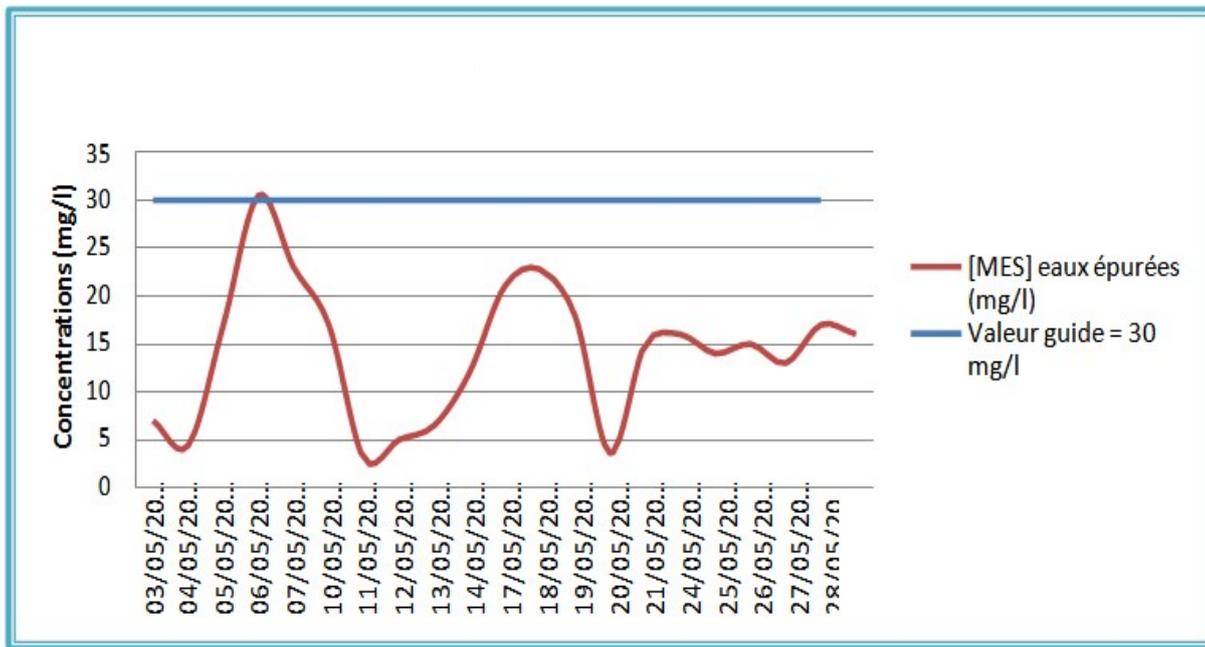


Figure IV.15 : Variation des concentrations des MES des eaux épurées STEP Boufarik

L'efficacité de l'épuration est observée au niveau du clarificateur, la surface du clarificateur est claire, nous n'avons noté aucune remontée de boue, comme le montre la photo ci-dessous. Les pertes de boues en sortie sont en moyenne de 147 kg/j au lieu de 600 kg/j.



Figure IV.16 :Clarificateur N°3

Les concentrations des MES, DBO₅ et DCO en sortie de la STEP de Boufarik sont conformes aux garanties exigées dans la **pièce contractuelles N° 10 Cahier des garanties souscrites et performances minimales exigées**.

Abattement :

Les abattements moyens du mois de Mai des MES, DBO₅ et DCO sont respectivement de 95%, 93% et 90% (voir Figure IV.17), et sont largement supérieures aux garanties contractuelles exigées dans **la pièce contractuelle N° 10 Cahier des garanties souscrites et performances minimales exigées : 90% pour les MES, 90% pour la DBO₅ et 80% pour la DCO.**

L'eau épurée rejetée dans l'Oued est conforme aux exigences contractuelles et répond aux attentes du traitement.



Figure IV.17 : Abatement de la pollution carbonée et particulaire.

IV.7 Les sous-produits de l'épuration :

IV.7.1 Refus de dégrillage et de dessablage :



Figure IV.18 : Refus de dégrillage et de dessablage

La siccité moyenne du refus dégrilleur du mois de Mai est de 32 %, sachant que la siccité exigée contractuellement est ≥ 30 %. Quant au refus laveur à sable, sa siccité moyenne est de 58% et inférieure à la valeur contractuelle, qui doit être ≥ 80 %.

IV.7.2 Traitement des Boues

IV.7.2.1 Âge des boues :

L'âge des boues représente le temps de séjour des boues dans les bassins d'aération. Celui-ci est plus important que le temps de séjours des eaux à traiter, du fait de la recirculation. On le calcul de la façon suivante :

$$\text{Age boues} = \frac{\text{Volume BA} * \text{Concentration MES dans BA}}{(\text{Débit Extraction} * \text{Concentration MES Boues Extraites})}$$

Avec :

Volume BA : en m³

Concentration MES dans le BA : kg/m³ Débit Extraction : m³/j

Concentration Boues Extraites : kg/m³

L'augmentation ou la diminution de l'âge des boues dépend des objectifs d'élimination, carbone seul ou éliminations des composés azotés et phosphorés.

L'âge des boues théorique dans les bassins d'aération est compris entre 3 et 7 Jours, tandis que l'âge des boues moyen actuel est de 6 jours, augmenté afin qu'on puisse éliminer mieux l'azote et le phosphore pour améliorer la qualité du rejet.

IV.7.2.2 Epaissement des boues :

L'épaissement des boues se fait gravitairement au niveau des deux épaisseurs ayant chacun un volume de 1270,5 m³, ce procédé permet de concentrer les boues en consommant peu d'énergie.

Ce dernier est alimenté actuellement depuis la bêche de répartition qui reçoit les boues primaires, les boues biologiques en excès et les effluents des postes à flottants des décanteurs et clarificateurs.

Les boues épaissies gravitairement doivent avoir une concentration en matières sèches > 35 g/l.

La concentration moyenne du mois de mai est de 42 g/L.

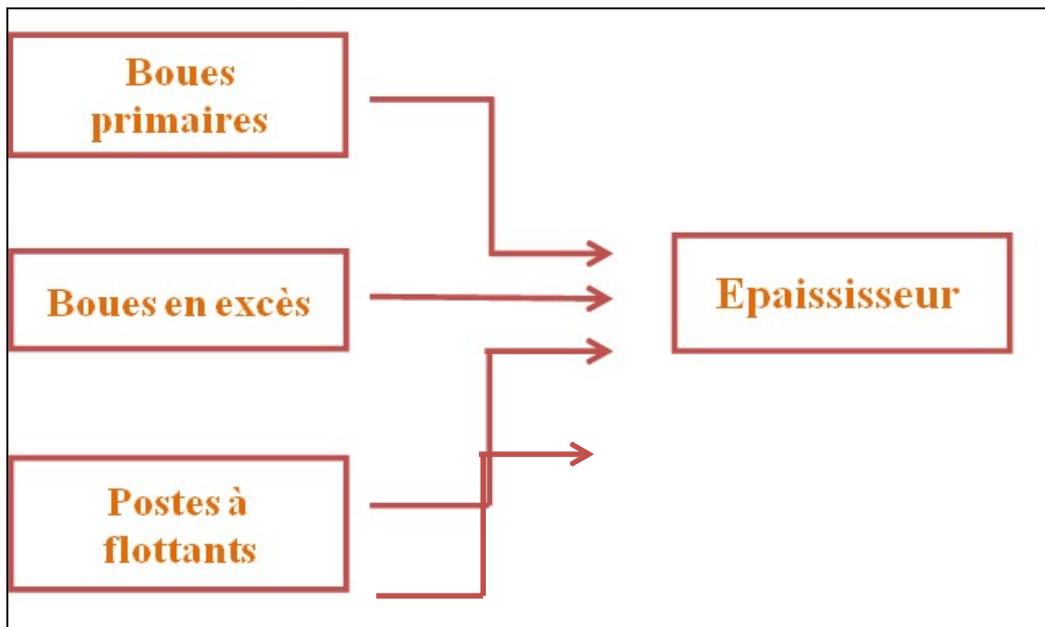


Figure IV.19 : Epaissement des boues.

IV.7.2.3 Stabilisation des boues :

La stabilisation aérobie des boues a pour but la réduction de matières organiques de 40%. Cette réduction s'effectue par une aération de la boue sans apport de substrat carboné, ceci favorisant une auto-synthèse de la masse cellulaire, donc une dégradation de la masse organique.

Les temps de traitement des boues lors d'une stabilisation aérobie sont de 15 jours en moyenne et 14 jours en pointe à 12 °C.

La stabilisation sera effectuée dans 2 bassins ayant un volume de 5820 m³ chacun. L'aération des boues est assurée par 6 turbines verticales dont le rendement d'oxygénation retenu est de 1,7 kg O₂ en conditions standards.

La concentration en matières sèches des boues stabilisées doit être > 22 g/l et le rendement de la réduction des MVS doit être > 40 %.

La stabilisation n'est pas fonctionnelle à cause de la faible charge hydraulique.

IV.7.2.4 Déshydratation des boues :

L'atelier de déshydratation a été dimensionné pour un fonctionnement de 18 h par jour, 5 jours par semaine pour une concentration moyenne des boues de 25 g/l. La déshydratation des boues est assurée par 4 combinés tables d'égouttage et filtres à bandes presseuses. Les boues aspirées dans les ouvrages de stabilisation sont refoulées vers l'atelier de déshydratation. Elles sont floculées par injection d'un polymère en tête de chaque machine, ce qui permet d'améliorer la formation des floccs.

Qualité de la boue déshydratée :

La siccité moyenne des boues déshydratées obtenue après déshydratation est de 29%. La boue déshydratée est conforme (> 20%) selon (pièce contractuelles N° 10 Cahier des garanties souscrites et performances minimales exigées)

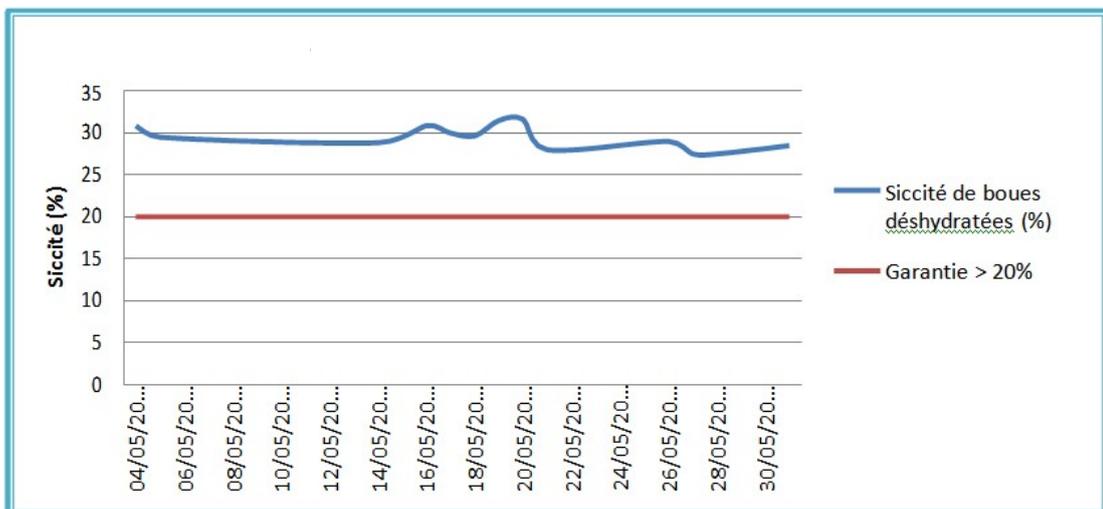


Figure IV.20 : Variation de la siccité des boues déshydratées.

Production de boue déshydratée :

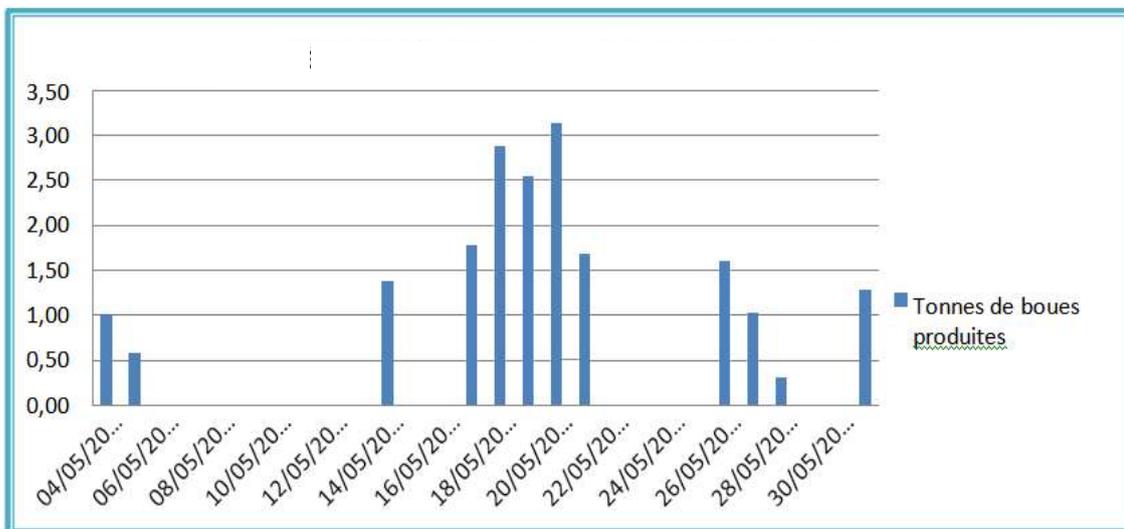


Figure IV.21 : Déshydratation et production des boues

Nous avons atteint une production de 21 tonnes de boues durant le mois de Mai.

IV.8 Consommations Énergie et Réactifs

IV.8.1 Energie Electrique :

Ci-dessous le graphe du suivi de la consommation électrique de la STEP de Boufarik de Janvier à Mai 2020.

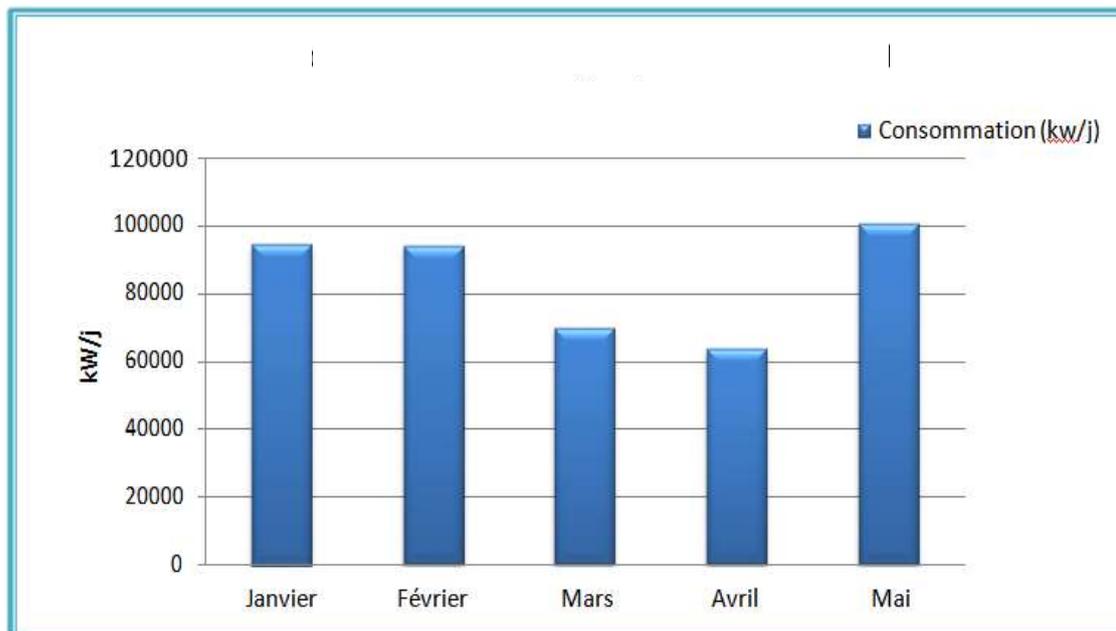


Figure IV.22 : Suivi de la consommation énergétique de la STEP de Boufarik.

La consommation énergétique journalière moyenne de la station d'épuration enregistrée durant le mois de Mai est de 3247 kw/j. Les pannes électriques sont récurrentes.

Bilan de consommation électrique / kg DBO₅ éliminé :

Mois	Paramètres de calcul de la consommation réelle (cahier des garanties)								
	Débit (m ³)	Kg de DBO ₅ éliminée			Consommation d'énergie réelle	Facture SONELGAZ STEP	Kw/Kg DBO ₅ éliminé	Kw/m ³ d'eau traité	dzd/m ³ d'eau traité
	Q	Entrée	Sortie	Ecart	E	DZD	/	/	/
JAN 20	313502	95 878	2998	92 880	94 874	548 928,84	1,02	0,30	1,75
FEV 20	444871	121 462	6862	114 599	94 348		0,82	0,21	
Mars 20	257584	70 138	3173	66 965	69 972		1,04	0,27	
Avril 20	286472	76950	2865	74 085	63 749		0,86	0,22	
Mai 20	335403	92 943	5493	87 450	100 662		1,15	0,30	

Tableau IV.8 : consommation électrique /kg DBO₅ éliminé

IV.8.2 Réactifs et gasoil :

Consommation de Gasoil :

Il n'y a pas eu de consommation de gasoil pendant le mois de Mai.
Nous avons consommé 100 kg de polymère pour l'atelier de déshydratation.

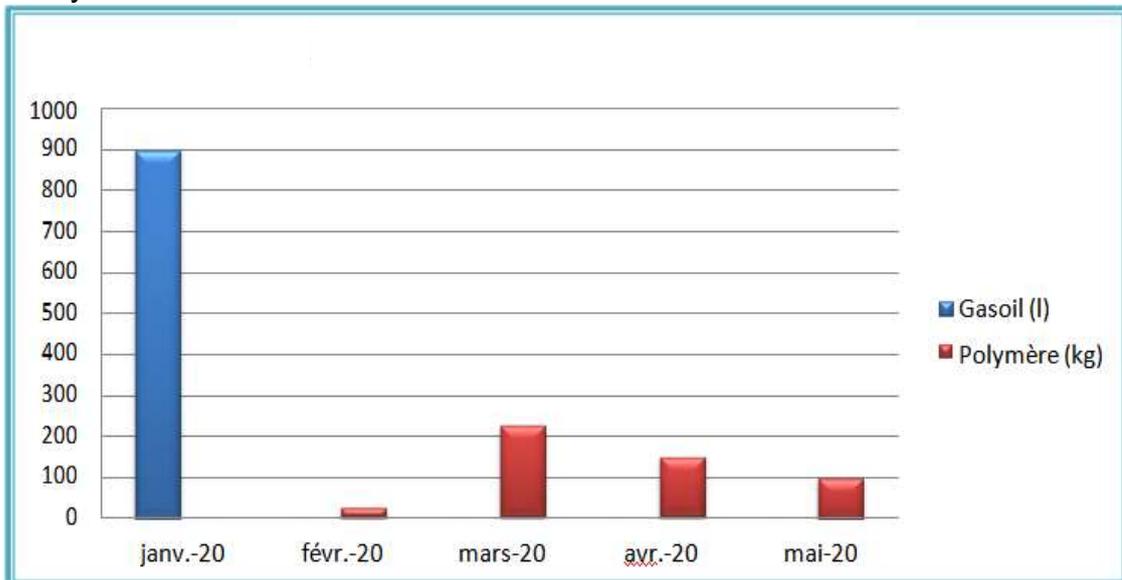


Figure IV.23 : consommation en gasoil et polymère STEP

IV.9 Evènements COVID-19:

Depuis l'apparition des premiers cas confirmés du COVID-19 dans la wilaya de Blida, La STEP de Boufarik a procédé à un changement de stratégie d'opération afin de lutter contre la propagation de ce virus au sein même de l'entreprise.

La STEP a formé deux équipes A et B qui travaillent en alternance une semaine sur deux depuis le 17 Mars 2020.

La STEP a assuré aussi la disponibilité des gants, gel hydro alcoolique et désinfectants sur site. Des réunions quotidiennes étaient faites dans le but de sensibiliser au mieux nos collaborateurs.

Une campagne de nettoyage sur site était réalisée après chaque journée de travail. Les personnels disposent d'autorisation de circulation délivrée par les autorités locales.

IV.10 Contraintes :

Les principales contraintes liées au bon déroulement de l'exploitation sont les suivantes :

- Faibles charges polluantes et présence de chrome, tensioactifs et sulfure élevés probablement due aux rejets illicites des industriels.

- Absence de zone de décharge, demande rejetée par le CET pour évacuer les sous- produits d'épuration (déchets, sables, boues...).
- Pannes électrique répétitives au niveau du réseau SONELGAZ

IV.11 Conclusion :

Le fonctionnement de la station d'épuration de Boufarik est satisfaisant. Les rendements d'épuration sont atteints et répondent aux exigences contrac-tuelles.

Les pollutions carbonées, azotées et phosphorées ont connu des réductions respectives de 90%, 89% et 71% des pollutions reçues en amont STEP.

L'atelier de déshydratation est fonctionnel, et les boues déshydratées sont conformes aux exigences du cahier de charge, néanmoins, il reste à trouver une destination finale des boues pour pouvoir déshydrater sans contraintes.

Il est important de prendre en considération les effluents industriels reçus.

Conclusion générale

L'objectif principal de notre travail, était de caractériser les eaux usées, évaluer les performances épuratoires de la station de Boufarik grâce à l'analyse des données issues de l'auto surveillance de cette station d'épuration à travers le suivi de la charge hydraulique, des paramètres de pollution physico-chimiques et les corrélations qui existent entre eux physicochimiques les plus significatifs et calculé les ratios indicateurs de pollution qui nous ont été utiles pour tenter de décrypter et de mieux comprendre les phénomènes de pollution au sein de la station.

Ces indicateurs permettent de mettre en évidence les optimisations nécessaires à la station et serviront, une fois mis en place, à piloter l'exploitation de l'installation.

Dans notre travail, nous avons comparés les résultats obtenus aux normes prescrites et aux objectifs fixés par le constructeur.

Nous nous sommes intéressés à la vérification des paramètres techniques de fonctionnement de chaque ouvrage pour le débit nominal pour lequel la station a été conçue et pour les débits entrant à la station durant le moi de Mai 2020 .

Après l'étude analytique et l'évaluation que nous avons fait dans cette étude, et qui a donné des résultats clairs due à l'existence des plusieurs problèmes au niveau de cette station.

- Des faibles charges polluantes et présence de chrome, tensioactifs et sulfure élevés probablement due aux rejets illicites des industriels.
- Une absence de zone de décharge, demande rejetée par le CET pour évacuer les sous- produits d'épuration (déchets, sables, boues...).

Il est à noter que ce travail nous a permet d'approfondir et d'enrichir nos connaissances dans le domaine d'épuration des eaux usées et d'avoir des informations concrètes sur la situation de l'épuration en Algérie.

Références bibliographiques

- ANONYME 1, 2004** : Dictionnaire Larousse
- ALPHA SEDDIKI.M, 2005** : Thèse de doctorat en pharmacie sur : La qualité organoleptique de l'eau de consommation. Université de Bamako.
- ANGERVILLE.R, 2009** : Thèse doctorat évaluation des risques écotoxicologiques liés au déversement de rejets urbains par temps de pluie.
- BOUZIANI, 2000** : L'eau (de la pénurie aux maladies).Ed. IBN KHALDOUN.
- BOEGLIN.J et ROUBATY J.L, 2007** : Pollution industrielle de l'eau, caractérisation, classification, mesure ; G,210 V,. Edition Techniques de l'Ingénieur. Paris.
- Claude CARDOT** :Techniques appliquées au traitement de l'eau ; Edition : Ellipses ; 1999.
- Christophe DAGOT et Julien LAURENT** ; Module d'enseignement ASTEP ; 2014.
- CHAMPIAT, D. (1994.) Biologie des eaux:** Méthodes& techniques, Masson, 374 p.
- Charlotte P, 2011.** Transfer de matière dans un biofilm aéré sur membrane présenté et soutenue par charlotte picard le 6 juillet 2011.
- DEGREMONT, 2005.**
- DESJARDIN R, 1997.** Le traitement des eaux, 2^{ème} Edition, l'école polytechnique de Montréal.
- DJEDDI H, 2007.** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestière urbain Mémoire de Magistère en Écologie et Environnement Option : Écologie végétale université Constantine.
- DEGREMONT. (1989) Mémento technique de l'eau,** 9eme Edition, Tome 1 et 2, Editions Lavoisier, Paris
- Européen Scientifique Journal August 2014.** Edition vol.10, No.23
ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431
- GAUDJOUS D, 1995.** La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition Technique et documentation Lavoisier.

HOULI. S : Cours d'épuration; 2007.

Henry MONCHY, 1977.Mémento d'assainissement.

IBGE, 2005 : L'eau à Bruxelles, qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface (institut bruxellois de la gestion et de l'environnement).

J.RODIER : L'analyse de l'eau ; 2009.

LADJEL F, 2004. L'exploitation des eaux usées urbaine dans la station dans la station (CFMA-Boumerdes).

Mekhalif, 2009. Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissements spécialité : Chimie Option : Pollution Chimique et Environnement.

METAHRI M.S, 2012 : Elimination de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées (Thèse de doctorat).UMMTO.

MARC S, 2003. Guide technique de l'assainissement 2^{ème} édition.

REDJESK F, 2002. Analyse de l'eau : Aspect et réglementaire et technique. Ed CRDP d'Aquitaine. France.

ROQUES H, 1979.Fondement théorique du traitement biologique des eaux Volume 2Lavoisier.

RAMADE F, 2005. Élément d'écologie : écologie appliquée, 2005.

RODIER, 2009.

REJESK.F, 2002 : Analyse de l'eau, aspect réglementaire et technique. Edition CRDP. Aquitaine, d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

Satin Marc, Béchir Selmi, Régris Bourrier : guide technique de l'assainissement ; 1999.

Annexes

Bilans des analyses :

 Station d'Épuration des Eaux Usées de Boufarik	BULLETIN DES ANALYSES DU LABORATOIRE	OPS/EXP/Laboratoire
		Mise à jour 15/09/2019
		Par :F.GHERBI

Date d'échantillon : 03/05/2020

Nature d'échantillon : Eau brute, eau épurée et boue

Mode de prélèvement : continue

Provenance des eaux : Ben chaabane, Ain Aicha et Boufarik

Remarque : Odeur H2S

Motif d'analyse :

Précipitation :

Débit journalier :

Conformité du rejet :

Exploitation

Pas de pluie

10865 m³/j

Oui

Filière des eaux						
Paramètres physico-chimiques						
Paramètres	Unité	Eau brute	Valeurs exigées EB	Eau épurée	Valeurs exigées EE	R (%)
pH	/	7.5	5,5-8,5	7.8	/	/
O ₂ dissout	mg/l	1.7	/	6.3	/	/
Potentiel Rédox (rH)	mV	-456	>-250	145	/	/
Conductivité	µs/cm	1432	/	1134	/	/
Température	°C	20	≤30	22	>12	/
Matières en suspension	mg/l	130	87,5 - 700	7	≤30 >90 %	94.62
Matières volatiles sèches	mg/l	125	/	/	/	/
Demanche chimique en oxygène	mg/l	390	309 - 1500	40	≤90 >80 %	89.74
Demanche Biochimique en oxygène	mg/l	309	155 - 703	28	≤30 >90 %	/
Rapport DCO/DBO ₅	/	1.26	<3,5	/	/	/

Filière des boues			
Paramètres	Unité	boue biologique	boue déshydratée
Matières en suspension	g/l	2.01	/
MVS	g/l	1.3	/
Siccité	%	/	/

OTV VEOLIA

Responsable laboratoire :

GHERBI Fatma

Signature :

Date :03/05/2020

 Valeur limite contractuelle

 Norme Algérienne ou OMS

 Station d'Épuration des Eaux Usées de Boufarik	BULLETIN DES ANALYSES DU LABORATOIRE	OPS/EXP/Laboratoire
		Mise à jour 15/09/2019
		Par :F.GHERBI

Date d'échantillon : 10/05/2020

Nature d'échantillon : Eau brute, eau épurée et boue

Mode de prélèvement : continue

Provenance des eaux : Ben chaabane, Ain Aicha et boufarik

Remarque : Présence de la mousse et odeur H2S

Motif d'analyse :

Précipitation :

Débit journalier :

Conformité du rejet :

Exploitation

Pas de pluie

11372 m³/j

Oui

Filière des eaux						
Paramètres physico-chimiques						
Paramètres	Unité	Eau brute	Valeurs exigées EB	Eau épurée	Valeurs exigées EE	R (%)
pH	/	7.9	5,5-8,5	7.5	/	/
O ₂ dissout	mg/l	1.5	/	4.6	/	/
Potentiel Rédox (rH)	mV	-434	>-250	199	/	/
Conductivité	µs/cm	1455	/	1456	/	/
Température	°C	20	≤30	21	>12	/
Matières en suspension	mg/l	225	87,5 - 700	17	≤30 >90 %	92.44
Matières volatiles sèches	mg/l	220	/	/	/	/
Demanche chimique en oxygène	mg/l	430	309 - 1500	37	≤90 >80 %	91.40
Demanche Biochimique en oxygène	mg/l	307	155 - 703	13	≤30 >90 %	/
Rapport DCO/DBO ₅	/	1.40	<3,5	/	/	/

Filière des boues			
Paramètres	Unité	boue biologique	boue déshydratée
Matières en suspension	g/l	3.89	/
MVS	g/l	1.98	/
Siccité	%	/	/

OTV VEOLIA

Responsable laboratoire :

GHERBI Fatma

Signature :

Date :03/05/2020

 Valeur limite contractuelle

 Norme Algérienne ou OMS

 Station d'Épuration des Eaux Usées de Boufarik	BULLETIN DES ANALYSES DU LABORATOIRE	OPS/EXP/Laboratoire
		Mise à jour 15/09/2019
		Par :F.GHERBI

Date d'échantillon : 21/05/2020

Mode de prélèvement : continue

Provenance des eaux : Ben chaabane, Ain Aicha et Boufarik

Remarque :/

Motif d'analyse :

Débit journalier :

Conformité du rejet :

Exploitation

10891 m³/j

Oui

Filière des eaux						
Paramètres physico-chimiques						
Paramètres	Unité	Eau brute	Valeurs exigées EB	Eau épurée	Valeurs exigées EE	R (%)
pH	/	7.2	5,5-8,5	7.4	/	/
O ₂ dissout	mg/l	1.4	/	6.5	/	/
Potentiel Rédox (rH)	mV	-443	>-250	205	/	/
Conductivité	µs/cm	1380	/	1168	/	/
Température	°C	19	≤30	22	>12	/
Matières en suspension	mg/l	280	87,5 - 700	15	≤30 >90 %	94.64
Matières volatiles sèches	mg/l	265	/	/	/	/
Demanche chimique en oxygène	mg/l	410	309 - 1500	50	≤90 >80 %	87.80
Demanche Biochimique en oxygène	mg/l	287	155 - 703	15	≤30 >90 %	/
Rapport DCO/DBO ₅	/	1.43	<3,5	/	/	/
Filière des boues						
Paramètres	Unité	boue biologique	boue déshydratée			
Matières en suspension	g/l	2.76	/			
MVS	g/l	1.76	/			
Siccité	%	/	28			

OTV VEOLIA

Responsable laboratoire :

GHERBI Fatma

Signature :

Date :03/05/2020

 Valeur limite contractuelle

 Norme Algérienne ou OMS

 Station d'Épuration des Eaux Usées de Boufarik	BULLETIN DES ANALYSES DU LABORATOIRE	OPS/EXP/Laboratoire
		Mise à jour 15/09/2019
		Par :F.GHERBI

Date d'échantillon : 31/05/2020

Nature d'échantillon : Eau brute, eau épurée et boue

Mode de prélèvement : continue

Provenance des eaux : Ben chaabane, Ain Aicha et Boufarik

Remarque : Odeur H2S

Motif d'analyse :

Précipitation :

Débit journalier :

Conformité du rejet :

Exploitation

Pas de pluie

7166 m³/j

Oui

Filière des eaux						
Paramètres physico-chimiques						
Paramètres	Unité	Eau brute	Valeurs exigées EB	Eau épurée	Valeurs exigées EE	R (%)
pH	/	7.6	5,5-8,5	7.7	/	/
O2 dissout	mg/l	2.1	/	6.3	/	/
Potentiel Rédox (rH)	mV	-326	>-250	169	/	/
Conductivité	µs/cm	1439	/	1234	/	/
Température	°C	20	≤30	21	>12	/
Matières en suspension	mg/l	370	87,5 - 700	16	≤30 >90 %	95.68
Matières volatiles sèches	mg/l	348	/	/	/	/
Demanche chimique en oxygène	mg/l	687	309 - 1500	38	≤90 >80 %	94.47
Demanche Biochimique en oxygène	mg/l	318	155 - 703	15	≤30 >90 %	95.28
Rapport DCO/DBO ₅	/	2.16	<3,5	/	/	/

Filière des boues			
Paramètres	Unité	boue biologique	boue déshydratée
Matières en suspension	g/l	3.09	/
MVS	g/l	1.98	/
Siccité	%	/	28.5

OTV VEOLIA

Responsable laboratoire :

GHERBI Fatma

Signature :

Date : 03/05/2020

 Valeur limite contractuelle

 Norme Algérienne ou OMS