



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ahmed Draïa Adrar
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des sciences de la matière

MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Science de la Matière

Spécialité : Génie de l'environnement

Intitulé

Evaluation des performances épuratoires de la
STEP de Groupement Reggane Nord GRN

Présenté par :

TEBIB Fadila

Evalué en Octobre 2020

Devant le jury :

Président : SLIMANI Said

Pr.

Univ. Adrar

Promoteur : KALLOUM Slimane

Pr

Univ. Adrar

Co-Promoteur : NASRI Bahous

Dr

Univ. Adrar

Examineur : HABCHI Abdelmadjid

M. C. A

Univ. Adrar

Année Universitaire : 2019/2020

*Rien ne se perd,
Rien ne se crée
Tout se
Transforme !*



Antoine **LAVOISIER** 1743 / 1794

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier sincèrement mes encadreurs Monsieur S. KALLOUM et M. B. NASSERI qui ont accepté de m'encadrer à la dernière minute, ce qui m'a permis d'effectuer ce travail de recherche et de synthèse pour l'obtention du mastère Chimie de l'Environnement, et leur exprimer toute ma gratitude pour leurs conseils et orientations qui m'ont permis de traiter le sujet sous un angle différent de celui que je m'étais fixé.

Je remercie également :

L'équipe du Laboratoire de l'ANRH pour son support

Mme Fethia pour son aide pour les analyses de MES au niveau de l'institut de l'énergie solaire.

M.A.Boudaoud laboratoire du contrôle des fraudes d'avoir permis la réalisation des analyses bactériologiques.

M.Habib Merabet Gérant EnviroSeptic Sarl et Vice-président Afrique et Moyen Orient DBO Expert int, pour son aide en me fournissant la documentation.

Mme Wafaa Bouklihacène pour son support.

Mon remerciement le plus sincère à M.T.Triki pour avoir permis cette étape dans mon parcours.

SOMMAIRE

Listes des figures.....	i
Liste des Tableaux	iii
Liste des abréviations.....	iv
ملخص	v
Abstract	vi
Résumé.....	vii
Introduction générale	1
Chapitre I . Les eaux usées	4
I.1 Introduction	4
I.2 Définition des eaux usées	4
I.3 Composition des eaux usées	4
I.4 Origine des eaux usées	5
I.4.1Les eaux usées domestiques	5
I.4.2Les eaux usées industrielles.....	6
I.4.3Les eaux usées pluviales.....	7
I.4.4Les eaux usées agricoles.....	7
I.5 Paramètres de pollution des eaux usées.....	7
I.5.1Définition de la pollution :.....	7
I.5.2Paramètres organoleptiques	8
I.5.3Paramètres physiques	8
I.5.4Paramètres chimiques	9
I.5.5Paramètres bactériologiques	12
I.6 Principales étapes de traitement des rejets liquides.....	13
I.6.1Définition d'une station d'épuration STEP	13
I.6.2Traitement préliminaire	14
I.6.2.1 Dégrillage :	14
I.6.2.2 Tamisage :	15
I.6.2.3 Dessablage :	16
I.6.2.4 Déshuilage-Dégraissage :	17
I.6.3Traitement primaire (Décantation primaire).....	17
I.6.4Traitement secondaire (Traitement biologique)	18
I.6.4.1 Procédés biologiques intensifs	18
I.6.4.2 Procédés biologiques extensif	20
I.6.5Décantation secondaire	22

I.6.6	Traitement tertiaire	23
I.6.7	Le traitement des boues	24
I.7	L'équivalent habitant.....	24
I.8	Cadre règlementaire.....	25
I.8.1	Normes Algériennes	25
I.8.2	Normes Internationales	26
	Chapitre II . Présentation de la station d'épuration Advanced EnviroSeptic.....	27
II.1	Introduction	27
II.2	Présentation du Goupement Reggane Nord :	27
II.3	Localisation du Goupement Reggane Nord :	27
II.3.1	Climat :	28
II.3.2	Principales activités de surface :	29
II.3.3	Les bases de vie GRN :	29
II.4	Présentation du dispositif EnviroSeptic.....	30
II.5	Principe de fonctionnement	32
II.6	Caractéristiques des composants	35
II.6.1	Fosses septiques toutes eaux	35
II.6.2	Traitement secondaire	36
II.6.3	Equipements	39
II.6.4	Système de ventilation	42
II.6.5	Autres équipements	43
II.7	Performances	44
II.7.1	Performances épuratoires garanties.....	44
II.7.2	Performances énergétiques déclarées.....	44
II.7.3	Niveau sonore déclaré	44
II.8	Différentes étapes d'installations	44
II.8.1	Système EnviroSeptic étanche	44
II.8.2	Système EnviroSeptic non étanche	45
II.9	Problèmes d'exploitation.....	45
II.10	STEP BDV principale GRN.....	46
II.10.1	Présentation de la STEP	46
II.10.2	Fonctionnement de la STEP	47
II.11	STEP BDV 58 Cabines	49
II.11.1	Présentation de la STEP	49
II.11.2	Fonctionnement la STEP.....	49
	Chapitre III . Matériel et Méthodes	52
III.1	Introduction.....	52

III.2	Description et localisation des points d'échantillonnage	52
III.2.1	Techniques de prélèvement d'échantillons d'eau	52
III.2.2	Echantillonnage.....	52
III.3	Analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau	53
III.3.1	Mesure du pH.....	53
III.3.2	Mesure de la conductivité	54
III.3.3	Détermination de la matière en suspension (MES).....	55
III.3.4	Détermination de la turbidité	56
III.3.5	Détermination des nitrates.....	56
III.3.6	Détermination des nitrites	58
III.3.7	Dosage de l'ammonium	60
III.3.8	Dosage de l'orthophosphates	62
III.3.9	Demande chimique en oxygène (DCO)	64
III.3.10	Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	67
III.4	Analyses des paramètres bactériologiques.....	68
III.4.1	Préparation des milieux de culture	69
III.4.2	Préparation de l'échantillon	69
III.4.3	Méthode de dénombrement des coliformes	70
III.4.4	Identification des coliformes totaux.....	70
III.5	Conclusion	70
	Chapitre IV . Résultats et Discussions.....	71
IV.1	Introduction.....	71
IV.2	Résultats et discussions des analyses des eaux usées domestiques STEP Base de vie principale GRN :	71
IV.2.1	Variation du potentiel hydrogène (pH)	71
IV.2.2	Variation de la température	72
IV.2.3	Variation de la matière en suspension (MES)	73
IV.2.4	Demande chimique en oxygène (DCO)	74
IV.2.5	La variation de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	75
IV.2.6	Indice de biodégradabilité :	76
IV.2.7	La variation de la Conductivité	76
IV.2.8	La variation de la Turbidité	77
IV.2.9	La variation du Résidu Sec.....	78
IV.2.10	La variation des coliformes totaux	79
IV.3	Résultats et discussions des analyses des eaux usées domestiques STEP Base de vie annexe 58 cabines :	80
IV.3.1	Potentiel Hydrogène (pH).....	80
IV.3.2	Température.....	81

IV.3.3	Variation de la matière en suspension (MES)	81
IV.3.4	Demande chimique en oxygène (DCO)	82
IV.3.5	La variation de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	84
IV.3.6	Indice de biodégradabilité	85
IV.3.7	Variation de la conductivité	85
IV.3.8	La variation de la turbidité	86
IV.3.9	Variation du Résidu sec.....	87
IV.3.10	Coliformes totaux	88
IV.3.11	La variation de nitrite	88
IV.3.12	La variation de nitrate.....	89
IV.4	Conclusion	90
	Conclusion générale.....	91
	Références Bibliographiques	92
	ANNEXE 1 : Normes Algériennes	96
	ANNEXE 2 : Normes Internationales OMS des rejets liquides	97
	ANNEXE 3 : Les étapes d'installation du système ES étanche	98
	ANNEXE 4 : Les étapes d'installation du système ES non étanche	100
	ANNEXE 5 : Résultats d'analyses ANRH : STEP BDV principale GRN.....	102
	ANNEXE 6 : Résultats d'analyses ANRH : STEP BDV 58 Cabines	103
	ANNEXE 7 : Résultats d'analyses MES	104

Listes des figures

Figure I.1 : Composition des eaux usées et leurs effets	5
Figure I.2 : Station d'épuration.....	14
Figure I.3 : Dégrillage	15
Figure I.4 : Schéma d'un tamisage	16
Figure I.5 : Schéma d'un désableur	16
Figure I.6 : Schéma d'un déshuileur-dégraisseur	17
Figure I.7 : Disques biologiques	19
Figure I.8 : Lits bactériens	19
Figure I.9 : Boues activées.....	20
Figure I.10 : Lagunage naturel.....	21
Figure I.11 : Lagunage aéré	22
Figure I.12 : Décantation secondaire	22
Figure II.1 : L'association du groupement.....	27
Figure II.2 : Localisation du groupement GRN	28
Figure II.3 : La rose des vents.....	29
Figure II.4 : Localisation STEP BDV GRN	30
Figure II.5 : Localisation STEP BDV 58 cabines.....	30
Figure II.6 : Schéma de principe de fonctionnement d'une installation EnviroSeptic	32
Figure II.7 : Principe de fonctionnement des conduites ES.....	33
Figure II.8 : Coupe schéma de principe de fonctionnement drainé	34
Figure II.9 : Coupe schéma de principe de fonctionnement en infiltration	35
Figure II.10 : Caractéristiques des conduites ES	37
Figure II.11 : Le pack d'étanchéité	40
Figure II.12 : Dispositif d'échantillonnage.....	40
Figure II.13 : Représentation de l'assemblage « Clarinette »	41
Figure II.14 : Représentation de la boîte de distribution	42
Figure II.15 : Représentation de la boîte d'échantillonnage	43
Figure II.16 : Caractéristiques des rehausses	44
Figure II.17 : Points de maintenance	46
Figure II.18 : Plan général STEP BDV GRN	46
Figure II.19 : Fosse septique STEP BDV GRN.....	47
Figure II.20 : Dispositif de répartition	47
Figure II.21 : Les conduites EnviroSeptic	48
Figure II.22 : Réservoir des eaux traitées	48
Figure II.23 : Plan général STEP BDV 58 cabines.....	49

Figure II.24 : Fosse septique BDV 58 cabines.....	50
Figure II.25 : Boîte de répartition	50
Figure II.26 : Les conduites EnviroSeptic	51
Figure II.27 : Réservoir des eaux traitées	51
Figure III.1 : Prélèvement et échantillonnage	53
Figure III.2 : Mesure du pH	54
Figure III.3 : Détermination de la MES	55
Figure III.4 : Mesure de la turbidité	56
Figure III.5 : Dosage des nitrates	57
Figure III.6 : Conservation des flacons à l'obscurité	58
Figure III.7 : Les solutions étalons des nitrites	60
Figure III.8 : Dosage de l'ammonium	61
Figure III.9 : Dosage des phosphates	63
Figure III.10 : UV-Visible pour mesurer la densité optique	63
Figure III.11 : Vérification du titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.....	65
Figure III.12 : Echauffement du mélange (échantillon + réactif)	66
Figure III.13 : Titration de l'excès de dichromate de potassium	66
Figure III.14 : Incubation des flacons	67
Figure III.15 : Boîtes Pétri	70
Figure IV.1 : Variation pH STEP BDV GRN.....	72
Figure IV.2 : Variation T° STEP BDV GRN	73
Figure IV.3 : Variation MES STEP BDV GRN	73
Figure IV.4 : Variation DCO STEP BDV GRN	74
Figure IV.5 : Variation BDO5 STEP BDV GRN	75
Figure IV.6 : Variation de la Conductivité STEP BDV GRN	77
Figure IV.7 : Variation Turbidité STEP BDV GRN.....	78
Figure IV.8 : Variation Résidu Sec STEP BDV GRN.....	79
Figure IV.9 : Variation Coliformes STEP BDV GRN	79
Figure IV.10 : Variation pH BDV 58 cabines	80
Figure IV.11 : Variation T° STEP 58 cabines	81
Figure IV.12 : Variation MES STEP 58 cabines	82
Figure IV.13 : Variation DCO STEP 58 cabines.....	83
Figure IV.14 : Variation DBO5 STEP 58 cabines.....	84
Figure IV.15 : Variation conductivité STEP 58 cabines.....	86
Figure IV.16 : Variation turbidité STEP 58 cabines.....	86
Figure IV.17 : Variation résidu sec STEP 58 cabines.....	87
Figure IV.18 : Variation coliformes totaux 58 cabines.....	88

Figure IV.19 : Variation nitrite STEP 58 cabines.....	89
Figure IV.20 : Variation Nitrate STEP 58 cabines	89

Liste des Tableaux

Tableau II-1 : Volume minimal de la fosse septique toutes eaux	36
Tableau II-2 : Caractéristiques dimensionnelles des conduites cylindriques	37
Tableau II-3 : Caractéristiques du Bio-Accelerator	38
Tableau II-4 : Caractéristiques de la membrane de fibres non tressées	38
Tableau II-5 : Caractéristiques du géotextile	39
Tableau II-6 : Caractéristiques du sable média filtrant.....	39
Tableau II-7 : Les étapes de maintenance du système	45
Tableau III-1 : Facteur de conversion de la DBO5 en fonction de volume de prise	68
Tableau IV-1 : Variation pH STEP BDV GRN.....	71
Tableau IV-2 : Variation T° STEP BDV GRN.....	72
Tableau IV-3 : Variation MES STEP BDV GRN.....	73
Tableau IV-4 : Variation DCO STEP BDV GRN	74
Tableau IV-5 : Variation DBO5 STEP BDV GRN	75
Tableau IV-6 : Variation Indice de biodégradabilité STEP BDV GRN.....	76
Tableau IV-7 : Variation de la Conductivité STEP BDV GRN	76
Tableau IV-8 : Variation Turbidité STEP BDV GRN.....	77
Tableau IV-9 : Variation Résidu Sec STEP BDV GRN.....	78
Tableau IV-10 : Variation Coliformes STEP BDV GRN.....	79
Tableau IV-11 : Variation pH STEP BDV 58 cabines	80
Tableau IV-12 : Variation T° STEP 58 cabines.....	81
Tableau IV-13 : Variation MES STEP 58 cabines	82
Tableau IV-14 : Variation DCO STEP 58 cabines	82
Tableau IV-15 : Variation DBO5 STEP 58 cabines	84
Tableau IV-16 : Indice biodégradabilité STEP 58 cabines.....	85
Tableau IV-17 : Variation conductivité STEP 58 cabines.....	85
Tableau IV-18 : Variation turbidité STEP 58 cabines	86
Tableau IV-19 : Variation résidu sec STEP 58 cabines.....	87
Tableau IV-20 : Coliformes totaux STEP 58 cabines.....	88
Tableau IV-21 : Variation Nitrite STEP 58 cabines	88
Tableau IV-22 : Variation Nitrate STEP 58 cabines.....	89

Liste des abréviations

AQUASTAT	Système d'information mondial de la FAO sur l'eau et l'agriculture
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
AES	AdvancedEnviroSeptic
CE	Conductivité Electrique
CF	Coliformes Fécaux
CT	Coliformes Totaux
BDO ₅	Demande Biochimique en Oxygène (05 Jours)
DCO	Demande Chimique en Oxygène
E.D.T.A	Ethylène Diamine Tétra_Acétique
E.U	Eau Usée
E.H	Equivalent Habitant
EP	Eau Physiologique
ES	EnviroSeptic
FAO	Food & Agriculture Organisation
GRN	Groupeement Reggane Nord
MES	Matière En Suspension
MMS	Matière Minérales Sèches
MO	Matière Organique
NTU	NephelometricTurbidity Unit
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONA	Office National d'Assainissement
P.E	Prise d'Essai
PH	Potentiel Hydrogène
STEP	STationd'EPuration des eaux usées
T	Température

ملخص

في إطار دراسة الأداء التشغيلي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي المحلية GRN ، بناءً على تقنية معالجة جديدة تسمى "EnviroSeptic System" والتي تكون عملية معالجتها بيولوجية بنسبة 100٪ ، والتي تم تنفيذها لأول مرة في الجزائر ، تم تنفيذ عدة حملات تحليلية خلال الفترة من أكتوبر 2019 إلى مارس 2020 ، خلال هذه الدراسة تم تحليل أهم المعلمات (الرقم الهيدروجيني (PH)، درجة الحرارة (T°C)، الطلب على الأكسجين الكيميائي (DCO) ، الطلب على الأكسجين البيوكيميائي (DOB₅) ، المواد العالقة (MES)).

تعمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي هذه وفقاً لعملية معالجة الترشيح التي تجمع بين أنابيب EnviroSeptic المتقدمة وأحواض الترشيح ذات القاعدة الرملية والتي تتطلب القليل من الصيانة.

النتائج التي تم الحصول عليها جيدة ونتائج التنقية حاسمة ، والتي يمكن أن تصل إلى انخفاض بنسبة 92 ٪ من الطلب الكيميائي على الأكسجين ، و 99 ٪ من الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي و 86 ٪ للمادة المعلقة لقاعدة الحياة الرئيسية BDV GRN وملحق قاعدة الحياة 58 تم تسجيل انخفاض بنسبة 79 ٪ للطلب الكيميائي للأكسجين ، و 83 ٪ للطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين و 95 ٪ من أجل المواد العالقة.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي ، محطة الصرف الصحي ، EnviroSeptic ، الأداء.

Abstract

As part of the study of operating performance of GRN domestic wastewater treatment plant, based on a new treatment technique called "EnviroSeptic System" whose treatment process is 100% biological, carried out for first time in Algeria, several analysis campaigns were carried out during the period from October 2019 to March 2020, during this study the most significant parameters were analyzed (pH, T°C, COD, BOD₅, TSS).

This STP works according to the filtration treatment process combining Advanced EnviroSeptic pipes and a sand-based filter bed which requires little maintenance.

The results obtained are good and purification yields conclusive which can reach for a rate reduction of 92% for chemical demand for oxygen, 99% for biochemical demand for oxygen and 86% for suspended matter for the main living base BDV GRN and for the annex living base 58 Cabins, a rate reduction of 79% for chemical oxygen demand, 83% for biochemical oxygen demand and 95% for total suspended solids was recorded.

Keywords: Wastewater, STP, EnviroSeptic, performance.

Résumé

Dans le cadre de l'étude des performances opératoires de la station d'épuration des eaux usées domestiques de GRN, basée sur une nouvelle technique d'épuration dénommée « Système EnviroSeptic » dont le procédé de traitement est biologique 100%, réalisé pour la première fois en Algérie, on a procédé à la réalisation de plusieurs campagnes d'analyses durant la période allant d'Octobre 2019 jusqu'à Mars 2020, au cours de cette étude les paramètres les plus significatifs ont été analysés (PH, T°C, DCO, DBO5, MES).

Cette STEP fonctionne selon le procédé de traitement par filtration combinant des conduites Advanced EnviroSeptic et un massif filtrant à base de sable et qui requiert peu d'entretien.

Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires concluants qui peuvent atteindre pour un abattement de 92% pour la demande chimique d'oxygène, de 99% pour la demande biochimique d'oxygène et de 86% pour les matières en suspension pour la base de vie principale BDV GRN et pour la base de vie annexe 58 Cabines on a enregistré un abattement de 79% pour la demande chimique d'oxygène, de 83% pour la demande biochimique d'oxygène et de 95% pour les matières en suspension.

Mots clés : Eaux usées, STEP, EnviroSeptic, performance.

Introduction générale

L'eau est à la fois une source de vie et une ressource naturelle indispensable au développement socioéconomique. La valeur de l'eau dépend de chaque culture [1].

Dans le monde, une augmentation significative de la demande en eau est prévue dans les prochaines décennies. Outre le secteur agricole, qui est responsable de 70% des prélèvements d'eau de la planète, des augmentations sont prévues pour la production industrielle et énergétique. L'urbanisation accélérée et l'expansion de l'approvisionnement en eau et des réseaux d'assainissement municipaux contribuent à la demande accrue[2].

Au cours des 100 dernières années, l'utilisation mondiale d'eau a été multipliée par six et continue d'augmenter rapidement de près de 1% par an en raison de la croissance démographique, du développement économique et de l'évolution de la consommation [3].

Dans tous les pays, à l'exception des plus développés, la grande majorité des eaux usées sont directement rejetées dans l'environnement, sans traitement adéquat, ce qui a des effets néfastes sur la santé humaine, la productivité économique et les écosystèmes[2].

Face à la demande en augmentation constante, les eaux usées prennent de l'ampleur en tant que source d'eau alternative fiable, modifiant ainsi le paradigme de la gestion des eaux usées de « traitement et élimination » à « réutilisation, recyclage et récupération de ressources ». A cet égard, les eaux usées ne sont plus considérées comme un problème en quête de solution, mais plutôt comme une partie de la solution aux défis auxquels les sociétés doivent faire face aujourd'hui[2].

AQUASTAT, la base de données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime à 3928 km³ par an les prélèvements d'eau douce. Environ 44 % (1716 km³ par an) de cette eau est consommée, principalement dans l'agriculture par évaporation dans les terres agricoles irriguées. Les 56% restants (2212 km³ par an) sont libérés dans l'environnement en tant qu'eaux usées sous forme d'effluents municipaux et industriels et d'eaux de drainage agricole[4].

Les rejets d'eaux usées non traitées contribuent à accentuer la dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines. Il est clairement nécessaire d'étendre les systèmes de traitement des eaux usées et d'améliorer l'efficacité des stations de traitement existantes[4]

Introduction générale

En Algérie, un volume total de 10,6 milliards de m³ est consommé annuellement dans le pays à raison de 7 milliards de m³ pour l'agriculture, de 3,2 milliards de m³ pour l'alimentation en eau potable (AEP) et de 0,4 milliard de m³ pour le secteur industriel[5].

D'après les chiffres de l'ONA du mois de janvier 2020, l'Algérie compte actuellement un nombre de 154 STEP en exploitation avec un volume d'eau usée rejetée de 105 Millions m³ et un volume mensuel des eaux épurées de 21 Millions m³, soit 20% est traitée[6].

Actuellement, l'Algérie promue la réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation par le biais de l'Office National de l'Assainissement (ONA) qui déclare que pour l'année 2019, un volume de 12.325.269 m³ d'eaux épurées ont servi à l'irrigation de 11.045 hectares de terres agricoles, soit un taux de réutilisation de 31% du volume épuré[7].

C'est dans ce contexte et en respect de la législation et réglementation en vigueur que le Groupement Reggane Nord a l'obligation de traiter ces rejets liquides, à savoir : les eaux industrielles de l'usine (les eaux huileuses) provenant du process à l'aide d'un séparateur (CPI), et les eaux sanitaires à l'aide de l'unité de traitement des eaux usées, après traitement les eaux sont dirigées séparément vers des bassins d'évaporation.

GRN a installé également des stations de traitement des eaux usées domestiques au niveau de ses bases de vie en adoptant un nouveau procédé de traitement EnviroSeptic déjà présent à plus de 150 000 installations en Amérique du Nord, plus de 5000 installations en Europe et introduit en Afrique (Algérie et Maroc) en 2014 avec 08 installations en Algérie, qui a donné ses preuves en plusieurs localités en Algérie tel que Village Touristique MGMC Zéralda (Wilaya d'Alger) et Sonatrach TRC /GCB (Base Vie KHRECHBA).

Un système autonome fonctionnant sans énergie, sans apport de produits chimiques, 100% biologique par lequel les bactéries aérobies et anaérobies traitent les eaux usées [8].

Le traitement des eaux usées permet d'éviter les impacts des rejets liquides sur l'environnement naturel par l'intermédiaire de l'infiltration des polluants dans le sol, particulièrement dans le sous-sol et la nappe phréatique, tout en réduisant le gaspillage d'eau et évitant ainsi la surexploitation des ressources hydrogéologiques en utilisant les eaux épurées à l'irrigation des espaces verts de GRN.

L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances épuratoires des stations d'épuration des eaux usées des bases de vie GRN en analysant les paramètres physicochimiques et bactériologiques pour vérifier la conformité des effluents, tout en s'appuyant sur la qualité des rejets traités pour l'irrigation des espaces verts.

Introduction générale

Ce mémoire est une description et analyse relative au traitement des rejets liquides par la méthode EnviroSeptic adoptée par GRN et comprend quatre chapitres à savoir :

- Chapitre I : Présente les généralités sur l'eau usée, sa définition, sa composition, son origine, les paramètres de pollution, les procédés de traitement et la réglementation.
- Chapitre II : Décrit le fonctionnement du système de traitement de la station d'épuration EnviroSeptic.
- Chapitre III : Explique l'échantillonnage et l'analyse des différents paramètres, ainsi que les méthodes utilisées.
- Chapitre IV : Présente les résultats d'analyses et leurs interprétations avec analyse

Le travail est achevé par une conclusion générale résumant les principaux résultats de cette étude.

Chapitre I . Les eaux usées

I.1 Introduction

L'eau est une ressource essentielle pour toutes les formes de vie sur la planète, et la gestion de l'eau ou la gestion des eaux, est essentielle pour la vie de tous les organismes, notamment pour la gestion des ressources naturelles et en conséquence de la déforestation et de l'effet de serre[9].

I.2 Définition des eaux usées

L'eau usée non traitée désigne des eaux d'égout qui n'ont pas subi de transformation physique ou chimique visant à enlever les déchets solides et les contaminants. Ces eaux peuvent causer des problèmes de pollution comme la propagation de produits chimiques toxiques, de bactéries porteuses de maladies et la prolifération d'algues [10].

L'eau usée est le synonyme de l'eau résiduaire. Les eaux usées domestiques se composent des eaux vannes d'évacuation des toilettes, des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et salles de bains[10].

I.3 Composition des eaux usées

Les eaux usées sont théoriquement composées de 99% d'eau et de 1% de matières en suspension colloïdales et dissoutes. Bien que la composition exacte des eaux usées varie naturellement entre différentes sources et au fil du temps, l'eau demeure de loin son constituant principal[2].

Les eaux usées domestiques et municipales sont susceptibles de contenir des charges bactériennes élevées, bien que la plupart des bactéries présentes dans les matières fécales humaines ne soient pas pathogènes en soi. Toutefois, lorsqu'une infection se produit, un grand nombre de microorganismes pathogènes (tels que les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes) sont répandus dans l'environnement par les matières fécales (Figure I.1) [2].

Les eaux usées issues d'activités industrielles et minières ainsi que de la gestion des déchets solides (par exemple le lixiviat des sites de décharge), peuvent également contenir des composés organiques toxiques tels que les hydrocarbures, les biphénylespolychlorés (BPC), les polluants organiques persistants (POP), les composés organiques volatils (COV) et les solvants chlorés. De très petites quantités de certains composés organiques peuvent contaminer d'importantes quantités d'eau[2].

Les conséquences du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate peuvent être classées en trois catégories : les effets indésirables sur la santé associés à une

réduction de la qualité de l'eau, les effets environnementaux négatifs en raison de la dégradation des ressources en eau et des écosystèmes et les effets potentiels sur les activités économiques PNUE 2015b [2].

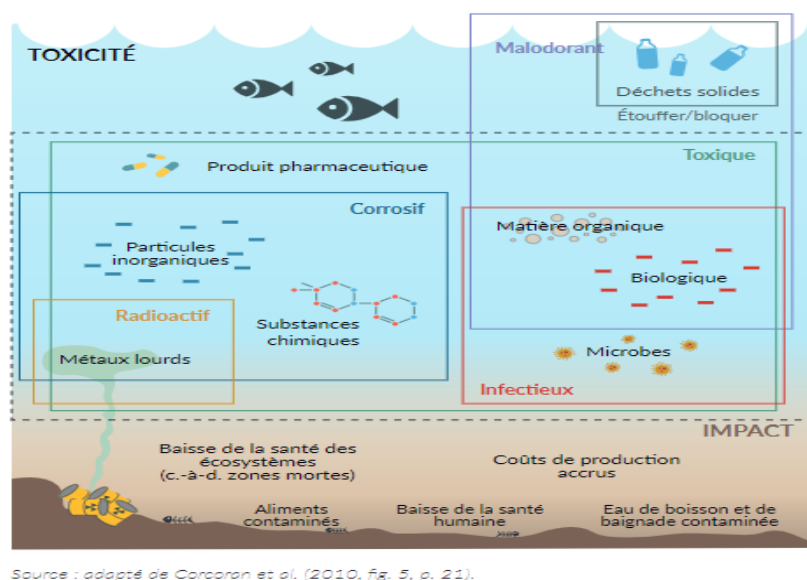


Figure I.1 : Composition des eaux usées et leurs effets

I.4 Origine des eaux usées

Selon l'origine des eaux usées, quatre grandes catégories sont distinguées :

- Les eaux usées domestiques
- Les eaux usées industrielles
- Les eaux pluviales
- Les eaux agricoles

I.4.1 Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques se composent des eaux de vannes d'évacuation des toilettes, des eaux ménagères d'évacuation des cuisines et salles de bains.

Les déchets présents dans ces eaux souillées par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Les réseaux d'eaux usées aboutissent à des stations d'épuration où les eaux sont traitées[10].

Elles proviennent essentiellement:

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vanne qui proviennent des sanitaires(WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme[11].

I.4.2 Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme[12].

On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...) ;
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...) ;
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...) ;
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques...) ;
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...).

Les eaux résiduelles 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[13].

I.4.3 Les eaux usées pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toute sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc... et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc.[12].

I.4.4 Les eaux usées agricoles

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[14] :

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

I.5 Paramètres de pollution des eaux usées

I.5.1 Définition de la pollution :

Etymologie : du latin pollution, salissure, souillure, tache.

La pollution est aussi le fait de polluer. Synonymes : Altération, Contamination, Souillure[15].

On appelle pollution une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes. Outre ses effets sur la santé humaine et animale, elle peut avoir pour conséquences la migration ou l'extinction de certaines espèces qui sont incapables de s'adapter à l'évolution de leur milieu naturel.

Définition de la pollution donnée par la Directive européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 : « Introduction directe ou indirecte, par suite de l'activité humaine, de substance ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres, qui

entraînent des détériorations aux biens matériels, une détérioration ou une entrave à l'agrément de l'environnement ou à d'autres utilisations légitimes de ce dernier »

La pollution est en général un sous-produit de l'activité humaine qui peut toucher l'atmosphère, le sol ou les eaux. Elle peut affecter la santé humaine, l'eau de consommation, l'eau de baignade, la production agricole, les espèces animales ou végétales, la beauté des paysages, etc.

I.5.2 Paramètres organoleptiques

a) Couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement[11].

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration[13].

b) Odeur

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition.

I.5.3 Paramètres physiques

a) Température

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous (dioxygène) indispensable à la vie aquatique en premier lieu à la respiration des poissons. En effet plus la température de l'eau s'élève, plus sa quantité maximum d'oxygène dissous diminue[16].

b) La turbidité(Transparence)

C'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes, ...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi pollutions qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur[16].

- $NTU < 5 \Rightarrow$ Eau claire
- $NTU < 30 \Rightarrow$ Eau légèrement trouble
- $NTU > 50 \Rightarrow$ Eau trouble

c) Les matières en suspension (MES)

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro-organismes,) qui donnent un aspect trouble à l'eau, (turbidité) et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux[16].

d) Les matières volatiles en suspension (MVS)

Ce paramètre est parfois utilisé. Les matières volatiles en suspension sont celles qui sont susceptibles d'être volatilisées par test de laboratoire à une température de 550° C. Les MVS sont généralement assimilées aux matières organiques en suspension. Les MVS se mesurent en mg/l [16].

e) Les 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[16].

f) Les matières décantables

Leur mesure donne la quantité de solides non dissous présents dans l'eau. Pendant 30 minutes on laisse un échantillon d'eau au repos déposer dans un cône d'Imhoff. Ceci permet de mesurer la quantité de sédiments en mg par litre[16].

g) Conductivité

La mesure en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm (micro ou milli Siemens par cm) de la conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre. La mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution, par comparaison de la valeur mesurée avec celle que l'on était en droit d'attendre (par exemple la conductivité locale moyenne d'un cours d'eau). Elle peut permettre de localiser un apport de pollution[16].

I.5.4 Paramètres chimiques**a) Potentiel d'hydrogène PH**

Ce paramètre, qui se mesure sur le terrain avec terrain avec des bandelettes test ou un appareil (pH-mètre), donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH est le reflet de la concentration d'une eau en ions H^+ : $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

L'eau des cours d'eaux avoisine en général la neutralité représentée par un pH de 7. Le pH doit être compris entre 6 et 8 pour permettre la vie aquatique.

b) Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20°C, à l'obscurité, pendant 5 jours. Le résultat est donné en mg/l de O₂.

c) Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité consommée par les matières oxydantes présentes dans l'eau quelles que soit leur origine organique ou minérale.

La mesure de la DCO est surtout utilisée pour la surveillance des eaux usées urbaines et industrielles. La DCO est mesurée en mg d'O₂/l.

d) Rapport DCO/DBO₅

La DBO₅ d'une eau de surface non polluée varie entre 2 et 20 mg/l. les mesures qui vont au-delà indiquent alors que l'eau est polluée. Le rapport DCO / DBO₅ donne un indice sur la provenance et l'origine de la pollution organique.

- Les mesures se rapprochant de 1 du rapport DCO / DBO₅ une très bonne biodégradabilité (lait, yaourt).
- De 1,5 à 2 : Effluents d'industries agroalimentaires (meilleure biodégradabilité)
- De 2 à 3 : Effluents urbaines domestiques.
- >3 à 4 : Effluents plus ou moins difficilement biodégradable (industrie).

La relation empirique de la matière oxydable en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante : $MO = (2DBO_5 + DCO) / 3$

e) La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologiques 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, sinon on applique un traitement physico-chimique [17].

f) Carbone total organique (COT)

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatiles et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon[18].

g) Oxygène dissous

La présence d'oxygène dans l'eau est indispensable à la respiration des êtres vivants aérobies aquatiques. En dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène c'est l'asphyxie des poissons. L'oxygène de l'eau permet également le processus d'oxydation des matières organiques (autoépuration), mais cette décomposition appauvrit le milieu aquatique en oxygène[16].

h) L'azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale.

En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique, l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel[19].

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont :

➤ L'azote total de Kjeldahl (NTK)

L'azote Kjeldahl= Azote ammoniacal+ Azote organique. Une concentration élevée en azote Kjeldahl permet d'évaluer le niveau de pollution[20].

➤ Les nitrates (NO₃-)

Les nitrates des eaux souterraines et des cours d'eau proviennent[16] :

- Principalement d'origine agricole en raison du recours aux engrais azotés.

- En second lieu des rejets des stations d'épurations (transformation de la matière organique en nitrates). Certaines installations sont complétées par des traitements de dénitrification avant rejet.
- Du milieu naturel, pour 3et 7mg/l, seulement, une quantité suffisante pour nourrir la vie aquatique des cours d'eau. (Au-delà c'est l'indigestion, le développement des algues, l'eutrophisation...).

Les nitrates posent problème en raison de leur trop grande introduction dans les eaux par l'agriculture industrielle. Les résultats d'analyse exprimés en mg/l de NO_3^- . Il faut diviser par 4,43 le poids des nitrates pour déterminer le poids d'Azote contenu par ces mêmes nitrates.

➤ Les nitrites (NO_2^-)

Chez les mammifères, la consommation d'eau chargée de nitrites perturbe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine du sang. (D'où la méthémoglobinémie ou la « maladie bleue du nourrisson »). Il ne doit donc pas avoir de nitrites dans l'eau du robinet et très peu de nitrates, car ils peuvent une fois bus se transformer en nitrites. Dans l'estomac, les nitrites, peuvent se transformer en nitrosamines réputées cancérigènes[16].

L'effet de toxicité des nitrites est plus rapide que par celle de l'ammoniaque, car elle entraîne la dégradation de l'hémoglobine des globules rouges et l'asphyxie des poissons. On comprend pourquoi la concentration en nitrites ne devrait pas dépasser 1mg NO_2^- /l dans les rejets de stations d'épuration. (0,5mg/l dans l'eau du robinet)[16].

i) Le phosphore total

Le phosphore total=Phosphore particulaire + Phosphore dissous

La réglementation, en ce qui concerne le phosphore, ne tient compte que de ce seul paramètre. La quantité de PT d'une eau s'exprime en mg/l (milligrammes par litre). Le rejet de matières phosphorées est d'environ 4 grammes par habitant et par jour[16].

I.5.5 Paramètres bactériologiques

Les analyses microbiologiques réalisées en laboratoire ont pour but de déceler et évaluer la présence dans les eaux de microbes pathogènes dangereux pour l'homme : eau potable, eaux de baignade, etc...

Ces analyses reposent sur la recherche dans les eaux de bactéries indicatrices de leur éventuelle contamination fécale, les Escherichia coli (E.coli) et les Entérocoques. Ces

organismes, d'origine intestinale sont naturellement présents dans les déjections animales ou humaines qui via les déversements, eaux usées et épandages peuvent se retrouver dans l'eau. Les Entérocoques sont pathogènes de même que certains colibacilles. L'eau potable du robinet doit être exempte de la présence de ces bactéries [16].

➤ Les coliformes totaux

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries qui se trouvent fréquemment dans l'environnement, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains.

Elles sont capables de se développer à 37°C, elles n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique que l'eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [21].

➤ Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ou « coliformes thermotolérants » sont un sous-groupe des coliformes fécaux, renferme toutes les espèces bactériennes faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae qui sont aérobies ou anaérobies facultatives, à Gram négatif, en forme de bâtonnet, sont capables de se développer à 44°C [21].

I.6 Principales étapes de traitement des rejets liquides

L'objectif du traitement des eaux usées est de les épurer avant le rejet vers le milieu naturel en respect des normes réglementaires et sans danger pour la santé humaine et l'environnement.

I.6.1 Définition d'une station d'épuration STEP

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter.

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues(Figure I.2) [22].

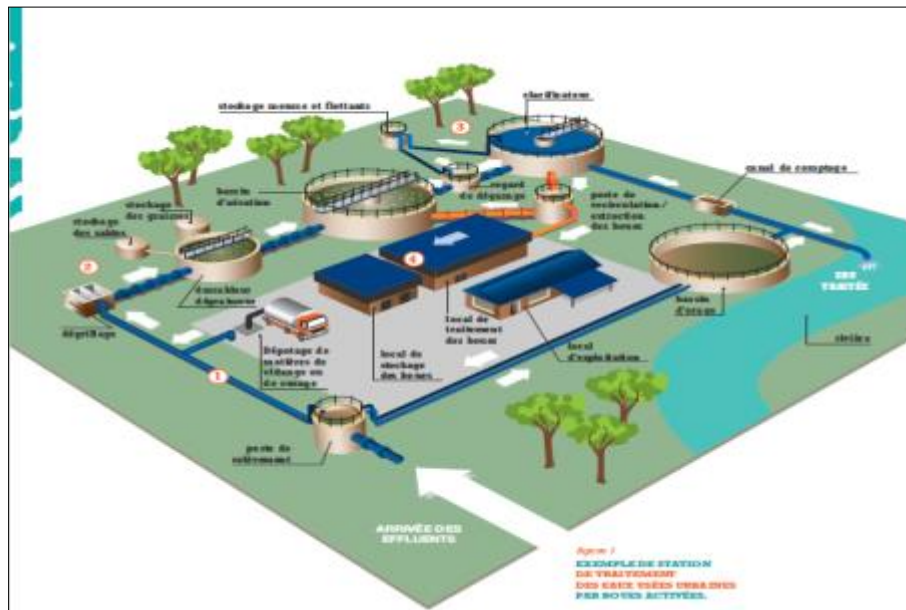


Figure I.2 : Station d'épuration

I.6.2 Traitement préliminaire

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers[23].

Il comporte quatre parties principales :

I.6.2.1 Dégrillage :

Le dégrillage permet de séparer les déchets grossiers (corps flottants et gros déchets) des eaux usées qui arrivent à la station. Les dégrilleurs sont généralement installés en amont des ouvrages de traitement (Figure I.3)[24].

Le classement des dégrilleurs peut s'effectuer selon leur système d'évacuation des déchets :

- Les grilles manuelles qui doivent être nettoyées à la main très régulièrement
- Les grilles mécaniques qui sont équipées d'appareils assurant leur nettoyage automatique.

L'installation de dégrillage se compose : d'un canal, de la grille, du dégrilleur et d'une benne pour les déchets.

Différents types de dégrillage sont définis selon l'espace des barreaux :

- Pré dégrillage pour écartement 30 à 100mm
- Dégrillage moyen pour écartement 10 à 30 mm
- Dégrillage fin pour écartement <10 mm



Figure I.3 : Dégrillage

I.6.2.2 Tamisage :

Le tamisage consiste est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles > 0,3 mm) et un tamisage (mailles < 100 μ m) (Figure I.4) [25].



Figure I.4 : Schéma d'un tamisage

I.6.2.3 Dessablage :

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement. La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0,3 m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables (Figure I.5)[25].



Figure I.5 : Schéma d'un dessableur

I.6.2.4 Déshuilage-Dégraissage :

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 (Figure I.6)[25] :

- Envahissement des décanteurs
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes
- Diminution du rendement du traitement suivant



Figure I.6 : Schéma d'un déshuileur-dégraisseur

I.6.3 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 [26].

a) Décantation physique

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 [27].

b) Décantation physico-chimique

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces derniers n'ont pas tendance à s'accrocher les uns 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[20].

I.6.4 Traitement secondaire (Traitement biologique)

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes [28].

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

I.6.4.1 Procédés biologiques intensifs

a) Disques biologiques (cultures fixées)

Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn⁻¹. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel (Figure I.7)[28].

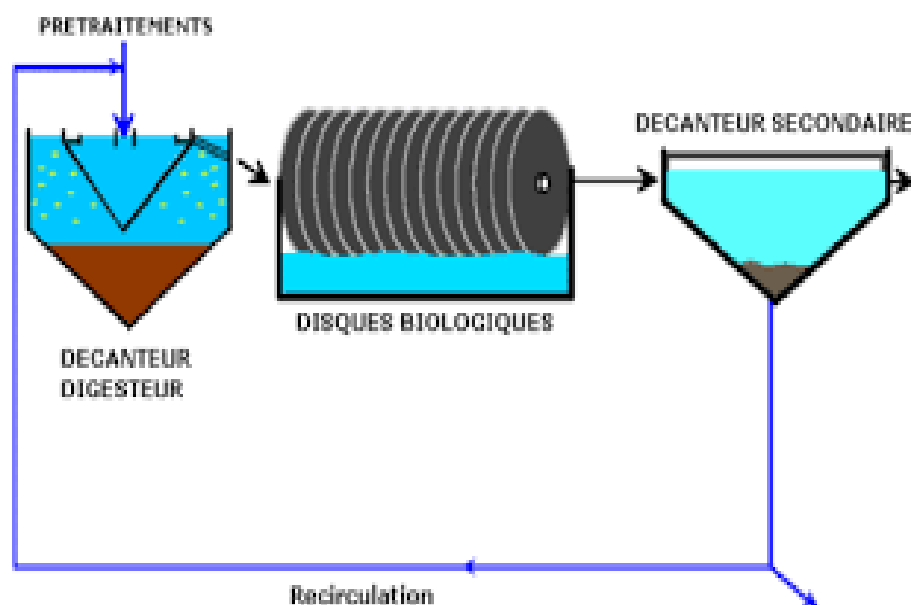


Figure I.7 : Disques biologiques

b) Lits bactériens (cultures fixées)

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.

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 (Figure I.8)[20].

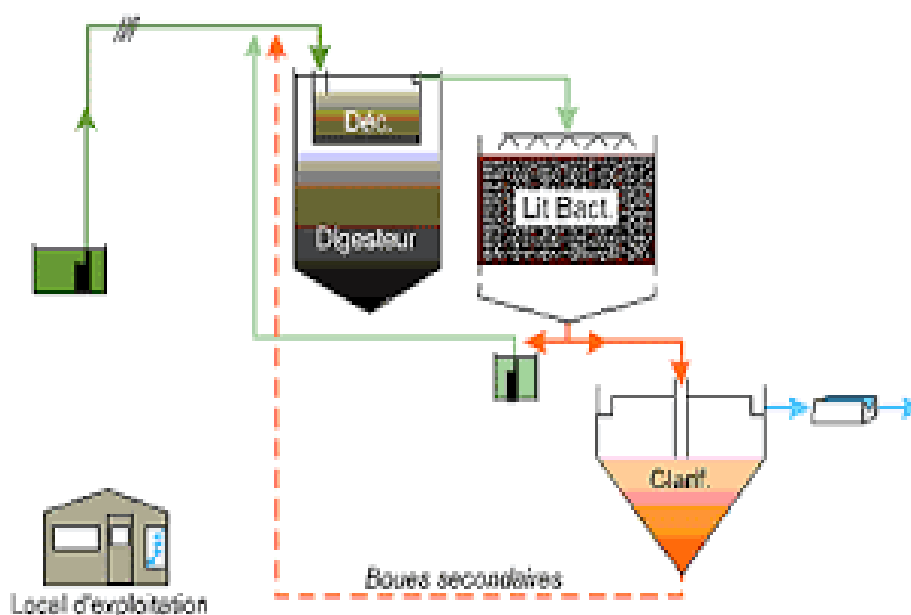


Figure I.8 : Lits bactériens

c) Boues activées

Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en flocs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération) afin d'éviter la décantation des flocs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante (Figure I.9)[29].

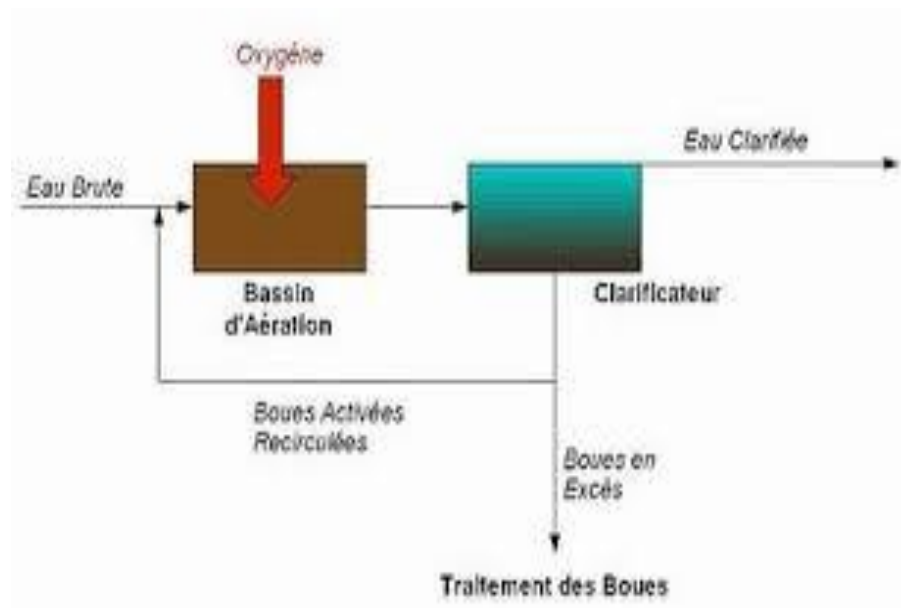


Figure I.9 : Boues activées

I.6.4.2 Procédés biologiques extensif

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. De point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc.

Lagunage

Le lagunage est un système biologique d'épuration qui repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux [30].

➤ Lagunage naturel :

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est de trois (03).

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure de bassins est exposée à la lumière ; ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carboné formé par les bactéries ainsi que les sels minéraux dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier, au fond du bassin où la lumière ne pénètre pas; ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique(Figure I.10)[31].

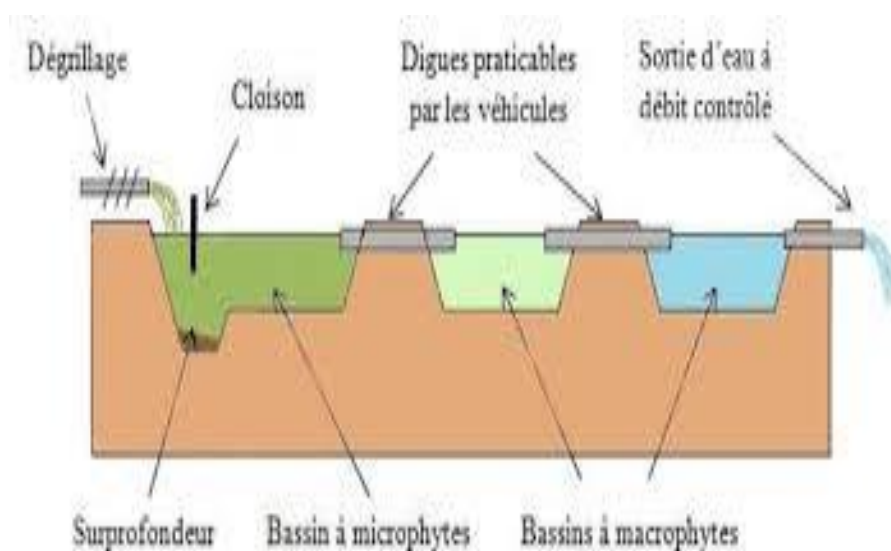


Figure I.10 : Lagunage naturel

➤ Lagunage aéré :

Il s'agit d'un ou plusieurs bassins de 2 à 4 mètres de profondeur, dans lesquels l'apport d'oxygène est fourni par un système artificiel (aérateurs de surface, diffuseurs d'air) [31].

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80% à 90% de la DBO, 20% à 30% de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année (Figure I.11)[32].



Figure I.11 : Lagunage aéré

I.6.5 Décantation secondaire

Le clarificateur est un bassin circulaire, équipé d'un point racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre de répartition est séparée en eau épurée et boues biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin, l'autre partie sera transmise au flotateur(Figure I.12)[33].



Figure I.12 : Décantation secondaire

I.6.6 Traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires [34]. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

a) L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20% de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification [34].

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes[35] :

- **La nitrification** : est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH_4) en nitrate (NO_3). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.
- **La dénitrification** : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu.

b) L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80% et 90% du phosphore, mais engendrent une importante production de boues [36].

c) Elimination et traitement des odeurs

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements
- Les boues et leur traitement

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

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les bio-filtres et les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur [20].

I.6.7 Le traitement des boues

Les boues constituant le résidu principal des stations d'épuration. Le traitement des boues représente 30% de l'investissement dans la construction d'une station d'épuration [26].

Le traitement des boues a pour objectif :

- Réduire la fraction organique afin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques de contamination (stabilisation)
- Diminuer leur volume total afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation).

I.7 L'équivalent habitant

La notion d'équivalent habitant est une notion utilisée en assainissement pour évaluer la capacité des stations d'épuration. Cette notion a été introduite pour convertir les rejets d'eaux usées en « équivalents habitants »[37].

Une estimation de la pollution induite par « l'équivalent habitant » : 90 g/habitant/jour pour les MES, 57g/habitant/jour pour les matières oxydables MO, 15g/habitant/jour pour l'azote total et 4g/habitant/jour pour le phosphore total.

La directive européenne donne une nouvelle définition de l'équivalent habitant, correspondant à une charge organique biodégradable ayant une demande biochimique en oxygène de cinq jours -dite DBO₅ de 60 grammes d'oxygène par jour.

I.8 Cadre réglementaire

I.8.1 Normes Algériennes

La loi cadre pour la protection de l'environnement :

Loi N°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Article 2 : La protection de l'environnement dans le cadre du développement durable a pour objectif notamment :

- De fixer les principes fondamentaux et les règles de gestion de l'environnement ;
- De promouvoir un développement national durable en améliorant les conditions de vie et en œuvrant à garantir un cadre de vie sain ;
- De prévenir toute forme de pollution ou de nuisance causée à l'environnement en garantissant la sauvegarde de ses composantes ;
- De restaurer les milieux endommagés ;
- De promouvoir l'utilisation écologiquement rationnelle des ressources naturelles disponibles, ainsi que l'usage de technologies plus propres ;
- De renforcer l'information, la sensibilisation et la participation du public et des différents intervenants aux mesures de protection de l'environnement.

Législation et réglementation pour la gestion des eaux :

Le cadre législatif qui régit la gestion des eaux et ses dispositions sont fournies par :

Loi N°05-12 du 04 Aout 2005 relative à l'eau.

Loi N°09-06 du 11 octobre 2009 fixant portant approbation de l'ordonnance N°09-02 du 22 juillet 2009 modifiant et complétant la loi n°05-12 du 04 Aout 2005 relative à l'eau.

Et la réglementation par les décrets exécutifs suivants :

- **Décret exécutif N°06-141** du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 Définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels (ANNEXE 1)
- **Décret 09-209** du 11 juin 2009, fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.
- **Décret exécutif n° 10-23** du 26 Moharam 1431 correspondant au 12 janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées

- **Décret exécutif n° 10-88** du 24 Rabie El Aouel 1431 correspondant au 10 mars 2010 fixant les conditions et les modalités d'octroi d'autorisation de rejets d'effluents non toxiques dans le domaine public hydraulique.
- **Arrêté interministériel** du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées des fins d'irrigation
- **Arrêté interministériel** du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

I.8.2 Normes Internationales

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées domestiques sont représentées dans l'ANNEXE 2.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a exposé les généralités sur les eaux usées tel que la définition, l'origine, la composition, la notion de pollution, les paramètres de pollution, la définition d'une station d'épuration ainsi que les principales étapes de traitement de ces eaux usées. On a clôturé le chapitre par le cadre réglementaire qui régit les eaux et les eaux usées.

Chapitre II . Présentation de la station d'épuration Advanced EnviroSeptic

II.1 Introduction

Dans ce chapitre on s'intéresse à la présentation de la zone d'étude et également les différentes techniques utilisées dans cette station.

Le principe de fonctionnement de la STEP sera décrit avec détails dans cette partie de notre étude.

II.2 Présentation du Groupement Reggane Nord :

Le Groupement Reggane Nord est l'un des nouveaux projets dans la région de Touat réalisés afin de promouvoir l'économie de la région Adrar.

Le Groupement Reggane Nord (GRN) comprenant quatre participants au projet, SONATRACH 40,00 %, REPSOL 29,25 %, RWE DEA AG 19,50% et EDISON INTERNATIONAL 11,25% pour l'exploration et l'exploitation du champ de gaz de Reggane Nord (Figure II.1).



Figure II.1 :L'association du groupement

II.3 Localisation du Groupement Reggane Nord :

Le Groupement Reggane Nord est localisé dans le Désert du Sahara, au Sud-Ouest de l'Algérie, dans la Wilaya d'Adrar. Cette région est densément peuplée le long de l'ancienne route des oasis de Touat.



Figure II.2 : Localisation du groupement GRN

Le champ gazier de Reggane Nord est localisé sur les blocs 351C and 352C et couvre une surface de 12 217,5 km². Ces blocs sont localisés dans la Wilaya de Adrar au Sud-Ouest de l'Algérie. Ils appartiennent au bassin de Reggane situé à une distance de 1500 kilomètres d'Alger (Figure II.2).

II.3.1 Climat :

Le Groupement Reggane Nord se situe dans la partie sud de la Wilaya d'Adrar. Cette Wilaya possède un climat saharien et sec, caractérisé par les températures élevées, une humidité dans l'air très limitée et des précipitations très peu abondantes (la précipitation annuelle moyenne est de 18 mm).

- La température sèche absolue maximale : 49 °C
- La température sèche absolue minimale : -4 °C
- La température d'équipement exposé directement au soleil : 90 °C
- La température annuelle moyenne : 25.8 °C
- Taux maximum d'humidité : 39.4 %
- Taux minimum d'humidité : 10 %

Les tempêtes de sable sont relativement fréquentes, avec maximum de 12 jours par mois. Ces données se réfèrent à l'occurrence sur une base mensuelle pour une période de 10 ans de temps (1997-2006). La conception de vitesse du vent est 50m/s (180km/h) à une attitude de 10 m et la direction de vent est définie comme un vent Nord-Est (Figure II.3) [38].

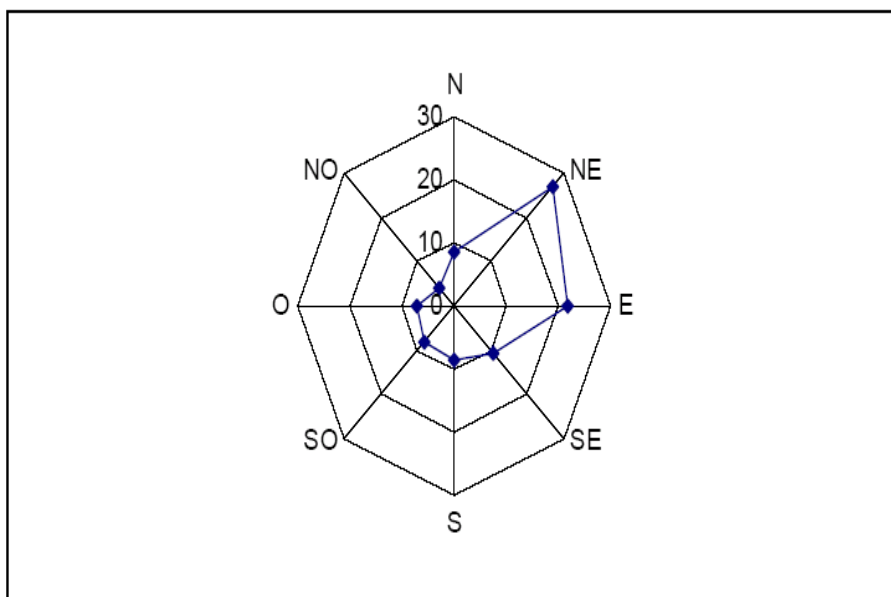


Figure II.3 : La rose des vents

II.3.2 Principales activités de surface :

- Un réseau de Collecte de GAZ (Gathering system)
- Un centre de traitement (CPF) de 8 Millions de Cm³/jour de gaz
- Un Pipe d'expédition de 24'' Longueur 74Km
- Piste d'atterrissage 2000 m plus Parc a tube
- Routes - 162 Km
- 26 plates-formes de forage
- Une Base de Vie (250 + 50)
- Camp sécurité

II.3.3 Les bases de vie GRN :

a. Base de vie principale BDV GRN :

La base de vie Principale BDV GRN accommode les équipes permanentes pour les opérations de l'usine de traitement de gaz, à une distance de 2km, avec une capacité entre 200 et 300 personnes, incluant la station d'épuration qui traitera également les eaux usées du camp de sécurité (Figure II.4)



Figure II.4 : Localisation STEP BDV GRN

b. Base de vie annexe BDV 58 cabines :

La base de vie 58 cabines accueille les équipes de la sous-traitance, située à proximité de l'usine, avec une station d'épuration des eaux usées (Figure II.5).



Figure II.5 : Localisation STEP BDV 58 cabines

II.4 Présentation du dispositif EnviroSeptic

Le dispositif « Advanced EnviroSeptic » est un nouveau système inventé par Dave Presby en 2000, Québec Canada, qui relève de l'arrêté technique du 7 septembre 2009 modifié fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non

collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅.

Création de la compagnie DBO Expert l'an 2000 et réalisation de 16 installations septiques avec la technologie EnviroSeptic et obtient la certification de traitement secondaire avancé sous la norme Québécoise NQ 3680-910 Systèmes d'épuration autonomes pour les résidences isolées, suite aux résultats obtenus sur le banc d'essai de Stoke, en Estrie.

C'est une station d'épuration passive et autonome dont le procédé de traitement biologique 100%. Le système est à 100 % enterré[38].

- Ne nécessite aucune énergie
- Ne nécessite pas de produits chimiques
- L'eau traitée est utilisée pour l'irrigation après analyses
- Nécessite peu de maintenance

Le système est agréé au Québec et dans le reste du Canada

- Reconnu en 2001 comme chambre d'infiltration et en 2004 comme système de traitement.
- Certifié par le Bureau de Normalisation du Québec (NQ 3680-910) depuis 2007
- Reconnu dans d'autres provinces canadiennes depuis 2007
- 150 000 installations déjà réalisées

En France

- Agrément 2011-014
- Agrément 2012- 011 de 5 à 20 EH
- Agrément 2012- 011 mod 1

Nord-Est des Etas-Unis

- Utilisé depuis le début des années 90
- Plus de 100 000 installations déjà réalisées
- Certifié NSF 40

En Belgique

- Agrément Wallon – Juillet 2010 (près de 50 installations)
- Banc d'essais au CEBEDEAU selon NE 12566-3, terminé le 18 Juillet 2010

Le procédé est commercialisé en 2008 en Belgique et la France, et en 2014 elle est demandée en Afrique en commençant par l'Algérie et le Maroc[39].

Les huit installations en Algérie, qui ont donné ses preuves en plusieurs localités en Algérie tel que Centre Médico- Psycho- Pédagogique de Béni-Ouutilane (Wilaya de Sétif) 180 à 300 Habitants, Village Agricole AIN DJENANE, Commune de Ouillen (Wilaya de Souk Ahras) 250 habitants, Village Touristique MGMC BETTAH (Wilaya de TAREF) 250 à 500 Habitants, Village Touristique MGMC Zéralda (Wilaya d'Alger) 250 à 500 Habitants, Entreprise FADIBIO à Hammamet (Wilaya d'Alger) 6 à 10 Habitants, SONATRACH TRC – GCB (Base Vie KHRECHBA) 250 à 500 Habitants, SONATRACH Groupement GRN Reggane (Base Vie SALI) 250 à 500 Habitants, NAFTAL (Station Services Tamezguida Nord) 50 m3/jour.

II.5 Principe de fonctionnement

Le dispositif « Advanced EnviroSeptic » (Figure II.6) est un dispositif de traitement des eaux usées domestiques composé de :

1. **Traitement primaire** avec une fosse septique permettant un temps de rétention de 1 à 2 jours, qui agit pour retenir une partie des solides en suspension et des gras.
2. **Traitement secondaire** avec le procédé « Advanced EnviroSeptic », passif qui utilise une culture bactérienne fixée qui va se nourrir des polluants contenus dans l'eau pour effectuer le traitement. Les eaux ainsi traitées sont évacuées vers le milieu récepteur.

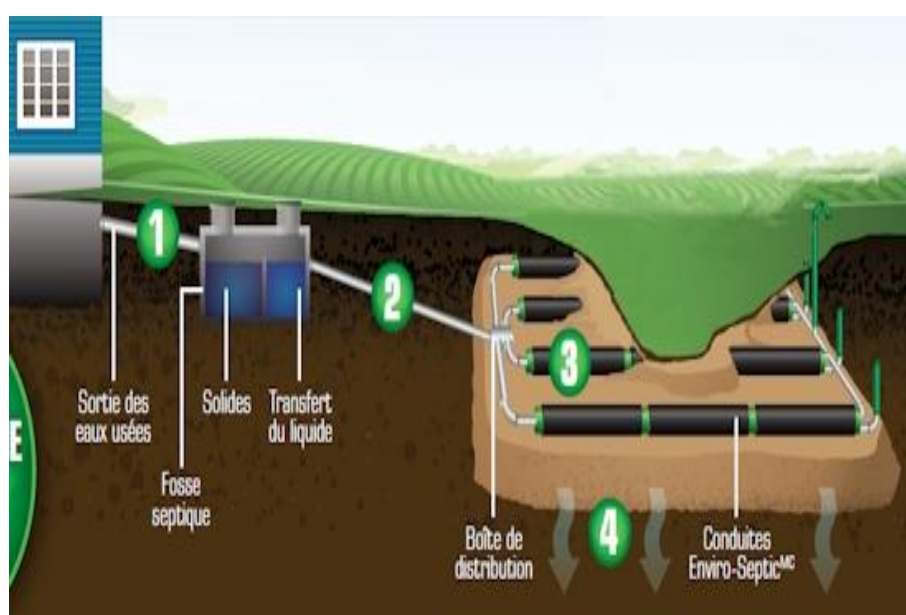


Figure II.6 : Schéma de principe de fonctionnement d'une installation EnviroSeptic

Il fonctionne selon le procédé de traitement par filtration combinant des conduites Advanced EnviroSeptic (AES) et un massif filtrant à base de sable. Ce procédé est optimisé via une distribution latérale (Boîte de distribution spécifique avec égaliseurs) et longitudinale (bio-accelerator sur chaque conduite).

- La filtration des conduites AES se fait selon un processus en quatre (04) étapes (Figure II.7) :
- Refroidissement des effluents et séparation des solides
- Action des bactéries au niveau de la membrane fibreuse
- Passage des effluents aux sols environnants
- Répartition des effluents par capillarité sur la surface d'infiltration.

Le traitement biologique se fait par des bactéries aérobies et anaérobies qui se nourrissent de polluants dans l'eau et se contrôlent l'un l'autre pour éviter l'accumulation de la biomasse.

- Le sable filtrant recouvre les conduites son rôle est de permettre le passage de l'eau à une vitesse spécifique ; assez lentement pour permettre aux bactéries de faire leur travail, et assez vite pour ne pas inonder.
- Le système EnviroSeptic est un système ventilé, il y a un apport d'air continu à l'intérieur des conduites pour les bactéries aérobies.

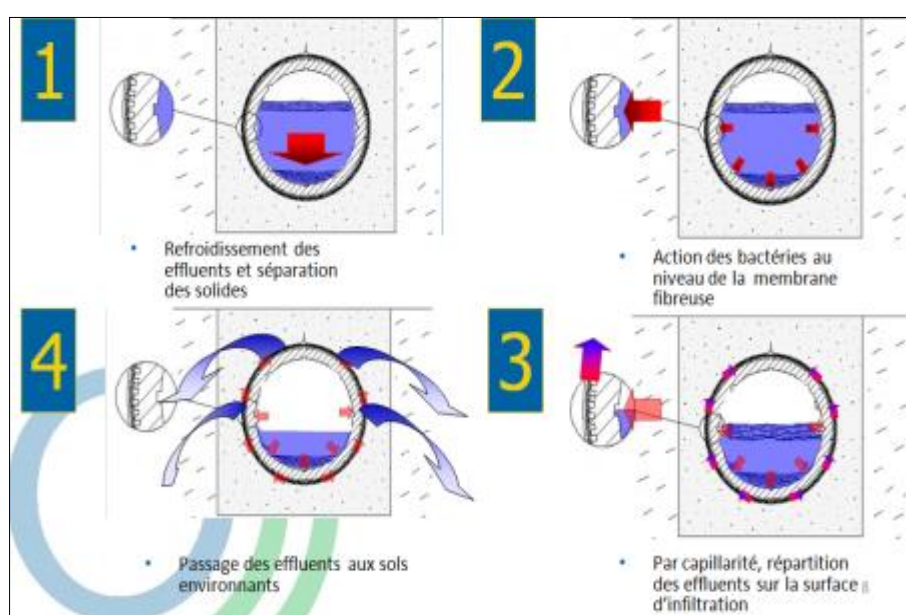


Figure II.7 : Principe de fonctionnement des conduites ES

Le dispositif se compose ainsi :

- 1) D'une fosse septique toutes eaux préfabriquée marqué CE avec préfiltre intégré,
- 2) D'une boîte de distribution avec égaliseurs,
- 3) D'un traitement secondaire biologique dénommé « Système EnviroSeptic » comprenant :
 - Des rangées de conduite Advanced EnviroSeptic (AES) en polyéthylène équipées chacune d'un géotextile non tissé en polypropylène, d'une membrane non tressée de fibres de polypropylène et d'un bio-accelerator (membrane de répartition en polyéthylène),
 - Une couche de 10 à 50 cm de terre de remblai perméable à l'air,
 - Dans le cas de la « filière étanche », un pack d'étanchéité (avec une membrane souple de 1,2mm munie d'une collerette d'étanchéité) et d'une couche de 10cm de gravier 10/40mm (munie d'une grille de séparation de 0,6 mm entre le sable et le gravier) en partie inférieure pour collecter les effluents traités (Figure II.8)

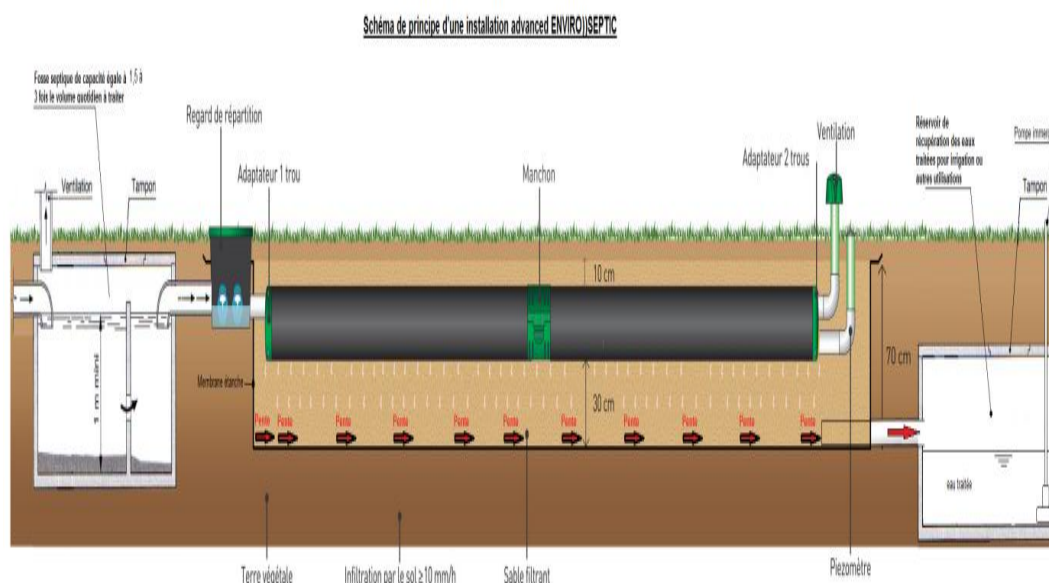


Figure II.8 : Coupe schéma de principe de fonctionnement drainé

- Dans le cas de la « filière non étanche », un dispositif d'échantillonnage installé dans la couche de sable filtrant, sous l'une des conduites (Figure II.9).

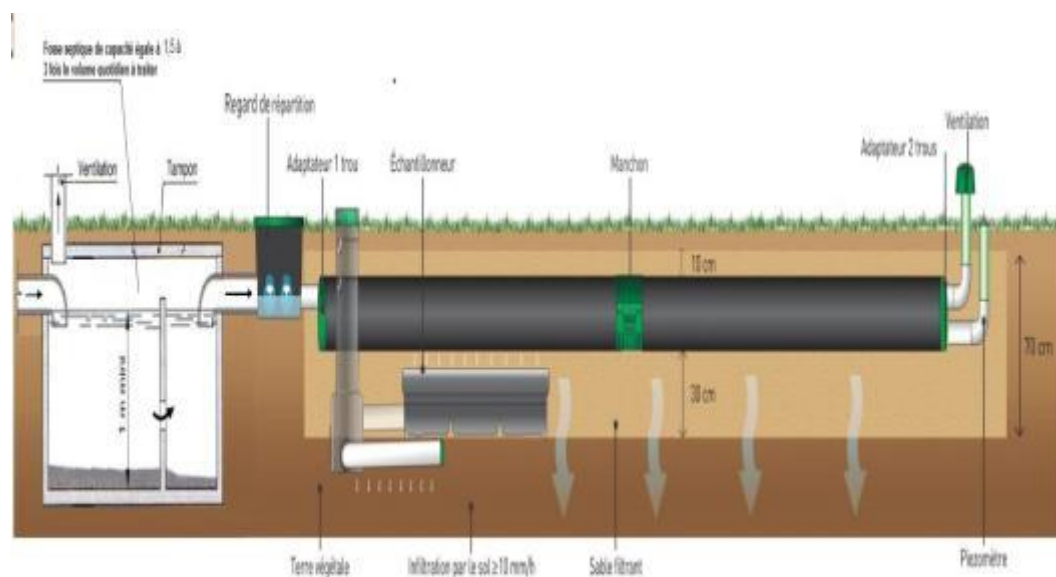


Figure II.9 : Coupe schéma de principe de fonctionnement en infiltration

- De piézomètres à chaque conduite pour vérifier le niveau d'eau dans les conduites et s'assurer de la bonne répartition des effluents.
- D'une colonne de ventilation pour chacune des rangées de conduite Advanced EnviroSeptic (AES)

Le dispositif ne contient ni équipements électromécaniques, ni armoire électrique.

Ce dispositif est dimensionné pour épurer de manière continue une charge polluante correspondant à 60 g de DBO₅ par équivalent habitant par jour, en moyenne journalière sur une semaine[40].

II.6 Caractéristiques des composants

II.6.1 Fosses septiques toutes eaux

Les fosses autorisées avec le dispositif de traitement EnviroSeptic respectent les exigences de la norme NF EN 12566-3 notamment vis à vis du comportement structurel (taux de déformation < 7,5%) et de l'étanchéité[40].

Le volume de la fosse septique toutes eaux est déterminé par le nombre d'équivalent habitant désigné selon le modèle comme suit [40] :

Tableau II-1 : Volume minimal de la fosse septique toutes eaux

Modèles Enviro-Septic ES	Capacité de traitement (EH)	Volume minimum de la fosse septique toutes eaux en m³
ES5EH	5	3
ES6EH	6	3
ES7EH	7	4
ES8EH	8	4
ES9EH	9	5
ES10EH	10	5
ES12EH	12	6
ES13EH	13	7
ES14EH	14	7
ES15EH	15	8
ES16EH	16	8
ES18EH	18	10
ES20EH	20	10

II.6.2 Traitement secondaire

A. Rangées de conduites :

Chaque rangée de conduites est composée de (Figure II.10) :

- Une membrane de répartition des eaux usées dénommée Bio-Accelerator en polyéthylène,
- Une membrane de fibres non tressées en polypropylène,
- Un géotextile de protection de la conduite en polypropylène,
- Des manchons de raccordement pour joindre les conduites,
- Des adaptateurs (simple en amont des conduites et double en aval des conduites)

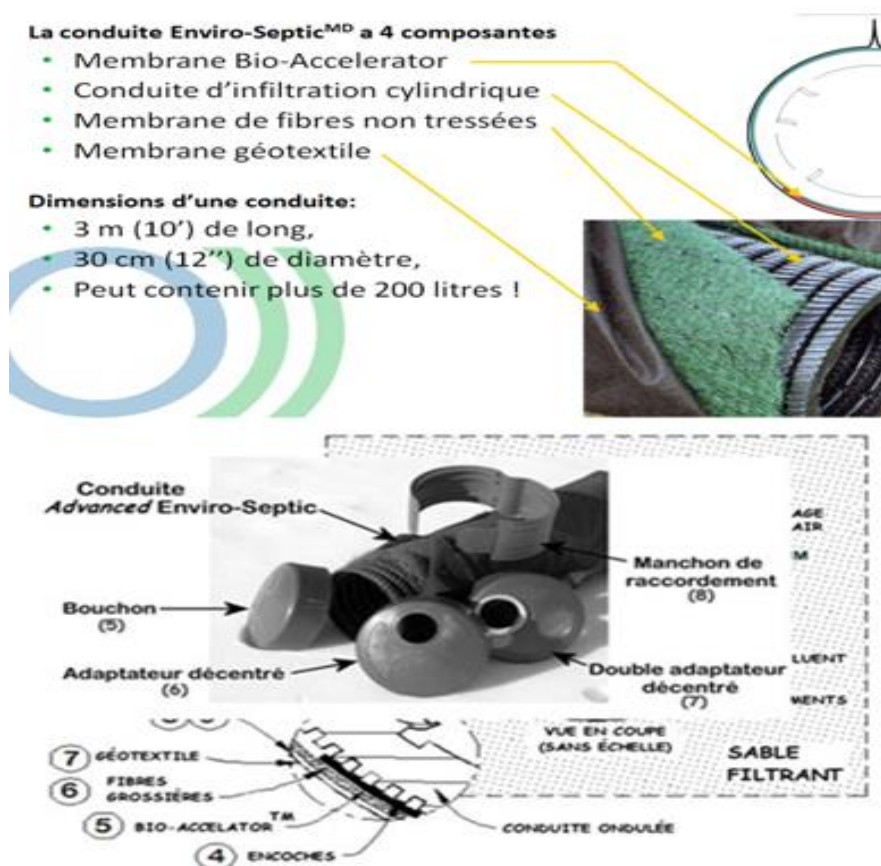


Figure II.10 : Caractéristiques des conduites ES

➤ Conduite cylindrique

Chaque conduite, de forme cylindrique et d'un volume de 220 litres intérieur, est fabriquée en polyéthylène de haute densité par extrusion. Les parois de la conduite sont ondulées et perforées. Chaque perforation se termine par un cran écumoire. Chacune des nervures (ondulation de la paroi) est surmontée d'encoches obliques permettant la présence d'une lame d'air entre la conduite et les membranes. La durée de vie déclarée est de 50 ans.

Tableau II-2 : Caractéristiques dimensionnelles des conduites cylindriques

Modèle	Fabriqué par DBO EXPERT France via un sous-traitant
Longueur d'une conduite	3,05 m
Diamètre extérieur d'une conduite	320 mm
Poids d'une conduite	9 kg
Ecartement minimum entre les rangées	0,45 m (entre-axes)
Taille des ouvertures présentes sur les fentes	2cm ²

Taux de fluage	2,71
CR/SN	CR4
OIT	92 min

➤ **Bio-Accelerator**

Le Bio-Accelerator est une membrane de polyéthylène de 25,4 cm de largeur qui est insérée entre les fibres non tressées et la conduite de polyéthylène.

Le Bio-Accelerator, qui fait l'objet d'un brevet et d'une marque de commerce déposée, est une amélioration à la conduite Advanced EnviroSeptic. Il constitue un support bactérien, favorise la répartition et améliore le traitement. Il a un rôle de régulateur hydraulique.

Tableau II-3 : Caractéristiques du Bio-Accelerator

Modèle	US 270 NW fabriqué par la société US Fabrics
Matériau	Polyéthylène
Résistance à la traction	1200 N/m
Ouverture de filtration	150 µm
Surface de géotextile pour 1 conduite	0,77 m ²
Epaisseur	0,4 mm
Poids	270 gr/ m ²
Perméabilité aux liquides	0,80

➤ **Membrane de fibres non tissées**

La membrane de fibres de polypropylène non tissées recouvre la conduite, facilite l'apport en oxygène et agit comme support à la biomasse. Cette membrane de fibres est intégrée d'un seul tenant et fait partie de la conduite EnviroSeptic.

Tableau II-4 : Caractéristiques de la membrane de fibres non tressées

Modèle	Green Fiber fabriqué par la société Presby Plastics
Matériau	Polypropylène
Largeur	95 cm
Poids	900 à 915 g/ cm ³

➤ Géotextile de protection de la conduite

Le géotextile de polypropylène non tissé, conçu par-dessus le matelas de fibres non tressées, empêche les particules de sable de migrer dans la conduite et constitue une surface supplémentaire de filtration et de développement des bactéries.

Tableau II-5 : Caractéristiques du géotextile

Modèle	US 80 NW fabriqué par la société US Fabrics
Matériau	Polypropylène
Résistance à la traction	355 N/m
Allongement à l'effort maximum	50%
Ouverture de filtration (OF)	212 μm

B. Massif filtrant

Le massif filtrant du traitement secondaire est constitué de sable siliceux, stable à l'eau, lavé et comprend (de bas en haut) :

- 30 cm en dessous des conduites ou 60 cm en milieux sensibles,
- 30 cm comprenant les conduites,
- 10 cm au-dessous des conduites.

Les caractéristiques du sable filtre du dispositif EnviroSeptic ES sont :

Tableau II-6 : Caractéristiques du sable média filtrant

D10	0,27 mm à 0,45 mm
D60	0,71 mm à 1,4 mm
Particules de $\varnothing$ inf. à 0,063 mm	Moins de 3%
Particules de $\varnothing$ sup. à 2,5 mm	Moins de 20%

La durée de vie déclarée est de 30 ans[40].

II.6.3 Equipements

A. Dispositif d'échantillonnage DBO Expert :

➤ Cas de la « filière étanche » :

Le pack d'étanchéité DBO Expert France est installé dans la couche de gravier, située sous le massif filtrant. Il est composé de (Figure II.11)

- Une grille de séparation DBO Expert France d'épaisseur 0,6 mm en polymère PEHD
- Une membrane souple en PVC d'épaisseur 1,2mm, livrée d'un seul tenant.
- Une collerette étanche DBO Expert France

- Une boîte d'échantillonnage en polyéthylène.



Figure II.11 : Le pack d'étanchéité

➤ **Cas de la « filière non étanche »**

Le dispositif d'échantillonnage DBO Expert doit être installé dans le massif filtrant sous l'une des conduites. Il est composé de (Figure II.12).

- Un capteur d'échantillonnage DBO Expert France. Il a pour dimension 189 cm de long x 65 cm de large x 30 cm de haut. Il est placé dans le massif de sable sous l'une des conduites.
- Une boîte d'échantillonnage DBO Expert France en polyéthylène permettant le suivi de l'efficacité de traitement par un prélèvement.



Figure II.12 : Dispositif d'échantillonnage

B. La Clarinette

Les différents réseaux de distribution, d'évent (ventilation du filtre) et de piézomètres sont préparés au préalable en atelier et conçu selon le nombre de rangées. Cet assemblage est dénommé « Clarinette ». Il est composé (Figure II.13)

- De conduites de distribution selon le nombre de rangées de conduites Advanced EnviroSeptic,
- D'un piézomètre à l'extrémité de chaque rangée,
- D'un réseau reliant toutes les rangées vers un chapeau de ventilation.

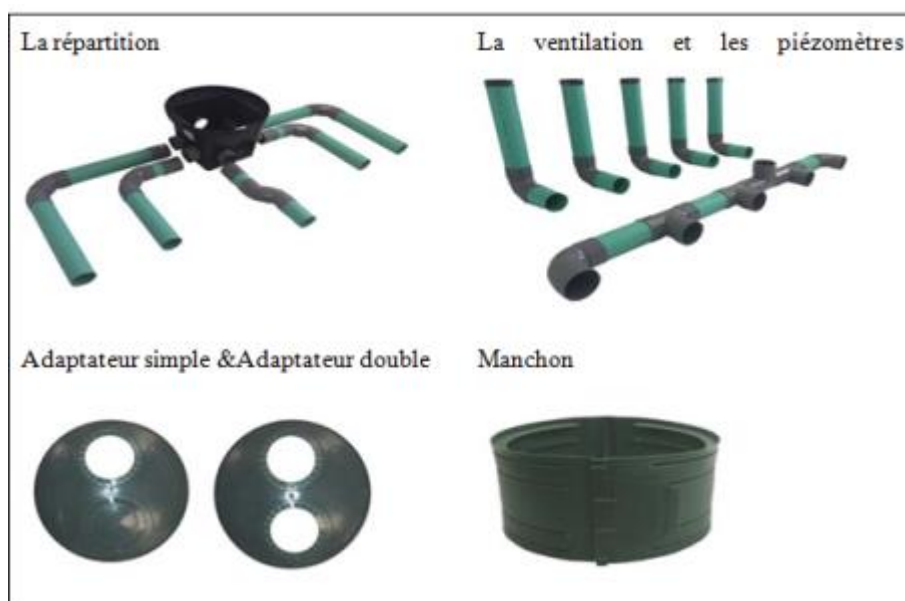


Figure II.13 : Représentation de l'assemblage « Clarinette »

C. Système de distribution

La distribution de l'effluent se fait à l'aide d'un ou plusieurs boîtes de distribution en polyéthylène.

Il est équipé d'égalisateur, vanne à déversoir ajustable, qui sont installés dans chacun des orifices de sortie de la boîte de distribution afin de permettre une distribution uniforme de l'effluent vers chaque conduite. Les égalisateurs permettent également de compenser d'éventuels mouvements de sol (Figure II.14).



Figure II.14 :Représentation de la boîte de distribution

D. Canalisation de collecte

Dans le cas de la filière « étanche », la collecte de l'effluent est effectuée par un réseau de canalisations en PVC, en fond du filtre placé dans la couche de 10 cm de gravier 10/40 mm. Les tuyaux disposent de fentes de 5 mm orientées vers le bas permettant de collecter l'effluent traité puis de le diriger vers la boîte d'échantillonnage par un tuyau PVC[40].

II.6.4 Système de ventilation

A. Système de ventilation des fosses septiques toutes eaux

Les fosses septiques des dispositifs sont raccordées à la ventilation secondaire raccordée à un extracteur statique installé 40 cm au-dessus du faite de toit permettant l'évacuation des gaz de fermentation.

B. Système de ventilation du filtre

Chaque dispositif dispose d'un évent d'aération muni de tuyau et raccords en PVC et d'un chapeau de ventilation qui agit comme point d'entrée d'air. L'air passe ensuite dans les conduites, puis à travers la boîte de distribution et la fosse toutes eaux pour finalement sortir par la ventilation secondaire. Le circuit aéré doit être continu entre l'entrée et la sortie. Ce système de ventilation du filtre est compris dans la clarinette[40].

II.6.5 Autres équipements

A. Echantillonnage

Dans le cas de la « filière étanche » et de la « filière non étanche » un prélèvement est réalisable dans la boîte d'échantillonnage.

B. Couvercles

Les couvercles des boîtes de distribution et d'échantillonnage sont en polypropylène, les couvercles sont assemblés via des rainures puis vissés sur la boîte ou rehausse. Le couvercle de distribution est équipé d'un joint en polyéthylène basse densité linéaire afin d'assurer l'étanchéité (Figure II.15).



Figure II.15 : Représentation de la boîte d'échantillonnage

C. Rehausses

Tous les couvercles des boîtes du filtre peuvent être équipés de rehausses en polypropylène de (Figure II.16)

- 13,5 cm pour la boîte d'échantillonnage
- 30 et 15 cm pour la boîte de distribution.

Elles sont assemblées via des rainures puis vissées sur la boîte ou entre elles. Les rehausses de distribution sont équipées de joints en polyéthylène basse densité linéaire afin d'assurer l'étanchéité[40].

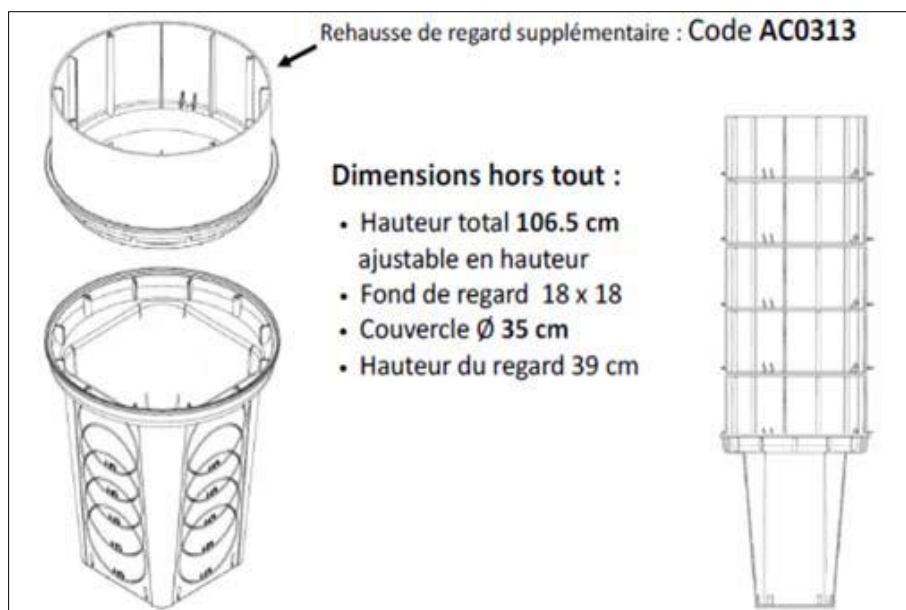


Figure II.16 :Caractéristiques des rehausses

II.7 Performances

II.7.1 Performances épuratoires garanties

Les performances garanties dans les conditions normales d'utilisation correspondent aux seuils réglementaires, soit 30mg/l pour la BDO₅ et 35 mg/l pour les MES et 50000 U/UFC sur les coliformes fécaux. La température de fonctionnement varie de -10°C à 60°C avec une durée de vie estimée à 100 ans et plus.

II.7.2 Performances énergétiques déclarées

Le système ne dispose pas d'équipement électrique.

II.7.3 Niveau sonore déclaré

Le système ne dispose pas d'équipement générant du bruit.[40]

II.8 Différentes étapes d'installations

II.8.1 Système EnviroSeptic étanche

Les différentes étapes d'installation du système ES étanche consistent en (Voir ANNEXE 3) [40] :

- Préparation du sol récepteur
- Déploiement et positionnement de la géomembrane
- Pose de la collerette étanche et positionnement des rangées de drains
- Couverture par une couche de gravier avec grille de filtration et sable filtrant

- Installation des conduites EnviroSeptic et les manchons
- Installation de la colonne de ventilation, les piézomètres et les conduites d'alimentation
- Positionnement des égalisateurs à l'intérieur du regard de répartition
- Couverture de sable filtrant et enfin pose d'une couche de remblai perméable à l'air.

II.8.2 Système EnviroSeptic non étanche

Les étapes d'installation du système ES non étanche (Voir ANNEXE 4)[40].

- Terrassement de la surface d'infiltration
- Positionnement du bac échantillonneur et du drain chaussette
- Couverture de sable filtrant
- Installation des conduites EnviroSeptic et les manchons
- Installation de la colonne de ventilation, les piézomètres et les conduites d'alimentation
- Positionnement des égalisateurs à l'intérieur du regard de répartition
- Couverture de sable filtrant et enfin pose d'une couche de remblai perméable à l'air.

II.9 Problèmes d'exploitation

Le système requiert un minimum de maintenance suite aux problèmes d'exploitation identifiés ci-après (Figure II.17) [38].

Tableau II-7 : Les étapes de maintenance du système

Problèmes	Maintenance
Premier compartiment de la fosse septique rempli de détritux solides	Un curage est nécessaire une fois tous les 3 à 5 ans.
Conduites bouchées	Vérification périodique et débouchage
Regard de distribution bouché	Vérification périodique et débouchage
Niveau d'eau au-dessus de celui de l'arrivée conduit à la stagnation de l'eau dans les conduites Enviroseptic	Vérification du niveau d'eau traitée et vider le réservoir si nécessaire

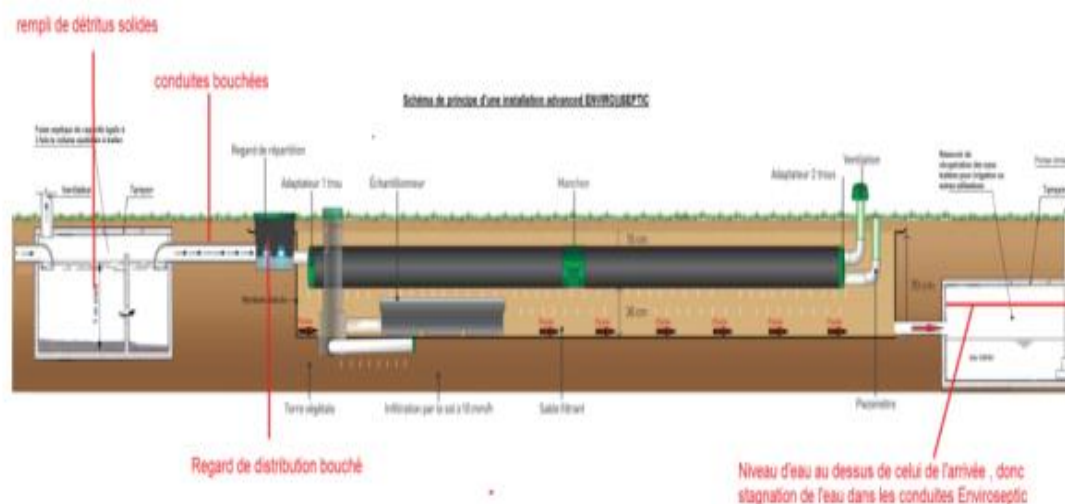


Figure II.17 : Points de maintenance

II.10 STEP BDV principale GRN

II.10.1 Présentation de la STEP

La station d'épuration de la base principale GRN est conçue pour un nombre 600 à 800 personnes avec un maximum de 1200 personnes (Figure II.18).

- Volume quotidien à traiter est de 160 m³ par jour
- Fosse septique de 250 m³
- Réservoir des eaux traitées de 150 m³
- Réalisation (Mai- Septembre 2019)

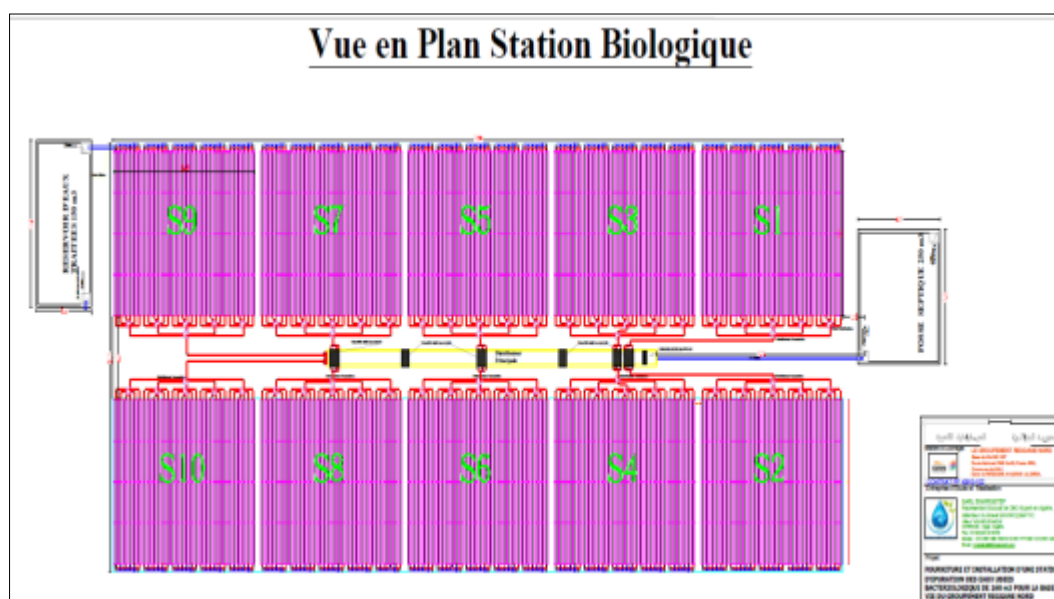


Figure II.18 : Plan général STEP BDV GRN

II.10.2 Fonctionnement de la STEP

a. Traitement primaire (Fosse septique) :

Arrivée des eaux brutes de la base de vie et le camp militaire dans la fosse septique de capacité de 250m³ pour subir une décantation physique des matières en suspension pendant un séjour de 1 à 2 jours.



Figure II.19 : Fosse septique STEP BDV GRN

b. Dispositif de répartition :

Après décantation les effluents se dirigent vers le dispositif de répartition en béton qui sert à assurer une répartition optimale des eaux usées vers le système EnviroSeptic.



Figure II.20 : Dispositif de répartition

c. Traitement secondaire :

Les effluents sont distribués dans chacune des rangées des dix (10) batteries de conduites Advanced EnviroSeptic pour traitement biologique par des bactéries aérobies et anaérobies.

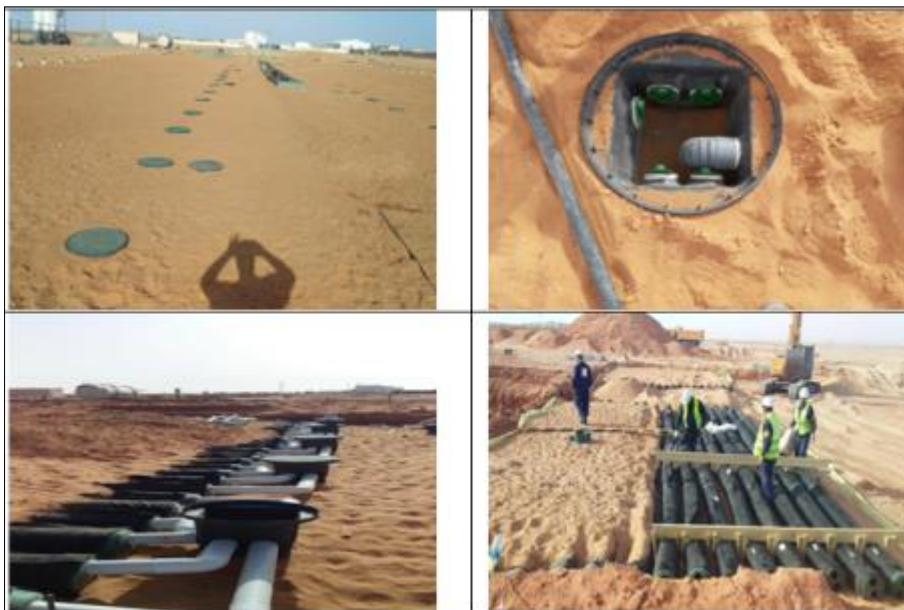


Figure II.21 : Les conduites EnviroSeptic

d. Réservoir de collecte :

Un réservoir de stockage de 150m³ pour l'eau traitée, qui sera acheminée vers un bac de stockage et qui sera utilisée pour l'irrigation au niveau de la base de vie.



Figure II.22 : Réservoir des eaux traitées

II.11 STEP BDV 58 Cabines

II.11.1 Présentation de la STEP

La station d'épuration de la base annexe 58 Cabines est conçue pour un nombre 116 à 200 personnes (Figure II.19).

- Volume quotidien à traiter est de 50 m³ par jour
- Fosse septique de 150 m³
- Réservoir des eaux traitées de 50 m³
- Réalisation en Mars- Mai 2017

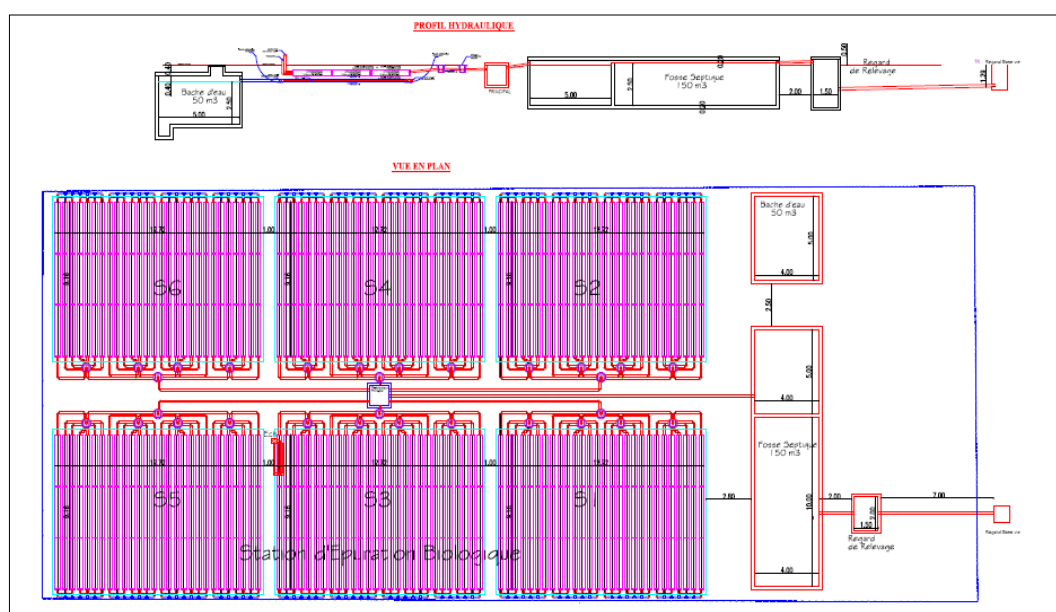


Figure II.23 : Plan général STEP BDV 58 cabines

II.11.2 Fonctionnement la STEP

a. Traitement primaire (Fosse septique) :

Arrivée des eaux brutes de la base de vie et le camp militaire dans la fosse septique de capacité de 150m³ pour subir une décantation physique des matières en suspension pendant un séjour de 1à 2 jours.



Figure II.24 : Fosse septique BDV 58 cabines

b. Dispositif de répartition :

Après décantation et en atteignant un certain niveau, les effluents se dirigent vers la boîte de répartition qui sert à assurer une répartition optimale des eaux usées vers le système EnviroSeptic.



Figure II.25 : Boîte de répartition

c. Traitement secondaire :

Les effluents sont distribués dans chacune des rangées des six (06) batteries de conduites Advanced EnviroSeptic pour traitement biologique par des bactéries aérobies et anaérobies.



Figure II.26 : Les conduites EnviroSeptic

d. Fosse de collecte :

Un réservoir de stockage pour l'eau traitée de 50m³ utilisée pour l'irrigation.

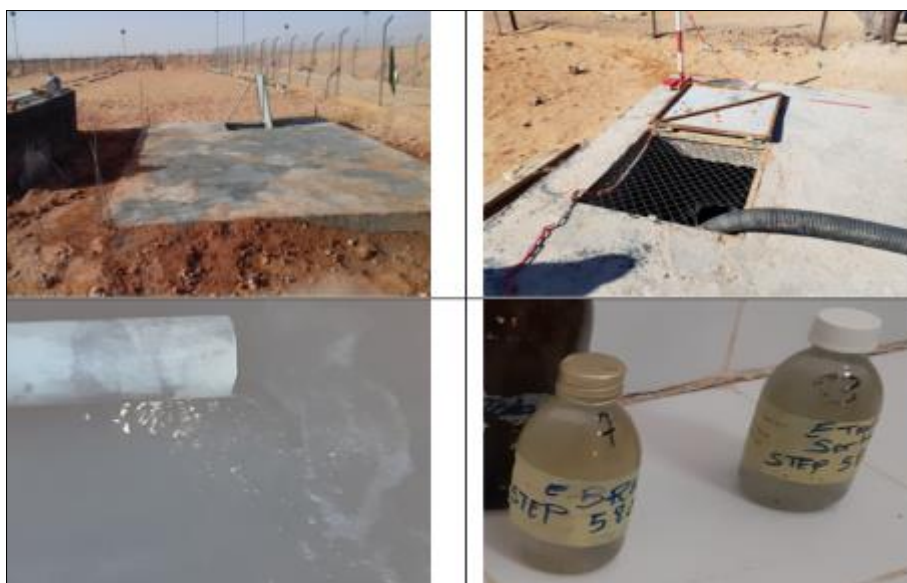


Figure II.27 : Réservoir des eaux traitées

Conclusion

Les stations d'épuration fonctionnent correctement à condition de respecter les quantités des effluents d'entrée, ainsi que le suivi périodique et maintenance conseillés.

Chapitre III . Matériel et Méthodes

III.1 Introduction

Les différents travaux effectués dans le cadre de cette étude ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) Adrar, sauf pour les MES qui ont été réalisés au niveau de l'institut de l'énergie solaire Adrar pour les analyses de MES et les coliformes totaux au niveau du laboratoire du contrôle des fraudes pour les analyses bactériologiques Adrar.

III.2 Description et localisation des points d'échantillonnage

Pour faire une analyse de l'eau, il faut tout d'abord procéder à l'échantillonnage.

Les prélèvements des échantillons sont effectués au niveau des STEP de la base de vie principale BDV GRN et la base de vie annexe BDV 58 Cabines, dans des flacons stériles en verre fournis par l'ANRH.

La fréquence d'échantillonnage est de l'ordre d'une fois par deux mois.

III.2.1 Techniques de prélèvement d'échantillons d'eau

a) Matériel utilisé

Les prélèvements des échantillons sont effectués dans des flacons stériles en verre d'un litre fournis par l'ANRH avec glacière pour la conservation des échantillons.

b) Technique de prélèvement

L'échantillonnage est effectué à partir de 07H30 le matin, les flacons sont rincés plusieurs fois avec l'eau à prélever, ensuite on procède au remplissage du flacon, on ferme, on rince et essuie l'extérieur du flacon et on procède à l'étiquetage.

Après le prélèvement et ajout de l'acide pour la conservation, les échantillons sont transportés dans les glacières vers l'ANRH Adrar.

III.2.2 Echantillonnage

Les échantillons sont prélevés à l'entrée des STEP au niveau de la fosse septique et à la sortie de la STEP au niveau du réservoir de récupération des eaux traitées (Figure III.1).



Figure III.1 : Prélèvement et échantillonnage

III.3 Analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau

III.3.1 Mesure du pH

La mesure du pH a été effectuée sur site à l'aide d'un pH-mètre muni d'une électrode préalablement étalonnée avec des solutions tampon pH (4 et 7). La méthode consiste à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bûcher, Après la stabilisation de l'affichage sur le cadran du pH mètre, on lit la valeur du pH directement.

➤ Mode opératoire

Tout d'abord on rince le bûcher et l'électrode avec de l'eau distillée, puis avec de l'eau à analyser, ensuite on remplit le bûcher avec l'échantillon et on immerge l'électrode avec agitation, Nous lisons directement le pH lorsque sa valeur est stabilisée. Le montage est donné par la figure suivante (Figure III.2).

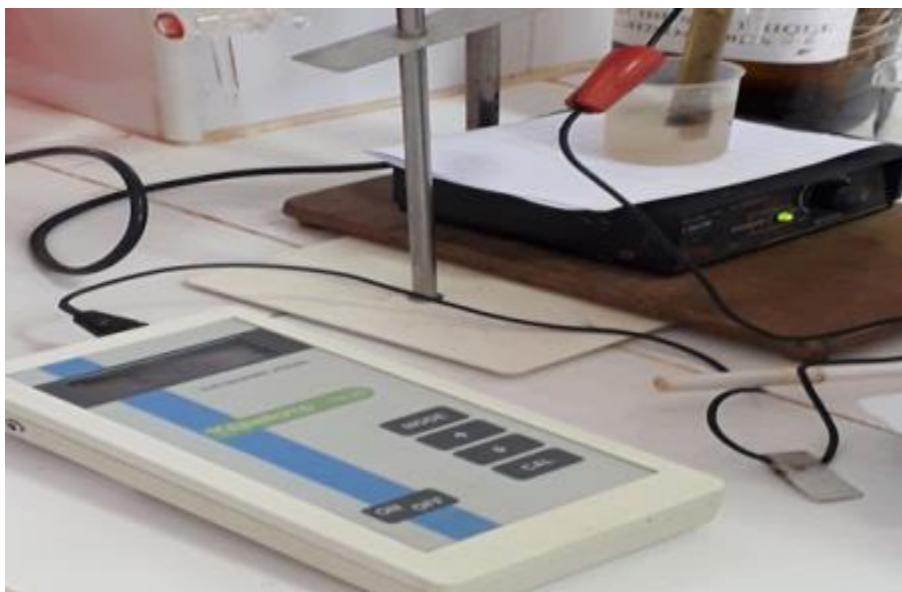


Figure III.2 : Mesure du pH

III.3.2 Mesure de la conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes de platine de 1 cm² de surface, séparé par une distance de 1 cm, elle est l'inverse de la résistivité électrique (ρ) [21].

$$\gamma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \times \frac{L}{S}$$

γ : conductivité (en Ω , m-1 ou S, m-1)

ρ : résistivité (en Ω , m),

R : résistance (en Ω),

L : distance entre les deux électrodes (en m),

S : surface de chaque électrode (en m²)

➤ Mode opératoire

Premièrement on rince plusieurs fois la cellule de la conductivité avec de l'eau distillée, puis on plonge l'électrode complètement dans un récipient contenant l'eau à analyser. Par la suite on agite l'échantillon afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide, cette agitation permet d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Enfin on note la valeur finale affichée sur le conductimètre. Le résultat est donné directement en $\mu\text{S/cm}$ [21].

III.3.3 Détermination de la matière en suspension (MES)

L'eau est centrifugée à environ $3000 \times g$ (soit 4000 trs/min pour un rayon de centrifugation de 10 cm) pendant 20 minutes, Le culot recueilli, séché à $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ et pesé, Il peut être ensuite calciné à $525\text{ }^{\circ}\text{C}$ et pesé de nouveau [21].

➤ Mode opératoire

Tout d'abord, on sèche les tubes à $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, puis on pèse après refroidissement et on note sa masse à vide M_0 . Ensuite on centrifuge un volume d'eau, d'une prise d'essai (10 ml) pendant 20 min à 4000 trs/min (Figure III.3).

On sépare alors le liquide surnageant par siphonage sans perturbation du dépôt, On sèche à l'étuve pendant 2h à $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, On pèse après refroidissement au dessiccateur et on note sa masse M_1 (Figure III.3) [21].

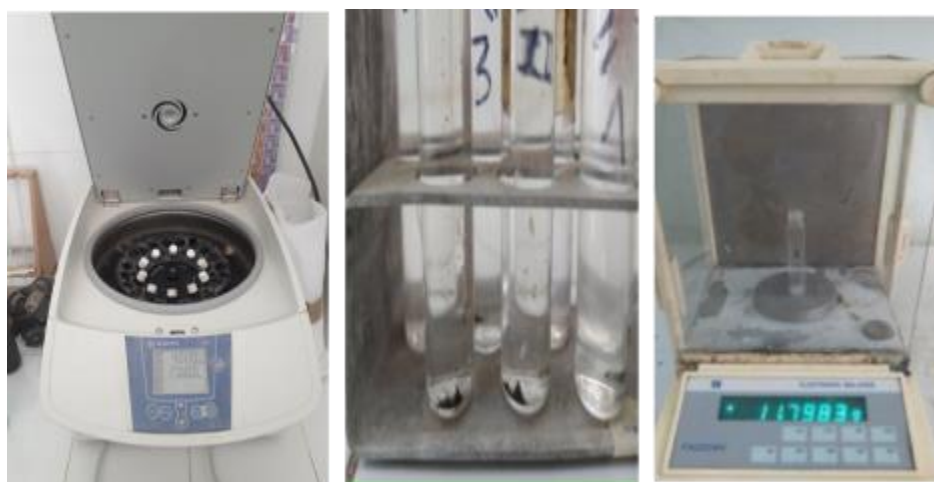


Figure III.3 : Détermination de la MES

➤ Expression des résultats

Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/L) est donné par l'expression :

$$C_{MES} = (M_1 - M_0) \times \frac{1000}{V}$$

C_{MES} : concentration de la MES en mg/l.

M_0 : la masse de tube vide.

M_1 : la masse de tube pleine après dessiccation à $105\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V : le volume d'eau traitée en ml.

III.3.4 Détermination de la turbidité

La turbidité mesure la propriété optique de l'eau qui résulte de l'absorption de la lumière par les particules en suspension présentes dans l'eau [21].

➤ Mode opératoire

On met l'appareil sous tension et après rinçage plusieurs fois la cuvette par l'échantillon à analyser, on remplit par la suite la cuvette par ce dernier et on place la prise d'essai de l'échantillon et on appuie " READ " le résultat en NTU s'affiche(Figure III.4)[21].



Figure III.4 : Mesure de la turbidité

III.3.5 Détermination des nitrates

Les nitrates NO_3^- sont réduits en nitrites par une solution d'hydrazine en milieu alcalin et en présence du sulfate de cuivre comme catalyseur.

Les nitrites obtenus sont alors dosés par colorimétrie : diazotation avec l'acide sulfanilique et copulations avec l' α – Naphtylamine. On mesure la densité du colorant ainsi formé à 520 nm [21].

➤ Réactifs

- ✓ Solution mère de nitrates à 1000 mg/l :

Dissoudre 1,631g de nitrates de potassium préalablement séchés au dessiccateur et compléter à 1000 ml par de l'eau distillée,

✓ Solutions étalons :

Prendre successivement : 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 et 15 ml de la solution mère de nitrate et compléter chaque prélèvement à 100 ml par de l'eau distillée, On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement : 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100 et 150 mg/l de nitrates(Figure III.5)[21].



Figure III.5 : Dosage des nitrates

- ✓ Solution de soude à 0,05 M,
- ✓ Mélange réducteur à préparer au moment de l'emploi :
 - 5 ml de la solution de Sulfate de Cuivre
 - 5 ml de la solution d'hydrazine
 - Eau distillée Q, S, P 200 ml
- ✓ Mélange colorant (conserver en flacon brun) :
 - 10 ml d'acétone,
 - 20 ml d'acide sulfanilique,
 - 20 ml d'E, D, T, A,
 - 20 ml d'acétate de sodium,
 - 20 ml d' α -Naphthylamine,
 - Eau distillée Q, S, P 1000 ml,

Ajouter l' α -Naphthylamine en dernier et après une dilution pour éviter la formation d'un précipité blanc laiteux, et compléter avec l'eau distillée à 1000 ml.

➤ **Mode opératoire**

De préférence, on effectue le dosage dans des flacons bruns et on réalise le mélange suivant en introduisant dans le flacon : 1 ml prise d'essai, 5 ml de solution de soude à 0,05 M, après l'agitation on ajoute 5 ml de mélange réducteur, encore une fois on agite ce dernier mélange.

Après une heure, on ajoute 40 ml du mélange colorant, et on met à l'obscurité pendant 15 min, finalement on mesure la densité à 520 nm(Figure III.6)[21].



Figure III.6 : Conservation des flacons à l'obscurité

➤ **Expression des résultats**

La courbe donne directement les teneurs en azote nitriques des échantillons exprimés en mg/l.

III.3.6 Détermination des nitrites

Par diazotation des nitrites NO_2^- avec l'acide sulfanilique à pH 2,5 puis par copulation du composé formé avec l' α -Naphthylamine, on obtient un colorant azoïque rouge stable au moins 12 heures dont on mesure l'intensité à 520 nm [21].

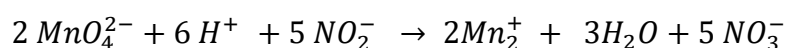
➤ **Réactifs**

- ✓ Solution d'acide sulfanilique ;
- ✓ Solution d' α -naphthylamine ;
- ✓ Solution tampon d'acétate de sodium ;
- ✓ Solution d'E, D.T.A à 5 g/l ;
- ✓ Solution mère étalon des nitrites à 100 mg/l:

- Eau distillée Q.S.P 1000 ml ;
- 150 mg de nitrite de sodium ; On les conserve en y ajoutant 1ml/l de chloroforme.

➤ **Titration de la solution mère de nitrite**

Le nitrite est oxydé au moyen d'un excès de permanganate, L'excès d'oxydant est ensuite dosé par iodométrie [21].



Tout d'abord on fait le mélange suivant dans un bécher : 10 ml de permanganate de potassium à 0,01N, avec 2 ml d'acide sulfurique dilué au 1/2, et 20 ml de solution de nitrite. Après l'agitation on ajoute 5 ml d'iodure de potassium à 10%. La concentration de la solution mère de nitrite exprimé en mg/l, est donnée par :

$$[\text{NO}_2^-] \text{ en mg /l} = \frac{(\text{T}_{\text{thiosulfate de sodium}} \times (V_0 - V) \times 23000)}{\text{PE}}$$

Avec :

V_0 : le volume trouvé pour un témoin effectué avec de l'eau distillé (ml).

V : le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour l'échantillon (ml).

T : titre de thiosulfate de sodium (mol/l).

PE : prise d'essai (ml)

A partir de cette solution de nitrites, on prépare une solution fille à 1mg/l de NO_2^-

✓ Solutions étalons :

Prendre successivement : 1, 2, 4, 6, 8, 10 ml de la solution à 1 mg/l de NO_2^- et compléter par l'eau distillée à 50 ml. On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement : 0,02;0,04; 0,08; 0,12; 0,16 et 0,20 mg/l de NO_2^- (Figure III.7).



Figure III.7 : Les solutions étalons des nitrites

➤ **Mode opératoire**

On réalise le mélange en introduisant 50ml de prise d'essai, avec 1ml de solution d'E,D,T,A et 1 ml d'acide sulfanilique, ensuite on gite et on attend 10 minutes, puis on ajoute 1ml d' α -Naphtylamine, 1ml de la solution de tampon acétate. Encore une fois on agite et on attend 30 minutes, enfin on effectue la mesure colorimétrique à 520 nm[21].

➤ **Expression des résultats**

Après le traçage de la courbe d'étalonnage on lit directement les teneurs en azote nitreux des échantillons exprimé en mg/l.

III.3.7 Dosage de l'ammonium

L'ammonium, en milieu alcalin et en présence d'hypochlorite de sodium donne avec le phénol une coloration bleue d'indophénol susceptible d'un dosage colorimétrique. On utilise du nitroprussiate de sodium comme catalyseur (Figure III.8)[21].

➤ **Réactifs**

- ✓ Solution mère d'ammonium 1 g/l (NH_4^+):

Peser 2,972g de chlorure d'ammonium NH_4Cl préalablement séché et refroidi au dessiccateur. Dissoudre cette quantité dans de l'eau distillée et compléter à 1000 ml.

- ✓ Solution d' ammonium 10 mg/l (NH_4^+).

Prendre 2 ml de la solution mère à 1g/l et compléter à 200 ml par de l'eau distillée.

- ✓ Solution d'hypochlorite de sodium à 2° chlorométrique

✓ Solution étalon :

Prendre successivement : 0,25 ; 0,5 ; 1,25 ; 2,5 ; 5 ; 7 et 10ml de la solution à 10mg/l et compléter à 50 ml par de l'eau distillée, on obtient alors des solutions étalons contenant respectivement : 0,05 ; 0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 et 2mg/l de (NH_4^+) [21].

✓ Mélange des réactifs :

On mélange les 3 premiers réactifs dans les proportions suivantes :

- 200 ml de la solution tampon et complexante ;
- 25 ml de la solution de phénate de sodium ;
- 10 ml de la solution de nitroprussiate de sodium ;

➤ **Mode opératoire**

La mesure colorimétrique s'effectue en opérant le mélange suivant : 20 ml PE, 2 ml du réactif mélangé, 0,5 ml d'hypochlorite à 2 °Cl.

La coloration bleue se développe à partir du moment où on les laisse les flacons à l'obscurité pendant une heure et demie, La coloration reste stable plusieurs heures. Ensuite on effectue la mesure colorimétrique à 625 nm[21].



Figure III.8 : Dosage de l'ammonium

➤ **Expression des résultats**

La courbe donne directement la teneur en azote ammoniacal des échantillons exprimés en mg/l.

III.3.8 Dosage de l'orthophosphates

En milieu acide et en présence du molybdate d'ammonium $\text{Mo}_7(\text{NH}_4)_4\text{H}_2\text{O}$, les orthophosphates PO_4^{3-} donnent un complexe phosphomolybdique qui est réduit par l'acide ascorbique, et développe une coloration bleue pouvant être dosée colorimétriquement à une longueur d'onde de 710 ou 800 nm (Figure III.9) [21].

➤ **Réactifs**

- ✓ Solution d'acide ascorbique à 10 g/l.
- ✓ Solution de molybdate d'ammonium.
- ✓ Solution mère de l'ortho-phosphate (PO_4^{3-}) à 1g/l :

Dissoudre 143,2 mg de phosphate dihydrogénopotassique (KH_2PO_4) (desséché au préalable à l'étuve à 100°C) dans 1000 ml d'eau distillée.

- ✓ Solution de (PO_4^{3-}) à 10mg/l :

Placer dans une fiole jaugée de 200 ml, 2 ml de la solution mère et compléter ensuite par de l'eau distillée jusqu'à atteindre le trait de jauge.

- ✓ Solutions étalons :

Prendre successivement les volumes de : 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 15 et 20 ml de la solution à 10 mg/l, puis compléter à 50 ml avec de l'eau distillée, On obtient donc des solutions étalons contenant respectivement les concentrations suivantes : 0,5; 1; 1,5; 2 ; 3 et 4 mg/l.

➤ **Mode opératoire**

Dans des tubes à essai on introduit 20 ml prise d'essai, puis on ajoute 5 ml des réactifs mélangés (3 volumes de la solution molybdique, 1 volume de la solution de l'acide ascorbique).



Figure III.9 : Dosage des phosphates

On les met à l'étuve durant 20 minutes à 80 °C et on les laisse refroidir puis on mesure l'absorption à une longueur d'onde de 825 nm (Figure III.10)[21].



Figure III.10 : UV-Visible pour mesurer la densité optique

➤ **Expression des résultats :**

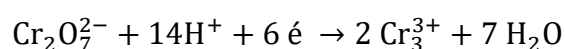
La courbe donne directement la teneur en ortho-phosphate des échantillons exprimée en mg/l.

III.3.9 Demande chimique en oxygène (DCO)

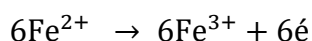
La DCO permet de déterminer la teneur totale en matières organiques oxydables des eaux, la détermination de la DCO s'effectue en deux étapes:

- Une oxydation de la matière organique réductrice contenue dans l'eau, par un excès de dichromate de potassium, ($K_2Cr_2O_7$), Cette oxydation se réalise en milieu acide (H_2SO_4), en présence de sulfate d'argent comme catalyseur (Ag_2SO_4) et de sulfate de mercure ($HgSO_4$) pour limiter l'interférence des chlorures, le mélange est porté à l'ébullition ($150^\circ C$) à reflux pendant 2 h,

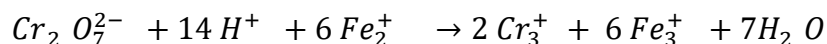
Le dichromate de potassium est réduit comme suite :



- L'excès dichromate de potassium est dosé par une solution titrée de sulfate de fer (II) et d'ammonium (donc de Fe_2^+), en présence de ferroïne comme indicateur[21],



La réaction globale du dosage est la suivante :



➤ Réactifs

- ✓ Solution d'acide sulfurique à 4mol/l.
- ✓ Solution de sulfate d'argent à 10g/l.
- ✓ Solution de sulfate de Fer et d'ammonium à 0,12 mol/l.
- ✓ Solution de ferroïne.
- ✓ Solution étalon de dichromate de potassium à 0,04 mol/l, contenant du sulfate de mercure (II).
- ✓ Vérification du titre de la solution de sulfate de Fer et d'ammonium

Dans un erlenmeyer, on met 5ml de bichromate de potassium à 0,04 mol/l ; on ajoute environ 100 ml avec la solution d'acide sulfurique H_2SO_4 à 4 mol/l ; enfin, on ajoute quelque goutte d'indicateur ferroïne, On remplit la burette avec le sulfate de fer et d'ammonium $(NH_4)_2Fe(SO_4)_6H_2O$; (0,12 mol/l), On titre jusqu'à la coloration devient rouge(Figure III.11) [21].

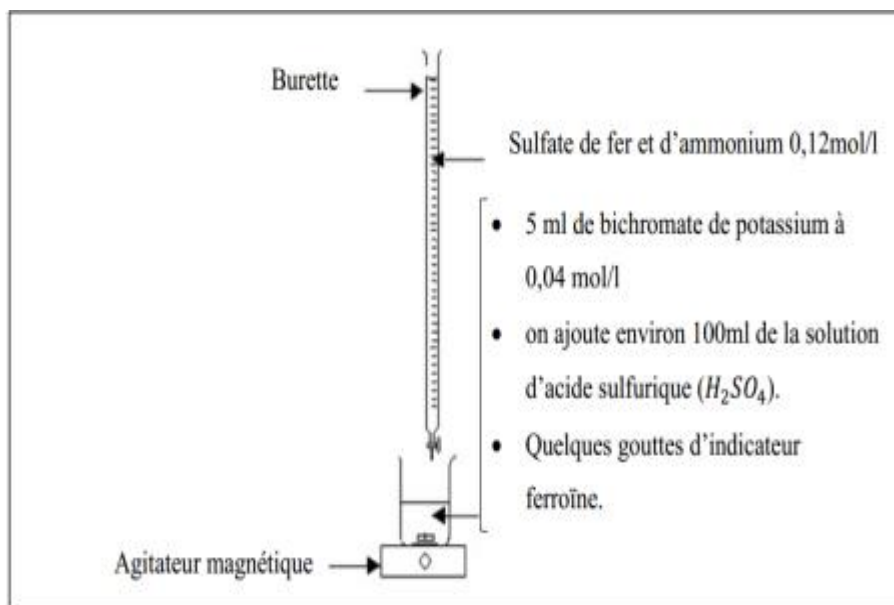


Figure III.11 : Vérification du titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

La concentration (en mol/l) de la solution sulfate de Fer et d'ammonium est donnée par la formule ci-dessous ou les volumes exprimés en ml :

$$C_{\text{mol/l}} = \frac{V_{\text{dichromate}} \times 0,04}{V_{\text{sulfate de fer}}} \times 6 = \frac{1,2}{V_{\text{sulfate de fer}}}$$

Avec :

C : La concentration du sulfate de fer et d'ammonium (mol/l)

$V_{\text{sulfate de fer}}$: Le volume de sulfate de fer nécessaire au dosage (ml)

$V_{\text{dichromate}}$: Volume de dichromate de potassium (ml)

➤ Mode opératoire

Dans une série des tubes on introduit 10 ml (témoin , d'échantillon), 5 ml dichromate $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,04 mol/l) et on ajoute quelques billes régulatrices d'ébullition, 15 ml d'acide sulfurique contenant le sulfate d'argent puis on agite soigneusement les tubes, On met une ou deux gouttes d'acide sulfurique sur le col rodé, Le mélange est porté à l'ébullition pendant deux heures(Figure III.12)[21].



Figure III.12 : Echauffement du mélange (échantillon + réactif)

On retire les tubes et on les laisse refroidir. Après (2h) on transvase le tout dans un erlenmeyer de 250 ml, et on rince avec environs 75 ml d'eau. On titre l'excès de bichromate de potassium avec la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium en présence d'une ou deux gouttes de ferroïne jusqu'à la coloration rouge brique(Figure III.13)[21].



Figure III.13 : Titrage de l'excès de dichromate de potassium

➤ Expression des résultats

La demande chimique en oxygène (DCO) exprimée en milligrammes d'oxygène par litre est égale à :

$$\text{DCO en mg/l d'O}_2 = \frac{8000 \times (V_0 - V_1) \times T}{PE} = 800 \times (V_0 - V_1) \times T$$

Avec :

V_0 = Volume de sulfate de fer et d'ammonium (II) nécessaire au dosage (ml),

V_1 = Volume de sulfate de fer et d'ammonium (II) nécessaire à l'essai à blanc (ml),

T = Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium,

P, E = Volume de la prise d'essai (ml),

III.3.10 Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Le principe de mesure de la demande biochimique en oxygène consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée au bout de cinq jours d'incubation, dans les conditions d'essai, à 20°C dans une solution diluée de l'échantillon[21].

➤ Mode opératoire :

On remplit les flacons avec les échantillons d'eau (usée et épurée) et on met un barreau magnétique dans chacun des flacons pour l'homogénéisation, On rajoute les pastilles d'hydroxyde de sodium pour piéger le CO₂ dégagé par l'oxydation de la matière organique.

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 est obtenu directement sur l'afficheur (Figure III.14) [21].



Figure III.14 : Incubation des flacons

➤ **Expression des résultats :**

$$DBO_5 = 0,8 \times DCO$$

Tableau III-1 : Facteur de conversion de la DBO_5 en fonction de volume de prise

La charge	Présumée DBO_5 (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
Très faible	0 – 40	432	1
Faible	0 – 80	365	2
Moyenne	0 – 200	250	5
Plus que la moyenne	0 – 400	164	10
Un peu chargée	0 – 800	97	20
Chargé	0 – 2000	43,5	50
Très chargé	0 – 4000	22,7	100

La valeur de la DBO_5 est calculée selon l'expression suivante :

$$DBO_5 \text{ en mg/l } d'O_2 = \text{lecture} \times \text{fact}$$

III.4 Analyses des paramètres bactériologiques

Ces analyses sont effectuées pour évaluer la qualité bactériologique des eaux usées traitées à des fins d'irrigation [41].

➤ **Matériel**

- ✓ Boîte de Pétri de dimension de 90 à 100mm
- ✓ Bain-marie réglable
- ✓ Membrane filtrante de porosité 0,45 μ
- ✓ Autoclave
- ✓ L'incubateur ou étuve (37-44 ° ; 220c)
- ✓ Distillateur
- ✓ Bombonne à gaz, le bec bunsens
- ✓ Réfrigérateur et Jarre d'anaérobiose
- ✓ Lampe à filtration
- ✓ Verrerie de laboratoire
- ✓ Microscope

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ Préparation des milieux de culture

- ✓ Préparation de l'échantillon dilution, concentration
- ✓ Méthodes de dénombrement/ Méthodes de dénombrement direct par numération de colonies isolées après ensemencement sur un support nutritif solide. Dénombrement direct par calcul statistique

III.4.1 Préparation des milieux de culture

La préparation des milieux de culture est une étape très importante et doit être réalisée avec précaution. Dans ce cadre, les flacons contenant les milieux de culture complets déshydratés doivent être à l'abri de la lumière, dans un endroit sec à la température indiquée par le fabricant. Pour préparer ces milieux de cultures, on utilise de culture, on utilise de l'eau distillée conservée dans des récipients en matériaux inertes, dépourvus de toute substance inhibitrice avant l'utilisation.

III.4.2 Préparation de l'échantillon

Le comptage après culture dans une boîte de Pétri ne se fait dans de bonnes conditions qu'entre 0 et 100 colony forming unit (CFU) par boîte de pétri ce qui, pour un échantillon de 1 ml correspond à une concentration comprise entre 0 et 100 CFU par ml.

Comme les procédés d'analyse bactériologique sont limités à une gamme réduite de concentration, cette gamme étroite permet de faire face aux situations réelles en modifiant le volume de l'échantillon ou plus généralement en modifiant sa concentration, soit par « dilution », soit par « concentration ».

a) Dilution

Généralement, on réalise des séries de dilution de 1/10 chacune. Le diluant utilisé est de l'eau stérile, de l'eau physiologique stérile, mais la solution de Ringer qui est un sérum physiologique au KCL paraît la plus préférable.

b) Concentration

Dans le cas où le niveau de la concentration par ml est tel que l'échantillon habituel s'avère insuffisant pour permettre le dénombrement ou une évaluation valable, on peut avoir recours à la filtration sur membrane, ce qui permet de concentrer facilement les germes présents sur une membrane d'un diamètre de l'ordre de 47 mm.

III.4.3 Méthode de dénombrement des coliformes

a) Méthodes de dénombrement direct par numération de colonies isolées après ensemencement sur un support nutritif solide

Dans cette méthode, le dénombrement est effectué par intégration de la prise d'essai sur la surface du milieu de culture. Dans ce cas, les bactéries maintenues dispersées dans un milieu gélose liquide qui finit par se solidifier, donnent naissance dans des conditions favorables à des colonies isolées les unes des autres qui, de ce fait, peuvent directement être comptées. A la fin, le résultat sera exprimé en nombre de colonies par volume d'échantillon.

b) Méthodes de dénombrement direct par calcul statistique dans un milieu liquide

Dans ce cas, les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide par suite de l'utilisation des milieux sélectifs ou d'une réaction chimique particulière. On peut mettre en évidence la présence d'une bactérie appartenant à un groupe donné en considérant le nombre de tubes ensemencés respectivement pour trois séries de dilution.

III.4.4 Identification des coliformes totaux

L'échantillon doit être filtré sur une membrane d'ester de cellulose de porosité 0,45 μ . Les coliformes totaux sont identifiés en comptant les colonies sur les boîtes de pétri incubées à 37°C pendant 24 heures (Figure III.15).

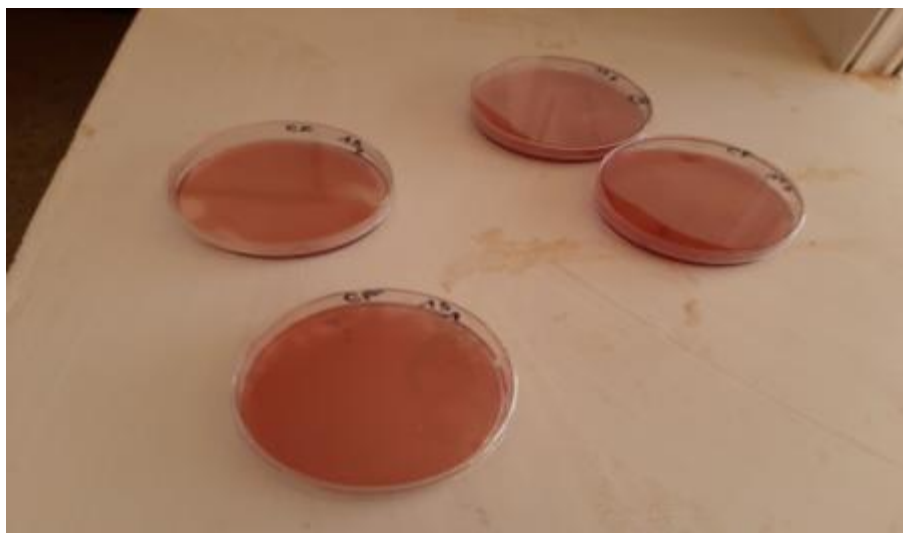


Figure III.15 : Boîtes Pétri

III.5 Conclusion

Les analyses physico-chimiques effectuées sont indispensables pour juger de la performance de la STEP EnviroSeptic ainsi que du rendement du procédé d'épuration.

Chapitre IV . Résultats et Discussions

IV.1 Introduction

Notre étude a porté sur certains paramètres afin de pouvoir juger de la qualité des eaux traitées ainsi que la performance et l'efficacité du traitement des stations d'épuration.

Les analyses des eaux usées ont été effectuées au niveau du :

- Laboratoire de l'ANRH ADRAR pour les paramètres Température, PH, DCO, DBO, conductivité, turbidité et résidu sec.
- L'institut de l'énergie solaire pour les analyses de MES.
- Laboratoire du contrôle des fraudes pour les analyses bactériologiques (Coliformes)

IV.2 Résultats et discussions des analyses des eaux usées domestiques STEP Base de vie principale GRN :

On va discuter les résultats des analyses de la nouvelle STEP de la base de vie principale GRN sur une période allant du mois d'octobre 2019 (date de mise en service) jusqu'au mois de mars 2020.

IV.2.1 Variation du potentiel hydrogène (pH)

L'évolution du pH des échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : Variation pH STEP BDV GRN

Paramètre	PH		Norme
	Entrée	Sortie	
03/10/2019	7,18	6,92	6,5 - 8,5
30/10/2019	7,1	7,5	
31/10/2019	6,9	7,4	
24/12/2019	7,08	7,49	
22/01/2020	6,45	7,21	
25/02/2020	7,11	7,18	
02/03/2020	6,72	7,01	

On constate de ces résultats que le PH varie entre 6,45 et 7,18 pour les eaux brutes et varie entre 6,92 et 7,5 pour les eaux usées traitées.

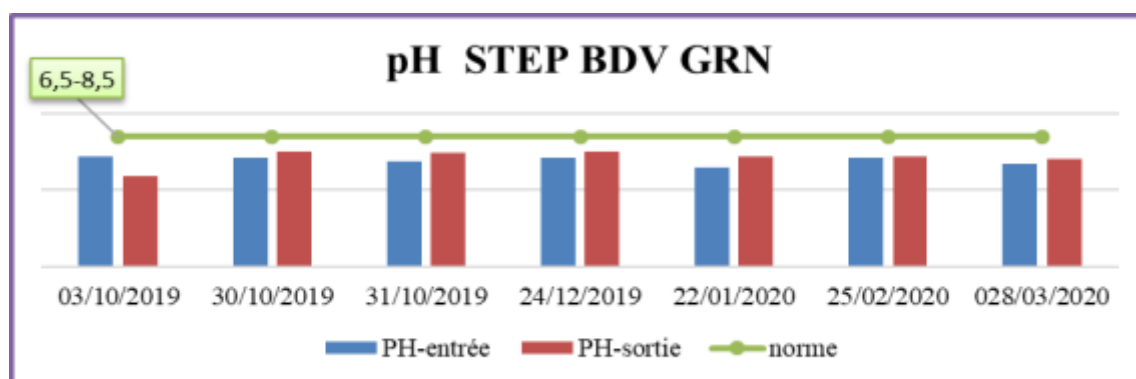


Figure IV.1 : Variation pH STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.1) qui montre que les valeurs du pH respectent la norme, et de ce fait les résultats des eaux usées traitées sont conformes.

IV.2.2 Variation de la température

L'évolution des températures à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-2 : Variation T° STEP BDV GRN

Paramètre	Température °C		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	25	23	30 °C
30/10/2019	25	23	
31/10/2019	25	23	
24/12/2019	25	24	
22/01/2020	25	24	
25/02/2020	25,3	25,3	
02/03/2020	25,4	23,3	

On constate de ces résultats que les températures varient entre 23°C et 25°C, une température plutôt stable avec une légère variation entre les températures d'entrée et sortie.

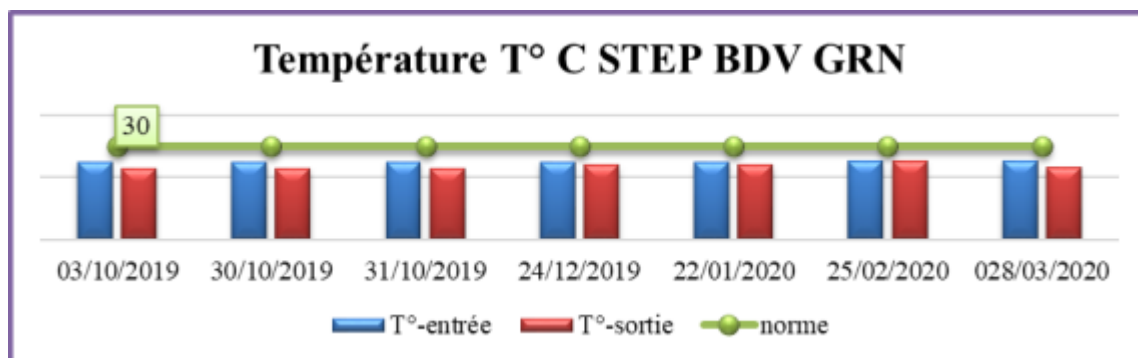


Figure IV.2 : Variation T°STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.2) qui montre que les valeurs de température obtenues sont stables vu que l'installation est totalement sous terre. Les résultats sont en dessous de la valeur de la norme de rejet des eaux usées domestiques et de ce fait sont conformes.

IV.2.3 Variation de la matière en suspension (MES)

L'évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-3 : Variation MES STEP BDV GRN

Date	MES Entrée mg/l	MES Sortie mg/l	Norme
30/10/2019	14717	8	30 mg/l
Date	MES Entrée mg/l	MES Sortie mg/l	
24/12/2019	286,67	40	
22/01/2020	73,33	13,67	
25/02/2020	70	36,67	

Les valeurs du 30/10/2019 sont les résultats d'analyses obtenues juste après la mise en service de la STEP pour prouver le bon fonctionnement de la STEP et montre une grande différence avec les autres valeurs pour les eaux brutes ainsi que les eaux traitées.

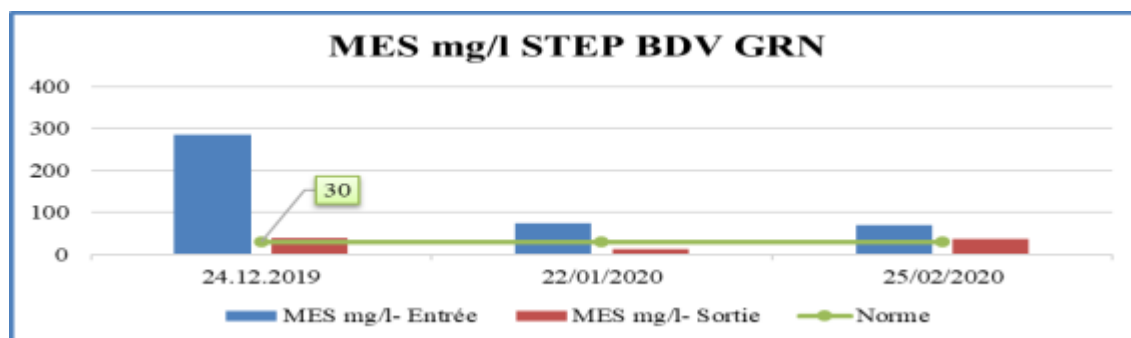


Figure IV.3 : Variation MES STEP BDV GRN

On a pris en compte que les trois derniers résultats pour le graphe. Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.3) qui montre que les eaux brutes de la base de vie sont très chargées avec un grand abattement de la charge à la sortie.

Les résultats sont non conformes aux normes pour les deux prélèvements du 24/12/2019 et du 25/02/2020 et conformes pour les autres prélèvements du 30/10/2019 et du 22/01/2020.

IV.2.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

L'évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-4 : Variation DCO STEP BDV GRN

Paramètre	DCO mg/l O ₂		Norme
Date	DCO Entrée	DCO Sortie	Norme
03/10/2019	188	26	90
30/10/2019	1059	86	
24/12/2019	432	58	
22/01/2020	436	87	
25/02/2020	252	39	
02/03/2020	271	58	

Les valeurs de la DCO variant entre 1059 mg/l d'O₂ et 188 mg/l d'O₂ pour les eaux brutes, ces variations s'expliquent qu'à la suite de la saturation de la STEP de la base de vie 58 Cabines et la non-conformité des analyses biologiques des eaux usées traitées, ces eaux traitées non autorisée à l'irrigation, sont transférées vers la STEP DBV GRN pour retraitement.

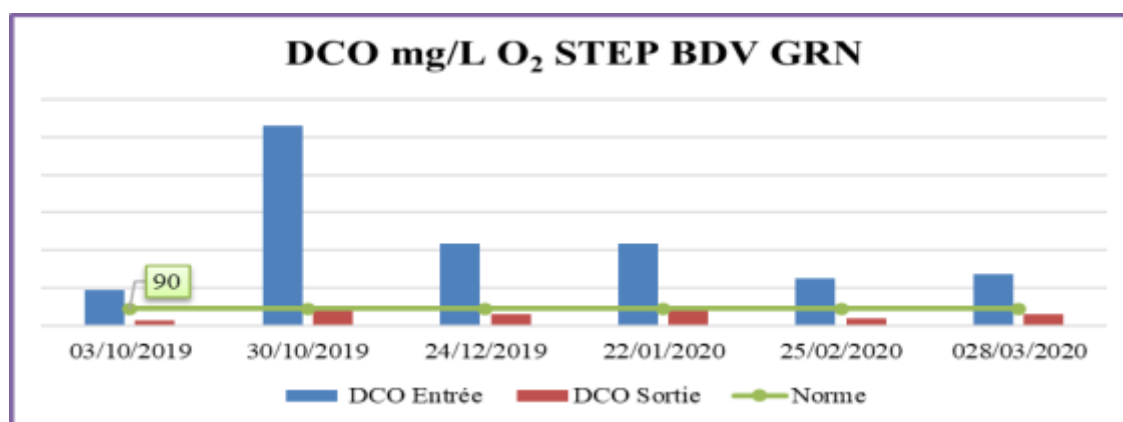


Figure IV.4 : Variation DCO STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.4) qui montre que les valeurs de la DCO des eaux traitées varient entre 87 mg/l d'O₂ et 26 mg/l d'O₂, ce qui est conforme à la norme.

IV.2.5 La variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

L'évolution de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-5 : Variation DBO₅ STEP BDV GRN

Paramètre	DBO ₅ mg/l O ₂		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	80	14	30
30/10/2019	1022	30	
31/10/2019	450	10	
24/12/2019	340	44	
22/01/2020	160	2	
25/02/2020	240	29	
02/03/2020	179	4	

Les valeurs de la DBO₅ variant entre 1022 mg/l d'O₂ et 80 mg/l d'O₂ pour les eaux brutes, ces variations s'expliquent qu'à la suite de la saturation de la STEP de la base de vie 58 Cabines et la non-conformité des analyses biologiques des eaux usées traitées, ces eaux traitées non autorisée à l'irrigation, sont transférées vers la STEP DBV GRN pour retraitement.

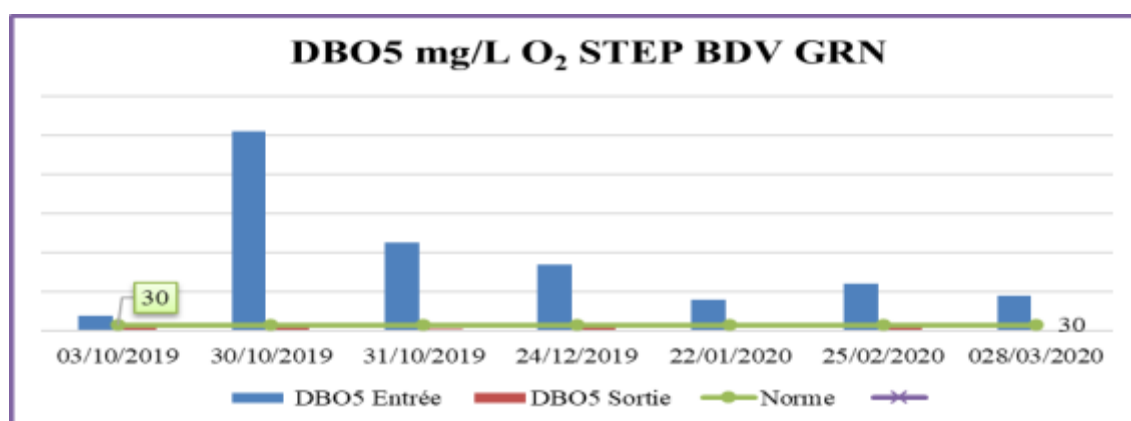


Figure IV.5 : Variation BDO₅ STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.5) qui montre que les valeurs de la BDO₅ des eaux traitées varient entre 44 mg/l d'O₂ et 04 mg/l d'O₂, à part la valeur de 44 mg/l d'O₂ qui dépasse la norme, les autres résultats sont conformes à la norme.

IV.2.6 Indice de biodégradabilité :

On peut également confirmer la qualité des effluents domestiques par l'indice de biodégradabilité DCO/DBO.

Tableau IV-6 : Variation Indice de biodégradabilité STEP BDV GRN

Date	03/10/2019	30/10/2019	24/12/2019	22/01/2020	25/02/2020	02/03/2020
DCO/DBO	2,35	1,03	1,27	2,73	1,05	1,51

Les résultats sont présentés dans le tableau IV.6 qui montre que le rapport DCO/DBO <3, ce qui nous démontre que les eaux usées domestiques BDV GRN sont facilement biodégradables.

IV.2.7 La variation de la Conductivité

L'évolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-7 : Variation de la Conductivité STEP BDV GRN

Paramètres	Conductivité ms/cm		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	2,38	2,17	2,8
24/12/2019	2,63	2,19	
22/01/2020	2,63	2,2	
25/02/2020	2,9	2,19	
02/03/2020	2,22	2,14	

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 2,22 ms/cm et 2,9 ms/cm pour les eaux brutes et varient entre 2,14 ms/cm et 2,2 ms/cm.

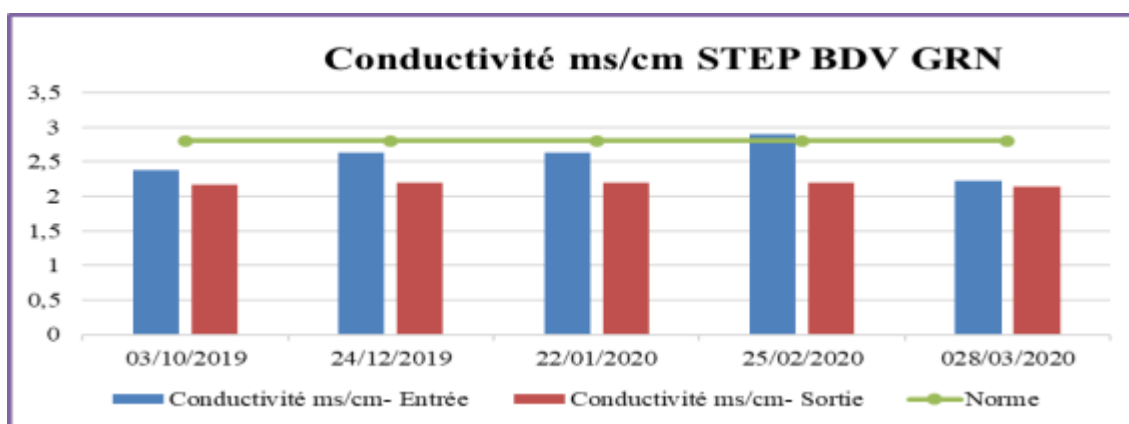


Figure IV.6 : Variation de la Conductivité STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.6) qui montre que les valeurs de la conductivité des eaux usées traitées sont conformes aux normes avec une certaine stabilité dans les chiffres.

IV.2.8 La variation de la Turbidité

L'évolution de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-8 : Variation Turbidité STEP BDV GRN

Paramètres	Turbidité eau brute NTU		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	40	8,2	5
30/10/2019	0	0	
31/10/2019	0	0	
24/12/2019	2138	1100	
22/01/2020	327,94	5,18	
25/02/2020	0	0	
02/03/2020	1892	500	

Les valeurs obtenues varient entre 2138 NTU et 40 NTU pour les eaux brutes et varient entre 1100 NTU et 5,18 NTU pour les eaux traitées.

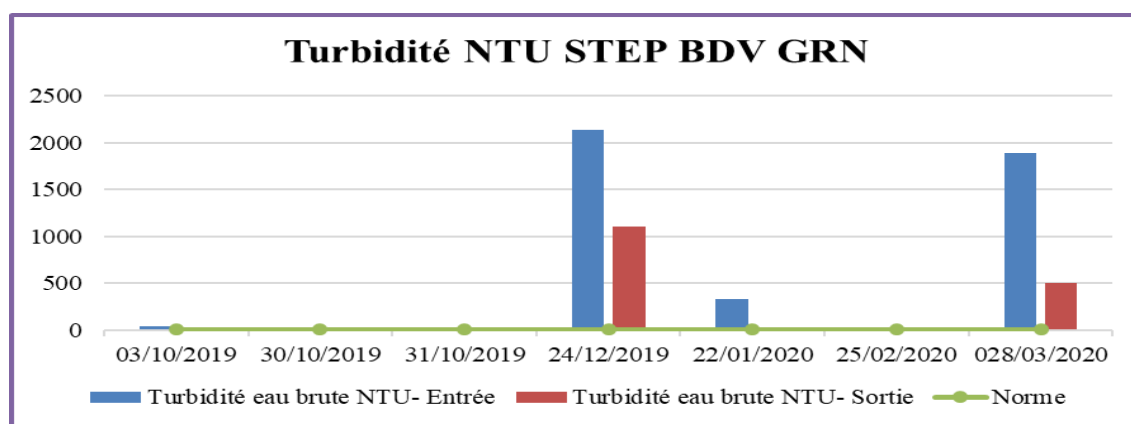


Figure IV.7 : Variation Turbidité STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.7) qui montre que les valeurs de turbidité sont élevées à l'entrée et à la sortie par rapport à la norme, ce qui justifie la forte concentration des matières en suspension.

IV.2.9 La variation du Résidu Sec

L'évolution du paramètre résidu sec à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-9 : Variation Résidu Sec STEP BDV GRN

Paramètres	Résidu sec à 110 °C mg/l		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	1480	1350	1500
25/02/2020	1370	1360	
02/03/2020	1376	1333	

Les valeurs du résidu sec varient entre 1480 mg/l et 1370 mg/l pour les eaux brutes et varient entre 1333 mg/l et 1360 mg/l pour les eaux traitées.

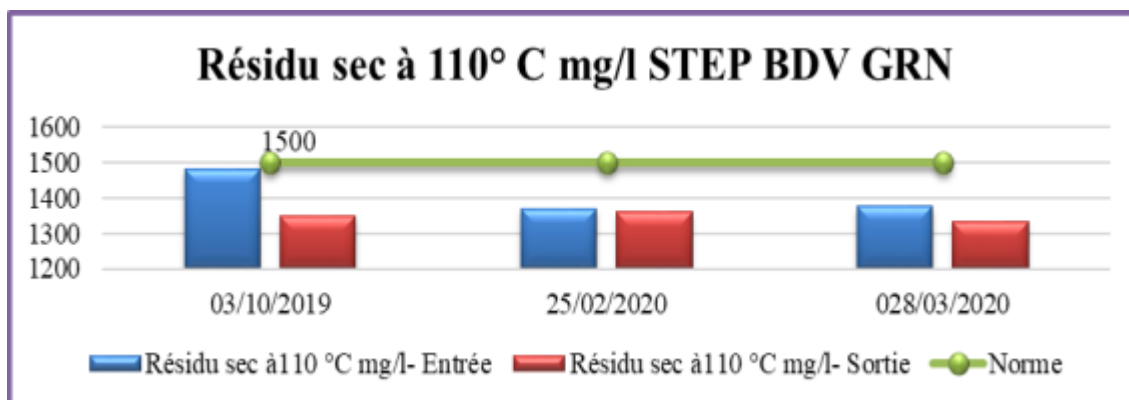


Figure IV.8 : Variation Résidu Sec STEP BDV GRN

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.8) et qui montrent clairement que les valeurs de l'entrée et de sortie sont bien en dessous de la norme. Les résultats sont conformes.

IV.2.10 La variation des coliformes totaux

Le résultat d'analyse des coliformes totaux des eaux usées traitées à la sortie de la STEP BDV GRN sont présentés dans le tableau IV.10 suivant :

Tableau IV-10 : Variation Coliformes STEP BDV GRN

Date	Lieu	Coliformes fécaux (CFU/100 ml)	Norme
25/02/2020	STEP DBV GRN	100	<1000 <200 UFC directive plus stricte pour espace vert

Une seule analyse a été possible pour contrôler la qualité bactériologique des eaux usées traitées présentée sur la (Figure IV.9) et le résultat est plus que satisfaisant et conforme.

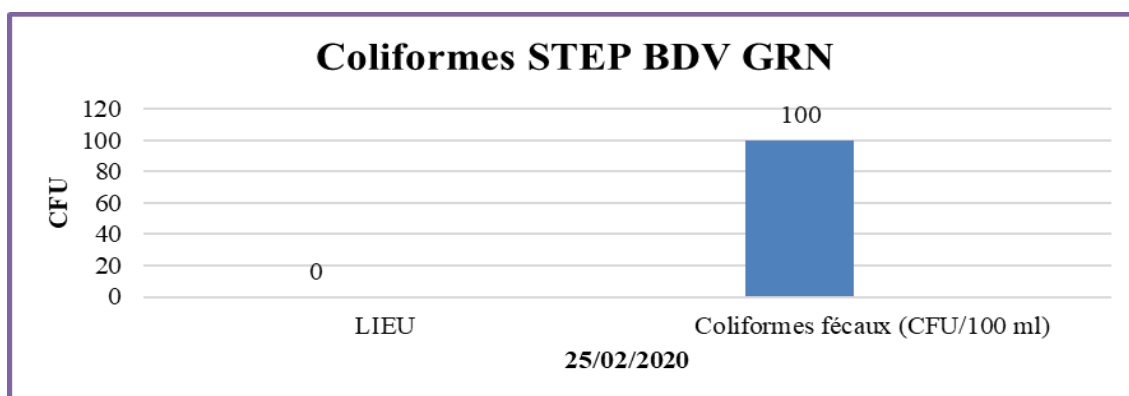


Figure IV.9 : Variation Coliformes STEP BDV GRN

Notre cas : Seuil recommandé < 1000 UFC avec directive plus stricte <200 UFC pour espace vert. Cette eau épurée est utilisée pour l'irrigation au niveau de base de vie principale.

IV.3 Résultats et discussions des analyses des eaux usées domestiques STEP Base de vie annexe 58 cabines :

On va discuter les résultats des analyses de la STEP de la base de vie annexe 58 Cabines sur une période allant du mois de décembre 2018 (date de mise en service) jusqu'au mois de mars 2020 pour les paramètres DCO et DBO5 et pour le reste des paramètres du mois d'octobre 2019 jusqu'au mois de mars 2020.

IV.3.1 Potentiel Hydrogène (pH)

L'évolution du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-11 : Variation pH STEP BDV 58cabines

Paramètres	PH		Norme
	Entrée	Sortie	
03/10/2019	6,85	6,92	6,5 - 8,5
24/12/2019	7,6	7,17	
22/01/2020	6,9	7,3	
25/02/2020	7,09	7,29	
02/03/2020	7,09	7,71	

On constate de ces résultats que le PH varie entre 6,85 et 7,6 pour les eaux brutes et varie entre 6,92 et 7,71 pour les eaux usées traitées.

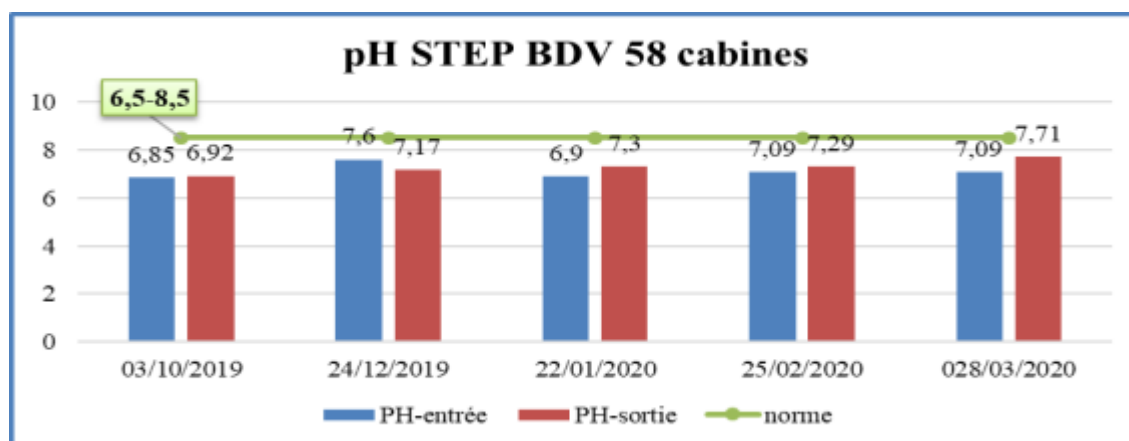


Figure IV.10 : Variation pH BDV 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.10) qui montre que les valeurs du PH respectent la norme, et de ce fait les résultats des eaux usées traitées sont conformes.

IV.3.2 Température

L'évolution des températures à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-12 : Variation T° STEP 58 cabines

Paramètres	Température °C		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	25	24	30 °C
24/12/2019	25	23	
22/01/2020	14,7	14,6	
25/02/2020	25,3	25,3	
02/03/2020	25	24,5	

On constate de ces résultats que les températures varient entre 14,7 °C et 25,3°C pour les eaux brutes et les eaux traitées avec une légère variation entre les températures d'entrée et de sortie.

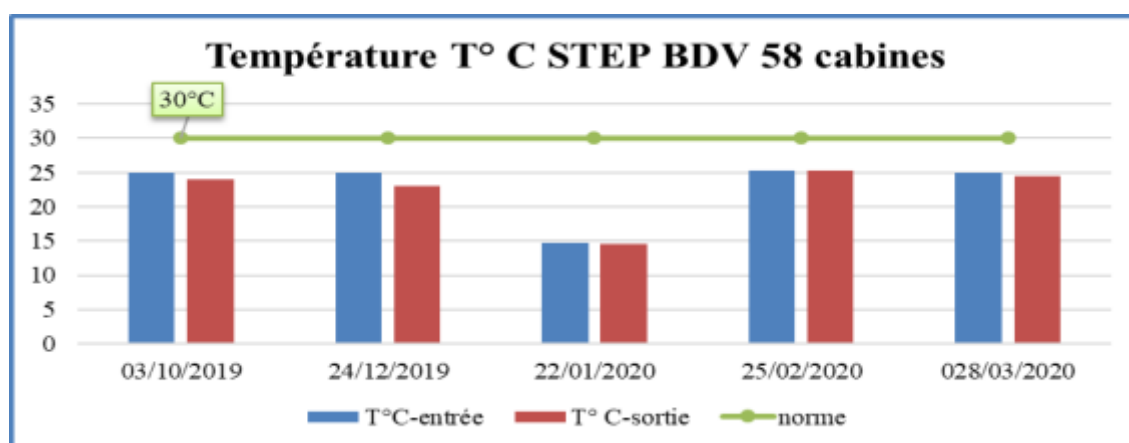


Figure IV.11 : Variation T° STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.11) qui montre que les valeurs de températures obtenues sont stables vu que l'installation est totalement sous terre. Les résultats sont en dessous de la valeur de la norme de rejet des eaux usées domestiques et de ce fait sont conformes.

IV.3.3 Variation de la matière en suspension (MES)

L'évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-13 : Variation MES STEP 58 cabines

Date	MES Entrée mg/l	MES Sortie mg/l	Norme
24/12/2019	466,67	363,33	30 mg/l
22/01/2020	540	26,46	
25/02/2020	183,33	130	

Les valeurs montrent que les eaux brutes de la base de vie 58 cabines sont chargées en matières en suspension et restent chargées à la sortie de STEP, expliquées par le volume brute supérieur à la capacité de traitement.

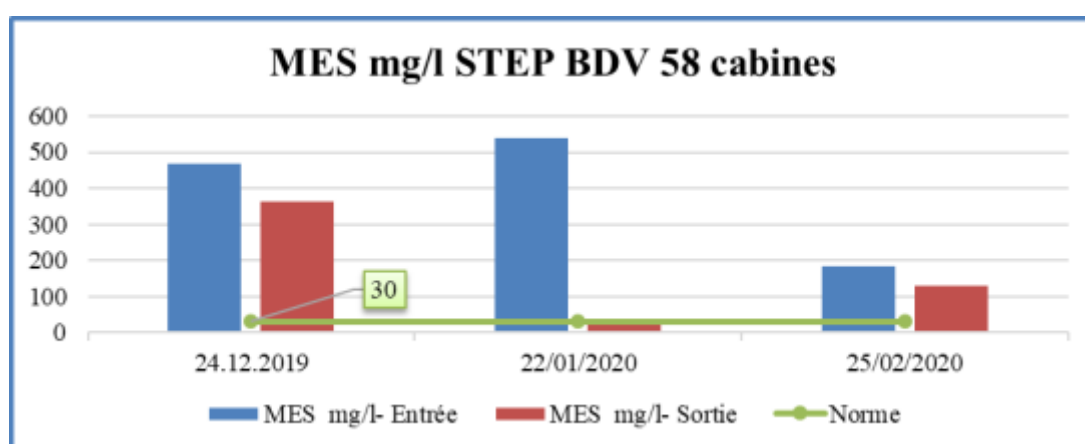


Figure IV.12 : Variation MES STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.12) qui montrent que les eaux brutes de la base de vie 58 cabines sont chargées en matières en suspension et restent chargées à la sortie de STEP, expliquées par le volume brute supérieur à la capacité de traitement.

On a une conformité pour la date du 22/01/2020 avec un grand abattement de la charge.

IV.3.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

Les évolutions de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau IV-14 : Variation DCO STEP 58 cabines

Paramètres	DCO mg/l O ₂		Norme
Date	Entrée	Sortie	
07/03/2108	362,8	161,28	90
20/12/2018	164,8	74,16	
26/02/2019	193	132	

24/04/2019	497	191	
19/06/2019	180,58	47,52	
28/07/2019	178,88	38	
03/10/2019	223	128	
24/12/2019	326	77	
22/01/2020	250	126	
25/02/2020	223	116	
02/03/2020	271	97	

Les valeurs de la DCO variant entre 497 mg/l d'O₂ et 164,8 mg/l d'O₂ pour les eaux brutes et les valeurs de la DCO des eaux traitées varient entre 38 mg/l d'O₂ et 191 mg/l d'O₂, on constate une non-conformité dans les résultats expliqués par le fonctionnement insuffisant de la STEP qui reçoit un volume des eaux brutes supérieur à sa capacité de traitement, vu l'augmentation du nombre des résidents. Le 24/12/2019 le résultat est conforme.

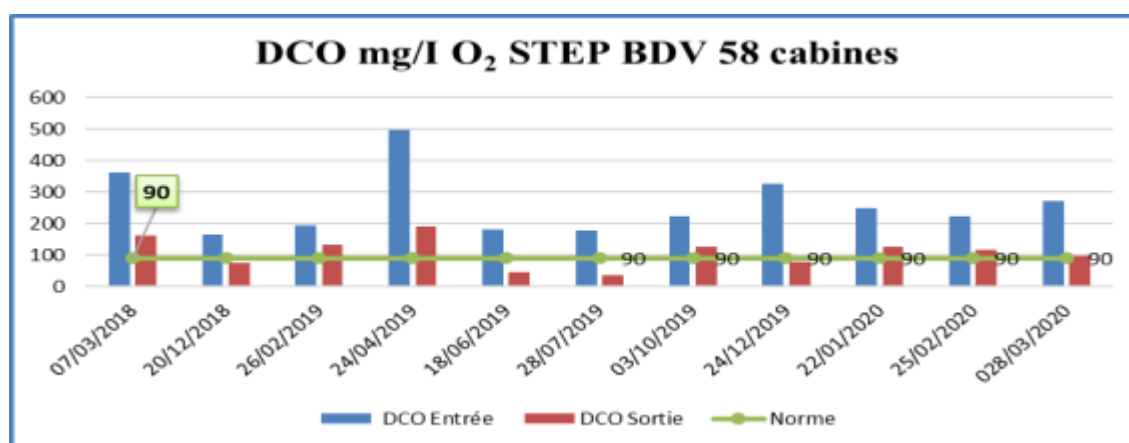


Figure IV.13 : Variation DCO STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.13) à partir de l'année 2018 pour vérifier la qualité des eaux traitées, les valeurs obtenues sont variables :

On a un bon rendement au début puis la STEP fonctionne mal suite au bouchage des tubes d'aération par le sable suite aux forts vents de sables à laquelle la région a été témoin.

Après maintenance qui consiste en le nettoyage des tubes d'aération et des boîtes de distribution secondaires, la STEP fonctionne correctement à nouveau.

Les valeurs dépassent légèrement les normes OMS, mais respectent les normes Algériennes.

IV.3.5 La variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

L'évolution de la BDO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-15 : Variation DBO₅ STEP 58 cabines

Paramètres	DBO ₅ mg/l O ₂		Norme
	Entrée	Sortie	
07/03/2108	190	50	30
20/12/2018	122	40	
26/02/2019	120	20	
24/04/2019	290	105	
19/06/2019	70	33	
28/07/2019	134	30	
03/10/2019	125	40	
24/12/2019	150	32	
22/01/2020	160	40	
25/02/2020	195	55	
02/03/2020	180	50	

Les valeurs de la DBO₅ variant entre 290 mg/l d'O₂ et 70 mg/l d'O₂ pour les eaux brutes et les valeurs de la BDO₅ des eaux traitées varient entre 105 mg/l d'O₂ et 20 mg/l d'O₂, ce qui dépasse la norme, on a une non-conformité des résultats d'analyses expliquée par le mauvais fonctionnement de la STEP.

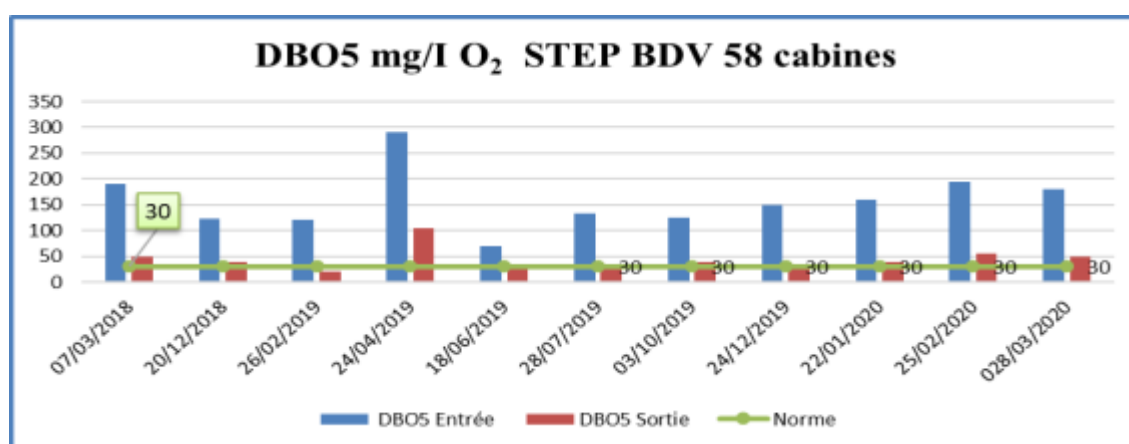


Figure IV.14 : Variation DBO₅ STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.14) à partir de l'année 2018 pour vérifier la qualité des eaux traitées, les valeurs obtenues sont variables ; le même constat que pour la

DCO. Les valeurs dépassent légèrement les normes OMS, mais respectent les normes Algériennes.

IV.3.6 Indice de biodégradabilité

On peut également confirmer la qualité des effluents domestiques brutes par l'indice de biodégradabilité DCO/DBO présenté sur le tableau suivant :

Tableau IV-16 : Indice biodégradabilité STEP 58 cabines

Date	07/03/2108	20/12/2018	26/02/2019	24/04/2019	19/06/2019	28/07/2019
DCO/DBO	1,91	1,35	1,61	1,71	2,58	1,33

Date	03/10/2019	24/12/2019	22/01/2020	25/02/2020	02/03/2020
DCO/DBO	1,78	2,17	1,56	1,14	1,51

Les résultats dans les tableaux montrent en général que le rapport $DCO/DBO_5 < 2,5$, ce qui nous démontre que les eaux usées domestiques BDV GRN sont facilement biodégradables.

Dans le cas du 22/01/2020 l'indice de biodégradabilité est compris entre 3 et 5, les eaux sont moyennement biodégradables, dû probablement au rejet des eaux de la buanderie.

IV.3.7 Variation de la conductivité

L'évolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines est présentée dans le tableau IV.17 suivant :

Tableau IV-17 : Variation conductivité STEP 58 cabines

Paramètres	Conductivité ms/cm		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	2,03	2,22	2,8
24/12/2019	2,83	2,83	
22/01/2020	2,71	2,68	
25/02/2020	2,32	2,29	
02/03/2020	2,24	2,28	

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 2,03 ms/cm et 2,83 ms/cm pour les eaux brutes et varient entre 2,83 ms/cm et 2,22 ms/cm.

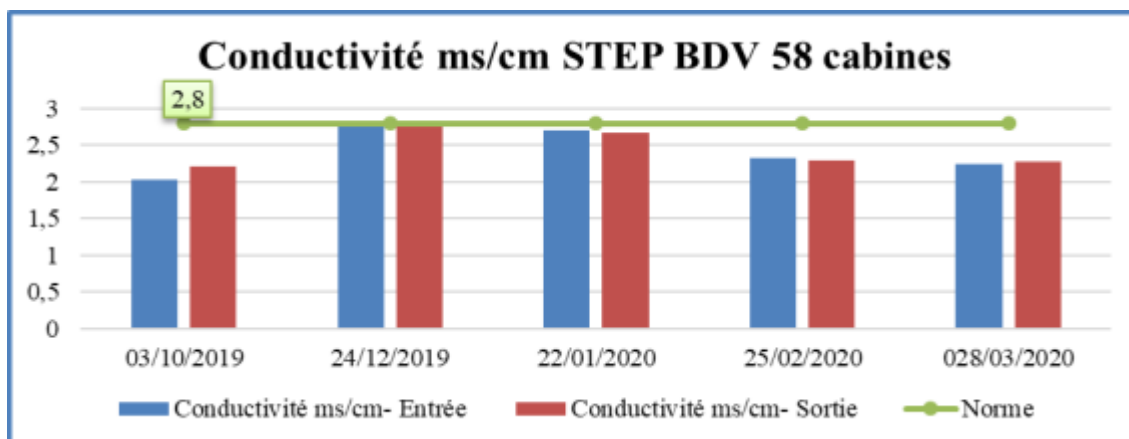


Figure IV.15 : Variation conductivité STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.15) montre que les valeurs de la conductivité des eaux usées traitées sont conformes aux normes avec une certaine stabilité dans les chiffres.

IV.3.8 La variation de la turbidité

L'évolution de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-18 : Variation turbidité STEP 58 cabines

Paramètres	Turbidité eau brute NTU		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	30	5	5
02/03/2020	2000	1500	

Les valeurs obtenues varient entre 2000 NTU et 30 NTU pour les eaux brutes et varient entre 1500 NTU et 5 NTU pour les eaux traitées.

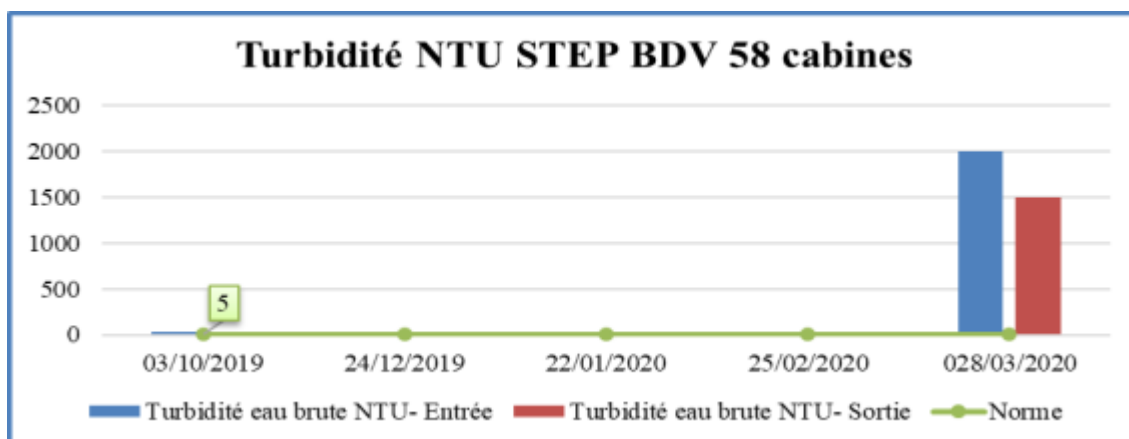


Figure IV.16 : Variation turbidité STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.16) montre que la valeur obtenue est conforme pour la date du 03/10/2019 avec un résultat de 5 NTU et non conforme pour la date du 02/03/2020 qui est très élevé par rapport à la norme, ce qui justifie la forte concentration des matières en suspension.

IV.3.9 Variation du Résidu sec

L'évolution du paramètre résidu sec à l'entrée et à la sortie de la STEP BDV 58 cabines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-19 : Variation résidu sec STEP 58 cabines

Paramètres	Résidu sec à 110 °C mg/l		Norme
Date	Entrée	Sortie	
03/10/2019	1380	1260	1500
24/12/2019	2137	1100	
22/01/2020	2210	2645.5	
25/02/2020	1440	1430	
02/03/2020	1391	1420	

Les valeurs du résidu sec varient entre 1380 mg/l et 2137 mg/l pour les eaux brutes et varient entre 1100 mg/l et 2645,5 mg/l pour les eaux traitées.

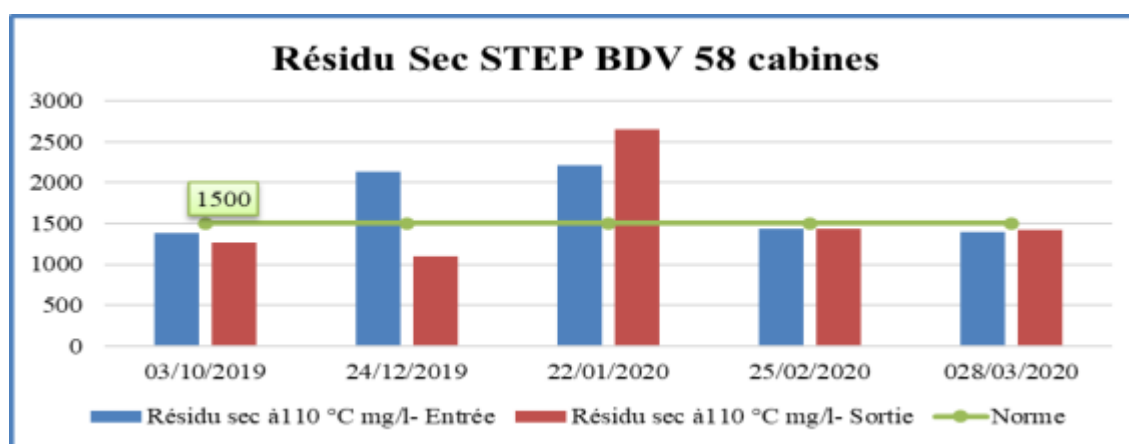


Figure IV.17 : Variation résidu sec STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés sur la (Figure IV.17) qui montre clairement que les valeurs à la sortie sont bien en dessous de la norme. Les résultats sont conformes.

IV.3.10 Coliformes totaux

Une seule analyse a été possible pour contrôler la qualité bactériologique des eaux usées traitées à l'entrée et à la sortie de la STEP BDV 58 cabines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-20 : Coliformes totaux STEP 58 cabines

Date	LIEU	Coliformes fécaux (CFU/100 ml)	Norme
25/02/2020	STEP 58 Cabines	200	<1000 UFC <200 UFC directive plus stricte pour espace vert

Le résultat obtenu est de 200 CFU.

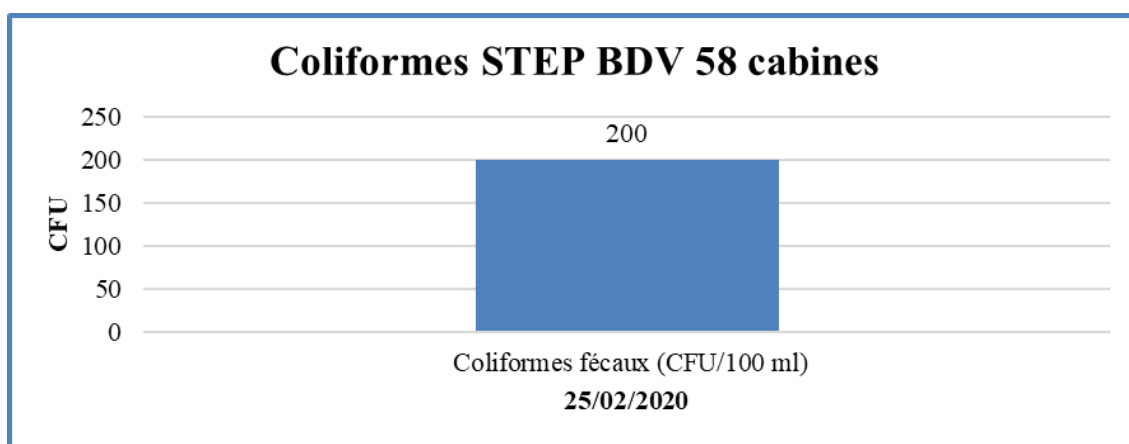


Figure IV.18 : Variation coliformes totaux 58 cabines

Le résultat est présenté dans la (Figure IV.18) et si on prend compte de ces résultats, les eaux traitées de la STEP 58 cabines ne sont pas bonnes pour l'irrigation.

Notre cas : Seuil recommandé < 1000 UFC avec directive plus stricte <200 UFC pour espace vert.

IV.3.11 La variation de nitrite

La seule analyse effectuée pour nous renseigner sur la qualité des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP BDV 58 cabines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau IV-21 : Variation Nitrite STEP 58 cabines

Date	Nitrite (NO_2^-)- Entrée mg/l	Nitrite (NO_2^-)- Sortie mg/l	Norme mg/l
07/03/2018	0,64	0,16	0,2

La valeur obtenue à l'entrée est de 0,64 mg/l et à la sortie de l'ordre de 0,16 mg/l soit un abattement de 75% de la charge.

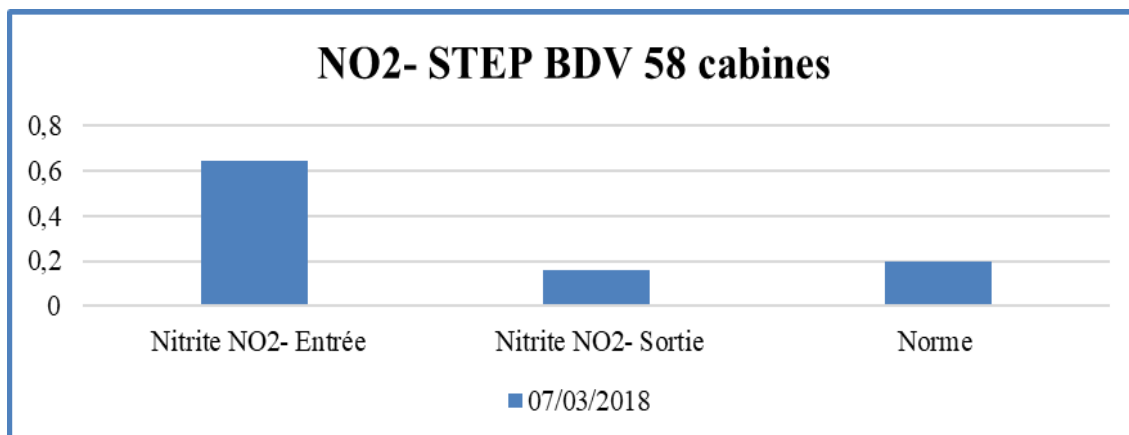


Figure IV.19 : Variation nitrite STEP 58 cabines

Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.19) qui montre que la valeur obtenue est bien en-dessous de la norme, la quantité du polluant est minime à l'entrée et pratiquement éliminé à la sortie.

IV.3.12 La variation de nitrate

La seule analyse effectuée pour nous renseigner sur la qualité des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP 58 cabines sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-22 : Variation Nitrate STEP 58 cabines

Date	Nitrate (NO_3^-) Entrée mg/l	Nitrate (NO_3^-) Sortie mg/l	Norme mg/l
07/03/2018	0,99	0	50

La valeur obtenue à l'entrée est de 0,99 et nulle à la sortie.

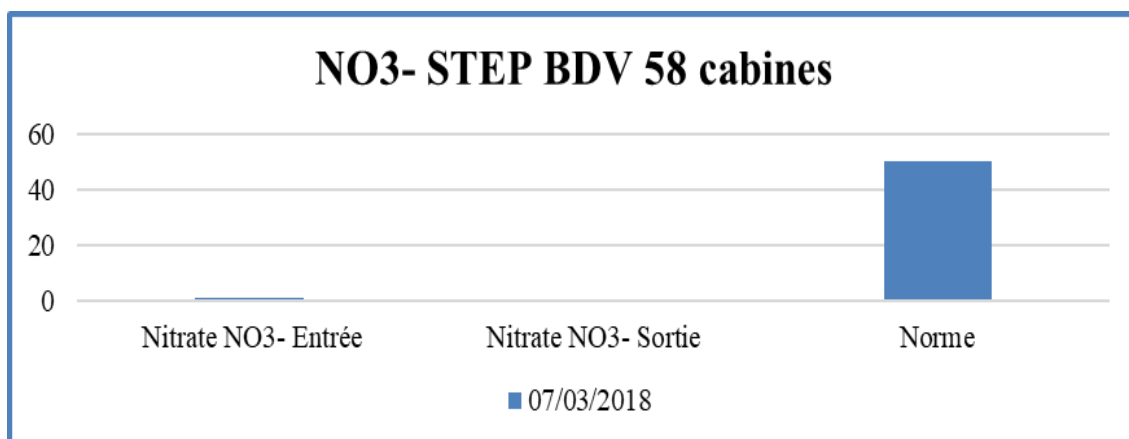


Figure IV.20 : Variation Nitrate STEP 58 cabines

Le résultat est présenté sur la (Figure IV.20) qui montre que la valeur obtenue est bien en-dessous de la norme, la quantité du polluant est minime à l'entrée et pratiquement nulle à la sortie.

IV.4 Conclusion

Les résultats obtenus présentent des rendements épuratoires concluants qui peuvent atteindre pour un abattement de 92% pour la demande chimique d'oxygène, de 99% pour la demande biochimique d'oxygène et de 86% pour les matières en suspension pour la base de vie principale BDV GRN.

Pour la base de vie annexe 58 Cabines on a enregistré un abattement de 79% pour la demande chimique d'oxygène, de 83% pour la demande biochimique d'oxygène et de 95% pour les matières en suspension.

Conclusion générale

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut détériorer gravement l'environnement, et son utilisation excessive peut entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur.

Ce travail a été réalisé dans le but d'évaluer la performance des stations d'épurations des eaux usées domestiques des deux bases de vie du groupement GRN dont les eaux épurées sont réutilisées en irrigation des espaces verts de GRN et de justifier le choix du dispositif du traitement utilisé « EnviroSeptic ».

Le suivi des résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des rejets liquides montre de façon générale que les valeurs ne dépassent pas, à la sortie de l'installation, les valeurs limites des rejets définies par le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, et respectent également les normes de l'OMS qui sont plus strict.

La conformité de ces résultats d'analyses démontre également que les dispositifs de traitement sont appropriés et limitent la charge de pollution rejetée lorsque les volumes sont respectés et le suivi de la maintenance en œuvre.

On peut conclure alors que les dispositifs de traitement mis en place au niveau du Groupement GRN, sont appropriés à la nature et à la quantité des eaux usées, assurent la conformité réglementaire des eaux de rejet et garantissent ainsi la préservation des sous-sols et de la nappe phréatique.

Références Bibliographiques

- [1] M. TABET AOUL, ISLAM ET ENVIRONNEMENT. Algérie: BENMERABET, 2010.
- [2] « Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 Les eaux usées une ressource inexploitée », 2018. <https://unesdoc.unesco.org> (consulté le juin 13, 2020).
- [3] L'eau et les changements climatiques Rapport mondiale des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2020. 2020.
- [4] « Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 Les faits et chiffres Les eaux usées une ressource inexploitée », 2017. <https://unesdoc.unesco.org> (consulté le mai 16, 2020).
- [5] « Eau: l'Algérie consomme 10,6 milliards de M3 », E-Bourse dz, 2018. <http://bourse-dz.com/eau-lalgerie-consomme-106-milliards-de-m3/> (consulté le mai 26, 2020).
- [6] « ONA : Office National de l'Assainissementb ». <https://ona-dz.org/L-ONA-en-chiffres.html> (consulté le mai 15, 2020).
- [7] C. Thouraya, « Agriculture: irrigation de plus de 11.000 hectares par les eaux épurées en 2019 ». <http://www.aps.dz/economie/102360-agriculture-irrigation-de-plus-de-11-000-hectares-par-les-eaux-epurees-en-2019> (consulté le mai 15, 2020).
- [8] « Technologie Advanced Enviro Septic », DBO Expert, 2020. <https://dboexpert.com/advanced-enviro-septic/> (consulté le juin 13, 2020).
- [9] « Ressources en eau: définition », Aquaportail, 2020. <https://www.aquaportail.com/definition-13084-ressources-en-eau.html> (consulté le juin 14, 2020).
- [10] « Dictionnaire de l'environnement », Dictionnaire Environnement, 2010. https://www.dictionnaire-environnement.com/eau_usee_non_traitee_ID5307.html (consulté le juin 14, 2020).
- [11] F. REJSEK, Analyse des eaux: aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 2002.

- [12] « Etude et suivi des effluents liquides dans l'unité de traitement du complexe GL1/Z ». 2013.
- [13] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8e éd. Paris: DUNOD technique, 2005.
- [14] G. GROSCLAUDE, L'eau: Tome 2: Usages et polluants G Grosclaude - 1999. 1999.
- [15] « Définition : Pollution », Dictionnaire, 2020.
<http://www.toupie.org/Dictionnaire/Pollution.htm> (consulté le juin 14, 2020).
- [16] « Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires.* - CPEPESC - Commission de Protection des Eaux », CPEPESC, 2017.
<https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html> (consulté le juin 14, 2020).
- [17] M. S. Metahri, « 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 ». 2012.
- [18] Z. Zbalah et A. Zbalah, « Recyclage des eaux de la station d'épuration zone 27 vers zone " RA1Z ». 2019.
- [19] F. Cherki et H. HESSAS, « Etude de l'abattement de la charge polluante azotée en station d'épuration à boues activées, mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique université Tlemcen. » 2015.
- [20] A. Gaid, « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I, édition OPU, Alger ». 1984.
- [21] J. RODIER, B. LEGUBE, N. MERLET, et R. BRUNET, L'analyse de l'eau - 9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Dunod. France: Dunod, 2009.
- [22] « Définitions et principe de fonctionnement d'une station d'épuration. - Définitions et principe de fonctionnement d'une station d'épuration. », Centre d'hygiène et de salubrité publique, 2009. <http://www.hygiene-publique.gov.pf/spip.php?article61> (consulté le juin 14, 2020).
- [23] F. Ladjel, « Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p. » 2006.
- [24] M. BESSEDIK, « Traitement et épuration de l'eau ». nov. 11, 2019.

- [25] S. M. Telli, « 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 ». 2013.
- [26] Z. Hadjou Belaid, « 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 ». 2013.
- [27] F. Mekhalif, « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ». 2009.
- [28] A. Boumediene, « Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées: cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen. » 2013.
- [29] H. Dhaouadi, « Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Thèse, Université Virtuelle de Tunis, 34 p. » 2008.
- [30] P. Josep, « Station d'épuration: dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation ». 2002.
- [31] S. Rejasse, « Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Trélissac, Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES, Promotion Indre. » juill. 2009.
- [32] C. Troyes, « Eaux usées et assainissement. Les traitements adaptés. » 2002.
- [33] F. Z. Bakkal et O. Bennani, « Optimisation du fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de Marrakech, Mémoire, université MARRAKECH. » .
- [34] F. R, « Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239 ». 2002.
- [35] A. Dahou et A. Brek, « Lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'ouaregla). mémoire master académique. université de ouaregla ». 2013.
- [36] S. Attab, « Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local), Mémoire de magister en biologie, université ouargla ». 2011.
- [37] G. Miquel, « Rapport de l'OPECST N° 2152: La qualité de l'eau et assainissement en France (Annexe N°75) », 2003. <https://www.senat.fr/rap/102-215-2/102-215-266.html> (consulté le juin 14, 2020).

Références Bibliographiques

- [38] DBO Expert, « Présentation du procédé Enviro Septic de BDO EXPERT Inc Le groupe SM International construction Algérie EURL », 2018.
- [39] « Enviro Septic DBO Expert », DBO Expert, 2020. <https://dboexpert.com/qui-sommes-nous/> (consulté le juin 06, 2020).
- [40] Société DBO EXPERT, « EnviroSeptic ES Procédés de traitement des eaux usées par filtre compact Small waster treatment system by compact filter ». janv. 25, 2019.
- [41] J. yves UWAMUNGU et Y. JLANG, « Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de la rivière RWASAVE: Cas des sites utilisés comme eau potable ». Aout 2010.

ANNEXE 1 : Normes Algériennes

Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Décret exécutif N°06-141 du 19 avril 2006 Définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels). Liste non exhaustive

Paramètre	Unité	Normes
Température	°C	30
PH	-	6.5<PH<8.5
MES	mg/l	35
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphore total	mg/l	10
DCO	mg/l	120
DBO5	mg/l	35
Huiles et graisses	mg/l	20

Source : Journal officiel de la république Algérienne N°26 du 23 Avril 2006

ANNEXE 2 : Normes Internationales OMS des rejets liquides

Paramètres	Unite	Normes 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	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

ANNEXE 3 : Les étapes d'installation du système ES étanche



Préparer le sol récepteur en le mettant à niveau et retirer tout objet pointu du fond de la fouille



Déployer et positionner votre géomembrane 1,2 mm sur l'ensemble de la surface.



Pose de la collerette étanche pour le pack d'étanchéité



Positionner les rangées de drains ainsi que le regard de collecte. Ce dernier doit être raccordé sur le tuyau d'évacuation et être comblé de 10 cm de gravier stable à l'eau de diamètre 10/40 mm



Recouvrir le gravier avec la grille de filtration (géogrid). Déposer 30 cm de sable filtrant de niveau.



Disposer les conduites EnviroSeptic dans le filtre en tenant compte du nombre de conduites par rangée.



Placer les conduites EnviroSeptic dans le bon sens : Le géotextile blanc vers le bas et la couture vers le haut.



Dégager les membranes géotextile des extrémités des conduites à relier.



Installer les manchons sur les conduites en plaçant les rainures dans les cavités des conduites. Remplacer les membranes géotextiles sur les manchons en prenant soin de conserver la couture vers le haut.

ANNEXE 3 : Les étapes d'installation du système ES étanche (Suite)



Côté du regard de répartition

Placer les adaptateurs 1 trou aux extrémités des rangées, l'ouverture vers le haut. Les butées doivent s'agripper dans les cavités de la conduite. Replacer les membranes géotextile sur l'adaptateur 1 trou.



Insérer les piézomètres dans les trous du bas des adaptateurs 2 trous sur une longueur d'environ 10 cm. Ajouter le sable nécessaire sous les piézomètres et compactez le pour bien les stabiliser.



Côté du regard de collecte :

Placer les adaptateurs 2 trous aux extrémités des rangées, les ouvertures placées à la verticale. Les butées doivent s'agripper dans les cavités de la conduite. Replacer les membranes géotextile sur l'adaptateur 2 trous.



Insérer les conduites d'alimentation d'environ 10cm dans les conduites ES. Vérifier que les joints sont bien vissés sur le regard de répartition. Insérer délicatement le manchon dans les joints du regard de répartition avec une pente de 0,5% entre le regard et les conduites.

Recouvrir de sable filtrant sur une hauteur de 10cm sur les conduites EnviroSeptic. Terminer par la pose d'une couche de remblai perméable à l'air.



Insérer la colonne de ventilation dans les trous du haut de l'adaptateur 2 trous avec une légère pente de 1% vers les conduites EnviroSeptic pour éviter l'accumulation de condensation.



Positionner les égalisateurs à l'intérieur du regard de répartition. Ajuster les égalisateurs à l'aide des molettes de façon à ce que les vannes soient en position haute. Placer un T vertical sur la conduite d'entrée au centre du regard.

TRES IMPORTANT :

Si le système comprend un poste de relevage entre la fosse septique et le filtre EnviroSeptic, le circuit aéré doit être adapté en ajoutant un circuit de contournement ou un second évent directement sur le regard de répartition.

ANNEXE 4 : Les étapes d'installation du système ES non étanche



Terrasser la surface d'infiltration. Scarifier le fond de la fouille.



Positionner le bac échantillonneur à droite, dans l'alignement de la branche extérieure du regard de répartition pour être sous une conduite EnviroSeptic.



Positionner un drain chaussette à l'intérieur du bac échantillonneur. Bouchonner l'extrémité.



A la sortie du bac échantillonneur, insérer un coude à 90°. Relier à l'aide d'un tuyau de diamètre 100 sur la partie haute du puits d'échantillonnage.



Créer une tranchée de 1,50 m de long environ pour y positionner le 2^{ème} drain chaussette qui sera inséré en partie basse du puits d'échantillonnage.



Remplir délicatement le bac échantillonneur de sable filtrant.



Remblayer de 30 cm de sable filtrant sur toute la surface et de niveau.



Disposer les conduites ES dans le filtre en tenant compte du nombre de rangées et du nombre de conduites par rangée.



Placer les conduites ES dans le bon sens : le géotextile blanc vers le bas et la couture vers le haut.



Dégager les membranes géotextile des extrémités des conduites à relier.



Installer les manchons sur les conduites en plaçant les rainures dans les cavités des conduites. Remplacer les membranes géotextile sur les manchons en prenant soin de conserver la couture vers le haut.

ANNEXE 4 : Les étapes d'installation du système ES non étanche (Suite)



Côté du regard de répartition :

Placer les adaptateurs 1 trou aux extrémités des rangées, l'ouverture vers le haut. Les butées doivent s'agripper dans les cavités de la conduite. Replacer les membranes géotextile sur l'adaptateur 1 trou.



Insérer les piézomètres dans les trous du bas des adaptateurs 2 trous sur une longueur d'environ 10 cm.

Ajouter le sable nécessaire sous les piézomètres et compacter le pour bien les stabiliser.



Recouvrir de sable filtrant sur une hauteur de 10cm sur les conduites ES. Taluter sur les cotés.



A l'autre extrémité du filtre :

Placer les adaptateurs 2 trous aux extrémités des rangées, les ouvertures placées à la verticale. Les butées doivent s'agripper dans les cavités de la conduite. Replacer les membranes géotextile sur l'adaptateur 2 trous.



Insérer les conduites d'alimentation d'environ 10cm dans les conduites ES. Vérifier que les joints sont bien vissés sur le regard de répartition. Insérer délicatement le manchon dans les joints du regard de répartition avec une pente de 0,5% entre le regard et les conduites.



Le reste du filtre sera recouvert de remblai perméable à l'air.



Insérer la colonne de ventilation dans les trous du haut de l'adaptateur 2 trous avec une légère pente de 1% vers les conduites ES pour éviter l'accumulation de condensation.

Positionner le chapeau de ventilation.



Positionner les égalisateurs à l'intérieur du regard de répartition. Ajuster les égalisateurs à l'aide des molettes de façon à ce que les vannes soient en position haute. Placer un T vertical sur la conduite d'entrée au centre du regard.

TRES IMPORTANT :

Si le système comprend un poste de relevage entre la fosse septique et le filtre EnviroSeptic, le circuit aéré doit être adapté en ajoutant un circuit de contournement ou un second évient directement sur le regard de répartition

ANNEXE 5 : Résultats d'analyses ANRH : STEP BDV principale GRN



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATE ET POPULAIRE
 وزارة الموارد المائية
 MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU
 الوكالة الوطنية للموارد المائية
 AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
 Créée par décret N°81/167 du 25 Juillet 1981- Compte Trésorerie d'Alger N°0018600006501659
 Antenne Régionale Sud Ouest الفرع الجهوي للجنوب الغربي

Demandeur : GRN REGGANE
 Analyse demandée : AF
 Date de Réception : 22/01/2020
 N de laboratoire : 7,102
 Désignation : STEP BDV SORTIE

03/02/2020

RESULTATS D'ANALYSES

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE	MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS	NORMES DE POTABILITE
PII :	7.21	>6.5 et <9	Calcium Ca++ mg/l	ID	200.00
Conductivité ms/cm	2.7200	2.80	Magnésium mg++ mg/l	ID	150.00
Turbidité eau brute NTU	5.18	5.00	Sodium Na+ mg/l	ID	200.00
Turbidité eau déc. NTU	ID		Potassium K+ mg/l	ID	12.00
Résidu sec à 110° C mg/l	ID	1500.00	Chlorures Cl- mg/l	ID	500.00
Température °C	ID	25.00	Sulfates SO4-- mg/l	ID	400.00
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS		Bicarbonates HCO3- mg/l	ID	-
			Carbonate CO3-- mg/l	ID	-
			Silice SiO2 mg/l	ID	-
Oxygène Dissous mg/l	-		TH °F	ID	-
Ammonium NH4+ mg/l	ID	0.50	TAC °F	ID	-
Nitrite NO2- mg/l	ID	0.20	TA °F	ID	-
Nitrate NO3- mg/l	ID	50.00	Minéralisat mg/l	ID	-
Phosphore PO4- mg/l	ID	0.50	Somme des ions mg/l	ID	-
Mat. Ox. (mLAc.) mg/l O2	ID	5.00	F- mg/l	ID	-
Fer mg/l	ID	0.30	DO mg/lO2	2	

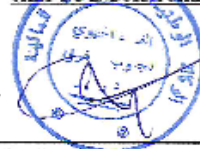
Interpretation :

Le prélèvement a été fait par le demandeur

Éditeur : SMT/ROU

البلدية
 بلدية
 بلدية

CHEF DU LABORATOIRE



ANRH/ D.R.S.O : B.P 364 Adrar (W. ADRAR) - (و.م.م. ب. 364 آدرار)
 Tél : 049.36.04.67 Fax : 049.36.03.95

ANNEXE 7 : Résultats d'analyses MES

Code écha.	N° écha	Volume écha (ml)	Poids tube vide (g)	Poids tube après séchage (g)	Matière en suspension		Moyenne (g/l)
					(g/ml)	(g/l)	
8	1	10	11.8698	11.8749	0.00051	0.51	0.46667±0.04509
	2	10	12.0405	12.0431	0.00047	0.47	
	3	10	11.9925	11.9967	0.00042	0.42	
9	1	10	11.9517	11.9542	0.00025	0.25	0.36333±0.10599
	2	10	12.0852	12.0886	0.00038	0.38	
	3	10	11.8175	11.8221	0.00046	0.46	
10	1	10	11.8399	11.8428	0.00027	0.27	0.28667±0.03786
	2	10	11.8894	11.8925	0.00033	0.33	
	3	10	11.8937	11.8963	0.00026	0.26	
11	1	10	11.9515	11.9517	0,00002	0.02	0.04±0.02646
	2	10	12.0826	12.0829	0,00003	0.03	
	3	10	11.8935	11.8942	0,00007	0.07	