



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et d'Hydraulique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Hydraulique
Hydraulique Urbaine

Réf. : HU 06/2019

Présenté et soutenu par :
ZORAI AMEUR

Le : samedi 6 juillet 2019

Performances épuratoires de la station d'épuration de Ain Taghrout Wilaya de Bordj Bou-Arredj Au cours de l'année de la mise en service

Jury :

Mme. ONOUKI Samira	MCA	Université de Biskra	Présidente
Mr. ABDESSEMED Fouzi	MAA	Université de Biskra	Examineur
Mlle. GEURGAZI Saâdia	Pr	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2018- 2019

REMERCIEMENT

Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.

J'aimerais exprimer ma gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'a pu m'apporter mon promoteur **Pr : Guergazi Saadia** pour ces orientations et son compréhension.

Mes remerciements également à :

Tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail ; Tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire ;

Aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail.

A tous les étudiantes d'hydraulique option HU et OH

Enfin un grand merci tout spécial, à ma femme, à mes enfants, Doua, Mohamed et Ritadj ainsi qu'à tous mes amies qui n'ont cessé de me soutenir et de m'encourager au cours de mes années d'études et de m'avoir plus d'une fois remonté le moral. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Z.AMEUR

DEDICACE

A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais.

Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

A toutes ces âmes ; sans les citer ; je dédie ce travail en signe de reconnaissance et de respect.

Z.AMEUR

Résumé

Les eaux usées posent de grands problèmes environnementaux et sanitaires lorsqu'elles sont rejetées sans aucun traitement, car elles contiennent une quantité importante de polluants, les stations d'épuration ont pour rôle de réduire cette pollution (chimique, physique et microbiologique) pour permettre un rejet sans danger pour l'homme et l'environnement.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la station d'épuration de la commune de Ain Taghrouit qui fonctionne avec le procédé boues activées à faible charge avec une aération prolongée. Le suivi de l'ensemble des paramètres physico-chimiques durant l'année d'exploitation (2018-2019) a montré que :

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 91% d'élimination de la matière en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) respectivement de 83% et de 92% accompagnés par un coefficient de biodégradabilité qui oscillent entre 1.13 et 3.17, indiquant que les polluants seraient parfois difficilement biodégradables. L'élimination du NO₂⁻, NO₃⁻ et PO₄³⁻ est très faible.

Notre étude montre aussi que la STEP de Ain Taghrouit est en bon fonctionnement, mais elle rencontre de temps en temps certains problèmes liés à la formation de la mousse et l'augmentation de la quantité des boues.

Mots clés : Eaux usées, STEP de Ain Taghrouit, Paramètres physico-chimiques, Rendement.

ملخص

تشكل المياه العادمة مشاكل بيئية وصحية كبيرة عند تصريفها دون معالجة ، لأن الأخيرة تحتوي على كمية كبيرة من الملوثات ، محطة معالجة المياه العادمة لها دور في الحد من هذا التلوث (الكيميائي ، الفيزيائي والميكروبيولوجي) للسماح بصرف مياه آمنة للبشر والبيئة. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أداء عمليات التطهير و مردود محطة تصفية المياه المستعملة لبلدية عين تاغروت التي تعمل بالحماة المنشطة ، ذات الحمولة المنخفضة مع تهوية طويلة ، إن متابعة جميع العناصر الفيزيوكيميائية على سلسلة من البيانات لسنة من الاستغلال (2018-2019) أظهرت أن :

- نتائج الكفاءة التقنية مرضية حيث تم إزالة 91 % من المواد الصلبة العالقة (MES).
- بلغ معدل خفض الطلب على الأكسجين الكيميائي (COD) والطلب البيولوجي للأكسجين لمدة 5 أيام (DBO₅) 83 % و 92 % على التوالي. مصحوبًا بمعامل التحلل الحيوي الذي تراوح بين 1.13 و 3.17، مما يشير إلى أن الملوثات قد تكون في بعض الأحيان صعبة التحلل البيولوجي.
- إن إزالة NO₂⁻، NO₃⁻ و PO₄³⁻ منخفضة للغاية.
- تشير دراستنا إلى أن محطة عين تاغروت لديها أداء جيد لكنها تتلقى من وقت لآخر لبعض المشاكل المتعلقة بتكوين الرغوة وزيادة كمية الحماة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي ، محطة معالجة مياه الصرف الصحي، عين تاغروت ، العوامل الفيزيائية والكيميائية، الأداء.

TABLE DE MATIERE

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

SOMMER

LISTE DES CARTES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERAL.....1

**CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES EAUX USEES ET LES TECHNIQUES
D'EPURATION**

1.1	: Introduction	3
1.2	: Définition des eaux usées.....	3
1.3	: Origines des eaux usées.....	3
1.3.1	: Eaux usées domestiques.....	3
1.3.2	: Eaux usées industrielles.....	4
1.3.2.1	: Eaux usées d'origine industrielle.....	4
1.3.2.2	: Eaux usées d'origine agricole	5
1.4	: Paramètres de la pollution des eaux usées.....	5
1.4.1	: Paramètres physiques.....	5
1.4.1.1	: Température (T).....	5
1.4.1.2	: Matière en suspension (MES).....	5
1.4.1.3	: Matières volatiles en suspension (MVS).....	5
1.4.1.4	: Matières minérales sèches (MMS).....	5
1.4.2	: Paramètres organoleptiques.....	6
1.4.2.1	: Turbidité.....	6
1.4.2.2	: Odeur	6
1.4.3	: Paramètres Chimiques.....	6
1.4.3.1	: Potentiel d'hydrogène (pH).....	6
1.4.3.2	: Conductivité électrique (CE).....	6
1.4.3.3	: Oxygène Dissous(O ₂).....	7
1.4.3.4	: Demande chimique en oxygène (DCO).....	7
1.4.3.5	: Demande Biochimique en oxygène (DBO).....	7
1.4.3.6	: Biodégradabilité (K).....	8
1.4.3.7	: Azote.....	8
1.4.3.8	: Nitrate.....	9
1.4.3.9	: Paramètres chimiques minéraux.....	9
1.4.4	: Paramètres Bactériologiques.....	10
1.4.4.1	: Virus.....	10
1.4.4.2	: Bactéries.....	10
a)	: Protozoaires.....	10
b)	: Helminthes.....	10
c)	: Coliformes totaux.....	11
d)	: Coliformes fécaux.....	11

e)	: Streptocoques fécaux.....	11
1.5	: Equivalent habitant (EH).....	11
1.6	: Normes rejet.....	12
1.6.1	: Normes internationales.....	12
1.6.2	: Normes Algériennes.....	12
1.7	: Station d'épuration des eaux usées.....	14
1.7.1	: Définition de l'épuration des eaux usées.....	14
1.7.2	: Définition de l'épuration des eaux usées.....	14
1.7.3	: Emplacement de la station d'épuration.....	14
1.7.4	: Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées.....	15
1.8	: Procédés d'épuration des eaux usées.....	15
1.8.1	: Procédés biologiques intensifs.....	15
1.8.1.1	: Lit bactérien.....	15
1.8.1.2	: Disques biologiques.....	16
1.8.1.3	: Boues activées.....	17
1.8.2	: Procédés biologiques extensifs (lagunage).....	17
1.8.3	: Traitement tertiaire.....	18
1.9	: Conclusion.....	19

CHAPITRE 2 : PROCEDE D'EPURATION DES EAUX PAR BOUES ACTIVEES

2.1	: Introduction.....	20
2.2	: Description de fonctionnement du procédé à boues activées.....	20
2.3	: Principe de fonctionnement du procédé à boues activées.....	20
2.4	: Ouvrages et équipements du traitement biologique à boues activées.....	21
2.4.1	: Prétraitement.....	21
2.4.1.1	: Dégrillées.....	21
➤	: Grilles manuelles.....	22
➤	: Grille mécanique.....	22
2.4.1.2	: Dessablage.....	22
2.4.1.3	: Dégraissage déshuilage.....	23
➤	: Dégraisseur-déshuileur aéré.....	23
➤	: Déshuileur longitudinal.....	23
2.4.2	: Traitement primaire (Décantation primaire).....	23
2.4.2.1	: Décantation physique (naturelle).....	24
2.4.2.2	: Décantation physico-chimique.....	24
2.4.3	: Bassin d'aération.....	24
2.4.4	: Systèmes d'aération.....	24
2.4.5	: Clarificateur.....	25
2.4.6	: Recirculation des boues.....	25
2.4.7	: Extraction des boues en excès.....	26
2.5	: Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées.....	26
2.5.1	: Charge massique(Cm).....	26
2.5.2	: Charge volumique (Cv).....	26
2.5.3	: Age des boues.....	27
2.5.4	: Indice de Mohlman(IM).....	27
2.5.5	: Besoin en oxygène.....	27
2.6	: Paramètres influençant le fonctionnement des bassins d'aération.....	27
2.6.1	: Inhibitions liées aux paramètres caractéristiques des eaux brutes.....	27

❖	: Problèmes biologiques.....	28
❖	: Problèmes mécaniques.....	28
2.7	: Avantages et inconvénients.....	29
2.7.1	: Avantages.....	29
2.7.2	: Inconvénients.....	29
2.8	: Conclusion.....	30

CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION DE AIN TAGHROUT WILAYA DE BORDJ BOU-ARREIDJ

3.1	Introduction.....	31
3.2	Situation géographique de la zone d'étude.....	31
3.3	Présentation du site d'implantation de la station d'épuration.....	32
3.3.1	Site de la station d'épuration.....	32
3.3.2	Présentation de la zone d'influence.....	33
3.4	Situation climatique.....	33
3.4.1	Pluviométrie.....	34
3.4.2	Température.....	35
3.4.3	Vent.....	35
3.5	Principe de fonctionnement de STEP de Ain Taghrouit	35
3.5.1	Données de base	35
3.5.2	Origine d'eau brute.....	36
3.5.3	Performance exigées après traitement.....	36
3.5.4	Principe de traitement adopté.....	36
3.6	Description et fonctionnement de la station.....	38
3.6.1	Filière eau.....	40
3.6.1.1	Dégrillage grossier et Poste de relevage.....	40
a)	Dégrillage grossier.....	40
b)	Poste de relevage (chambre de pompages des eaux brutes).....	41
c)	Mesure de débit et analyseur automatique.....	42
3.6.1.2	Ouvrages de prétraitement.....	43
a)	Dégrillage fine mécanisé.....	43
✓	Vis compacteuse et transporteuse des déchets.....	44
✓	Refus de dégrillage.....	45
b)	Dessablage Dégraissage (2unités).....	45
✓	Système d'extraction et d'évacuation des sables.....	47
✓	Evacuation des huiles et graisses.....	48
c)	Ouvrages de répartition, écrêtage et by-pass amont biologique.....	48
3.6.1.3	Traitement biologique.....	50
a)	Zone de contact.....	50
b)	Bassin d'aération : Nitrification et dénitrification.....	51
c)	Aérateur de surface.....	52
d)	Dégazeur.....	53
3.6.1.4	Bassin de clarification.....	53
a)	Mécanisme de raclage.....	54
b)	Jupe de répartition.....	55
c)	Goulotte des eaux décantées.....	55
d)	Lame de débordement et paroi siphonide.....	55

3.6.1.5	Bassin de désinfection.....	55
3.6.2	Filière boue.....	56
3.6.2.1	Poste de pompage des boues (recirculation/extraction).....	56
3.6.2.2	Epaisseur statique.....	57
3.6.2.3	Déshydratation mécanique des boues.....	58
3.6.2.4	Déshydratation naturelle des boues sur lits de séchage.....	59
3.6.2.5	Stockage des boues déshydratées.....	59
3.7	Présentation de la salle de contrôle.....	60
3.8	Organisation du personnel.....	61
3.9	Conclusion.....	62

CHAPITRE 4 : MATERIELS ET METHODES

4.1	Introduction.....	63
4.2	Présentation de laboratoire.....	63
4.3	Prélèvement et échantillonnage.....	63
4.3.1	Prélèvement Manuelle.....	64
4.3.2	Prélèvement automatique.....	64
4.4	Méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques.....	65
4.4.1	Température.....	65
4.4.2	pH.....	65
4.4.3	Détermination de l'O ₂ dissous.....	66
4.4.4	Mesure de la conductivité.....	67
4.4.5	Matières en suspension (M.E.S).....	67
➤	Appareils et accessoires de mesure.....	67
➤	Préparation des filtres par l'eau distillée.....	68
➤	Filtration de l'échantillon.....	68
➤	Calcul de la teneur en MES.....	68
4.4.6	Demande chimique en oxygène (D.C.O).....	69
➤	Appareils, accessoires et réactifs de mesure.....	69
➤	Etape de dosage.....	69
4.4.7	Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	69
➤	Principe de mesure.....	70
4.4.8	Nitrates et Nitrites.....	71
4.4.9	Orthophosphates (PO ₄ ⁻³).....	71
4.5	Conclusion.....	71

CHAPITRE 5 : ETUDE DE LA PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION DE AIN TAGHROUT WILAYA DE BORDJ BOU-ARRERIDJ

5.1	: Introduction.....	72
5.2	: Résultats et discussions.....	72
5.2.1	: Contrôle de débit (Q) (volumes entrants).....	72
5.2.2	: Température (T).....	73
5.2.3	: Potentiel hydrique (pH).....	74
5.2.4	: O ₂ dissous.....	75
5.2.5	: Conductivité.....	76

5.2.6	: Matières en suspension (MES).....	77
5.2.7	: Demande chimique en oxygène (DCO).....	78
5.2.8	: Demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	79
5.2.9	: Biodégradabilité et nature de rejet.....	80
5.2.10	: Pollution phosphorée	80
5.2.11	: Matières azotées.....	81
5.3	: Problèmes aperçus au niveau de la station.....	83
5.4	: Conclusion.....	83

CONCLUSION GENERALE	84
----------------------------	-----------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	85
------------------------------------	-----------

Listes des cartes

Carte	Titre	Page
Carte 01	: Carte de Situation géographique de la commune de Ain Taghrout	32

Listes des figures

Figures	Titres	Page
Figure 1	Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien	16
Figure 2	Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique	17
Figure 3	Schéma de principe d'un disque biologique	17
Figure 4	Cycles Biologiques d'une lagune	18
Figure 5	Schéma de principe du procédé de traitement par boues activées	21
Figure 6	Schéma d'un dégrilleur	22
Figure 7	Schéma d'un dessableur	22
Figure 8	Vue de la station d'épuration de Ain Taghrout Wilaya de : BBA	32
Figure 9	Schéma général de la station d'épuration d'Ain Taghrout	39
Figure 10	Grille grossière manuelle	40
Figure 11	bâtiment de relevage.	41
Figure 12	débitmètre électromagnétique	42
Figure 13	Grilles mécaniques	44
Figure 14	Refus de dégrillage	45
Figure 15	Dessableur-déshuileur	46
Figure 16	Système d'extraction et d'évacuation des sables	47
Figure 17	Evacuation des huiles et graisses	48
Figure 18	Ouvrages de répartition	48
Figure 19	Bassin d'anoxie	50
Figure 20	bassin d'aération a boue active	52
Figure 21	Turbines aératrices de surface	52
Figure 22	Dégazeur	53
Figure 23	Bassin de clarification	54
Figure 24	Bassin de désinfection	55
Figure 25	Poste de pompage des boues	57

Figure 26	Epaississeur statique	58
Figure 27	Filtre à bande	59
Figure 28	Lits de séchage	60
Figure 29	Stockage des boues déshydratées	60
Figure 30	Salle de contrôle	61
Figure 31	Prélèvement manuelle	64
Figure 32	Prélèvement automatique.	64
Figure 33	Photo du pH mètre WTW 3110 utilisé	66
Figure 34	Photo de l'Oxymètre portatif WTW 3110	66
Figure 35	Photo du conductimètre portatif WTW 3310	67
Figure 36	Les différents appareils de détermination des matières en suspension	68
Figure 37	Appareils et réactifs pour la détermination de la DCO	69
Figure 38	Appareil mesure la DBO ₅	70
Figure 39	Spectrophotomètre (DR6000)	71
Figure 40	Variation mensuelle du débit à l'entrée de la STEP.	72
Figure 41	Variation mensuelle de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP.	73
Figure 42	Variation mensuelle du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP	74
Figure 43	Variation mensuelle de l'O ₂ à l'entrée et à la sortie de la STEP	75
Figure 44	Variation mensuelle de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP	76
Figure 45	Variations mensuelle de la MES a l'entrée (EB) et à la sortie (ET) de la STEP et son rendement d'élimination et son rendement d'élimination	77
Figure 46	Variations mensuelle de la DCO a l'entrée et à la sortie de la STEP et son rendement d'élimination et son rendement d'élimination	78
Figure 47	Variation mensuelle de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP	79
Figure 48	Variation PO ₄ ³⁻ à l'entrée et à la sortie de la STEP	81
Figure 49	Variation NO ₂ ⁻ ET NO ₃ ⁻ à l'entrée et à la sortie de la STEP	82

Liste des Tableaux

Tableaux	Titres	Page
Tableau 1	Normes de rejets internationales	12
Tableau 2	Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur	13
Tableau 3	Coordonnées de la station Météorologique	33
Tableau 4	Pluviométrie moyenne mensuelle de la station de Ain Taghrout, 2018	34
Tableau 5	Température moyenne mensuelle de la STEP de Ain Taghrout	34
Tableau 6	Variation du vent	35
Tableau 7	Données de base de la STEP de AinTaghrout	35
Tableau 8	Paramètres exigés après traitement	36
Tableau 9	Les ouvrages installés au niveau de la STEP de Ain Taghrout	38
Tableau 10	Coefficient de biodégradabilité de l'effluent brut	80

Liste des abbreviations

ACL	Agglomération Chef-lieu
Ag₂ SO₄	Sulfate d'argent
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydriques
ASTM	American Society for Testing Material
BBA	Bordj Bou-Argeridj
CE	Conductivité Electrique (μs/cm).
Cm	La charge massique exprime en kg DBO5 / kg MVS.j
CSHPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
Cv	La charge volumique exprimée en kg O ₂ .m ⁻³ .j ⁻¹
DBO₅	Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l)
DCO	Demande Chimique en Oxygène (mg/l)
DIV	Direction du vent
DN	Diamètre Normalisé (mm).
E	Est
EB	Eau brute
EH	Equivalent habitant
EP	Epaisseur des barreaux
ESW	Est, Sud - Ouest
ET	Eau traité
E.H.T	Entreprise Hydro –Traitement
Fréq	Fréquence moyenne mensuelle
H₂O	Eau
H₂SO₂	Acide sulfurique
HgSO₄	Sulfate de mercure
IFE	Institut Français de l'Education
IM	Indice de Mohlman (mg/l)
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
JTU	Jackson Turbidity Unit
K	Constatant de la biodégradabilité
K₂Cr₂O₇	Dichromate de potassium (mg / l d'oxygène)
KW	kilo watt
LCK	Réactifs DCO
M₀	Masse en (mg) de la capsule vide
M₁	Masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C
MA	Matières azotées
MCE	Mètre colonne d'eau
MES	Matière En Suspension (mg/l)
MMS	Matière minérales sèche (mg/l)
MO	Matières oxydables
MP	Matières phosphorées
MVS	Matière volatile en suspension (mg/l)
N	Nord
NH⁺₄	Azote ammoniacal (mg/l)
NH₃	Ammoniac (mg/l)
N-NTK	Azote Totale Kjeldahl
NO₂⁻	Nitrites (mg/l)
NO₃⁻	Nitrates (mg/l)

O₂	Oxygène Dissous (mg/l)
OMS	Organisation mondiale de la santé
P₀	Chiffre du paramètre à la sortie
PC	<i>Personale Computer</i>
P_i	Chiffre du paramètre à l'entrée
PN	Pression nominale
PRV	Polyester Renforcé de fibres de Verre
Q	Débit
Q_j	Débit journalier d'eau brute à traiter (m ³ .j-1)
Q_m	Débit moyen
Q_p	Débit de point
R	Rendement pour un paramètre donné (%)
RN	Route nationale
SN	Sud-Nord
STEP	Station d'épuration des eaux usées
T	Température (°C)
TFT	Trinitron Flat Tube
U	Unite
US	Ultra sonore
V	Volume de la prise d'essai en (ml)
VIM	Vitesse moyenne du vent en m/s

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GENERALE

Les eaux usées issues des collectivités urbaines et des industries ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel car sans traitement elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises.

De ce fait, l'Algérie a connu pendant ces deux dernières décennies une évolution remarquable dans la construction des stations d'épurations des eaux usées urbaines et industrielles, dont le but est de diminuer la pollution en matière des rejets domestiques et industriels et de réutiliser les eaux usées après épuration. Parce que, les eaux usées épurées présentent l'avantage majeur d'assurer une ressource alternative à moindre coût en cas de sécheresse, de réduire les rejets de nutriments dans le milieu récepteur et de contribuer à la gestion intégrée de l'eau (AKHLIFI ET AL, 2017).

Par ailleurs, la dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore. Une grande majorité de ces polluants est transférés de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse (SALGHI, 2001 ; BENELMOUAZ, 2015).

Cependant, il est bien connu aujourd'hui qu'il existe plusieurs types de procédés de traitement des eaux usées, le procédé de traitement le plus utilisé est le procédé biologique. Le bon fonctionnement de ce type de procédé est conditionné en large partie par l'aptitude à la séparation entre la boue et l'eau traitée (JENKINS ET AL, 1986 ; BAKIRI, 2007). Parmi ces procédés, on trouve, le procédé d'épuration à boue activée qui est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées. Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient approuvées, plusieurs types de dysfonctionnements peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue) ou un moussage stable (KENKINS ET AL, 1986).

Dans ces contextes, l'objectif de ce travail consiste à évaluer les rendements épuratoires et les rendements de la station d'épuration à boues activées de la ville de Ain Taghrout wilaya

INTRODUCTION GENERALE

de Bordj Bou Arreridj. Cette station a été conçue en vue de protéger d'une part, la zone de Ain Taghrout et Bir Kasd Ali à vocation agricole, qui ont souffert de la contamination de son oued "Ain Taghrout" par les eaux usées non épurées. D'autre part, les eaux de cet oued se collectent au barrage de Ain Zada, cette situation engendre une pollution par les eaux usées rejetées sans aucun traitement aux eaux de barrage, Donc, la détérioration des conditions écologiques et sanitaires, ainsi que l'incapacité d'utiliser ces eaux pour l'irrigation. En effet, il est impératif de traiter ces eaux avant de les rejeter dans l'Oued.

Pour remédier ces problèmes, les autorités Algériennes du service hydraulique ont réalisé cette station de traitement des eaux polluées (STEP) pour protéger le barrage Ain Zada.

Pour aboutir à notre objectif, ce travail s'organise donc autour de cinq chapitres.

- Le Chapitre 1 donne des généralités sur les eaux usées, composition et la pollution des eaux usées, ainsi que les différents procédés d'épuration des eaux usées domestiques ;
- Le chapitre 2 décrit le procédé d'épuration des eaux par boues activées ;
- Le chapitre 3 donne une présentation et une description générale de la station d'épuration d'Ain Taghrout ;
- Le chapitre 4 a pour but une description sur les méthodes et les matériels utilisés dans les analyses physico- chimiques au sein de la station d'épuration d'Ain Taghrout ;
- Le chapitre 5 est consacré à l'étude expérimentale et à la présentation et l'interprétation des résultats.

Enfin, nous terminons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les principaux résultats obtenus.

CHAPITRE 01

GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES

ET LES TECHNIQUES D'ÉPURATION

1.1. Introduction

Les eaux usées peuvent être définies comme les eaux qui sont dégradées par les activités des hommes. Il peut s'agir d'activités domestiques (aller aux toilettes, prendre une douche, faire la vaisselle, se laver les mains...) ou industrielles (fabriquer du yaourt, tenir un garage automobile ...). Ces eaux usées, aussi appelées « effluents liquides » sont des « eaux polluées », constituées de toutes les eaux de nature à contaminer, par des polluants physiques, chimiques ou biologiques, les milieux dans lesquels elles sont déversées (**GAID, 1984 ; BENELMOUAZ, 2015**).

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible et la moins affectant (**GAID, 1984**).

Dans ce contexte, l'objectif principal de notre chapitre est de donner des généralités caractéristiques sur les eaux usées urbaine. Ainsi que les différents procédés utilisés pour leurs épurations.

1.2. Définition des eaux usées

Les eaux usées, appelées encore eaux résiduaires ou effluents, sont des eaux ayant subies une détérioration et une transformation de leurs propriétés naturelles après usage. On englobe, aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans les canalisations d'eaux usées (**BLIFFERT ET PERRAUD, 2001 ; BENKACI ET OUBBRAHAMI, 2016**).

1.3. Origines des eaux usées

Les eaux usées peuvent avoir deux origines:

1.3.1. Eaux usées domestiques

Elles correspondent à l'eau que nous consommons à la maison pour les différents besoins quotidiens. On distingue deux catégories d'eaux usées domestiques :

- Les eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bain, les cuisines. Elles contiennent des solvants, des graisses et des débris organiques.

- Les eaux vannes s'appliquent aux rejets des toilettes. Elles sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**RODIER ET AL, 2005**).

1.3.2. Eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles proviennent des usines, ateliers de fabrication et des établissements agricoles.

1.3.2.1. Eaux usées d'origine industrielle

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés (**RODIER, 2005**).

1.3.2.2. Eaux usées d'origine agricole

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...) (**GROSCLAUDE, 1999 ; ABIBSI, 2011**).

Donc ces eaux sont l'issus :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement (**GROSCLAUDE, 1999**).

1.4. Paramètres de la pollution des eaux usées

Les paramètres de la pollution des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique,... etc.). Ils permettent de déterminer le degré de la pollution de l'eau (<https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/>).

1.4.1. Paramètres physiques

1.4.1.1. Température (T)

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,... etc. (RODIER ET AL, 2005).

1.4.1.2. Matière en suspension (MES)

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 μ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à 100 μ m) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et 10⁻² μ m) (REJSEK, 2002).

1.4.1.3. Matières volatiles en suspension (MVS)

Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à 105 °C, puis pesées, ce qui fournit la teneur en MES (g/l). Elles sont ensuite chauffées à 500 – 600 °C, les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l) (RODERT, 1981).

1.4.1.4. Matières minérales sèches (MMS)

Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice (GAID, 1984).

1.4.2. Paramètres organoleptiques**1.4.2.1. Turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables : **(REJESK, 2002)**.

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

1.4.2.2. Odeur

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde **(LADJEL, 2006)**.

1.4.3. Paramètres Chimiques**1.4.3.1. Potentiel d'hydrogène (pH)**

La température des eaux usées varie généralement entre 10 et 25 °C. Les processus épuratoires se réalisant en anaérobie sont plus fortement influencés par les variations de température que les processus se réalisant en aérobie.

Quant au pH des eaux usées domestiques, il est compris entre 6,5 et 8,0. Il joue un rôle capital dans la croissance des micro-organismes qui ont un pH optimum variant entre 6,5 et 7,5. Les valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 9 affectent la viabilité et la croissance des micro-organismes. Les substances qui modifient le pH peuvent rendre inefficace le traitement des eaux usées **(GAUJOUS, 1999)**.

1.4.3.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations **(REJESK,**

2002). La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 .

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m), [$1 \text{ S/m} = 10^4 \mu\text{S/cm} = 10^3 \text{ ms/m}$]

1.4.3.3.Oxygène Dissous (O_2)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en $\text{mg O}_2/\text{l}$ (**REJSEK, 2002**).

1.4.3.4.Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie chimique, sans intervention d'êtres vivants, toutes les substances oxydables (sels minéraux oxydables, composés organiques biodégradables ou non). La mesure de la DCO se fait par oxydation au dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Elle est exprimée en mg / l d'oxygène (**RODIER, 1996**).

Elle est d'autant plus élevée qu'il ya des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables mesuré en $\text{mg d'O}_2/\text{l}$ (**TARADAT, 1992 ; GHETTAS, 2009**).

- $\text{DCO} = 1.5 \text{ à } 2$ fois DBO pour les eaux usées urbaines ;
- ✓ $\text{DCO} = 1 \text{ à } 10$ fois DBO pour l'ensemble des eaux résiduaire ;
- ✓ $\text{DCO} > 2.5$ fois DBO pour les eaux usées industrielles (**SUSCHKAM et FERREIRA, 1986**).

1.4.3.5.Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie biologique (par les bactéries normalement présentes dans les eaux) les matières organiques de l'eau.

L'oxydation complète des matières organiques nécessite de 21 à 28 jours, mais la mesure de la DBO est limitée à 5 jours (DBO_5), car au-delà, débute le processus aérobie de nitrification (oxydation des matières azotées). La DBO_5 est également exprimée en mg / l d'oxygène (**RODIER, 2005**).

1.4.3.6. Biodégradabilité (K)

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec $K = DCO/DBO_5$:

- ✓ Si $K < 1.5$, cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- ✓ Si $1.5 < K < 2.5$, cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- ✓ Si $2.5 < K < 3$, les matières oxydables sont peu biodégradables.
- ✓ Si $K > 3$, les matières oxydables sont non biodégradables.

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

1.4.3.7. Composées Azotés

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacal, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total (**RODIER, 2005**).

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et minérale ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄.

(Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique) (**GAUJOUS, 1995**).

1.4.3.8.Nitrate

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /l dans les eaux superficielles et quelques mg/l dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates.

La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

- **Agricole** : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel ;
- **Urbaine** : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas totale et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel.

Cette source représente les 2/9 des apports ;

- **Industrielle** : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports (**REJSEK, 2002**).

1.4.4. Paramètres Bactériologiques

Dans les eaux usées, divers micro-organismes pathogènes provenant essentiellement des matières fécales peuvent être rencontrés dans les eaux usées brutes. Ils sont à l'origine de la pollution quaternaire des eaux. Parmi eux, nous pouvons citer les virus, les bactéries, les champignons, les protozoaires et les helminthes (YAO, 2006).

1.4.4.1. Virus

Les virus se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau.

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel (PIERRE ET AL, 1990). Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, l'hépatite A.

1.4.4.2. Bactéries test

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries par 100 ml. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux (FERAY, 2000 ; AROUCHE ET TOUIL, 2018).

a) Protozoaires

Les espèces de protozoaires intestinaux humains qui sont considérés comme pathogènes et fréquemment rencontrés dans les eaux usées sont : *Entamoeba histolytica*, *Balantidium coli*, *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium parvum* (RODIER, 2005).

b) Helminthes

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'œufs et proviennent des excréments des personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, respiratoire ou par voie cutanée. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ œufs par litre. On peut citer, notamment, *Ascaris lumbricoides*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata* (PIERRE ET AL, 1990).

c) Coliformes totaux

Les bactéries coliformes existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels, les eaux traitées ne doivent pas contenir de coliformes, cependant l'absence de ces derniers ne signifie pas nécessairement, que l'eau présente pas un risque pathogène (**POTLON ET ZYSMAN, 1998**).

d) Coliformes fécaux

Ils sont capables de se développer à 44°C, et permettent d'estimer le risque épidémiologique dans l'eau. Il faut en tout logique tenir compte de la présence plus aux moins importante de germes pathogènes. La principale bactérie fécale est *Escherichia coli* (**POTLON ET ZYSMAN, 1998**).

e) Streptocoques fécaux

Ce groupe n'est généralement pas considéré comme pathogène, tout fois leur recherche associée celle des coliformes fécaux consiste un bon indice de contamination fécale car les streptocoques étaient un meilleur témoin que les coliformes fécaux pour des pathologies infectieuses (**BEZZIOU ET MEKAOUI, 2013**).

1.5. Equivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 litre d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (**METAHRI, 2012**)

1.6. Norms de rejets

1.6.1. Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les eaux usées sont représentées dans le Tableau 1 (CSHPPF, 1995).

Tableau 1 : Normes de rejets internationales (CSHPPF, 1995).

Paramètres	Unités	Norme utilisé (OMS)
PH	--	6,5 - 8,5
DBO5	mg/l	< 30
DCO	mg/l	< 90
MES	mg/l	< 20
NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,5
NO ₂	mg/l	1
NO ₃	mg/l	< 1
P ₂ O ₅	mg/l	< 2
Température T	C°	< 30
Couleur	--	Incolore
Odeur	--	Inodore

1.6.2. Normes Algériennes

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement.

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau 2 (JORA, 2006).

Tableau 2 : Valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (JORA, 2006).

Paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	C°
pH	5,5 à 8,5	-
MES	30	mg /l
DBO5	40	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	40	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	05	mg/l
Cadmium	0.2	mg/l
Fer	05	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0.001	mg/l
Nickel total	05	mg/l
Plomb total	01	mg/l
Cuivre total	03	mg/l
Zinc total	05	mg/l
Huiles et Grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	20	mg /l
Indice phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	02	mg/l
Composés organiques	05	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
(*)Chrome III+	03	mg/l
(*)Chrome VI+	0.1	mg/l
(*)Solvants organiques	20	mg/l
(*)Chlore actif	1,0	mg/l
(*)PCB	0,001	mg/l
(*)Détergents	2	mg/l
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg/l

1.7. Station d'épuration des eaux usées

1.7.1. Définition de l'épuration des eaux usées

La station d'épuration des eaux usées (STEP) est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable. Elle a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs (<https://www.techno-science.net/definition/3477.html>).

1.7.2. Objectif de l'épuration

L'objet du traitement étant de ramener les teneurs de corps indésirables en dessous des valeurs fixées par les normes de qualité choisies, le traitement ne portera pas sur l'eau elle-même mais sur les corps qui s'y trouvent en suspension vraie ou colloïdale et en solution. Il s'agira de procéder à une élimination totale ou partielle. Les objectifs essentiels de l'épuration sont:

- La préservation et l'amélioration de la santé;
- La protection de l'environnement;
- Economie de l'eau en procédant à son utilisation au profit de l'irrigation (**GOMELLA ET GUERREE, 1978**).

1.7.3. Emplacement de la station d'épuration

Une station d'épuration est généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées (domestiques et urbaines et, par extension, les eaux usées industrielles ou agricoles), et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs.

Les étapes du traitement sont regroupées en trois catégories:

- La chaîne de traitement de l'eau ;
- La chaîne de traitement des boues;
- Les procédés annexes : ce sont les procédés qui ne traitent ni l'eau, ni les boues mais qui ajoutent une qualité de service à l'usine d'épuration (**IFE, 2007**).

1.7.4. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des exigences du milieu récepteur ;
- Des caractéristiques des eaux usées ;
- Des conditions climatiques ;
- De la disponibilité du site;
- Des conditions économiques;
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien (**DAHOU ET BREK, 2004**).

1.8. Procédés d'épuration des eaux usées

L'épuration des eaux usées peuvent être intensif ou bien extensif :

1.8.1. Procédés biologiques intensifs

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Trois grands types de procédés sont utilisés: (<http://www.noreade.fr/info-eau/lasainissement-en-bref/les-differentes-techniques-depurations>).

1.8.1.1. Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs (Figure 1).

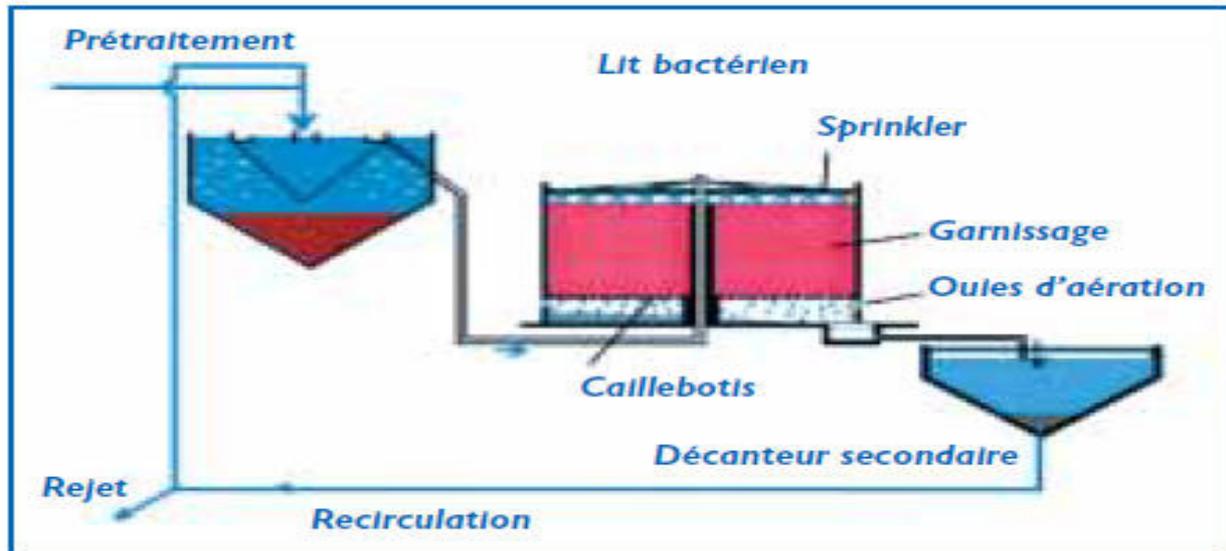


Figure 1 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien (BERNARD ET AL, 2001).

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux (BERNARD ET AL, 2001).

1.8.1.2. Disques biologiques

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants. (Figure 2 et 3) (BERNARD ET AL, 2001). Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer :

- De la fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation du support sur l'axe),
- Du dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes).

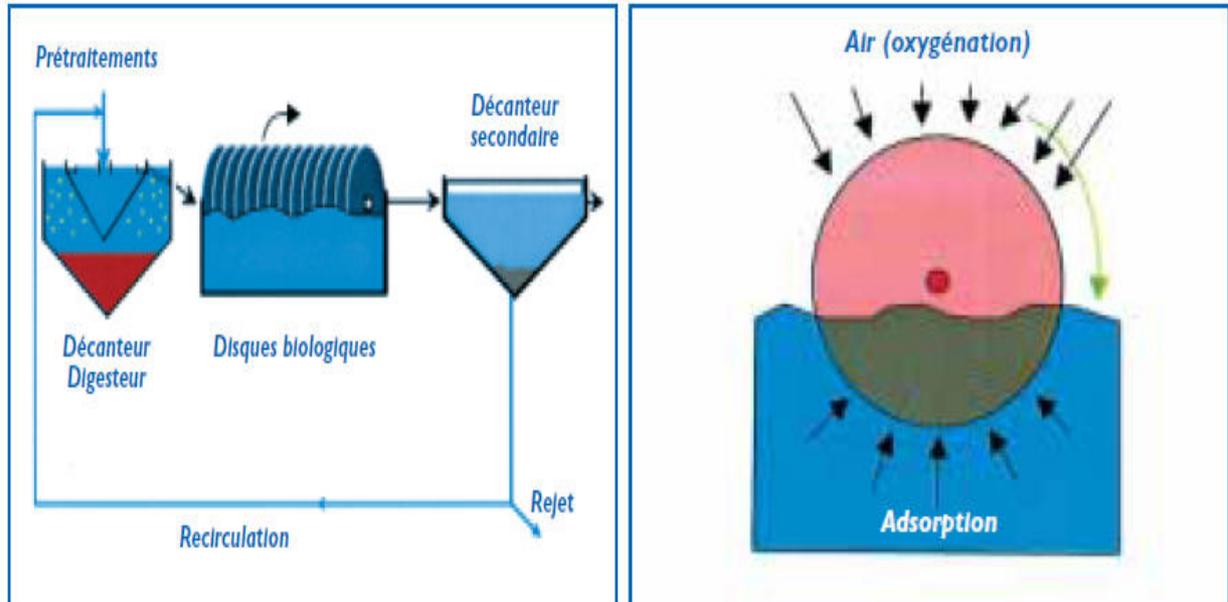


Figure 2 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique (BERNARD ET AL, 2001).

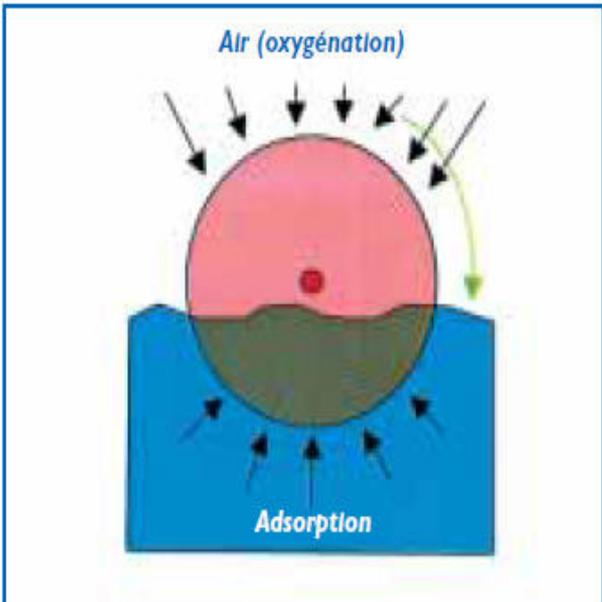


Figure 3 : Schéma de principe d'un disque biologique (BERNARD ET AL, 2001).

1.8.1.3. boues activées

Le procédé à boues activées sera développé dans le chapitre 2.

1.8.2. Procédés biologiques extensifs (lagunage)

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'auto-épuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur.

Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques (Figure 4). Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène (HATEM, 2008).

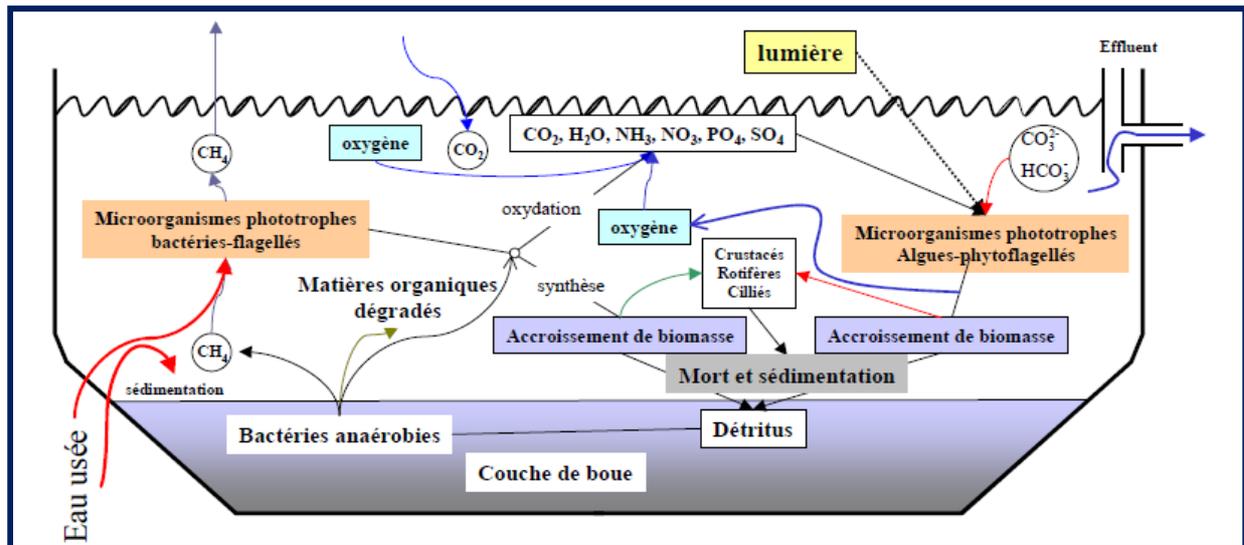


Figure 4 : Cycles Biologiques d'une lagune (HATEM, 2008).

Les bactéries assurent la part prépondérante de l'épuration et la microfaune contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et des bactéries. Ce procédé simple demande des surfaces importantes car les temps de réactions sont très longs. Pour que le lagunage s'effectue dans les meilleures conditions d'aérobiose, tout en évitant les odeurs et la prolifération des insectes, il faut prévoir une décantation primaire des effluents. On empêche, ainsi, un colmatage rapide des bassins. Selon les régions, on peut traiter par ce procédé de 25 à 50 kg de DBO₅ par hectare et par jour.

L'inconvénient majeur de ce type de procédé est le dépôt qui se produit à la longue et qui reste en phase anaérobie. Ce traitement demande des surfaces importantes avec des temps de séjour de l'ordre de 30 à 60 jours et une profondeur des bassins de 0.5 à 1.2 m (HATEM, 2008).

1.8.3. Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire, généralement effectué après un traitement biologique suivi d'une étape de séparation solide - liquide. Le traitement tertiaire peut être de différente nature, tel que la déphosphatation, la désinfection, la réduction de l'azote, ou des germes pathogènes (FRANCK, 2002 ; BENOIT, 2001). Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

1.9. Conclusion

Au vu de la synthèse présentée au cours de ce chapitre, les eaux usées peuvent être d'origine domestique, industrielle et agricole. Elles présentent des matières polluantes qui peuvent influencer sur la santé et l'environnement. De ce fait, la dépollution de ces eaux est indispensable. Cette dépollution sera effectuée dans une station connue dans le domaine d'hydraulique sous la dénomination d'une station d'épuration des eaux usées.

Dans ce chapitre, nous avons marqué qu'une station d'épuration peut comporter plusieurs étapes. La première étape est constituée par les prétraitements et la décantation. L'étape secondaire associe l'épuration biologique. Qui pourra être intensif ou extensif.

CHAPITRE 2
PROCÉDÉ D'ÉPURATION DES EAUX
USEES PAR BOUES ACTIVÉES

2.1 Introduction

Le procédé d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Algérie, ce procédé est le plus retenu aujourd'hui dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire. Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées.

L'objectif principal de ce chapitre est de décrire le procédé d'épuration par boues activées.

2.2. Description de fonctionnement du procédé à boues activées

Ce type de traitement est basé sur la dégradation aérobie de la pollution par des microorganismes épurateurs. Ce procédé consiste à mélanger et à agiter les eaux usées brutes avec des boues activées liquides biologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter

https://www.couffouleux.fr/IMG/pdf/memoire_Rabas_Couff_partie_2_definitif_base_7_000_EH_definitif.pdf.

2.3. Principe de fonctionnement du procédé à boues activées

Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer. Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène, voire même d'oxygène pur a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies. Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues (HATEM ,2008).

La figure 5 présente un schéma indiquant le principe du procédé de traitement par boues activées.

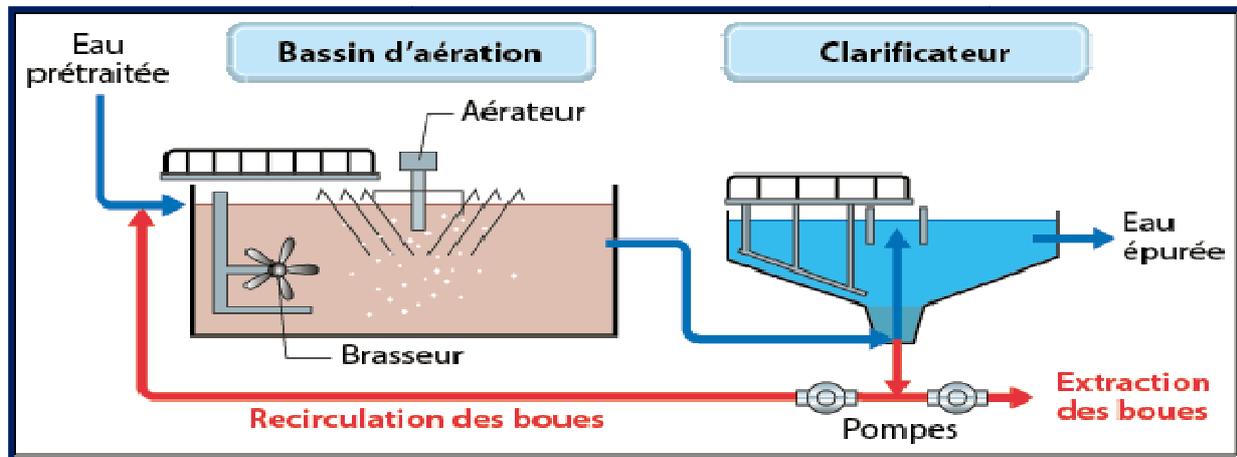


Figure 5 : Schéma de principe du procédé de traitement par boues activées.

2.4. Ouvrages et équipements du traitement biologique à boues activées

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

2.4.1. Prétraitement

Le prétraitement vise à protéger le relèvement des eaux brutes et plus généralement à éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs. Suivant la qualité de l'eau à traiter, plusieurs opérations peuvent être nécessaires, parmi lesquelles (DEGREMENT ,2005).

2.4.1.1. Dégrillage

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé. L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille ; on distingue :

- Pré dégrillage pour écartement 30 à 100 mm;
- Dégrillage moyen pour écartement 10 à 25 mm;
- Dégrillage fin pour écartement 3 à 10 mm (ALLAOUI, 2009).

La figure 6 présente un schéma de dégrilleur.



Figure 6 : Schéma d'un dégrilleur

Pour le nettoyage des grilles, on peut rencontrer deux types de grilles :

- **Grilles manuelles** : se sont composées avec de barreaux le plus souvent inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale, elles sont réservées à la petite station. Leur inconvénient est la nécessité de les nettoyer quotidiennement, car si la grille reste longtemps sans nettoyage, l'effluent risque de refluer dans le collecteur d'arrivée.
- **Grille mécanique** : Cette mécanisation est indispensable afin d'éviter un colmatage rapide des canalisations.

2.4.1.2. Dessablage

C'est un procédé qui consiste à l'élimination des sables présents dans l'effluent brut. C'est indispensable pour protéger les conduits et les pompes contre l'érosion et le colmatage d'une part (GAID, 1984). La technique classique du Dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables (TELLI, S. M, 2013). La figure 7 présente un schéma d'un dessableur.



Figure 7: Schéma d'un dessableur

2.4.1.3. Dégraissage déshuilage

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires. Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que **(LAGARDETTE ; 2005)** :

- Envahissement des décanteurs ;
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs ;
- Mauvaise sédimentation dans les décanteurs ;
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes ;
- Diminution du rendement du traitement qui arrive après.

Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter **(LAGARDETTE ; 2005)**.

- **Dégraisseur-déshuileur aéré** : Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20m/h.
- **Déshuileur longitudinal** : C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond **(GAID, 1984 ; LAGARDETTE ; 2005)**.

L'ouvrage est calculé pour :

- Une vitesse d'écoulement horizontal de 20 à 50 m/h ;
- Une longueur de 2 à 6 m ;
- Une hauteur d'eau de 1 à 3 m.

2.4.2. Traitement primaire (Décantation primaire)

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) **(HADJOU BELAID, 2013)**.

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants.

La décantation primaire peut être :

2.4.2.1. Décantation physique (naturelle)

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration (MEKHALIF, 2009).

2.4.2.2. Décantation physico-chimique

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération. Par l'injection des réactifs tels que : (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation on trouve : les flocculant minéraux, les flocculant organiques (GAID, 1984).

2.4.3. Bassin d'aération

Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice.

Le bassin d'aération constitue le réacteur biologique de la station d'épuration. Le floc bactérien y est maintenu en état aérobie ou anoxique et en suspension par le biais d'un ou plusieurs agitateurs. L'ouvrage est alimenté en eaux brutes prétraitées et en boues recirculées et est aéré séquentiellement par un dispositif d'aération) (BOUTIN ET AL 2015).

2.4.4. Systèmes d'aération

Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération, et un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, d'éviter les dépôts, de favoriser la diffusion de l'oxygène partout où il en est besoin. Très fréquemment, le même dispositif est utilisé pour l'aération et le brassage (DEGREMENT, 2005).

Les systèmes d'aération utilisés dans les stations d'épuration peuvent être classés en 3 catégories :

- Les diffuseurs d'air ;
- Les aérateurs à jet ;
- Les aérateurs de surface.

2.4.5. Clarificateur

Le clarificateur assure la séparation entre l'eau traitée et les boues. Il permet de retenir de plus de MES possible, tout en concentrant les boues qui sont réinjectées dans le bassin d'aération (via les pompes de recirculation) ou extraites vers la file boues (via les pompes d'extraction) (**BOUTIN ET AL 2015**).

Le clarificateur est un composant fondamental d'un système à boues activées. Il doit combiner trois fonctions :

- **Fonction de clarification** : produire un effluent final clarifié dont la teneur en matière en suspension est généralement inférieure à 20 - 30 mg/l, soit un rendement de séparation supérieur à 98 %.
- **Fonction d'épaississement** : produire un débit continu de boue concentrée pour les recirculer dans le réacteur biologique et assurer le maintien de la consigne en MES de celui-ci.
- **Fonction de stockage** : stocker la masse de boue supplémentaire générée par une surcharge hydraulique momentanée (en temps de pluie notamment). En cas d'échec de l'une de ces trois fonctions, les matières en suspension vont s'évacuer avec l'eau de sortie comme double conséquence : détérioration de la qualité de l'eau traitée en MES, mais aussi en DCO, DBO, NTK et PT. Et risque de dégradation du fonctionnement biologique par réduction incontrôlée de la concentration en boue (**DEGREMENT, 2005**).

2.4.6. Recirculation des boues

Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché (**CLAUDE, 2002**).

2.4.7. Extraction des boues en excès

Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat (**DEGREMENT, 1989**).

2.5. Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

- La charge massique;
- La charge volumique;
- Age des boues;
- Indice de Mohlman;
- Besoin en oxygène.
- Débits des boues recyclés

En traitement d'eau, un réacteur biologique pourra se caractériser suivant trois paramètres essentiels: la charge (massique et volumique), l'aptitude des boues à la décantation et l'âge de ces boues.

2.5.1. Charge massique (C_m)

La charge massique est le rapport entre la masse de nourriture (exprimée généralement en termes de DBO₅) entrant journalièrement dans le réacteur et la masse de boue contenue dans ce réacteur, Elle s'exprime en kg DBO₅/ (kg MEST. j), est parfois rapportée à la masse de micro-organismes ou de matières volatiles sèches (MVS) contenues dans l'ouvrage. Elle s'exprime alors en kg DBO/ (j. kg MVS) (**Cité dans HATEM, 2008**).

2.5.2. Charge volumique (C_v)

La charge volumique (C_v). Elle représente la masse de nourriture (exprimée habituellement en termes de DBO₅) entrante journalièrement dans le bassin par unité de volume du réacteur, elle s'exprime alors en (kg DBO/ m³.j) (**Cité dans HATEM, 2008**).

2.5.3. Age des boues

L'âge des boues est un paramètre important de suivi des stations d'épuration par boues activées, car il est directement lié au rendement d'épuration du réacteur. C'est le rapport entre

la masse de boues présentes dans l'aérateur et la quantité de boues extraites (donc produites) par jour.

L'âge des boues est donc inversement proportionnel à la charge massique. Elle est particulièrement importante car elle traduit l'état physiologique des micro-organismes. En outre, l'âge de boues conditionne la présence ou l'absence de germes nitrificateurs (**Cité dans HATEM, 2008**).

2.5.4. Indice de Mohlman (IM)

Le bon fonctionnement d'une station à boues activées repose sur celui du bassin d'aération, mais également sur celui du clarificateur. Pour que ce dernier puisse séparer efficacement la biomasse de l'eau traitée, cette biomasse doit être correctement décantée. Un moyen simple et pratique d'apprécier l'aptitude d'une boue à la décantation est de déterminer son indice de Mohlman (ou appelé encore indice de boue).

L'indice de MOHLMAN se définit comme le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1mg de matières sèche, IM est compris entre 90 et 130 mg/l. Au-delà de ces valeurs, la boue est trop ou peu décantable (**CLAUDE, 2002**).

2.5.5. Besoin en oxygène

Les besoins théoriques en oxygène représentent la somme de l'oxygène consommé pour fournir l'énergie nécessaire à la synthèse et de l'oxygène consommé pour la respiration endogène. Afin de garantir aux micro-organismes des conditions satisfaisantes de croissance tout en assurant un fonctionnement normal ; il faudrait maintenir la concentration en oxygène dans le bassin d'aération comprise entre 0.5 et 2 mg/l en tout temps et quel que soit la charge (**Cité dans HATEM, 2008**).

2.6. Paramètres influençant le fonctionnement des bassins d'aération

Les stations d'épuration utilisant le procédé des boues activées sont parfois sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoire, elles sont peut être influencé par plusieurs facteurs (**DEGREMONT, 2005**). Les facteurs les plus importants et surtout critiques sont les suivants :

2.6.1. Inhibitions liées aux paramètres caractéristiques des eaux brutes

Le processus aux boues activées peut être influencé par plusieurs facteurs. On se doit de créer des conditions optimales de fonctionnement afin d'obtenir un traitement des eaux usées le plus performant possible (KAHIM, IDABDELLAH, 2013). Les paramètres les plus importants et surtout critiques sont les suivants :

- Débit d'alimentation;
- pH ;
- Température ;
- Nutriments ;
- Composés toxiques.

❖ Problèmes biologiques

Les principaux dysfonctionnements biologiques observés au niveau des stations d'épuration à boues activées sont dus aux bactéries filamenteuses qui se manifestent sous deux formes :

- **Inhibition par les bactéries filamenteuses:** Le foisonnement : mauvaise décantation de la boue suite à une augmentation du volume occupé par celle-ci,
- **Inhibition par les mousses:** Le moussage : formation d'une couche épaisse de mousse en surface des ouvrages. Les causes sont bien souvent d'origines multiples (conception, exploitation, composition de l'effluent...) et le choix des solutions nécessite une analyse globale: conception, fonctionnement et exploitation de la station (KAHIM, IDABDELLAH, 2013).

❖ Problèmes mécaniques

Parmi les problèmes mécaniques rencontrés dans les bassins d'aération :

- Problèmes d'aération
- Dysfonctionnement lié aux agitateurs

2.7. Avantages et inconvénients

Une station d'épuration à boues activées présente les avantages et les inconvénients suivants:

2.7.1. Avantages

- Adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ;
- Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification) ;
- Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ;
- Boues légèrement stabilisées ;
- Facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée.

D'autres avantages en comparaison avec les procédés biologiques lits bactériens et les disques biologiques.

- Les procédés à boues activées rencontrent un grand succès auprès de l'ensemble des agglomérations.
- Elles font l'objet de recherches assez poussées de la part des grands groupes de l'eau et l'on peut trouver facilement des publications détaillées relatives à leur dimensionnement et aux innovations permettant d'améliorer les rendements sur tel ou tel paramètre.
- Beaucoup moins d'énergie consommée (jusqu'à cinq fois moins par rapport à une boue activée).
- Nécessité d'un personnel moins nombreux pour la conduite de ce type de station rustique
- Ces techniques peuvent être utilisées en combinaison avec des filières extensives, suivies d'une lagune de finition, peuvent permettre d'obtenir des rejets d'excellente qualité (élimination des nutriments, fort abattement des germes pathogènes) **(BERNARD ET AL ,2001)**.

2.7.2. Inconvénients

- Coûts d'investissement assez importants ;
- Consommation énergétique importante ;
- Nécessité de personnel qualifié et d'une
- Surveillance régulière ;
- Sensibilité aux surcharges hydrauliques ;
- Décantabilité des boues pas toujours aisée à maîtriser ;
- Forte production de boues qu'il faut concentrer **(BERNARD ET AL ,2001)**.

2.8. Conclusion

De par la variété de sa composition, la pollution contenue dans les effluents ne peut être éliminée que par une chaîne de traitement complexe faisant intervenir plusieurs types de procédé. Le bon fonctionnement de chaque étape est primordial notamment la phase de traitement biologique qui est la phase la plus difficile à maîtriser. En effet, son fonctionnement est basé sur le développement de micro-organismes vivants et nécessite des conditions opératoires contraignantes.

Le procédé à boues activées est actuellement le procédé le plus valable d'épuration biologique des eaux résiduaires, Ce procédé permet de traiter les eaux résiduaires de 100 000 à 200 000 équivalents habitant.

Une bonne compréhension des principes de conception et de fonctionnement des ouvrages de traitement biologique est essentielle pour l'exploitation efficace des systèmes de traitement par boues activées.

Dans ce chapitre, nous avons présentée le Procédé d'épuration des eaux par boues activées, et les paramètres de fonctionnement ainsi que les paramètres influençant le fonctionnement des bassins d'aération.

CHAPITRE 3
DESCRIPTION DE LA STATION
D'ÉPURATION DE LA VILLE DE
AIN TAGHROUT WILAYA DE : BORDJ
BOU-ARRERIDJ

3.1. Introduction

Une station d'épuration (STEP) est un ouvrage réalisé dans le cadre de protection d'un milieu récepteur a savoir protection d'un barrage (dans notre cas barrage Ain Zada), productivité d'une source d'eau pour l'irrigation des divers hectares .

L'objectif principale de notre chapitre est de faire une description générale sur la STEP de la ville de Ain Taghrout wilaya de Bordj Bou Arreridj (W: BBA). Cette STEP a été réalisé par l'Entreprise Hydro-Traitement (E.H.T) ,Année 2013-2017 pour un cout global de 1.100.000.000.00 DA, elle a été mis en service Mars 2018 (**E.H.T, 2013**).

3.2. Situation géographique de la zone d'étude

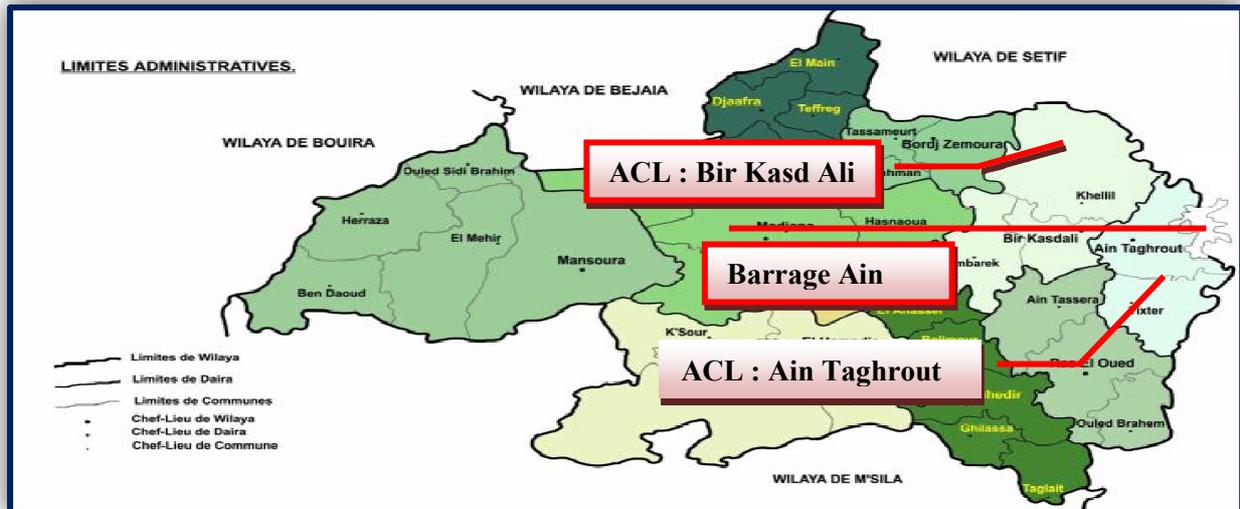
La zone d'étude comprend l'Agglomération Chef-lieu (A.C.L) de Ain Taghrout et Bir Kasd Ali; elle est située dans les hauts plateaux Sétifiens, L'espace étudiée occupe une position centrale entre deux chaînes de montagnes :

- La première, au nord, Celle du prolongement de la chaîne Bibanique, matérialisée par les reliefs de Bougaa, Guenzet et Bni ourtilane.
- La seconde, Celle du mont d'Hodna au sud.

Les limites administratives de la commune de Ain Taghrout sont:(Carte n°:01).

- Au nord la commune de Bni - Oussine (Wilaya : Sétif) ;
- Au Nord-Ouest la commune khellil (Wilaya: Bordj Bou-Arreridj) ;
- A l'Ouest la commune Bir Kasd Ali (Wilaya: Bordj Bou-Arreridj) ;
- Au Sud-Ouest la commune Ain Tassera (Wilaya: Bordj Bou-Arreridj) ;
- Au sud la commune Tixer (Wilaya: Bordj Bou-Arreridj) ;
- Au Sud Est la commune Mezloug (Wilaya: Bordj Bou-Arreridj) ;
- A l'Est la commune Ain Arnat (Wilaya : Sétif).

La commune de Bir Kasd Ali est située à l'EST de l'ACL de la wilaya de BBA à 30 km à proximité de la route nationale (RN) n°:5 à 1,5 Km environ.



Carte 1 : Carte de Situation géographique de la commune de Ain Taghrouit.

(Source : A.P.C d'Ain Taghrouit)

3.3. Présentation du site d'implantation de la station d'épuration

3.3.1. Site de la station d'épuration

Le site de la STEP se trouve sur le territoire de la commune de Ain Taghrouit. Il longe l'ancienne RN n°:05 et se localise sur la rive droite de cette dernière, se situe à 1.5 km à l'est de A.C.L de AinTaghrouit, elle est délimitée par le barrage de Ain Zada à l'aval. Par l'oued où les rejets des eaux urbains sont déversés en amont de la STEP en question.

La STEP de AinTaghrouit a une superficie de 10 hectares. La figure 8. Présente une vue globale de la STEP de Ain Taghrouit (E.H.T, 2013).



(Source: Google earth)



(Cliché par Zorai, 2019)

Figure 8 : Vue de la station d'épuration de Ain Taghrouit Wilaya de Bordj Bou-Argeridj.

3.3.2. Présentation de la zone d'influence

La zone d'étude comprend L'A.C.L de (Ain Taghrouit et Bir Kasd Ali) ; Wilaya de BBA, Ces agglomérations déversent leurs rejets d'eaux usées brutes dans l'Oued Ain Taghrouit qui alimente le Barrage Ain Zada, la délimitation de la zone d'influence comprend donc:

- Le site de la STEP;
- La région à assainir: A.C.L de Ain Taghrouit et Bir Kasd Ali;
- Les terres à irriguer à partir de l'oued Ain Taghrouit, en aval de la STEP et du Barrage Ain Zada ;
- Le lieu de traitement ou le dépôt de déchets (les boues issues de la station d'épuration).

Par conséquent, la zone d'influence va couvrir tous les terrains en aval de la station, le long de l'oued Ain Taghrouit jusqu'a le barrage Ain Zada (E.H.T, 2013).

3.4. Situation climatique

L'étude climatique, nous renseigne sur la pluviométrie, les températures et les vents. De ce fait, le climat peut être défini ou observé à différentes échelles qui sont par ordre croissant, le climat local, le climat régional, et le climat général. La région est caractérisée par un climat méditerranéen continental à étage bioclimatique semi-aride. La station d'observation météorologique la plus proche se situe à Bordj Bou Arreridj, elle a les coordonnées qui sont présentés dans le tableau 3 (ANRH, 2018).

Tableau 3 : Coordonnées de la station Météorologique (ANRH, 2018).

Coordonnées de la station météorologique	
Longitude	04°,67 E
Latitude	36°,07 N
Altitude	1028 m

Il conviendrait de préciser que les paramètres climatiques cités dans le tableau 4, 5 et 6 ont une influence déterminante sur le fonctionnement d'une station d'épuration biologique. IL s'agit de:

- La température à un effet sur les mécanismes réactionnels et sur l'activité des bactéries épuratrices;

- Le vent peut contribuer à la diffusion des mauvaises odeurs et permet également le brassage des eaux dans le cas d'un lagunage;
- La pluviométrie conditionne le choix du facteur de dilution dans le cas d'un réseau d'assainissement unitaire.

3.4.1. Pluviométrie

Les moyennes mensuelles des précipitations en (mm) sont données dans le tableau 4 (ANRH, 2018).

Tableau 4: Pluviométrie moyenne mensuelle de la station de Ain Taghrout (ANRH, 2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Jui	Out	Sept	Oct	Nov	Déc	TA
P(mm)	29	34	31	40	33	10	3	13	13	34	30	42	318

Ce tableau fait ressortir une pluviométrie annuelle de 318 mm qui se répartie sur deux périodes distinctes:

- Une période concernant la saison estivale (Juin, Juillet et Août) marquée par des faibles pluies d'une moyenne de 9 mm;
- Une deuxième période concernant les autres saisons de l'année, marquée par une abondance des pluies comparativement à la première période.

En effet, les pluies débutent en Automne (Septembre, Octobre, Novembre) avec une moyenne de 26 mm et s'accroissent en hiver (Décembre, Janvier, Février) avec une moyenne de 35 mm.

3.4.2. Température

La région Ain Taghrout à une température moyenne de 15 C°, les moyennes mensuelles de la température sont regroupées dans le tableau 5 (ANRH, 2018).

Tableau 5 : Température moyenne mensuelle de la STEP de Ain Taghrout (ANRH, 2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Jui	Out	Sept	Oct.	Nov.	Déc
T (°C)	8	9	11	13	16	21	25	25	20	16	13	9

L'analyse des températures mensuelles mis en exergue l'existence de deux saisons :

- Une saison froide qui s'établit du mois Novembre au mois d'avril;

- Une saison moyenne qui s'établit du mois de mai au mois d'octobre.

3.4.3. Vent

Le tableau 6 indique les variations concernant les moyennes mensuelles et annuelles (ANRH, 2018).

Tableau 6 : Variation du vent (ANRH, 2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
VIM	6	7,1	6,6	6,7	6,9	6,5	5,9	5,5	3,7	5,3	5,2	7	6,2
DIV	SN	SN	SN	SN	ESW	SN	SN	SN	SN	SN	ESW	SN	SN
Fréq	39	32	33	30	27	27	29	38	38	37	45	38	35,1

3.5. Principe de fonctionnement de STEP de Ain Taghrout

3.5.1. Données de base

Les données de base, ainsi que les caractéristiques de l'eau brute à l'entrée de la station sont regroupées dans le tableau 7 (E.H.T, 2013).

Tableau 7: Données de base de la STEP de AinTaghrout (E.H.T, 2013).

	unité	Horizon 2040
Type de réseau	/	unitaire
Nature des eaux brutes	/	domestiques
Equivalent Habitant	EH	37068
Débit journalière Q_j	m^3/j	5931.00
Débit horaire moyen Q_m	m^3/h	247.10
Débit de point à temps sec	m^3/h	445.25
Débit de point a temps pluie	m^3/h	741.36
Charge journalière en DBO5	Kg/j	2224
Charge journalière en DCO	Kg/j	4448
Charge journalière en MES	Kg/j	2595
Charge journalière en AZOTE	Kg/j	445
Charge journalière en phosphore	Kg/j	111

3.5.2. Origine d'eau brute

Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de Ain Taghrout et Bir kased ali amenées par les drains collecteurs .Le premier ouvrage est un déversoir d'orage n'acceptant à la station que 741.36 m³/h. La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued émissaire via le by-pass général de la station (E.H.T, 2013).

3.5.3. Performance exigées après traitement

La qualité de l'effluent traité par la filière de traitement doit respecter les caractéristiques qui sont présentés dans le tableau 8 (E.H.T, 2013).

Tableau 8 : Paramètres exigés après traitement (E.H.T, 2013).

Paramètre	unité	Concentration
DBO ₅	mg/l	≤ 40
DCO	mg/l	≤ 120
MES	mg/l	≤ 30
NTK	mg/l	≤ 40

3.5.4. Principe de traitement adopté

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies pour lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau (E.H.T, 2013).

De nombreux micro organismes permettent la dégradation des matières organique ainsi que leur stabilisation (E.H.T, 2013).

La plupart des systèmes de traitement biologique des rejets organique utilisent des micro- organismes hétérotrophes qui emploient le carbone organique comme source d'énergie ainsi que pour la synthèse cellulaire (E.H.T, 2013).

Le procédé à boues activés consiste en un réacteur biologique aérobie ou l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bio flocs.

Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau usée – bio flocs est appelé liqueur mixte.

La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent par un système d'aération (turbine), l'oxygène dissous est donc introduit dans la masse de la liqueur mixte, lequel est nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies.

Après un temps de contact, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé aussi décanteur secondaire. Durant cette phase une séparation solide/liquide s'effectue par gravité, Les boues sont ensuite recyclées dans le bassin d'oxydation de manière à maintenir une concentration adéquate en bactéries épuratrices (E.H.T, 2013).

Les caractéristiques de sédimentation et d'épaississement des boues produits sont les premières conditions pour un rendement satisfaisant du procédé à boues activées. Celles-ci sont caractérisées par la charge massique qui donne une approximation du rapport entre la masse journalière de pollution à éliminer et la masse de bactéries épuratrices présente dans le réacteur (E.H.T, 2013). C'est une caractéristique importante du fait qu'elle:

- Agisse sur la décantabilité des boues;
- Intervienne dans le rendement d'épuration;
- Intervienne dans la minéralisation des boues.

Dans notre cas, la STEP fonctionnera à une faible charge massique des boues (aération prolongée).

Les procédés à faible charge massique sont adoptés aux régions tempérées dans le cas des effluents urbains des petites et moyennes collectivités. Ces procédés se caractérisent généralement par: (E.H.T, 2013).

- L'admission des eaux prétraitées sans décantation primaire;
- Une stabilisation (minéralisation) des boues secondaires au sein même du bassin d'aération ou selon les cas dans les bassins séparés;
- Une production de faibles quantités de boues plus ou moins fermentescibles nécessitant parfois une stabilisation séparée de boues;
- Un rendement d'épuration élevé.

Les boues en excès sortant du bassin de décantation sont évacuées vers le traitement des boues qui consiste en un épaississement et une déshydratation mécanique sur filtre à bande.

Afin de ne pas perturber le bon fonctionnement de la STEP par des matières lourdes, volumineuses ou difficilement biodégradables, le traitement biologique est précédé de prétraitements adéquats (E.H.T, 2013).

3.6. Description et fonctionnement de la station

Le système de traitement pour l'épuration des eaux usées est l'aération prolongé dimensionné pour une faible charge avec traitement de l'azote, ainsi que les boues par déshydratation mécanique sur des filtres à bande et des lits de séchages secours.

Les eaux brutes arrivant à la station sont issues d'un réseau de type unitaire, le dimensionnement de la capacité maximale hydraulique se base sur le débit de pointe temps sec et temps pluie (E.H.T, 2013).

L'installation réalisée se compose de deux lignes de traitement offrant une plus grande souplesse d'exploitation et pouvant fonctionner à mi charge pour les premières années de mise en service (E.H.T, 2013).

Du point de vue fonctionnel, le traitement par boues activées retenu pour les villes de Ain Taghrouit et Bir Kased Ali est mise en œuvre dans une installation comprenant deux filières, filière eau et filière boue (E.H.T, 2013).

Le schéma général du procédé de traitement des eaux usées de la ville de Ain Taghrouit type boue activée à faible charge est présenté sur la figure 9.

LEGENDE

01 Poste du relevage des eaux brutes	08 Clarificateur
02 Prétraitement	09 Bassin de Désinfection
02 Repartiteurs N° 01	10 Local de Désinfection
03 Dessableur - Déshuilleur	11 Poste de recirculation et de traitement des boues
04 Repartiteurs N° 02	12 Silo Épaississeur
04 Bassin de contact	13 Local de deshydratation mécanique
05 Bassins d'aération	14 Lits de sechage
06 Dégazeur	15 Aire de stockage des boues
07 Repartiteurs N° 03	16 Aérateurs de surface

Tableau 9 : Les ouvrages installés au niveau de la STEP de Ain Taghrouit

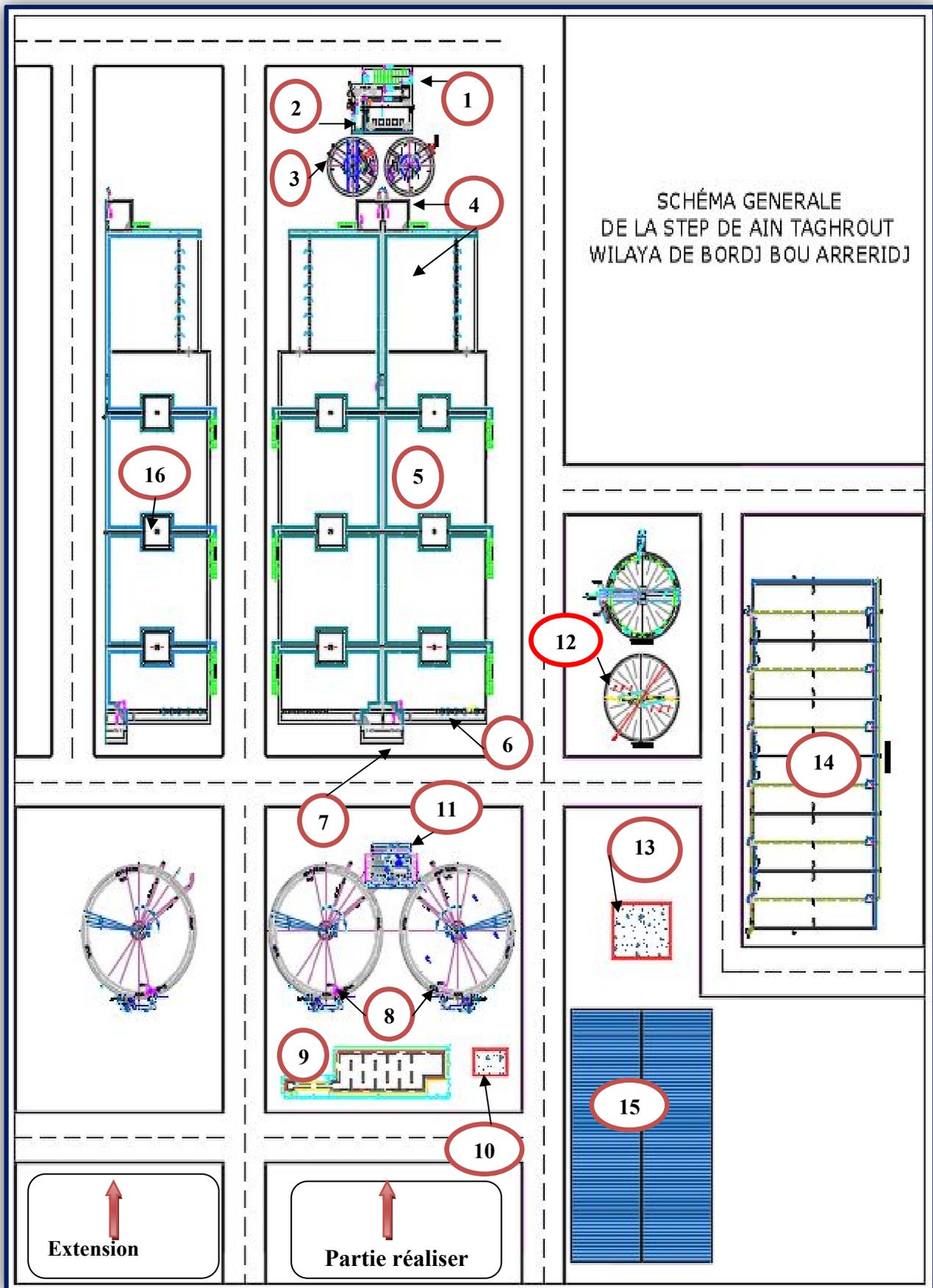


Figure 9: Schéma général de la station d'épuration de Ain Taghrouit (E.H.T, 2013).

3.6.1. Filière eau

3.6.1.1. Dégrillage grossier et Poste de relevage

Les eaux usées provenant du collecteur sont acheminées vers le poste de relevage qui est alimenté gravitairement par une conduite en béton armé de diamètre normalisé (DN) 500 mm (E.H.T, 2013).

➤ Dégrillage grossier

Le poste de dégrillage grossier se compose d'un canal équipé d'une grille grossière à nettoyage manuel, dont le rôle est de retenir les objets dont la taille pourrait nuire au bon fonctionnement des équipements de la STEP, la grille grossière manuelle présentée dans la Figure 10, les dimensions de la grille grossière sont :

- Nombre de grille : 01 U
- Espacement entre barreaux : 30 mm
- Epaisseur des barreaux (EP) : 15 mm
- Largeur du dégrilleur : 800 mm
- Inclinaison de la grille : 80°

Afin de palier à tous les aléas du poste de pompage, un by-pass général de la station est prévu en aval du dégrilleur grossier (E.H.T, 2013).



Figure 10: Grille grossière manuelle (Cliché par ZORAI, 2019).

➤ **Poste de relevage (chambre de pompages des eaux brutes)**

Un poste de pompage en aval du dégrillage grossier pour le pompage des eaux brutes de la ville jusqu'à l'ouvrage de prétraitement via une conduite DN 200 PRV 10.

Les eaux brutes dégrillées grossièrement, sont relevées pour alimenter la station d'épuration, la bache de pompage est conçue pour accueillir 04 pompes submersibles de débit unitaire 190 m³/h (04 pompes dont 01 de secours) (Figure 11) (E.H.T, 2013).

Le génie civil de la bache est calculé de façon à permettre la réception de toutes les eaux usées à traiter, et l'installation de tous les équipements nécessaires pour leur relevage.

Les dimensions du poste de relevage sont :

- Volume utile : 6.2 m³
- Volume total : 18.6 m³
- Longueur : 3.6 mm
- Hauteur utile : 1.2 m
- Hauteur utile : 1.4 m

Les pompes équipant cette station de pompage refoulent les eaux brutes dans un chenal alimentant l'ouvrage de dégrillage mécanisé à une cote telle que le fonctionnement de la STEP est gravitaire depuis les grilles mécanisées jusqu'à la sortie du bassin de désinfection .

Le fonctionnement des pompes de relèvement des eaux usées peut être manuel ou automatique (E.H.T, 2013).

- Au débit moyen horaire : deux (2) pompes qui fonctionnent
- Au débit de pointe : trois (3) pompes qui fonctionnent.

Les pompes sont caractérisés par:

- Débit unitaire de la pompe : 190.00 m³/h
- Hauteur manométrique total : 8 MCE
- Puissance : 7 KW
- Débit maximum relevé : 860.00 m³/h

Un détecteur de gaz sulfure d'hydrogène pour vérifier la qualité de l'eau brute (fermentation ou pas de l'effluent)

Un système de lavage et de manutention est situé sur un palier au dessus du bassin de pompage (E.H.T, 2013).



Figure 11: Bâtiment de relevage (E.H.T, 2013) (Cliché par ZORAI, 2019).

➤ **Mesure de débit et analyseur automatique**

Le prélèvement et le comptage des eaux brutes sont effectués à l'amont des dégrilleurs, La totalité des eaux brutes sont comptabilisées avant de passer vers le poste prétraitement via un débitmètre électromagnétique installé dans un canal venturi sceller dans le canal béton (E.H.T, 2013).

Une sonde de mesure de niveau est prévu au niveau du venturi a fin de mesure le niveau d'eau en amont du venturi .Les valeurs du débit instantané et totalisé seront réaffichées sur le système de gestion de la station, le débitmètre électromagnétique présenté dans la figure 12.



Figure 12 : débitmètre électromagnétique (E.H.T, 2013) (Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.1.2. Ouvrages de prétraitement

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement il comprend :

- Le dégrillage fin pour retenir les déchets;
- Le dessablage pour obtenir une meilleure décantation;
- Le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station d'épuration par des corps gras (E.H.T, 2013).

a) Dégrillage fine mécanisé

Le dégrillage fin est l'opération qui protège la station d'épuration contre l'arrivée intempestive d'objet susceptible de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation, Le dégrillage fin est assuré par deux grilles mécanisées en acier inoxydable dimensionnés pour pouvoir traiter chacun 741.36 m³/h, soit le débit de pointe temps de pluie admissible sur la STEP (E.H.T, 2013).

L'écartement est assez faible pour pouvoir retenir les détritux de petites dimensions, Les deux grilles sont disposées sur un même axe parallèle a l'axe du canal d'amenée, En fonction normal, un seul dégrilleur traitera l'ensemble du débit et en cas de dysfonctionnement ,les effluents seront dirigés vers le second dégrilleur situé dans un canal parallèle.

Les dégrilleurs retenus sont de type grille droite a nettoyage automatique, Aucune pièce en mouvement n'est en contact avec les eaux usées. (E.H.T, 2013).

Chaque canal de dégrillage est isolable par batardeaux en aluminium pour les opérations d'entretien ou en cas de dysfonctionnement, Les canaux de dégrillage sont couverts au plan d'eau (E.H.T, 2013).

Les dimensions de la grille fine sont :

- Nombre de grille : 02 U
- Espacement entre barreaux : 6 mm
- Epaisseur des barreaux : 8 mm
- Largeur du dégrilleur : 700 mm
- Angle d'inclinaison : 70

La grille mécanisée est légèrement inclinée offrant une grande surface de passage ; son nettoyage s'effectue d'une manière très simple par une racle rigide qui épouse les barreaux de la grille, Elle est disposée sur un même axe perpendiculaire à l'axe du canal d'amenée.

Les déchets extraits seront automatiquement convoyés, compactés par l'intermédiaire d'une vis sans âme convoyeuse suivie d'une compacteuse en acier inoxydable pour objectif de réduire le volume de résidus à stocker et éliminer la plus grande quantité possible des déchets avant leur stockage (Figure 13) (E.H.T, 2013).



Figure 13: Grilles mécaniques (E.H.T, 2013) (Cliché par ZORAI, 2019).

Au niveau du poste dégrillage mécanisé, il est prévu une différentielle de niveau amont/aval sur chaque dégrilleur pour permettre d'évaluer son colmatage et de déclencher éventuellement un cycle de reprise des déchets (E.H.T, 2013).

Le fonctionnement de la grille est assuré par un jeu de minuteries définissant une période de repos et une période de marche. De plus, deux détecteurs de niveau ultrasoniques mettent la racle de nettoyage en mouvement si une différence de niveau anormalement est atteinte à l'amont des grilles. Il permet également d'enclencher une alarme en cas de niveau trop haut (E.H.T, 2013).

✓ **Vis compacteuse et transporteuse des déchets**

Les déchets extraits seront automatiquement convoyés, compactés par l'intermédiaire d'une vis à âme convoyeuse suivie d'une compacteuse en acier inoxydable (E.H.T, 2013).

L'objectif de cette mesure est double d'une part réduire le volume de résidus à stoker et d'autre part, minimisant les problèmes de génération d'odeurs et de prolifération d'insectes.

✓ **Refus de dégrillage**

Les refus de dégrillage sont déversés dans deux bennes de stockage des refus avec rails de guidage, pour leur stockage avant leur évacuation vers la décharge via une remorque agricole tractable de 6 tonnes. (Figure 14) (E.H.T, 2013).

Des gardes corps en aluminium sont installés en pourtour de la dalle des prétraitements pour éviter tout risque de chute (E.H.T, 2013). Des trappes munies de barres anti chute en aluminium permettent l'accès aux canaux.



Figure 14: Refus de dégrillage (Cliché par ZORAI, 2019).

b) Dessablage Dégraissage (2unités)

Le but de l'opération de dessablage est d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines de façon a:

- Eviter les dépôts intempestifs dans les canaux et conduites;
- Protéger les pompes et autres équipements contre l'abrasion;
- Eviter de surcharger les ouvrages de traitement.

Cette opération est assurée dans deux bassins qui font également office de déshuilleur/dégraisseur (E.H.T, 2013).

Au poste de dégrillage fait suite un canal amenant les eaux dégrillées en tête de deux ouvrages combinés de dessablage – déshuilage du type cylindro-conique (Figure 15)

Les dimensions du poste de dessablage / dégraissage sont:

- Nombre d'ouvrages : 2 U
- Diamètre de l'ouvrage : 5 m
- Surface unitaire : 12.7 m
- Hauteur total : 2.5 m

Chaque dessablage / dégraissage est considéré comme un seul ouvrage, chaque ouvrage est dimensionné pour un débit de : 741.36m³/h qui correspond au débit de pointe temps pluie.

Le but de cet ouvrage est, d'une part de récupérer au fond de l'ouvrage les sables et les matières lourdes et d'autre part de récupérer en surface les huiles et les graisses qui ont tendance naturelle à remonter en surface (E.H.T, 2013).

Les graisses sont flottées par de fines bulles d'air créées par une turbine immergée de puissance 1.3 kW, la puissance de brassage ressort à 30 w/m³, Elles sont raclées mécaniquement pour être envoyée vers une fosse à graisse puis acheminer vers le concentrateur à graisse. (Figure 15) (E.H.T, 2013).

Les sables et autres matières minérales déposées au fond d'ouvrage sont évacués par une pompe à sable de débit : 5 m³/h et débarrassés des matières organiques et essorés sur un classificateur avant d'être déposés dans la benne de stockage vers une remorque agricole tractable de 6 Tonne. (E.H.T, 2013).

L'ouvrage est aéré par une turbine installée à l'intérieur d'une jupe de diffusion, Les bulles d'air introduites dans la masse liquide, émulsionnent les matières légères et les graisses figées qui montent en surface. Les flottants sont repoussés à la périphérie ou ils sont racés mécaniquement et déversés dans une goulotte qui les enverra gravitairement vers la fosse à graisse puis envoyés vers un concentrateur via une conduite DN63 mm (E.H.T, 2013).

Les sables extraits du dessableur – déshuileur sont envoyés vers le classificateur à sables par pompage (E.H.T, 2013).

Une potence permet d'extraire l'aérateur et de l'entretenir sans nécessité de vidanger l'ouvrage (E.H.T, 2013).



Figure 15: Dessableur-déshuileur (Cliché par ZORAI, 2019).

✓ **Système d'extraction et d'évacuation des sables**

Une pompe "Air lift" par ouvrage est installée pour la récolte des sables. Il s'agit d'un ensemble constitué d'un suppresseur injectant de l'air sous pression à la base de l'air lift proprement dit (E.H.T, 2013).

Ceci crée un mélange "air-eau" dont la densité apparente est inférieure à celle du milieu environnant qui pousse sur ce mélange et l'oblige à remonter. Les vitesses rencontrées sont telles que le sable présent à proximité de l'orifice inférieur de l'air lift est entraîné au dessus du plan d'eau (Figure 16) (E.H.T, 2013).



Figure 16: Système d'extraction et d'évacuation des sables (Cliché par ZORAI, 2019).

✓ Evacuation des huiles et graisses

Un bras racleur de surface recueille les graisses et les achemine vers un concentrateur de graisse puis raclées vers une benne remorquable avant évacuation. Les ponts peuvent être manutentionnés par grue extérieure (Figure 17) (E.H.T, 2013).

Les ouvrages de dessablage déshuilage sont équipés par:

- Poires de niveau bas
- Une mesure de niveau (US) en amont des dessableurs pour permettre l'asservissement de la vanne d'écrtage et de by-pass, ainsi que la mesure du débit by-pass.



Figure 17: Evacuation des huiles et graisses (Cliché par ZORAI, 2019).

c) Ouvrages de répartition, écrêtage et by-pass amont biologique

Le canal commun aux deux dessableurs est en communication hydraulique avec une tour de répartition N°01 qui assure l'équi répartition des débits vers les deux bassins d'aération .cette tour est constituée de trois chambres

- Chambre N°: 01 reçoit les eaux en provenance des dessableurs/déshuileurs.
- Chambre N°: 02 et N°: 03 permettent l'équi répartition entre les débits d'alimentation. des deux bassins d'aération. (Figure 18) (E.H.T, 2013).

Cet ouvrage est équipé aussi de vannes murales en (400 x 400 mm) de débit des eaux arrivant des deux dessableur/déshuileur vers les deux bassins d'aération.

L'excédent de débit temps de pluie étant dirigé vers le by-pass général de la station d'épuration (E.H.T, 2013).

La mise en place de batardeaux en amont de chaque file biologique permet un by-pass général en aval des prétraitements vers la tour de répartition N°:02 par une conduite PN 10 de diamètre 400 mm (E.H.T, 2013).



Figure 18: Ouvrages de répartition (Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.1.3. Traitement biologique

L'étape de traitement biologique constitue le point névralgique de la filière eau. En effet, c'est à ce niveau que s'opère l'élimination de la majorité des polluants.

Le procédé utilisé est un traitement par boues activées en aération prolongée, permettant une élimination poussée de la pollution carbonée et azotée (E.H.T, 2013).

Le traitement biologique se compose de deux files indépendantes et parallèles comprenant:

- Deux zones de contact;
- Deux bassins d'aération composés d'une zone aérée et zone anoxique;
- Deux dégazeurs;
- Deux clarificateurs;
- Un poste de recirculation des boues.

A la sortie des prétraitements, les effluents prétraités alimentent un ouvrage de répartition situé en tête des bassins d'aération, permettant l'écrêtage du débit et le by-pass de la filière (E.H.T, 2013).

L'ensemble de la filière biologique est donc dimensionné pour traiter le débit d'effluent de pointe de temps sec de la station soit 445.25 m³/h. La répartition entre les deux lignes biologiques s'effectue par l'intermédiaire de lames déversantes en inox. Des batardeaux en

aluminium permettent l'isolement des files biologiques et l'aération est réalisée par des turbines aératrices de surface (E.H.T, 2013).

a) Zone de contact

La zone de contact reçoit la totalité de l'eau brute et une partie des boues recerclées du clarificateur.

Le poste de dessablage / déshuilage est en communication hydraulique avec un ouvrage de mélange appelé couramment zone de contact. C'est un regard de faible volume qui n'a pas un rôle de dépollution mais il est nécessaire pour éviter la prolifération des microorganismes filamenteux (E.H.T, 2013).

L'ouvrage de mélange est installé en amont du bassin d'aération, il collecte les eaux en provenance du prétraitement et les boues à la sortie du décanteur (boues de retours) les distribue également sur deux chambres alimentant les deux bassins d'aération par surverse.

Les dimensions du bassin de contact sont :

- Nombre d'ouvrages : 2 U
- Longueur nette d'un compartiment : 4 m
- Largeur nette d'un compartiment : 3 m
- Hauteur d'eau : 4.5 m

La zone de contact exerce une pression sélective sur la compétition entre les germes filamenteux et non filamenteux à l'avantage de ces derniers. Cette zone favorise ainsi l'amélioration de la décantation des boues au niveau du clarificateur. Deux agitateurs immergés relevable en inox sont disposés dans cet ouvrage afin d'éviter tous dépôts de boues et assurer un mélange des "intime" des eaux usées / boues. (Figure 19) (E.H.T, 2013).



Figure 19: Bassin d'anoxie (Cliché par ZORAI, 2019).

b) Bassin d'aération : Nitrification et dénitrification

Le bassin d'aération constitue le cœur du procédé, dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine du phénomène aboutissant à l'épuration.

Il a été retenu un traitement faible charge massique ou aération prolongée, la valeur de charge massique choisie permet d'atteindre un âge des boues élevé et par conséquent une nitrification des produits azotés (les bactéries de la nitrification se développent lentement) ainsi qu'une minéralisation des boues (E.H.T, 2013).

Ce processus, permet donc d'éliminer une grande partie de l'azote, et de minéraliser suffisamment les boues pour éviter une étape de traitement complémentaire.

Le traitement biologique est réalisé sur deux files rectangulaires, chaque file est équipée de trois turbines d'aération (E.H.T, 2013).

Un voile central judicieusement positionné permet d'éviter les écoulements préférentiels et ainsi favoriser une aération et un brassage optimum. (Figure 20) (E.H.T, 2013).

Les dimensions du bassin d'aération sont :

- Nombre d'ouvrages : 2 U
- Longueur du bassin : 57 m
- Largeur du bassin : 17m
- Hauteur d'eau : 4.7 m
- Volume total : 9108.60 m³

La liqueur mixte déborde d'une goulotte d'extrémité. Les extrémités de cette goulotte se terminent par un approfondissement (puisard de sortie) d'où partent deux conduites vers les décanteurs secondaires (E.H.T, 2013).

La biomasse séparée de l'eau épurée par sédimentation dans un clarificateur est recirculée vers le bassin d'aération (E.H.T, 2013).

Dans le bassin, une aération efficace est nécessaire à la bonne dégradation de la pollution. C'est équipements assurent le transfert de l'oxygène de l'atmosphère à l'effluent et maintiennent un mélange uniforme nécessaire dans les bassins (E.H.T, 2013).

Le détail du calcul des besoins en oxygène pour éliminer la pollution, a conduit à un

apport d'oxygène donnant la capacité et la quantité requise des aérateurs de surface sont:

- Besoin total max journalier en O₂ : 6044.62 KgO₂/J
- Besoin total max en O₂ aux conditions standard : 462.52 KgO₂/h
- Nombre total d'aérateurs de surface : 06

La dénitrification hétérotrophe s'effectue dans la zone d'anoxie installée à l'amont du bassin d'aération. Les boues recerclées dite liqueur mixte concentrés en nitrate sont ramenées en entrée de la zone anoxique, la présence de la matière carbonée véhiculée par l'eau résiduaire active la nitrification assurée par les bactéries hétérotrophes présents dans la boue.

Pour la dénitrification, les bactéries ont besoin d'un environnement très pauvre en oxygène (E.H.T, 2013).



Figure 20: bassin d'aération a boue active (Cliché par ZORAI, 2019).

c) Aérateurs de surface

Du type a axe vertical et a vitesse de rotation lente, les aérateurs au nombre de trois par bassin et d'une puissance du moteur de 55kw, sont montés sur une passerelle en béton armé avec garde-corps. (Figure 21) (E.H.T, 2013).



Figure 21: Turbines aératrices de surface (Cliché par ZORAI, 2019).

d) Dégazeur

La liqueur mixte est récupérée par un déversoir sur chaque des deux bassins d'aération. Elle s'écoule ensuite jusqu'à deux ouvrages de dégazage pour les deux files avec vanne murale de maillage (E.H.T, 2013).

Le dégazeur assure deux principales fonctions:

- Eliminer les bulles d'air préjudiciables à la décantation des boues dans le clarificateur
- Piéger les mousses et les flottants qui s'accumulent en surface et sont transférés dans la fosse de reprise des flottants (E.H.T, 2013).

Le dégazeur est dimensionné sur une charge superficielle maximale de $40\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, les dimensions de cet ouvrage sont les suivant: (Figure 22) (E.H.T, 2013).

- | | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| ➤ Nombre d'ouvrages | : 2 U |
| ➤ Surface de dégazage | : 22.26 m^2 |
| ➤ Volume utile | : $74.214.7\text{ m}^3$ |
| ➤ Vitesse ascensionnelle | : $40\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ |



Figure 22: Dégazeur (Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.1.4. Bassin de clarification

La clarification des effluents est une étape essentielle dans le procédé biologique d'épuration, le rôle de la décantation secondaire est donc d'assurer une meilleure séparation de

la biomasse de l'eau traitée et de permettre par ailleurs un premier épaissement des boues biologiques décantées (Figure 23) (E.H.T, 2013).

Deux décanteurs secondaires de forme circulaire équipés de ponts racleurs de type radial. Les dimensions de cet ouvrage sont les suivant:

- Nombre d'ouvrages : 2 U
- Diamètre : 18 m
- Hauteur d'eau : 2.94 m
- Surface : 254.47 m²



Figure 23: Bassin de clarification (Cliché par ZORAI, 2019).

Chaque ouvrage de décantation est équipé de:

a) Mécanisme de raclage

L'ouvrage est équipé d'un dispositif de raclage de fond qui est de type relevable, ceci permet les opérations d'entretien sans qu'il soit nécessaire de vidanger le décanteur. Ces racles en forme de (v) permettent de concentrer les boues vers leur point d'aspiration, et d'un dispositif de raclage de surface. Les surnageant récupérés sont repris par une goulotte situé a la périphérique de l'ouvrage, puis évacuée vers la trémie a écumes et la fosse a flottants (E.H.T, 2013).

Les eaux clarifiées se déversent dans une goulotte périphérique et rejoignent l'ouvrage de désinfection (E.H.T, 2013).

b) Jupe de répartition

Une jupe de forme cylindrique au pont racleur permet d'assurer une équi-répartition radiale du débit entrant dans le décanteur (E.H.T, 2013).

c) Goulotte des eaux décantées

Les eaux se déversent dans la goulotte des eaux décantées aménagée de manière à avoir une charge d'eau optimum sur le déversoir. (E.H.T, 2013).

d) Lame de débordement et paroi siphonoïde

Ce dispositif permet le réglage en hauteur et de l'horizontalité des lames (E.H.T, 2013).

3.6.1.5. Bassin de désinfection

Les eaux traitées issues des clarificateurs sont ensuite acheminées vers un réservoir équipés de chicanes dans lequel est injecté le chlore sous forme d'hypochlorite de sodium à fin de désinfecter les effluents et de garantir ainsi les rejets conformes en termes bactériologique (Figure 24) (E.H.T, 2013).

Les dimensions de l'ouvrage sont les suivants :

- Nombre de lignes : 1 U
- Largeur du bassin : 5 m
- Longueur du bassin : 15 m
- Hauteur d'eau : 3 m

Le temps de contact entre l'eau et l'agent oxydant injecté à l'entrée de l'ouvrage doit être de l'ordre de 30 minutes au débit de pointe. Les effluents traités sont dirigés directement vers le comptage de rejet d'eau traitée dans un canal venturi (E.H.T, 2013).



Figure 24: Bassin de désinfection (Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.2. Filière boue

L'âge des boues, qui correspond à l'apport entre les boues présentes dans le bassin d'aération et les boues en excès, nous renseigne sur leur degré de stabilisation. Une boue bien stabilisée n'est plus fermentescible et ne dégage plus d'odeurs, si l'âge des boues est supérieur à 12 jours (E.H.T, 2013).

3.6.2.1. Poste de pompage des boues (recirculation/extraction)

La recirculation des boues est nécessaire pour maintenir une concentration en bactéries épuratrices relativement constante et suffisante pour obtenir des rendements épuratoires requis (E.H.T, 2013).

Les boues activées sont reprises au fond des décanteurs secondaires pour être dirigées par une tuyauterie vers le poste de recirculation composé de deux puits à boue accolés indépendants et maillables par l'intermédiaire d'une vanne murale en inox, pour être ensuite renvoyées vers la zone de contact (pour 1/3) et vers le bassin d'aération (pour 2/3) (Figure 25).

Ce poste de recirculation est constitué des équipements suivant:

- Arrivée des boues: tuyauterie noyée dans le béton du radier ;
- Quatre pompes de recirculation : débit unitaire nominal de 300 m³/h, hauteur manométrique total (HMT) de : 04 m ;
- Deux pompes à boues en excès (E.H.T, 2013).

Le débit de recirculation est mesuré par un débitmètre électromagnétique diamètre normalisé (DN) 600 placé sur la conduite de refoulement des boues à recirculées.

Pour l'extraction un débitmètre électromagnétique DN90 placé sur la conduite de refoulement des boues en excès (E.H.T, 2013).



Figure 25: Poste de pompage des boues (recirculation/extraction)
(Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.2.2. Epaisseur statique

L'épaisseur a pour but de concentrer au maximum les boues à envoyer vers la déshydratation, donc de réduire le volume, ce qui permet de réduire de façon très sensible la surface réservée à la déshydratation mécanique sur filtres à bande et aux lits de séchage.

Les boues en excès sont pompées vers un ouvrage d'épaississement grâce à deux conduites de refoulement de diamètre 90 mm à partir de la fosse à boue ou elles seront introduites au centre de l'ouvrage dans une jupe de répartition. (Figure 26) (E.H.T, 2013).

Ce poste est constitué des équipements suivant:

- Mécanisme racleur
- Jupe alimentation
- Seuil denté de la rigole de déversement
- Pompe des boues épaissies: débit unitaire de 35m³/h.

Les dimensions de l'épaisseur sont les suivant:

- Nombre d'ouvrages : 1 U
- Diamètre : 12 m
- Hauteur de liquide : 1.45 m
- Surface de l'ouvrage : 1.45 m



Figure 26: Epaisseur statique (Cliché par ZORAI, 2019).

Après épaississement, les boues vont soit à la Déshydratation mécanique des boues (durant la période pluvieuse) soit aux lits de séchage pendant la période sèche (Déshydratation naturelle).

3.6.2.3. Déshydratation mécanique des boues

Les boues épaissies issues de l'épaississeur statique seront déshydratées sur deux files parallèles et indépendantes de déshydratation des boues par filtre à bande.

La déshydratation par filtre à bande offre plusieurs avantages:

- Compacité de l'installation ;
- Fonctionnement entièrement automatisé;
- Facilité d'exploitation ;
- Fonctionnement continu ;
- Souplesse d'utilisation ;
- Faible consommation énergétique et investissement faible comparativement aux autres procédés de déshydratation mécanique (filtre presse, centrifugation).

Les dimensions de filtre à bande sont les suivant:

- | | |
|---|------------------------|
| ➤ Nombre de machines | : 2 U |
| ➤ Débit hydraulique max entrée (par filtre) | : 12 m ³ /h |
| ➤ Siccité des boues déshydratées | : 18 % |
| ➤ Largeur de bande/machine | : 1.5 m |

Une centrale de préparation de polymérie est dotée de deux pompes doseuses, qui soutirent la solution mère préparée à une concentration d'environ 0.5g/l et la refoulent dans la canalisation d'alimentation en boues des filtres (Figure 27) (E.H.T, 2013).



Figure 27: filtre à bande (Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.2.4. Déshydratation naturelle des boues sur lits de séchage

Dans le cas de la station d'Ain Taghrouit et compte tenu de la taille de la station la déshydratation naturelle des boues sur lits de séchage a été retenue dans le cas où l'un des filtre à bande ne fonctionne pas (en panne) (Figure 28) (E.H.T, 2013).

La déshydratation naturelle de la boue se déroule en deux phases:

- Dans une première phase, la plus grosse partie de l'eau interstitielle filtre rapidement sans entrave vers le fond du lit.
- La seconde phase est le séchage à l'air par évaporation ce qui peut être estimé à une ou deux semaines.

Les dimensions des lits sont les suivantes:

- Nombre de lits : 6 U
- Longueur du lit : 20m
- Largeur du lit : 8m



Figure 28: lits de séchage (Cliché par ZORAI, 2019).

3.6.2.5. Stockage des boues déshydratées

Les boues déshydratées sont reprises par une vis transporteuse des boues déshydratées vers une aire de stockage de 511.90 m³ de volume, garantissant le stockage de 06 mois de productions de boues à 18 % de siccité sur une hauteur de 1.5 m (Figure 29) (E.H.T, 2013).



Figure 29: Stockage des boues déshydratées (Cliché par ZORAI, 2019).

3.7. Présentation de la salle de contrôle

Pour l'exploitation, la STEP de Ain Taghrout est raccordée à un système complètement informatisé de supervision assurant la gestion, la télé-conduite et la surveillance à distance de l'ensemble des installations de la station. Il est possible à tout moment, de faire apparaître sur l'écran l'état détaillé de toute installation : moteur en marche ou à l'arrêt, défauts, niveaux, débit, etc..... (Figure 30) (E.H.T, 2013).



Figure 30: Salle de contrôle (Cliché par ZORAI, 2019).

Le système de supervision est prévu pour la totalité de la station d'épuration permettant la surveillance ainsi que le paramétrage nécessaire au bon fonctionnement des équipements de la station. Le système de supervision est composé de:

- Deux PC avec tous les accessoires installés dans la salle de contrôle. Chaque utilisateur peut accéder pour paramétrer le fonctionnement des équipements, impression des courbes, message d'alarme et rapport journalier.
- Deux écrans TFT plat de 22 pouces
- Un logiciel de supervision qui permet au minimum les fonctions suivantes :
 - Visualiser les différents schémas synoptiques du site ;
 - Assurer le contrôle à distance des différents équipements de la station d'épuration ;
 - Le paramétrage d'un équipement, ou c'est nécessaire est à la proximité ;
 - Permettre la télécommande des équipements à partir du poste de supervision ;
 - Assurer une télégestion de la station par un archivage multicritères sur une base de données, permettant les d'exploiter les données pour les éditions des rapports, états,...etc.
 - Enregistrement pour chaque équipement des données suivantes:
 - ❖ Nombre de démarrage ;
 - ❖ Temps de fonctionnement.
 - Alerte est suivi de maintenance et d'entretien des équipements. En permettant la saisie des données Constructeur telle que changement des roulements, vidange des huiles....etc.
 - Afficher les défauts pour chaque équipement (alarme visuelle et sonore) avec possibilité d'acquiescement ;
 - Assurer l'affichage, l'archivage et impression (sous formats tableaux de valeurs et courbes) des grandeurs mesurées de chaque équipement et instrument ;
 - L'affichage de la mesure de niveau dans les cuves et les réservoirs est du type dynamique, pour les endroits où il y a une mesure analogique de niveau.
 - Impression des rapports journaliers, hebdomadaires, mensuels et annuels (E.H.T, 2013).

3.8. Organisation du personnel

La section d'exploitation est confiée à deux équipes:

- Une équipe chargée de l'organisation du travail qui assure la surveillance du fonctionnement de la STEP.
- Une équipe chargée de l'entretien des ouvrages.

La maintenance est confiée à deux équipes:

- Une équipe chargée de la station elle-même.
- Une équipe chargée de la station de relevage.

Le laboratoire est confié à une seule équipe :

- Une équipe a pour mission principale le contrôle physico -chimiques nécessaires pour les différentes analyses sur l'eau et la boue a l'entrée et a la sortie de la STEP (E.H.T, 2013).

3.9. Conclusion

Le choix de la méthode d'épuration des eaux usées pour la station d'épuration de Ain Taghrout s'est basé sur une étude technique et économique qui a permis de déterminer les dimensions et les spécifications de cette station.

La station de Ain Taghrout est de type Boues activées, elle est dimensionnée à faible charge avec un débit moyen horaire égale à 247.10 m³/h avec une capacité de 37068 EH. Le prétraitement est précédé par dégrillage, dessablage et déshuilage. Le poste de dégrillage comporter 3 grilles une grossière à nettoyage manuel, les deux autres grilles fin automatique. Le dessableur et déshuileur est de forme circulaire. Le traitement biologique est précédé par deux zones de contact et deux bassins d'aération. Un poste de clarification pour la séparation solide liquide comporte Deux décanteurs secondaires de forme circulaire, Un poste de désinfection s'avère indispensable afin de réduire au maximum les germes pathogènes non éliminés au cours de traitement biologique et un traitement de séchages des boues qui doit se faire dans deux filtres a bandes durant la période pluvieuse et sur 6 lits de séchages(Déshydratation naturelle) dans le cas ou l'un des filtre a bande ne fonctionne pas (en panne).Après déshydratées les boues transporter vers une aire de stockage

La station de Ain Taghrout est raccordée à un système complètement informatisé de supervision assurant la gestion, la télé-conduite et la surveillance à distance de l'ensemble des installations.

Ce chapitre nous a permis de donner une description détaillée de la station d'épuration de Ain Taghrout, les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées: les prétraitements, traitement biologique et décantation. Et les traitements des boues; l'épaississeur, les bandes et les lits de séchage.

CHAPITRE 4
MATÉRIELLES ET MÉTHODES

4.1. Introduction

L'objectif principal de ce travail est de donner un aperçu plus au moins détaillé sur les différents méthodes et matériels utilisés pour la détermination de la qualité des eaux usées de la station d'épuration de Ain Taghrout avant et après épuration en vue de voir leur performance. Différents paramètres sont également contrôlés et mesurés à savoir : Le débit, la température, le pH, Les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène après 5 jours (DOB_5), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-) et le phosphore (PO_4^{3-}). Ces analyses sont effectuées sur des échantillons prélevés à l'entrée et la sortie de la station. Il est important de signaler que les analyses que nous avons effectuées et font l'objectif de notre travail-ont été réalisées durant la période allant du Mars 2018 jusqu'au Février 2019.

4.2. Présentation de laboratoire

Le laboratoire de la STEP de Ain Taghrout est équipé par divers instruments des mesures nécessaires pour les différentes analyses de l'eau (E.H.T, 2013).

- 01 incubateur
- 01 Etuve de séchage
- 01 Réfrigérateur
- 01 DBO mètre
- 01 DCO mètre
- 01 Spectrophotometre
- 01 Microscope électronique
- 01 Oxymetre
- 01 pH mètre
- 01 Conductimètre
- 01 Four a moufle
- 01 Appareil digesdahl
- 01 Lot de verrerie
- 01 Centrifugeuse
- 01 Dessicteur
- 01 Balance de précision
- 01 Distillateur
- 01 Disque blanc de Secchi

4.3. Prélèvement et échantillonnage

Dans la station d'épuration de Ain Taghrout les prélèvements des échantillons sont effectuées chaque heure, un certain volume d'eau usée est prélevé, à l'entrée de la STEP ainsi qu'à la sortie. Dans la station deux techniques de prélèvement pourront être réalisés ; manuelle ou bien automatique.

4.3.1. Prélèvement Manuelle

On utilise des récipients ou des flacons et on prélève les eaux à partir de bassin d'aération ou dans les clarificateurs. La figure 31 montre un mode de prélèvement manuelle.



Figure 31: Prélèvement manuelle (Cliché par ZORAI, 2019).

4.3.2. Prélèvement automatique

A l'aide d'une armoire d'échantillonnage, le prélèvement se fait facilement. Cet appareil prélève 100 ml chaque 60 min puis elle les mit automatiquement dans des bouteilles de 1 litre.

Il y a deux postes de prélèvement, le premier est localisé après le dessableur /déshuileur et le deuxième avant le poste de rejet. Ceci est effectué 24 fois par jour pour avoir enfin l'échantillon final à analyser qui se compose du mélange des volumes prélevés. La figure 32 montre un mode de prélèvement automatique (E.H.T ,2013).



Figure 32:Prélèvement automatique (Cliché par ZORAI, 2019).

Après prélèvement, les échantillons prélevés sont conservés à une température de 4°C et ils sont analysés dans un délai de 24 h au maximum, afin d'éviter toute modification des caractéristiques

4.4. Méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques

4.4.1. Température

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre.

4.4.2. pH

Le pH étant un paramètre influençant à la fois le niveau d'activité, la croissance des bactéries et la solubilité des composés. Il est important de le contrôler dans le bassin d'aération, d'autant plus que les bactéries sont sensibles à sa variation.

Mesure du pH : Le but d'analyser ce paramètre est la détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau. L'appareillage utilisé consiste en un pH mètre WTW3110, des solutions étalon 4, 7 et 9 à 20 °C ainsi qu'une pissette d'eau déminéralisée. Le mode opératoire est comme suit :

- Vérifier le calibrage de l'appareil.
- Plonger l'électrode dans la solution à analyser.
- Lire le pH à température stable
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans une solution électrolyte.

La figure 33 présente des photos du pH mètre et des solutions étalons du pH utilisé.

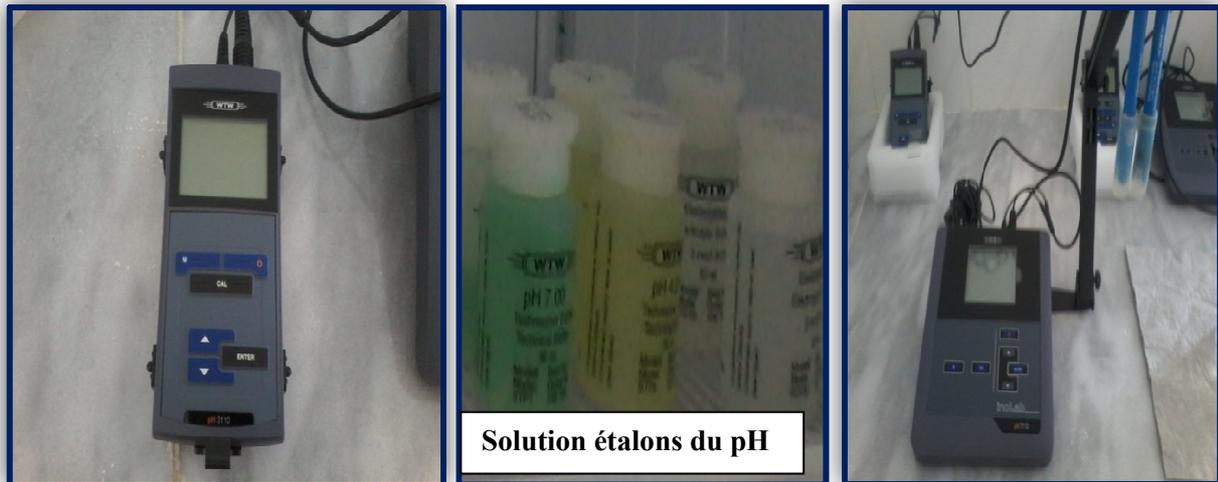


Figure 33: Photo du pH mètre WTW 3110 utilisé (Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.3. Détermination de l'O₂ dissous

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologiques de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple, par les algues. Actuellement, la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes. La mesure de ce paramètre est réalisée dans la station à l'aide d'un oxymètre Oxi 3110 (figure 34).



Figure 34: Photo de l'Oxymètre portatif WTW 3110 (Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.4. Mesure de la conductivité

Plus une solution contient du sel plus sa conductivité est élevée. L'unité de la conductivité est en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm . Sa mesure s'effectue par la méthode électrochimique de résistance à l'aide d'un conductimètre Cond 3310 (figure 35). Le mode épuratoire est le suivant:

- Vérifier le calibrage de l'appareil
- Longer l'électrode dans la solution à analyser.
- Lire la conductivité et la température après stabilisation la lecture.
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.



Figure 35 : Photo du conductimètre portable WTW 3310 (Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.5. Matières en suspension (M.E.S)

Pour déterminer la teneur de matières en suspensions, l'eau est filtrée et le poids des matières retenues est déterminé par différence de pesée (figure 36).

➤ Appareils et accessoires de mesure

- Balance de précision électronique (KERN. ABT).
- Filtre.
- Etuve.
- Dessiccateur.
- Pompe à vide

➤ **Préparation des filtres par l'eau distillée**

- Laver le filtre par l'eau distillée.
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser

➤ **Filtration de l'échantillon**

- Placer le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration.
- Agiter le flacon d'échantillon.
- Verser un volume de 100 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée.
- Filtré l'échantillon.
- Rincer les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée
- Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide de pinces.
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser le filtre

➤ **Calcul de la teneur en MES**

Le calcul de la teneur en MES est donné par l'expression suivante :

$$\text{MES} = 1000 (M1-M0) / V$$

Avec :

- MES : La teneur en MES en (mg/l).
- M1 : La masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C .
- M0 : La masse en (mg) de la capsule vide.
- V : Volume de la prise d'essai en (ml).



Figure 36 : Les différents appareils de détermination des matières en suspension (Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.6. Demande chimique en oxygène (D.C.O)

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par excès de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acidifié par acide sulfurique (H_2SO_4), en présence de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) et de sulfate de mercure ($HgSO_4$).

➤ **Appareils, accessoires et réactifs de mesure**

- Pipette jaugée à 2 ml.
- Spectrophotomètre (DR 6000).
- Réacteur DCO à 150°C WTW CR 2200.
- Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations.
- Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations.

➤ **Etape de dosage**

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO.
- Agiter et placer le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 148°C.
- Laisser refroidir à température ambiante.
- Mesurer directement la concentration de la DCO en mg/l par spectrophotomètre DR 6000 (figure 37).



Figure 37: Appareils et réactifs pour la détermination de la DCO
(Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.7. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Détermination de la DBO grâce à la mesure de la différence de pression dans un système fermé (détermination respirométrique de la DBO). Le système de mesure enregistre une valeur de mesure toutes les heures le premier jour, toutes les deux heures le deuxième jour et toutes les 24 heures à partir du troisième jour.

➤ **Principe de mesure :**

Le poste de mesure de la DBO, composé du flacon d'échantillonnage et de la sonde DBO, constitue un système fermé. Dans le flacon d'échantillonnage, au-dessus du volume d'échantillon, on trouve un espace gazeux contenant une quantité d'air définie. Lors du dosage de la DBO, les bactéries présentes dans l'échantillon d'eaux usées consomment l'oxygène qu'il contient sous forme dissoute (l'échantillon peut être dilué ou non dilué). Cet oxygène est remplacé par celui présent dans l'espace gazeux du flacon d'échantillonnage. Le dioxyde de carbone produit simultanément est piégé par une solution d'hydroxyde de potassium contenue dans le réservoir du flacon d'échantillonnage. Une perte de pression se produit au niveau du système. Celle-ci est mesurée par la sonde DBO et affichée directement à l'écran comme valeur DBO en mg/l O₂.

Mesure du DBO :

On remplit les flacons avec les échantillons d'eau (usée et épurée) et on met un barreau magnétique dans chacun des flacons pour homogénéisation. On rajoute un absorbant dans les bouchons hermétique pour absorber l'humidité, le plus utilisé est l'hydroxyde de lithium. Les échantillons sont placés dans une chambre thermostatée et sombre durant la mesure de DBO₅. On règle l'appareil à ZERO et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20°C. Le résultat sera obtenu directement sur l'afficheur. Les figures 9 et 10 présentent deux photos de l'appareil de mesure de la DBO₅.

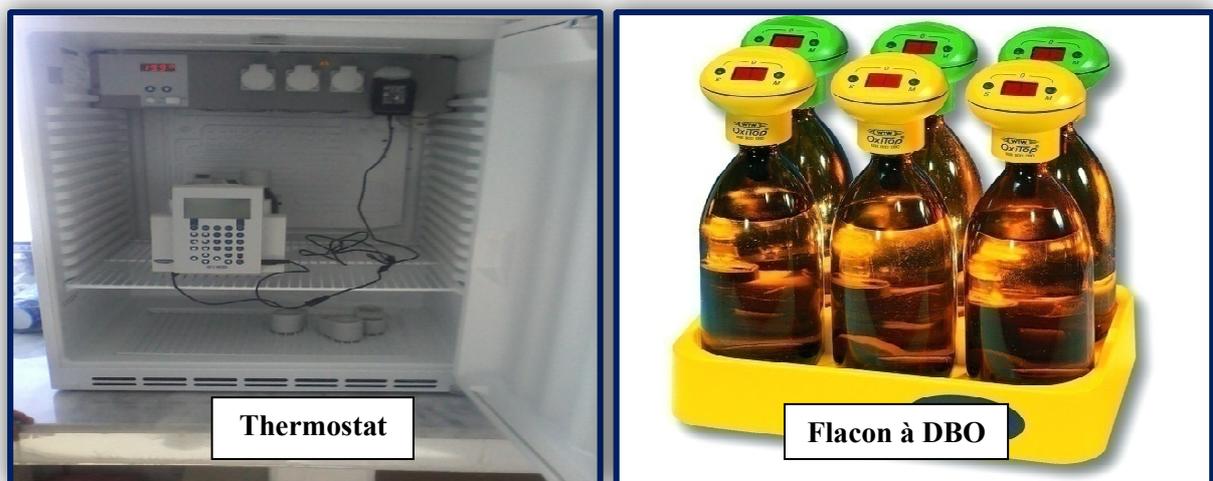


Figure 38: Appareil mesure la DBO₅ (Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.8. Nitrates et Nitrites

Ils sont dosés par colorimétrie, à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR/6000, nécessitant des réactifs de chaque élément, LCK 339 nitrates, (NO_3^-) et LCK 342 nitrites (NO_2^-) (figure 39).



Figure 39 : Spectrophotomètre (DR6000) (Cliché par ZORAI, 2019).

4.4.9. Orthophosphates (PO_4^{3-})

Les orthophosphates sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre DR 6000 avec les réactifs LCK 348 spécifiques au PO_4^{3-} .

4.5. Conclusion

Les différentes méthodes de dosage des paramètres physico-chimiques effectuées au sein de la STEP de Ain Taghrout sont indispensables pour pouvoir juger les performances de la station et d'avoir une idée globale sur le rendement de chaque étape du procédé d'épuration.

CHAPITRE 5
ETUDE DE LA PERFORMANCE DE LA
STATION D'ÉPURATION DE AIN
TAGHROUT WILAYA DE
BORDJ BOU-ARRERIDJ

5.1. Introduction

L'objectif principal de ce chapitre est de déterminer la qualité des eaux usées de la station d'épuration d'Ain Taghrouit en vue de distinguer les performances de traitement de la station. Pour aboutir à notre objectif, différents paramètres de la pollution vont être observés à savoir : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), le nitrate (NO₃⁻), le nitrite (NO₂⁻), et le phosphate (PO₄³⁻). Ainsi que d'autres paramètres qui nous apparaissent aussi importants tels que : la température (T), le (pH), la conductivité électrique (CE), l'oxygène dissous (O₂). Signalant, que les résultats obtenus seront comparés aux normes recommandées par JORA et par l'OMS afin d'évaluer les rendements épuratoires du traitement de la station d'épuration de Ain Taghrouit.

Dans ce chapitre on va soulever même quelques problèmes qui sont apparus dans la station pendant ma formation.

5.2. Résultats et discussions

5.2.1 Contrôle de débit (Q) (volumes entrants)

Chaque jour et avant chaque analyse, il y'a un contrôle de débit qui entre à la station. Ce contrôle est effectué au niveau du poste de relevage. L'opération est exécutée par un débitmètre électromagnétique installé dans un canal venturi. Les valeurs des débits instantanés seront réaffichées sur le système de gestion de la station. La figure 40 représente la variation des débits entrant à la station à partir du mois de Mars 2018 jusqu'au Février 2019.

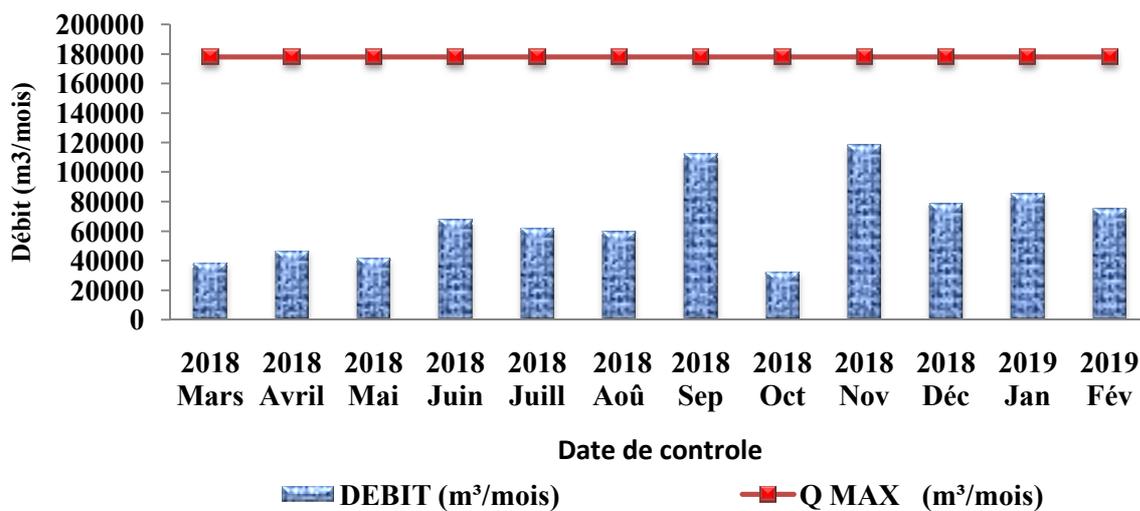


Figure 40: Variation mensuelle du débit à l'entrée de la STEP.
(Période du Mars. 2018 au Février. 2019).

On constate que les valeurs mensuelles des débits présentent une moyenne de 68131.19083 m³/mois, elles varient entre une valeur maximale relevée en Novembre (2018) de 118277.4 m³/mois et une valeur minimale relevée en Octobre (2018) de 32347.8 m³/mois, pour les eaux brutes, le débit total traité dans l'année de la mise en service est de 817574.29 m³/an

On peut dire d'une part que, les valeurs sont restées au dessous du niveau maximal autorisé, le débit atteint un niveau maximal de 118277.4 m³/mois pendant la période hivernale Novembre (2018) peut être attribué aux premières pluies automnales de l'année d'étude.

5.2.2. Température (T)

La figure 41 représente la variation mensuelle de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

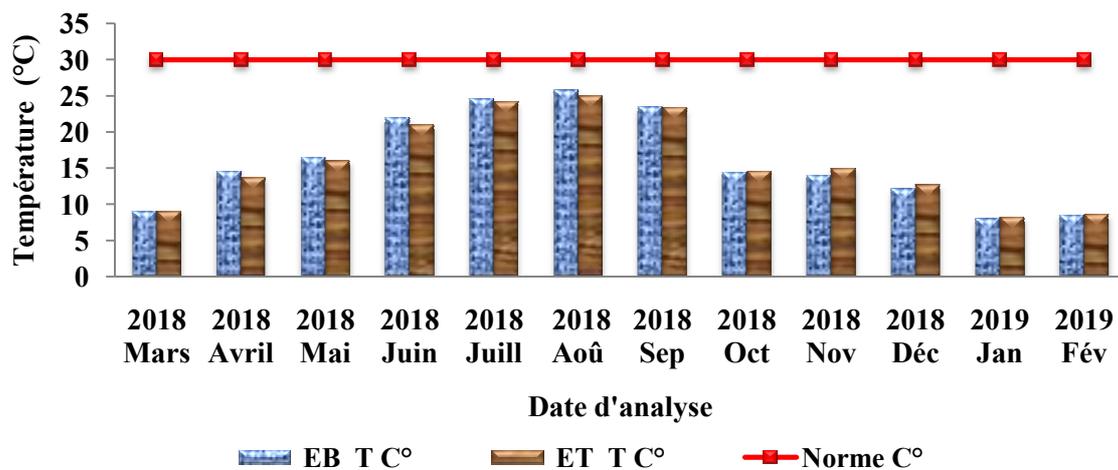


Figure 41: Variation mensuelle de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP. (Période du Mars. 2018 au Février. 2019).

On constate que les valeurs mensuelles de la température présentent une moyenne de 16.08°C, elles varient entre une valeur maximale relevée en Aout (2018) de 25.8°C, et une valeur minimale relevée en Janvier (2019) de 8°C, pour les eaux brutes, et entre 25°C et 8.2°C avec une moyenne 15.95°C, pour les eaux traitées (Figure 41).

En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30 °C (JORA, 2006).

En comparant nos résultats (figure 41) avec ceux des normes, on peut dire qu'on a de bons résultats et que les normes sont respectées (JORA, 2006).

Nos résultats montrent aussi qu'à l'entrée et à la sortie de la STEP, les valeurs de la température sont presque très proches avec une légère augmentation de la température de l'eau brute probablement liée à la température des conduits acheminant les eaux usées vers la station.

En effet, au niveau des stations d'épuration, la température des eaux usées influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple :

- L'activité métabolique des micro-organismes diminue avec la baisse de la température du système.
- La décantation est plus efficace à températures élevées.
- La vitesse de nitrification se ralentit en dessous de 10°C.

5.2.3. Potentiel hydrique (pH)

Il est important de rappeler que le pH donne une idée sur l'acidité et l'alcalinité du milieu. Les micro-organismes vivant dans l'eau peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 6,5 - 8,5 dans la chambre de répartition. Une valeur de pH située hors cet intervalle peut affecter la croissance et la survie de ces micro-organismes aquatiques. Et cet intervalle représente la limite de rejet direct (JORA, 2006).

L'ensemble de nos résultats qui sont présentés sur la figure 42 enregistre la variation mensuelle du pH de l'eau brute et de l'eau traitée à l'entrée et à la sortie de la STEP.

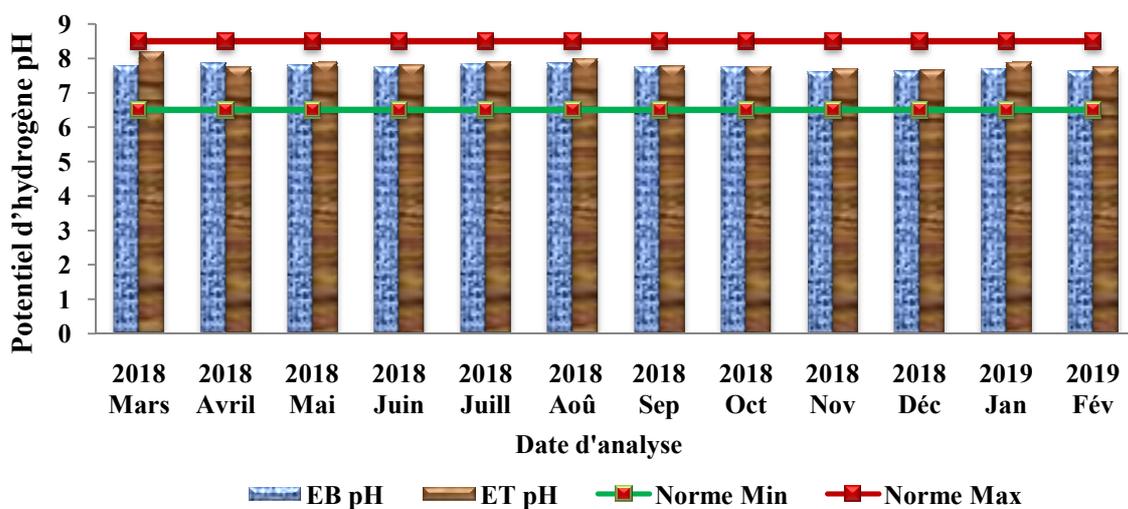


Figure 42: Variation mensuelle du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP.

(Période du Mars. 2018 au Février. 2019).

Nos résultats marquent que le pH des eaux brutes est situé entre 7.62 et 7.86 et une valeur moyenne de 7.75, cette moyenne se situe dans l'intervalle des normes Algériennes.

En ce qui concerne les eaux traitées, le pH varie entre 7.66 et 8.2, avec une valeur moyenne de 7.84 sur la durée totale de notre étude, cette moyenne se situe dans l'intervalle des normes Algérienne (JORA, 2006). Ce qui favorise aisément le déroulement d'un traitement biologique, vu que ce pH est voisin de la neutralité (FRANCK, 2002).

D'après SEVRINREYSSAC ET AL., (1995), un pH alcalin et une température modérée constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau (HAMAI-DI-CHERGUI ET AL, 2016).

5.2.4. Oxygène dissous

Il est bien connu que l'oxygène est un paramètre particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau.

La figure 43 présente les variations moyennes mensuelles de la concentration en oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP de Ain Taghrout.

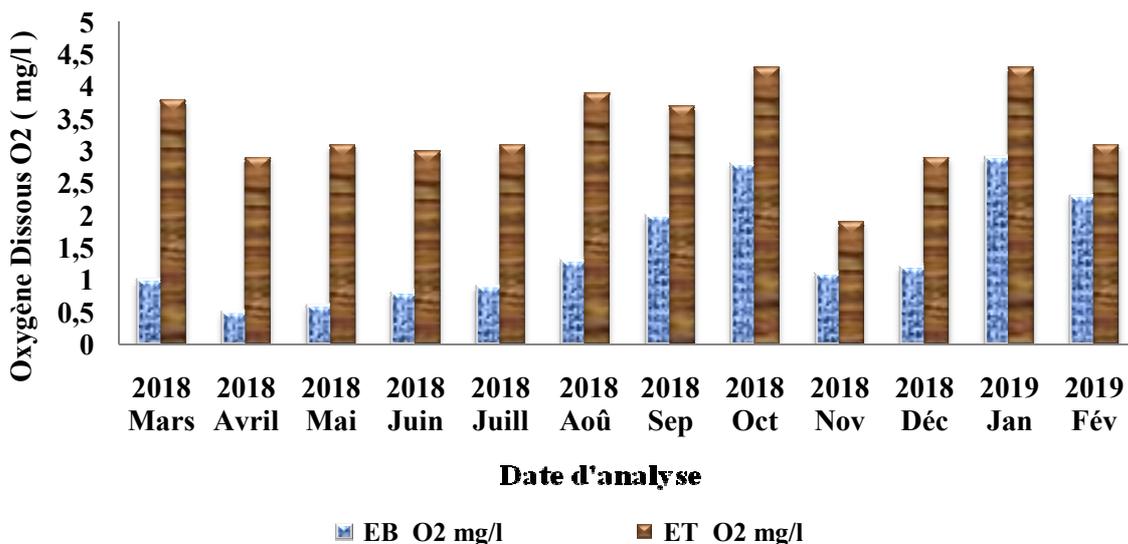


Figure 43: Variation mensuelle de l'O₂ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du Mars. 2018 au Fév. 2019).

D'après la figure 43 on constate que la concentration moyenne, est faible (1.45 mg/l), exceptée pour un seul prélèvement où l'oxygène a augmenté jusqu'à 2.9 mg/l (jan, 2019) et 2.8 mg/l (Oct. 2018).

Pour les eaux traitées, le taux d'O₂ dissous varie entre 1.9 mg/l et 4.3mg/l, avec une valeur moyenne de 3.33 mg/l. Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle. La chute d'oxygène durant le mois de (Nov. 2018) dans les eaux traitées peut également être due à une variation au niveau des aérateurs qui ont provoqué la diminution de la teneur en oxygène dissous.

3.3.7. Conductivité

La figure 44 représente la variation mensuelle de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

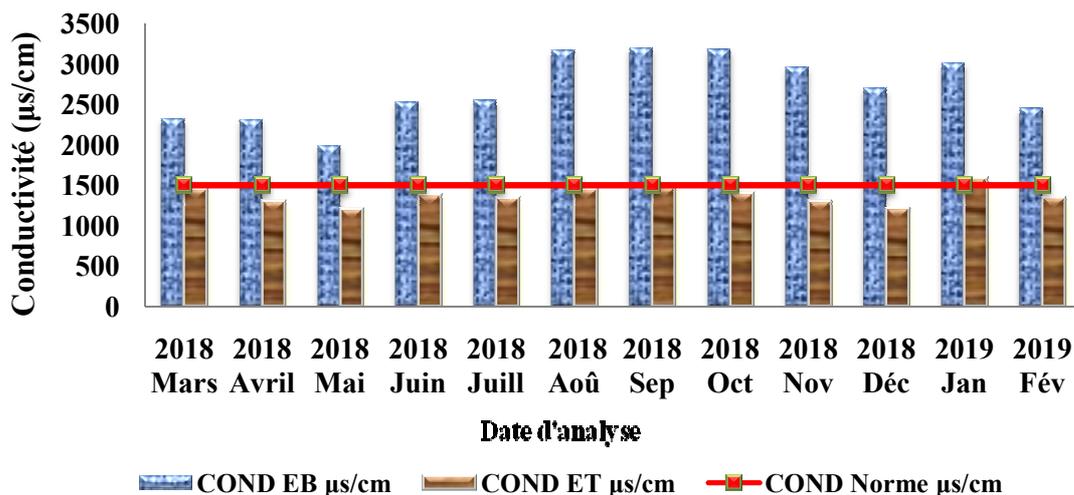


Figure 44: Variation mensuelle de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du mars. 2018 au février. 2019).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau (RODIER et AL, 2005).

D'après la figure 44, de l'ensemble de nos résultats, on remarque que les valeurs mensuelles des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 1990µs/cm à un maximum de 3200µs/cm. Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP.

A la sortie on constate presque une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels est quasi-stable. La valeur moyenne de la conductivité est de 1369.58 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui indique une minéralisation considérable de l'eau usée.

3.3.8. Matières en suspension (MES)

La figure 45 montre la variation mensuelle de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP ainsi que le pourcentage d'élimination de la MES.

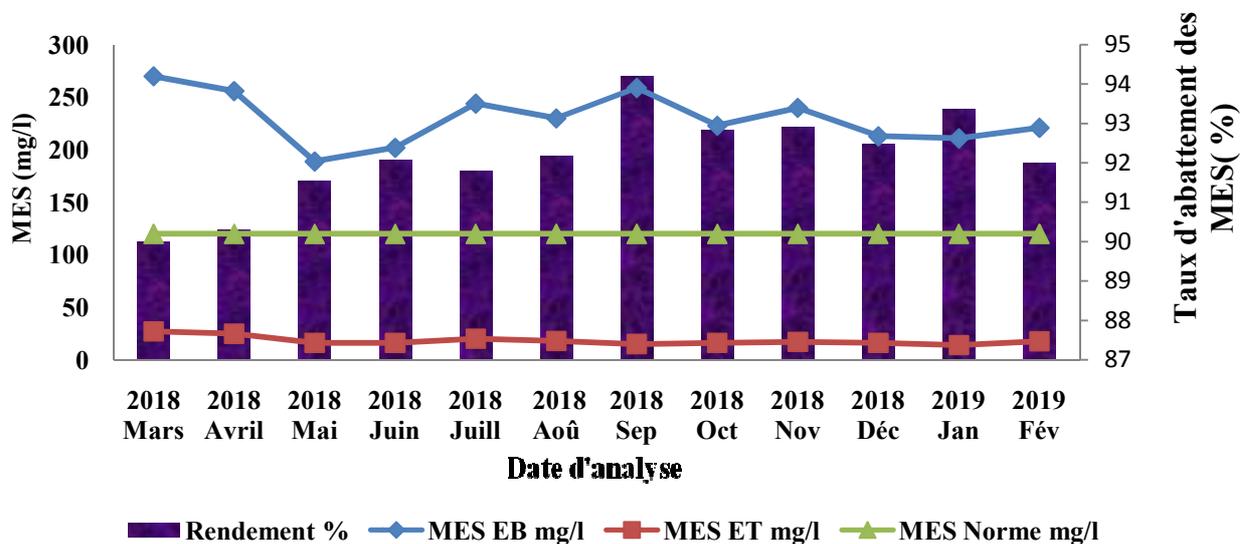


Figure 45: Variations mensuelle de la MES a l'entrée (EB) et à la sortie (ET) de la STEP et son rendement d'élimination (Période du mars. 2018 au février. 2019).

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées séparables par filtration ou centrifugation. Dans la station d'AinTaghrouit la séparation est effectuée par séparation par filtration.

La quantité de la matière en suspension à l'entrée est assez importante, elle varie entre 270 mg/L et 189 mg/L, avec une moyenne de 229.83 mg/L. Après traitement, la concentration subit une diminution qui varie entre 14 mg/L et 27 mg/L avec une moyenne de 18.12 mg/L. Cette diminution correspond à des rendements épuratoires en MES très importants et qui dépassent 90%. Avec un moyen de 92.14%. Ces résultats montrent que malgré la charge élevée en MES, son élimination se fait de façon efficace et avec un bon rendement.

3.3.9. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau biodégradable et non biodégradable, à travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

Les valeurs des concentrations de la DCO des eaux brutes de la STEP varient entre un maximum de 312 mg/l et un minimum de 128 mg/l avec une moyenne de 250.66 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un maximum de 69 mg/l et un minimum de 12 mg/l, avec une moyenne de 43.25 mg/l. Ces valeurs conforment la norme algérienne de rejet (<120 mg/l) (JORA, 2006).

La figure 46 représente la variation mensuelle de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

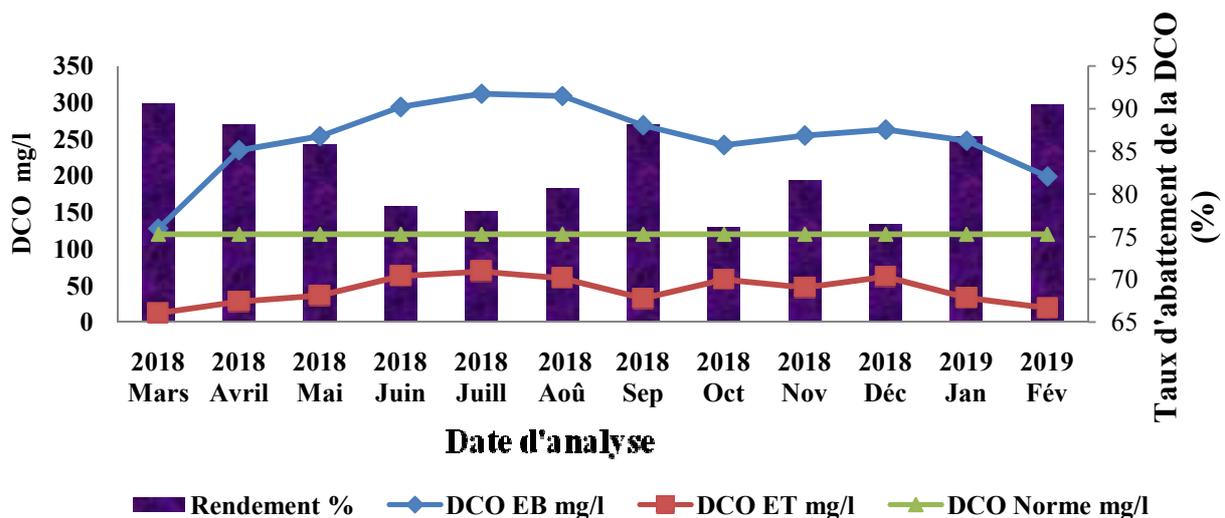


Figure 46: Variations mensuelle de la DCO a l'entrée et à la sortie de la STEP et son rendement d'élimination (Période du mars 2018 au fév. 2019).

Dans le même contexte, le calcul du pourcentage d'élimination de la DCO a enregistré qu'une grande concentration a été éliminé par le procédé à boues activées qui a été adopté à la station d'épuration d'Ain Taghrouit. Cet abattement est environs 83.40%. Excepté les mois de Junin, Juillet, Octobre et Décembre 2018 où ce pourcentage décroît au-dessous de 80 %.

3.3.10. Demande biologique en oxygène (DBO5)

La figure 47 enregistre la variation mensuelle de la concentration de la DBO₅ des eaux brutes et des eaux traitées.

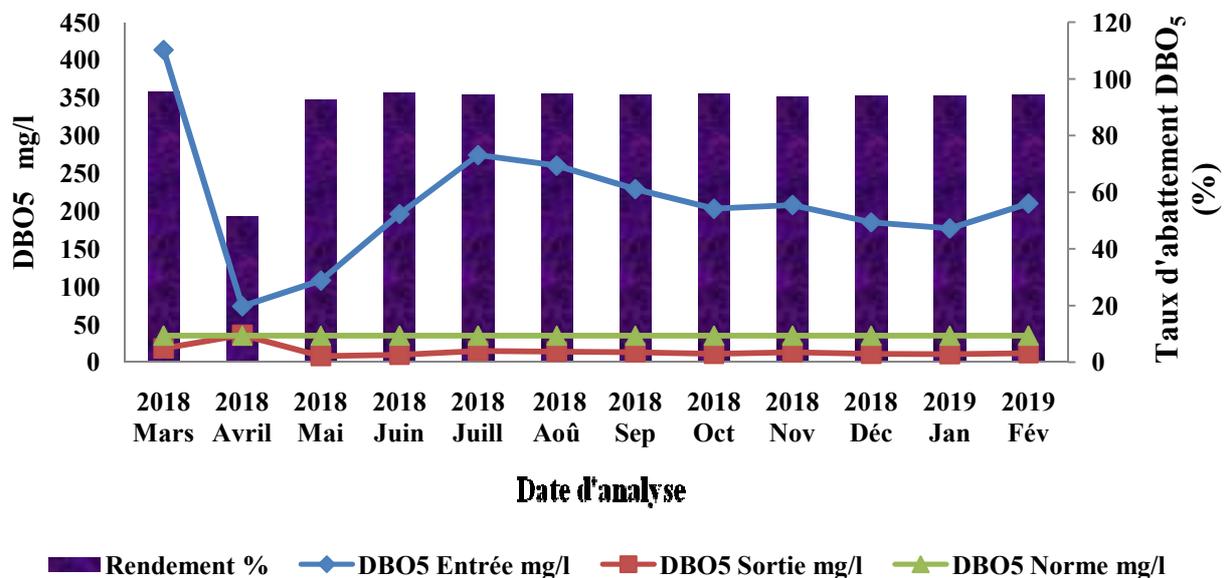


Figure 47: Variation mensuelle de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du Mars. 2018 au Février. 2019).

La valeur moyenne mensuelle de la charge polluante reçue par la station varie entre 74 mgO₂/L et 413 mg O₂/L. Il est à noter que ces valeurs sont normales par rapport aux eaux usées domestiques (> 500 mg/L). Tandis que, les effluents traités s'appauvrissent et montrent des teneurs en DBO₅ qui oscillent entre 8 mg O₂/L et 18 mg O₂/L, avec une valeur moyenne de l'ordre de 14.25 mg/l. Les valeurs de la DBO₅ sont inférieures aux normes algériennes de rejet (35 mg O₂/L) et à celles de l'OMS (<30 mg O₂/L). Dans le même contexte, les rendements d'élimination de la DBO₅ oscillent entre 92.60 % et 95.64 %.

Il est important de signaler qu'on a remarqué que, pendant le mois d'Avril la DBO₅ entrant à la station est de 74 mg O₂/L à la sortie de la STEP la DBO₅ restante est de 36,0 mg O₂/L qui correspond à un rendement d'élimination de l'ordre 51.34%. Cette valeur (36,0 mg O₂/L) dépasse les normes, (35 mg/l). De ce fait, nous pourrions dire peut être que, cette augmentation est due soit aux rejets sauvages (huileries, le rejet industriels qui sont

raccordées au même réseau d'assainissement), soit à une mauvaise aération au niveau de la station.

3.3.11. Biodégradabilité et nature de rejet

Le rapport K entre la DCO et la DBO₅ permet de caractériser la nature de l'effluent. Signalant que **FRESENIUS ET AL., (1990)** cité dans les travaux de **HAMAIDI-CHERGUI et Al, (2016)** ont rapporté que lorsque le rapport :

- ❖ BOD₅/DCO est $\geq 0,5$, la dégradation biologique débute immédiatement.
- ❖ DBO₅/DCO est $< 0,5$, il existe une possibilité pour que les substances chimiques qui ont une mauvaise biodégradabilité retardent le processus biologique.

Sur la base de ces critères. Le rapport DBO₅/DCO de l'ensemble de nos résultats (Tableau 9), oscillent entre 1.13 et 3.17, ce qui indique que la dégradation de la pollution biologique débute immédiatement et confère que l'effluent a une bonne biodégradabilité (**CARDOT, 1999**) et confirme aussi que les eaux usées traitées au niveau de la STEP sont d'origine domestique (**RODIER et al. 2005**). En contrepartie, le rapport est de 0.30 et 0.94 respectivement pour le mois du Décembre 2018 et le mois du Janvier 2019 ce qui indique que les polluants seraient parfois difficilement biodégradables.

Tableau 9 : Coefficient de biodégradabilité de l'effluent brute

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
DCO	128	235	254	294	312	309	269	242	255	263	248	199
DBO5	413	74	108	196	274	260	229	203	208	185	177	210
K	0.30	3.17	2.35	1.5	1.13	1.18	1.17	1.19	1.22	1.42	1.40	0.94

3.3.12. Pollution phosphorée

La figure donne la variation mensuelle de la concentration de la PO₄³⁻ dans les eaux brutes et les eaux traitée

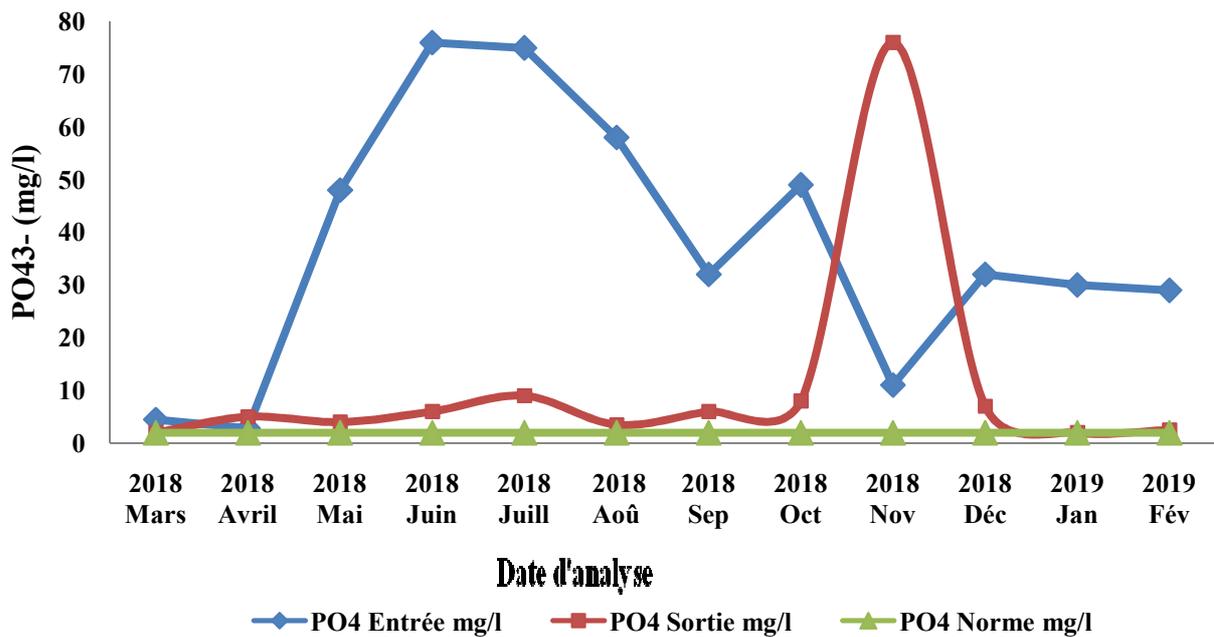


Figure 48: Variation mensuelle PO_4^{3-} à l'entrée et à la sortie de la STEP

(Période du Mars. 2018 au février. 2019).

Les teneurs en phosphore entrée à la STEP avec une concentration qui dépasse la norme des effluent bruts 15mg/l. dans l'ensemble, ces teneurs dépassent les seuils fixés à 2 mg/l (O.M.S, 1989) pour les eaux traitées. La moyenne de ces teneurs est de l'ordre de 37.27 mg/l. Ce résultat peut être expliqué par les déversements des eaux usées industrielles, et domestiques riches en détergents phosphatées qui apportent environ 3 g de phosphore par personne par jour.

Lorsque on fait une comparaison entre les teneurs des eaux brutes et celles des eaux traitées, nous notons une moyenne des rendements égale à 85.84 % ce que signifie que l'élimination des ortho phosphates n'était pas satisfaisante, et que la dénitrification dans le bassin d'activation est médiocre.

3.3.13. Matières azotées (Nitrites NO_2^- , Nitrate NO_3^-)

En ce qui concerne les matières azotées (Nitrites NO_2^- , Nitrate NO_3^-), la station d'épuration des eaux usées d'Ain Taghrouit s'intéresse au nitrite (NO_2^-) à l'entrée de la station et aux mesures des nitrates (NO_3^-) à la sortie de la station. Les résultats de l'analyse des concentrations en Nitrates et Nitrites dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la station sont indiqués sur les histogrammes de la figure 49.

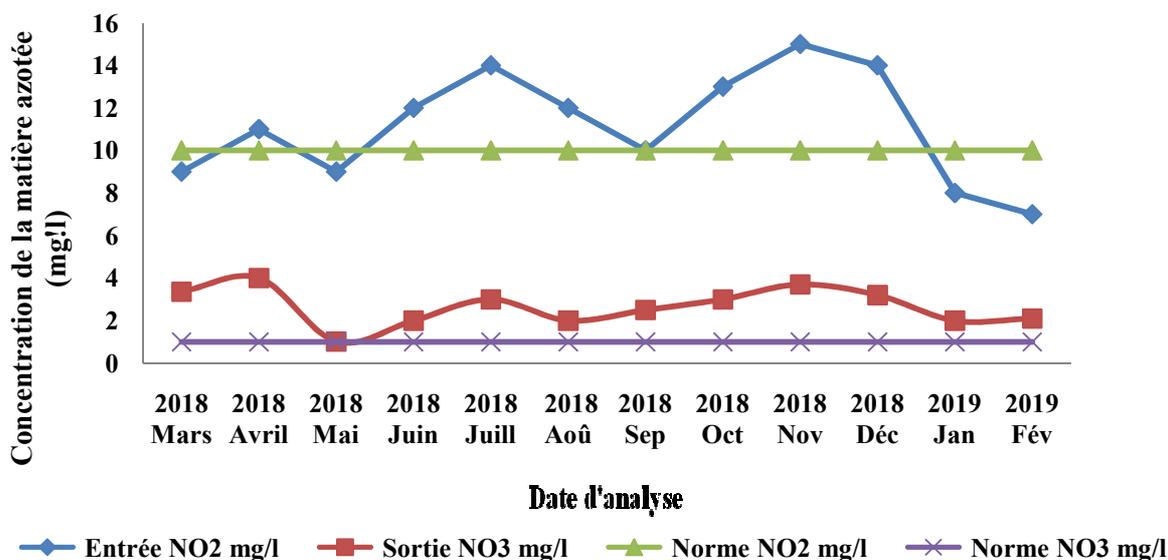


Figure 49 : Variation mensuelle NO_2^- et NO_3^- à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du mars. 2018 au fév. 2019).

Dans notre étude, de fortes teneurs en nitrites sont notées au niveau des eaux brutes dépassant largement les normes. Elles varient entre 7 mg/l et 15 mg/l. Après traitement, la concentration en nitrates est de 2 mg / L à 3.5mg/L. Ces concentrations dépassent aussi les normes recommandées (JORA, 2006 ; OMS, 1989). Ce fort taux de concentration est un indicateur de présence d'une importante pollution azotée en eau usée brutes.

En effet, l'azote ammoniacal est oxydé par nitrification en nitrite NO_2^- un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate (NO_3^-). Cette transformation est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries Nitrosomonas et la deuxième par des bactéries Nitrobacter (AUBRY, 2003).

D'une manière générale, le rejet excessif du phosphore et de l'azote dans le milieu naturel et aquatiques sont responsables de déséquilibre écologique et sont préjudiciable à la santé publique leur réduction au niveau du système d'épuration de la station est un facteur clé de la lutte contre la pollution et l'eutrophisation

3.4. Problèmes aperçus au niveau de la station

Durant mon stage au sein de la station de Ain Taghrout deux problèmes ont été également soulevés au niveau du clarificateur: Formation de la mousse et la remonté des boues.

Dans ce contexte, nous pourrions interprétés ces deux problèmes par :

❖ Formation de la mousse.

Le moussage des boues activées est un phénomène qui se traduit par la formation a la surface du bassin d'aération d'une mousse soit de couleur blanchâtre soit de couleur brune , Dans notre cas, la mousse est légère et blanche, Cela indique que la mousse est une mousse de démarrage , qui a disparu après quelques jours d'exploitation.

❖ Remonté de la boues

Un problème parfois rencontré avec des boues à bonne décantabilité est la remontée ou la flottation de floccs à la surface du clarificateur. La cause la plus courante en est la dénitrification, réaction au cours de laquelle les nitrates et les nitrites sont convertis en azote gazeux se traduit par la formation des micros bulle qui se fixent sur les floccs et peuvent entrainer une flottation.

Pour remédier à ce problème il faut prendre les dispositions suivantes :

- Augmentation du débit de recirculation des boues pour réduire le temps de rétention dans le clarificateur ;
- Réduction de l'âge de boue pour éviter la nitrification.
- Dans les pays chauds, il est fortement recommandé de configurer le réacteur biologique de manière à pouvoir dénitrifier en cas de besoin

3.5. Conclusion

D'après les résultats que nous avons obtenus on remarque que la STEP de Ain Taghrout donne dans tous les cas de bon résultat qui sont conforme à la norme algérienne, et internationale.

Le suivi de la performance de la STEP de Ain Taghrout a été réalisé dans le but de déterminer le degré de pollution physico-chimique de l'eau brute d'une part et d'évaluer l'efficacité du traitement secondaire d'autre part. La station reçoit une pollution organique et inorganique importante

Les valeurs de pH de la température et de la conductivité restent dans les gammes de rejets indirects et ne perturbent pas le traitement biologique. Le suivi de la performance de la STEP a permis de conclure :

- Le traitement secondaire de la STEP révèle que les rendements d'élimination de la pollution de la DCO, la DBO₅, la MES, sont respectivement de 83%, 91% et de 92%.
- Rapport DBO/DCO montre que les eaux usées entrants à la STEP de Ain Taghrout sont chargées en matières organiques facilement biodégradables

Pour les phosphores et la matière azotée, les eaux épurées à la sortie du traitement secondaire possèdent une qualité qui ne conforme pas aux normes requises pour les rejets dans le milieu récepteur.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GENERALE

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour réutiliser ou recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable. Le procédé d'épuration à boue activée est le procédé le plus utilisé en Algérie pour traiter les eaux usées. Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient approuvées, car plusieurs types de dysfonctionnements peuvent apparaître.

De ce fait, notre objectif est d'étudier les performances de la station d'épuration de Ain Taghrout willaya de Bordj Bou Arreridj. Cette STEP est mise en service depuis l'année 2018, elle assure le traitement des eaux usées de l'agglomération de Ain Taghrout et Bir Kased Ali qui sont constituées principalement par des effluents d'origine urbaine.

Après un suivie que nous avons réalisé, début à partir du mois de Mars 2018 et se termine durant le mois de Février 2019. Durant cette période, les résultats que nous avons obtenus ont bien montré :

- Qu'il y ait une réduction remarquable dans les matières en suspensions qui dépasse les 90%, avec une concentration moyenne dans l'eau épurée de 18.12 mg/L, inférieure à la norme admise pour le rejet qui est de 30 mg/l.
- Une bonne élimination de la DCO avec des rendements environs 82 %, de la DBO₅ avec des taux qui excède les 91 %. Cette élimination est accompagnée par un rapport de biodégradabilité K qui oscille entre 1.13 et 3.17, indiquant que les polluants seraient parfois difficilement biodégradables.
- Qu'il y'a une augmentation dans la pollution phosphorée ainsi que, la pollution des eaux par les matières azotées ([Nitrites NO₂⁻](#), Nitrate [NO₃⁻](#)), dans les eaux épurées. Leurs concentrations finales dépassent les normes recommandées. Ces paramètres sont des facteurs clés de la lutte contre la pollution et l'eutrophisation.

Cependant, il est important de marquer que, malgré que le traitement biologique des eaux usées par boues activées au sein de la station de Ain Taghrout représente une solution de choix pour la dépollution de la charge organique. Mais cette station rencontre de temps en temps à certains problèmes liés à la formation de la mousse et l'augmentation de la quantité des boues. Ces derniers sont susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues avec une qualité de l'eau épurée non conforme aux normes en vigueur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABIBSI, N. (2011) : Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantés (phytoépuration) utilisation pour l'irrigation des espaces verts application a un quartier da la ville de Biskra, Mémoire de master-université Mohamed Khider Biskra.

ALLAOUI, K. (2009) : « Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées », université Annaba.

ANRH, (2018) : Agence Nationale des Ressources Hydriques, Coordonnées de la station Météorologique Bordj Bou Arreridj.

AROUCHE, L., TOUIL, T. (2018) : Contribution à l'Etude de la Performance de la Station d'Epuration (STEP) de Souk El Tenine BEJAIA mémoire de master- Université A. Mira de Bejaia

AUBRY G. (2003) : Enlèvement de l'azote des eaux usées par un procédé à culture fixée immergée. Université Laval. Québec.

BAKIRI, Z. (2007) : Traitement des eaux usees par des procédés biologiques classiques : expérimentation et modélisation. Mémoire de Magister en Génie Chimique université de Sétif.

BENELMOUAZ, A. (2015) : Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia, Mémoire de master- université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.

BENKACI, S., OUBBRAHAMI, L. (2016) : Calcul des fondations et étude de la stabilité du site d'implantation de la station d'épuration de Sidi Aïch, wilaya Bejaia, Mémoire de master- université Abderrahmane Mira de Bejaïa

BENOIT, B. (2001) : Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique, Ministère de l'Environnement de Québec Direction des politiques du secteur municipal Service de l'expertise technique en eau Février 2001. www.mddelcc.qc.ca/eau-usée/domestique/chap08.pdf consulté le 19/05/2019.

BERNARD, JEAN-MARC., BOUTIN, CATHERINE., MOLLE, PASCAL., COOPER, PAUL., (2001 -2010) : Guide procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab)

BEZZIOU, A., et MEKKAOUI, R. (2013): « essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches», université kasdi merbah Ouargla, juin 2013

BLIFFERT, C., PERRAUD, R. (2001) : Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de boeck, 477p.

BOUTIN, CATHERINE., CAQUEL, OLIVIER., DIMASTROMATTEO, NADINE., DUMAINE, JULIEN., FERNANDES, GAELLE., GERVASI, CLAUDIA., PAROTIN SANDRINE., PROST-BOUCLE, STEPHANIE., TSCHERTER, CHRISTOPHE., (2015) : guide d'exploitation, ouvrages de traitement par boues activées, groupe EPNAC, ONEMA janvier 2015.

[http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/documents/guideexploitbouesactives.](http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/documents/guideexploitbouesactives)

Consulté le 19/05/2019

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CARDOT, C., (1999): Les Traitements de l'eau. Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, Paris, 247p.

CLAUDE, C., (2002) : Génie de l'environnement. Les traitements de l'eau " procédés physico chimiques et biologiques. Juin 2002.

CSHPF., (1995) : « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux ; 22 p.
http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm (consulté le 21-02-2019).

DAHOU, A., BREK, A. (2013) : « lagunage aéré en zone aride Performance épuratoires cas de la région d'Ouargla », université Kasdi Merbah Ouargla, Juin 2013

DEGREMENT., (2005) : Mémento technique de l'eau. Formulaire Degremont. Édition 2005.

DEGREMENT., (1989) : mémento technique de l'eau, Ed ; Lavoisier, Paris

E.H.T., (2013) : Entreprise Hydro – Traitement, fiche technique de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Ain Taghrout wilaya de Bordj Bou-Argeridj.

FERAY, C., (2000) : En sédiment d'eau douce : incidence de rejets de station d'épuration sur la dynamique. « Nitrification de communautés nitrifiantes », Thèse de doctorat sciences naturelles, Écologie microbienne, Université Claude Bernard-Lyon, France, 204 p.

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

FRESENIUS, W., SCHNEIDER, W., BOHNKE, B., POPPINGHAUS, K. (1990) : Technologie des eaux résiduaires–Production, collecte traitement et analyse des eaux résiduaires, Springer–Verlag, Berlin, 1137 p

GAID, A., (1984) : Tom1 épuration biologique des eaux usées.

GAUJOUS, D., (1995) : La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 220 p.

GHETTAS, (2009): Epuration des Eaux Usées : Cas de la Ville de Touggourt, mémoire D'INGENIEUR D'ETAT EN BIOLOGIE -université KASDI MERBAH - OUARGLA

GOMELLA, C., GUERREE, H. (1978) : le traitement des eaux publiques, industrielles et privées, 2eme édition, Edition Eyrolles, Paris.

GROSCLAUDE, G. (1999) : L'eau usages et polluants. Ed INRA, Paris 1999 tome II.

HADJOU BELAID, Z. (2013) : « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HAMAIDI-CHERGUI, F., ZOUBIRI, A., HAMAIDI, M., DEBIB, A., KAIS, and H. (2016): Evaluating effectiveness of wastewater treatment plant of MEDEA (ALGERIA).

HATEM, D. (2008): Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration, Université Virtuelle de Tunis.
www.gunt.de/download/CE705_flyer_french.pdf (consulté le 08/04/2019).

IFE, (2007): Institut Français de l'Education, Les stations d'épuration – Eduterre eduterre.ens-lyon.fr/nappe/html/Ressources/les%20stationsd-epuration 2007 consulté le 19/05/2019.

JENKINS, D., RICHRD, M.G. and DAIGGER, G.T., (1986): Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming.-Water Res., Commision, Pretoria, p 165.

JORA. (2006): journal officiel de la république algérienne. Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3.

KAHIM, L., IDABDELLAH, H. (2013): L'impact des dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la Station d'Épuration et de Réutilisation des Eaux Usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées. Mémoire licence en science et technique, université de Marrakech.

LADJEL, F. (2006) : Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, 80p.

LAGARDETTE, J. (2004 - 2005) : l'eau potable et l'assainissement édition Johanat

LAKHLIFI, M., EL RHAOUAT, D., BELGHYTI, D., ET EL KARRIM, K. (2016): Evaluation de la performance d'une station d'épuration de type lagunage à boues activées : Cas de la STEP Skhirat, Maroc

MEKHALIF, F. (2009) : Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement.

METAHRI, M, S. (2012) : « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes : cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou», thèse de doctorat, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

PIERRE, J., LIENARD, A., HEDUIT, A. P., DUCHENE. (1990): « Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités », Document technique.

POTLON, J.L., ZYSMAN, K. (1998) : Le guide des analyses de l'eau potable, ED, SEPT, France, P 79-213.

REJSEK, F. (2002) : Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP, Aquitaine. France.

ROBERT, T. (1981) : Station d'épuration, Eaux potables-Eaux usées, Edition technique et Documentation, Paris.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., et BRUNET R. (2005): L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Paris: DUNOD, 1383p.

RODIER, J. (1996): L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8e éd. Denod, Paris, 1, 1383.

RODIER, J. (2005) : L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.

RODIER, J., BAZIN, C., BROUTIN, J, P. (2005) : CHAMBON, P., CHAMPSAUR, H., et RODI, L. (2005) : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed Dunod, Paris.

SALGHI, R. (2001) : Différentes filières de traitement des eaux, Université de Rabat, 22 p.

SEVRIN REYSSAC, J., DE LA NOUE J., PROULX, D. (1995) : Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 118p

SUSCHKAM, J., FERREIR, E. (1986): Activated sludge respirometric measurements, Water research, 1986, pp.137-144.

TARADAT, M, H. (1992) : Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile inc, canada. 537p

TELLI, S. M. (2013) : Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen.

YAO, AKPO. (2006) : Evaluation de la population des eaux usées domestiques collectées et traitées à la station d'épuration de CAMBERENE (DAKAR), mémoire de diplôme d'études approfondies de production animales - université CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

<https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/> (consulté le 21-02-2019).

<http://www.noreade.fr/info-eau/lassainissement-en-bref/les-differentes-techniques-depurations> (consulté le 21-02-2019).

https://www.couffouleux.fr/IMG/pdf/memoire_Rabas_Couff_partie_2_definitif_base_7000_EH_definitif.pdf (consulté le 21-02-2019).

<https://www.techno-science.net/definition/3477.html> (consulté le 21-02-2019).

[\(https://www.fluksaqua.com/fr/.../remontee-des-boues-en-surface-du-clarificateur/\)](https://www.fluksaqua.com/fr/.../remontee-des-boues-en-surface-du-clarificateur/)(consulté le 21-02-2019).