

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵎⵓⵎⵉⵏⵉ ⵏ ⵉⵏⵉⵙⵏⵉ ⵏ ⵉⵏⵉⵙⵏⵉ ⵏ ⵉⵏⵉⵙⵏⵉ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option : REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES

THEME :

**Etude de possibilité de réutilisation des eaux usées épurées
de la STEP de Reghaia en irrigation**

Présenté par :

CHENAH Ghenima

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
A.ZEROUAL	MCA	Président
A.KHEDIMALLAH	MAA	Examinateur
S.HOULI	MAA	Examinatrice
L.TAFAT	MAA	Examinatrice
S.MEDJDOUB	MCB	Promotrice

Remerciement

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma gratitude envers moi-même pour avoir eu confiance en mes capacités et pour ne jamais avoir abandonné malgré les difficultés rencontrées dans ma vie.

Je souhaite également remercier toutes les personnes qui m'ont aidé et encouragé tout au long de la réalisation de mon mémoire de fin d'études. Je suis reconnaissant envers ma promotrice, **MEDJDOUB Sonia**.

Un grand merci également à Monsieur **YAHIAOUI Saci** et Madame **TARTAG Djamila**, ingénieurs à la station d'épuration de Reghaia, ainsi qu'à tous les employés de la STEP, pour avoir facilité mon travail.

Je souhaite également remercier Monsieur **MOUHOUCHE Mohamed**. Ingénieur à ONID d'Alger.

Enfin, Je tiens à exprimer ma gratitude envers tous les professeurs de l'ENSH, en particulier Monsieur « **YAHIAOUI Samir** ».

Dédicace

Je dédie ce travail

A tous les gens qui m'ont soutenue d'une manière directe ou indirecte.

ملخص :

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم إمكانية وقدرة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة الصرف الصحي في الرغاية بولاية الجزائر في القطاع الزراعي. لتحقيق ذلك، قمنا بتحليل جودة المياه المعالجة وقمنا بمقارنتها بجودة المياه المستخدمة في هذا القطاع. كما قدمنا حلولاً لتحسين جودة المياه، مثل حوض التطهير بواسطة الأوزون وأنبوب الإمداد لنقل المياه إلى منطقة السقي. وبعد هذه الدراسة، استنتجنا أنه من الممكن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في القطاع الزراعي.

Résume :

L'objectif de cette étude est d'évaluer la possibilité et la capacité de réutiliser les eaux usées traitées provenant de la station de traitement des eaux usées à Reghaia, dans la wilaya d'Alger, dans le secteur agricole. Pour ce faire, nous avons analysé la qualité des eaux traitées et les avons comparées à la qualité des eaux utilisées dans ce secteur. Nous avons également proposé des solutions pour améliorer la qualité de l'eau, telles que l'utilisation d'un bassin de désinfection à l'ozone et d'un tuyau d'alimentation pour le transport de l'eau vers la zone d'irrigation. À l'issue de cette étude, nous avons conclu qu'il est possible de réutiliser les eaux usées traitées dans le secteur agricole.

Abstract:

The aim of this study is to assess the possibility and capacity of reusing treated wastewater from the sewage treatment plant in El Reghaia, in the Algerian wilaya, in the agricultural sector. To achieve this, we analyzed the quality of the treated water and compared it to the quality of water used in this sector. We also proposed solutions to improve water quality, such as using an ozone disinfection basin and a supply pipe to transport water to the irrigation area. After this study, we concluded that it is possible to reuse treated wastewater in the agricultural sector."

Table des matières

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction.....	3
I.1. Présentation de la commune de Reghaia	3
I.2. Situation climatique	4
I.2.1. température	4
I.2.2. Humidité.....	5
I.2.3. L'insolation	5
I.2.4. Précipitation	6
I.2.5. Vent.....	7
I.3. Données naturelles du site.....	7
I.3.1. Topographie	7
I.3.2. Le sol.....	8
I.3.3. Sismicité	8
I.4. Synthèse climatique.....	8
I.4.1. Indice de Martonne.....	8
I.4.2. Coefficient d'Emberger.....	9
I.4.3. Diagramme de Gaussen (Ombrothermique).....	10
I.5. Présentation du lac de Reghaia	11
Conclusion	12

Chapitre II : Généralité sur les eaux usées

Introduction	14
II.1. Définition des eaux usées.....	14
II.2. Origines des eaux usées.....	14
II.2.1. Les eaux usées domestiques	14

II.2.2.Les eaux de ruissellements.....	15
II.2.3.Les eaux usées urbaines.....	15
II.2.4.Les eaux usées industrielles.....	15
II.2.5.Les eaux usées agricoles.....	16
II.3.Caractéristiques des eaux usées.....	16
II.3.1.Paramètre physiques.....	16
II.3.1.1.La température	16
II.3.1.2.Le PH.....	16
II.3.1.3.La conductivité électrique	17
II.3.1.4.Les matières en suspension (MES).....	17
II.3.1.5.Les matières volatiles sèches (MVS).....	17
II.3.1.6.Couleur et odeur	17
II.3.1.7.La turbidité.....	17
II.3.2.Les paramètres chimiques.....	18
II.3.2.1.L'oxygène dissous.....	18
II.3.2.2.Demande chimique en oxygène(DCO).....	18
II.3.2.3.Demande biologique en oxygène (DBO5).....	18
II.3.2.4.La biodégradabilité.....	18
II.3.2.5.Eléments toxiques.....	18
II.3.2.6.L'azote.....	19
II.3.2.7.Le nitrate.....	19
II.3.2.8.L'azote ammoniacal.....	19
II.3.2.9.Le phosphore.....	20
II.3.2.10.Le sulfate.....	20
II.3.2.11.Les métaux lourds.....	20
II.4.Les paramètres biologiques.....	20
II.4.1.Les virus.....	20

II.4.2. Les bactéries.....	21
II.4.3. Les protozoaires.....	21
II.4.4. Les helminthes.....	21
Conclusion	21

Chapitre III : L'épuration des eaux usées

Introduction.....	23
III.1. Définition de l'épuration	23
III.2. Les étapes d'épuration des eaux usées.....	23
III.2.1. Le prétraitement	23
III.2.1.1. Le dégrillage.....	23
III.2.1.1.1. Les grilles manuelles.....	24
III.2.1.1.2. Les grilles mécaniques.....	24
III.2.1.2. Le dessablage.....	24
III.2.1.3. Le déshuilage.....	24
III.2.2. Le traitement primaire.....	25
III.2.2.1. La coagulation.....	25
III.2.2.2. La floculation.....	26
III.2.3. Le traitement secondaire (biologique).....	26
III.2.3.1. Lagunage.....	26
III.2.3.2. Les boues activées.....	27
III.2.3.3. Le lit bactérien.....	27
III.2.3.4. La biofiltration	28
III.2.4. Traitement tertiaire.....	28
III.2.5. La désinfection.....	28
III.2.6. Traitement des boues	29
III.2.6.1. L'épaississement des boues.....	29
III.2.6.2. La déshydratation.....	29

III.2.6.3.Incineration des boues.....	30
III.3.Les normes de rejet.....	30
III.4.La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture.....	31
Conclusion	32

Chapitre IV : Présentation de la STEP.

Introduction.....	34
IV.1.Situation de la STEP.....	34
IV.2.Présentation des filières de traitement de la STEP.....	35
IV.2.1.Données de base.....	35
IV.3.Les descriptions des installations.....	36
IV.3.1.Filière de traitement des eaux usées.....	36
IV.3.2.Filière de traitement des boues.....	37
IV.4.Etapes du traitement des eaux usées au niveau de la STEP de Reghaia.....	37
IV.4.1.Le prétraitement	37
IV.4.1.1.Mesure de débit des eaux usées brutes.....	37
IV.4.1.2.Echantillonneur des eaux brutes.....	38
IV.4.1.3.Le dégrillage	38
IV.4.1.3.1.Le dégrillage grossier.....	38
IV.4.1.3.2.Le dégrillage fin.....	38
IV.4.1.4.Le dessableur/déshuileur.....	39
IV.4.2.Le traitement primaire	39
IV.4.2.1.Le décanteur primaire	39
IV.4.3.Le traitement secondaire.....	40
IV.4.3.1.Le bassin d'aération.....	41
IV.4.3.2.Déphosphatation.....	41
IV.4.3.3.Décanteur secondaire.....	41
IV.4.4.Traitement tertiaire.....	42

IV.4.5.Evacuation de l'eau traitée.....	43
IV.5.Traitement des boues.....	43
IV.5.1.Les boues primaires.....	43
IV.5.1.1.Pompe à boue primaire	43
IV.5.2.L'épaississement des boues.....	43
IV.5.2.1.Pompe à boues épaissies.....	44
IV.5.3.La déshydratation des boues.....	44
IV.5.4.Désodorisation par bio filtre.....	45
Conclusion.....	45

Chapitre V : étude de la qualité d'eau de la STEP

Introduction.....	47
V.1.Qualité d'eau.....	47
V.1.1.Les paramètres physico-chimiques.....	47
V.1.1.1.Interprétations des résultats.....	48
V.1.1.1.1.Eaux usées brutes.....	48
V.1.1.1.2.Eaux usées épurées	49
V.1.2.La conductivité électrique	51
V.1.3.Le SAR.....	51
V.1.4.Paramètre microbiologiques.....	53
V.2. Etude comparative des deux méthodes de désinfection proposées.....	53
V.3.dimensionnement d'un bassin de désinfection par ozonation	55
a) dose de l'ozone à injecter	55
b) le volume du bassin de désinfection.....	55
c) la hauteur du bassin	55
d) La surface horizontale (S_h).....	55
e) LA largeur (l) et la longueur (L) du bassin.....	55
f) Le choix de la pompe doseuse.....	56

Conclusion	57
------------------	----

Chapitre VI : Réalisation d'une conduite d'adduction

Introduction	59
VI.1. localisation de la STEP.....	59
VI.2.présentation de la station de pompage.....	59
VI.3.Le tracé de la conduite.....	60
VI.4.choix des conduites.....	61
VI.5.calcul du diamètre économique.....	61
VI.6.la vitesse moyenne de l'écoulement	62
VI.7.Perte de charge	62
VI.8.puissance absorbée par la pompe.....	63
VI.9.Energie consommée par la pompe.....	63
VI.10.Frais d'exploitation	63
VI.11.L'amortissement.....	63
VI.12.Choix de pompe.....	66
VI.13.Définition du logiciel.....	66
VI.14.Utilisation de la pompe.....	68
Conclusion.....	68

Chapitre VII : calcul de besoin des cultures

Introduction.....	69
VII.1.Présentation de la station pluviométrique.....	69
VII.2.Répartition de la pluie moyenne annuelle.....	69
VII.3.Paramètres statiques de la série.....	70
VII.4.Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	70
VII.4.1.Test de Mood.....	71
VII.5.Ajustement des pluies annuelles.....	72

VII.5.1.L'ajustement à la loi de gauss.....	72
VII.6.Détermination de l'année de calcul	73
VII.7.Les besoins en eau des cultures.....	74
VII.7.1.Calcul de l'évapotranspiration référence (ET0).....	74
VII.7.1.1.Formule Modifiée de Penman Monteith.....	74
VII.8.Calcul de la pluie efficace.....	76
VII.9.Réserve facilement utilisable (RFU).....	76
VII.10.Evaporation maximale de la culture ETM.....	77
VII.11.Occupation des sols.....	77
VII.12.Assolement des cultures.....	78
VII.13.Estimation des coefficients culturaux (Kc).....	79
VII.14.Calcul du débit spécifique.....	83
VII.15.Calcul du débit caractéristique.....	83
VII.16.Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	84
Conclusion.....	84
Conclusion générale	

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1 : Valeurs des températures mensuelles dans la région de Reghaia (2000-2020)...	4
Tableau I.2 : Humidité moyenne mensuelle (2000-2020).....	5
Tableau I.3 : Insolation moyenne mensuelle (2000-2020).....	5
Tableau I.4 : Précipitation moyenne mensuelle (2000-2020).....	6
Tableau I.5 : Vitesses moyennes du vent (2000-2020).....	7
Tableau I.6 : Les valeurs moyennes mensuelles des températures et de précipitation durant la période (2000-2020).....	8
Tableau I.7 : L'irrigation selon l'indice de Martonne	9
Tableau I.8 :L'étage bioclimatique de la région	10

Chapitre III : L'épuration des eaux usées

Tableau III.1 : Les normes de rejet	30
Tableau III.2 : paramètre physico-chimiques des eaux épurées	32

Chapitre IV : Présentation de la STEP.

Tableau IV.1 : Les concentrations maximales des effluents à la sortie de la STEP.....	35
Tableau IV.2 : La charge hydraulique.....	35
Tableau IV.3 : La charge polluante.....	36
Tableau IV.4 : Caractéristiques du dégrilleur grossier.....	38
Tableau IV.5 : Caractéristiques du dégrilleur fin.....	38
Tableau IV.6 : Caractéristiques du dessableur/déshuileur	39
Tableau IV.7 : Les conditions de fonctionnement du dessableur /déshuileur.....	39
Tableau IV.8 : Les caractéristiques du décanteur primaire.....	40
Tableau IV.9 : Dimensions du bassin d'aération	41
Tableau IV.10 : Les dimensions de décanteur secondaire.....	42
Tableau IV.11 : Les dimensions du filtre à sable	42
Tableau IV.12 : Caractéristiques des boues primaires.....	43

Tableau IV.13 : Caractéristiques de pompe à boues primaire.....	43
Tableau IV.14 : Caractéristiques des boues	44
Tableau IV.15 : Caractéristiques de pompe à boues épaissies	44
Tableau IV.16 : Caractéristiques de l’ouvrage de déshydratation	44
Tableau IV.17 : Caractéristiques du bio filtre	45

Chapitre V : étude de la qualité d’eau de la STEP

Tableau V.1 : Résultats d’analyses des eaux usées épurée de la STEP de Reghaia « pour l’année 2022 ».....	47
Tableau V.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	51
Tableau V.3 : Risque d’alcalinisation en fonction de SAR.....	52
Tableau V.4 : Paramètres microbiologiques.....	53
Tableau V.5 : étude comparative entre les deux techniques de désinfection.....	53
Tableau V.6 : caractéristiques de la pompe à piston	56
Tableau V.7 : dimension du bassin de désinfection par ozonation	57

Chapitre VI : Réalisation d’une conduite d’adduction

Tableau VI.1 : calcul de la HMT.....	64
Tableau VI.2 : Calcul des frais d’amortissement.....	64
Tableau VI.3 : Calcul des frais d’exploitation.....	64
Tableau VI.4 : Calcul du bilan (DA).....	65
Tableau VI.5:caractéristiques de la pompe choisie.....	67

Chapitre VII : calcul de besoin des cultures

Tableau VII.1 : Caractéristiques du poste pluviométrique de Reghaia.....	69
Tableau VII.2 : Série des pluies maximales journalières.....	69
Tableau VII.3 : Paramètre statique de la série	70
Tableau VII.4 : Résultat du test de Mood	71
Tableau VII.5 : Résultat de l’ajustement.....	73
Tableau VII.6 : calcul de $P_{moy\ 80\%}$	74

Tableau VII.7 : résultat de calcul d'ET0 par le logiciel CROPWAT.....	75
Tableau VII.8 : calcul de la pluie efficace.....	76
Tableau VII.9 : la densité apparente selon le type du sol.....	77
Tableau VII.10 : occupation du périmètre.....	77
Tableau VII.11 : la surface occupée par chaque culture	78
Tableau VII.12 : L'assolement des cultures.....	78
Tableau VII.13 : période de végétation des cultures.....	78
Tableau VII.14 : le Kc des cultures choisies.....	79
Tableau VII.15 : Calcul des besoins en eau pour la tomate.....	79
Tableau VII.16 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre.....	80
Tableau VII.17 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre (saison).....	80
Tableau VII.18 : Calcul des besoins en eau pour les haricots	81
Tableau VII.19 : Calcul des besoins en eau pour l'agrumes.....	81
Tableau VII.20 : Calcul des besoins en eau pour les raisins.....	82
Tableau VII.21 : les besoins nets de l'assolement 1.....	82
Tableau VII.22 : les besoins nets de l'assolement 2.....	83
Tableau VII.23 : volume d'eau d'irrigation.....	84

Liste des figures

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : localisation de la commune de Reghaia.....	3
Figure I.2 : courbe de la variation mensuelle de la température dans la région de Reghaia...4	4
Figure I.3 : histogramme de l'humidité relative (%) de Reghaia.....	5
Figure I.4 : histogramme de l'insolation (h) de Reghaia.....	6
Figure I.5 : histogramme de la précipitation de la zone de Reghaia en (mm).....	6
Figure I.6 : histogramme du vent de la région de Reghaia en (Km/h).....	7
Figure I.7 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	10
Figure I.8 : Diagramme ombothermique de Gaussen.....	11
Figure I.9 : le lac de Reghaia.....	11

Chapitre III : l'épuration des eaux usées

Figure III.1 : Le dégrillage grossier.....	23
Figure III.2 : Dégrillage à grilles manuelles.....	24
Figure III.3 : Schéma du dessablage déshuilage.....	25
Figure III.4 : Les principes de base de l'épuration des eaux usées.....	25
Figure III.5 : Schéma sur la coagulation floculation.....	26
Figure III.6 : Le lagunage aéré.....	27
Figure III.7 : Bassin à boue activée.....	27
Figure III.8 : Lit bactérien.....	28

Chapitre IV : présentation de la STEP

Figure IV.1 : Localisation de la STEP de Reghaia.....	34
-------------------------------------------------------	----

Chapitre V : étude de la qualité d'eau de la STEP

Figure V.1 : la concentration de DBO DOC MES à l'entrée de la STEP.....	48
Figure V.2 : la concentration des effluents à l'entrée de la STEP.....	49
Figure V.3 : la concentration de DBO DOC MES à la sortie de la STEP.....	49
Figure V.4 : la concentration des effluents à la sortie de la STEP.....	50

Figure V.5 : le rendement épuratoire de la STEP.....	50
Figure V.6 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation	52
Figure V.7 : pompe doseuse à piston.....	56

Chapitre VI : réalisation d'une conduite d'adduction

Figure VI.1 : localisation de la STEP de Reghaia.....	59
Figure VI.2 : la station de pompage du lac de Reghaia.....	60
Figure VI.3 : le tracé de l'adduction choisie.....	60
Figure VI.4 : le tracé et les conduite choisies.....	65
Figure VI.5 : interface du logiciel Caprari.....	66
Figure VI.6 : Pompe P18C/14-18/45/1F14-18/45.....	67
Figure VI.7: Courbes caractéristiques de la pompe : Hauteur de refoulement, Puissance, NPSH, Rendement et Puissance absorbée et NPSH.....	68

Chapitre VII : calcul de besoin des cultures

Figure VII. : Ajustement des pluies annuelles à la loi normale.....	73
---------------------------------------------------------------------	----

Liste des planches :

Planche n°1: Plan de masse de la station d'épuration

Planche n°2: Profil en long de la conduite d'adduction

Planche n°3: bassin de désinfection par ozonation

Liste des abréviations :

STEP : Station d'épuration

CE : Conductivité Electrique

MVS : matières volatiles en suspension

MES : Matières en Suspensions

PH : Potentiel d'Hydrogène

DBO5 demande biologique en oxygène durant 5 jours

DCO demande chimique en oxygène

$\mu\text{S/cm}$: Micro siemens par centimetre

NTK azote Kjeldahl Total

NGL: Azote Global

NH_4^+ : Azote Ammoniacal

NO_2^- : Azote Nitreux

NO_3^- : Azote Nitrique

Introduction générale :

L'eau est une ressource essentielle pour la vie et le développement durable de notre planète. Cependant, la croissance démographique et l'urbanisation rapide ont entraîné une augmentation significative de la demande en eau, mettant ainsi en péril nos ressources hydriques limitées. Dans ce contexte, la réutilisation des eaux usées provenant des stations d'épuration représente une solution prometteuse pour répondre aux besoins en eau, tout en contribuant à la préservation de l'environnement.

La réutilisation des eaux usées est principalement utilisée pour l'irrigation des terres agricoles. Cependant, de nombreux pays utilisent leurs eaux usées à d'autres fins telles que la recharge des nappes phréatiques, des usages industriels, la production aquacole et les activités récréatives, entre autres.

Il est crucial de souligner que si la réutilisation des eaux usées est mal réalisée, elle peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement et mettre en danger la santé humaine et animale. Pour cette raison, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ont élaboré des recommandations concernant la qualité sanitaire des eaux usées pouvant être réutilisées pour l'irrigation agricole.

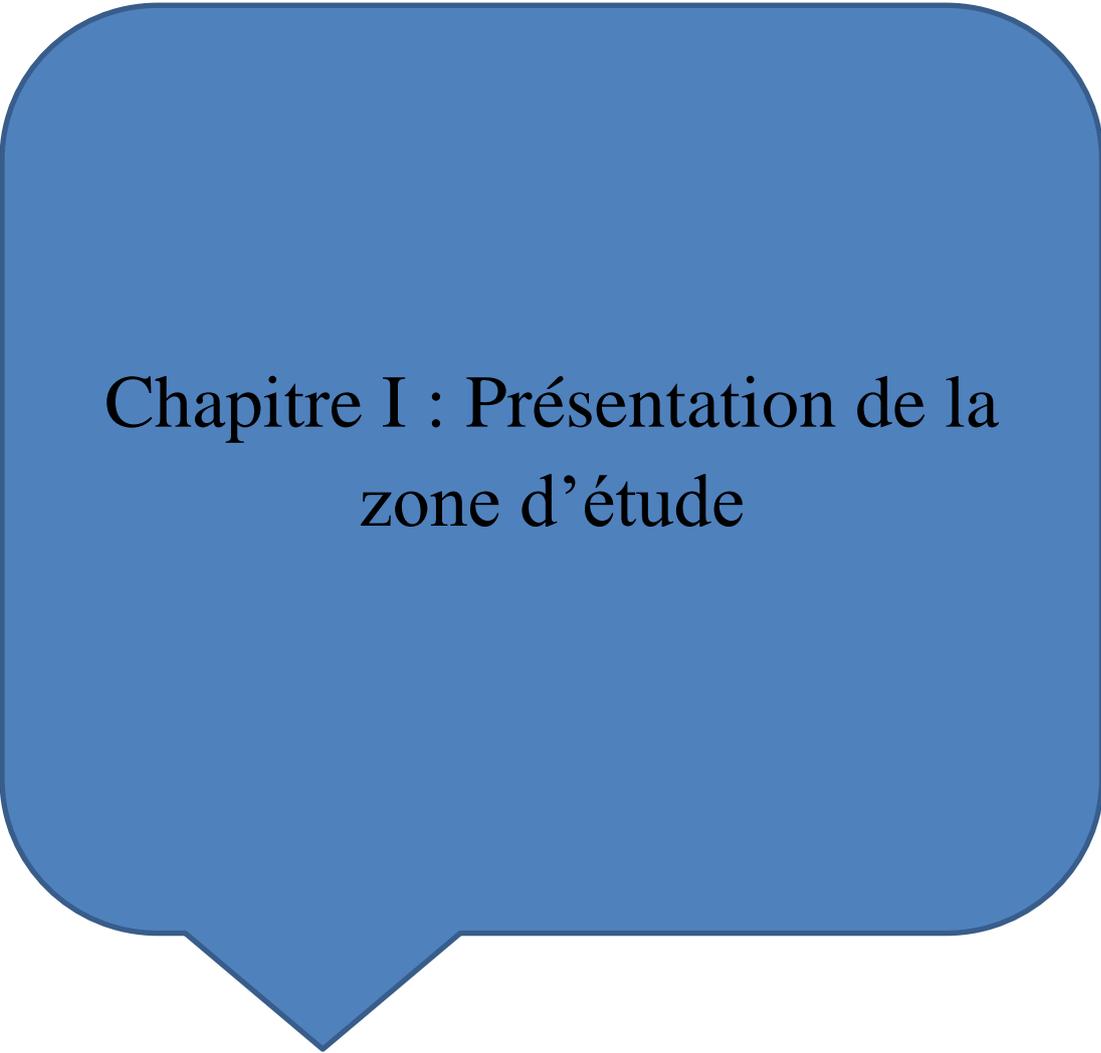
Selon leur niveau de pollution et le type de réutilisation envisagé, les eaux usées doivent subir différents traitements, allant du simple traitement au traitement avancé. De nombreuses études ont été réalisées sur ce sujet, et nous disposons aujourd'hui de plusieurs retours d'expérience significatifs.

Il est essentiel de continuer à étudier et à améliorer les techniques de réutilisation des eaux usées afin de garantir une utilisation sûre et efficace. Ces recherches et ces expériences nous permettent de mieux comprendre les avantages et les défis de la réutilisation des eaux usées, et d'élaborer des politiques et des pratiques appropriées pour une gestion durable de cette ressource précieuse.

Dans cette étude visant à évaluer la qualité de l'eau de la station d'épuration de Reghaia en vue de sa réutilisation agricole, notre objectif est d'analyser les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées avant et après leur traitement. En se basant sur les résultats obtenus, nous proposerons des solutions pour améliorer la qualité de l'eau afin de respecter les normes d'irrigation. De plus, nous envisagerons la conception d'une conduite d'adduction reliant notre station d'épuration à une station de pompage existante, afin d'éviter le rejet de notre eau traitée dans le lac de Reghaia, qui est déjà pollué. Enfin, nous sélectionnerons les cultures appropriées en fonction de notre terrain et de la qualité de l'eau obtenue, et calculerons les besoins en eau pour ces cultures.

Afin de structurer cette étude de manière adéquate, nous avons adopté un plan de travail organisé en quatre parties principales :

- La première partie de notre étude consiste à faire une étude bibliographique
- La deuxième partie de notre travail se concentre sur l'évaluation de la qualité de l'eau et propose des solutions pour améliorer cette qualité.
- La troisième partie de notre étude se concentre sur la conception et la réalisation d'une conduite d'adduction pour le transport de l'eau traitée.
- La quatrième partie de notre étude consiste à calculer les besoins en eau des cultures sélectionnées.



**Chapitre I : Présentation de la
zone d'étude**

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Introduction :

Avant de commencer tout projet, la connaissance des caractéristiques de la zone d'étude est primordiale. Dans ce chapitre nous allons présenter la commune de Reghaia du point de vue situation géographique et conditions climatiques.

Cette étude là nous sera très utile à la détermination des facteurs climatiques qu'on utilisera pour la détermination des besoins des cultures (le chapitre 7).

I.1. Présentation de la commune de Reghaia :

Reghaia est une commune de la de la willaya d'Alger c'est une ville à vocation industrielle mais elle possède aussi des zones agricoles.

La commune de reghaia est située sur une vaste plaine du nord de la Mitidja.

Elle est délimité par :

- La mer méditerranée au nord
- Commune d'ouled heddadh au sud
- Les communes de heuraoua et rouiba à l'ouest
- La commune de boudouaou à l'est



Figure I.1: localisation de la commune de Reghaia (<https://urlz.fr/n8gs>)

I.2. Situation climatique :

Le climat est un facteur très important dans l'évaluation des écosystèmes. Le climat de Réghaia a été décrit comme une variante du type méditerranéen, ce qui signifie que les précipitations sont irrégulièrement réparties tout au long de l'année.

I.2.1. Température :

La température varie d'une année à une autre mais généralement elle est maximale dans les périodes estivales (juin, juillet, aout), et minimale en hiver (décembre, janvier, février,)

Tableau I.1 : Valeurs des températures mensuelles dans la région de Réghaia (2000-2020)

Mois	Sept	oct	nov	dec	Janv	Fev	mars	avril	mai	juin	Juil	Aout
T Max (°C)	29.7	26.2	21.0	17.9	17.1	17.5	19.7	21.4	24.8	28.8	31.3	32.7
T Moy (°C)	23.75	20.3	15.35	12.5	11.45	11.45	13.5	15.1	18.85	22.6	25.2	26.45
T Min (°C)	17.8	14.4	9.7	7.1	5.8	5.4	7.3	8.8	12.9	16.4	19.1	20.2

Source (ONID)

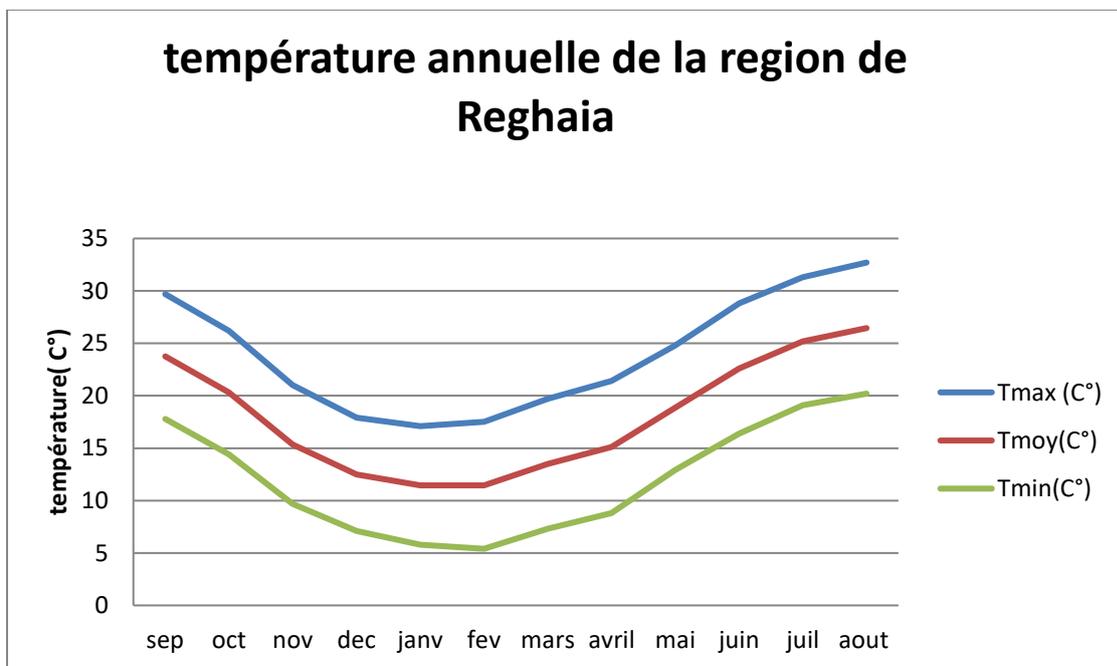


Figure I.2: Courbe de la variation mensuelle de la température dans la region de Reghaia

On remarque que la température diminue dans les mois de décembre, janvier et février et atteint un minimum de 10.1°C en mois de Février. Elle augmente au mois de juin, juillet, aout et septembre, elle atteint un maximum de 30°C en aout.

I.2.2. Humidité :

L'humidité moyenne sur l'année est de 71 % à Alger. L'humidité mensuelle varie très peu d'un mois à un autre autour de la valeur moyenne. (DRE-Alger)

Tableau I.2 : Humidités moyenne mensuelle (2000-2020)

Mois	Sep	oct	nov	dec	janv	fevr	mars	avril	mai	juin	Juil	Aout
Humidité (%)	70	73	76	78	79	80	76	73	74	68	67	66

Source (ONID)

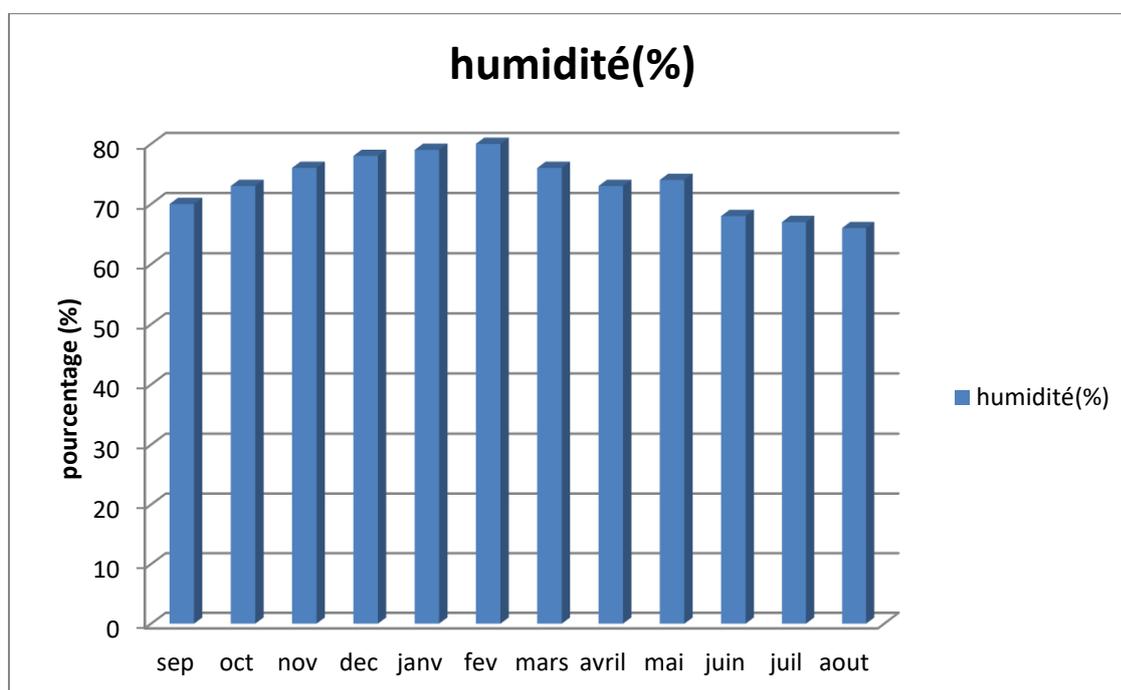


Figure I.3 : histogramme de l'humidité relative (%) de Reghaia

I.2.3. L'insolation :

Tableau I.3 : Insolation moyenne mensuelle (2000-2020)

mois	sep	oct	nov	dec	janv	fevr	mars	avril	mai	juin	Juil	Aout
L'insolation (%)	8.3	7.1	6.0	5.1	5.6	6.6	7	8.0	8.3	10.3	10.9	10.1

Source (ONID)

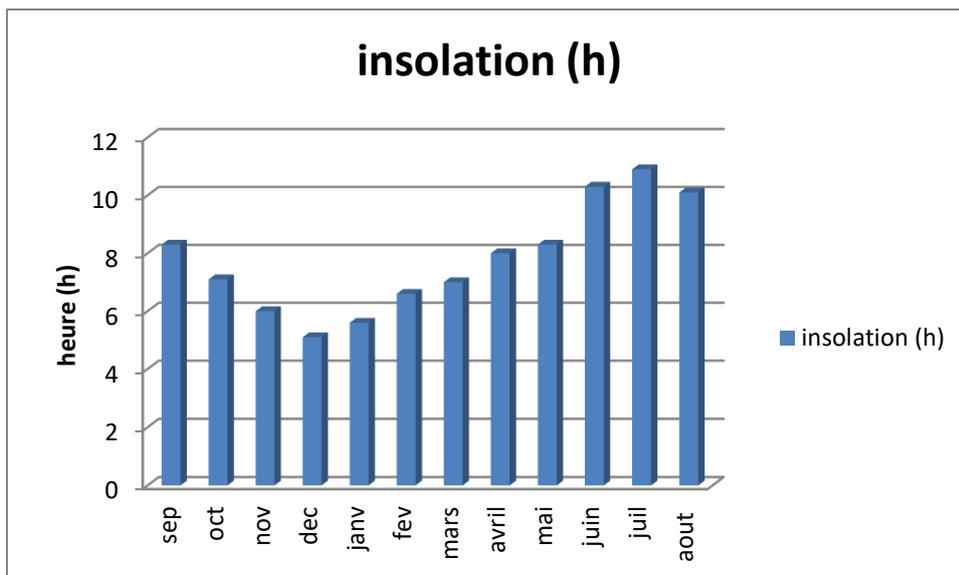


Figure I.4 : histogramme de l'insolation (h) de Reghaia

I.2.4. Précipitation :

L'étude de précipitation est une partie importante de l'analyse des ressources en eau.

Tableau I.4 : Précipitation moyenne mensuelle (2000-2020)

Mois	sep	oct	nov	dec	janv	fevr	mars	avril	mai	juin	Juil	aout
Précipitation (mm)	37.68	42.74	67.8	76.6	86.2	78.8	65.62	46.67	39.15	11.96	1	8.53

Source (météo bleu)

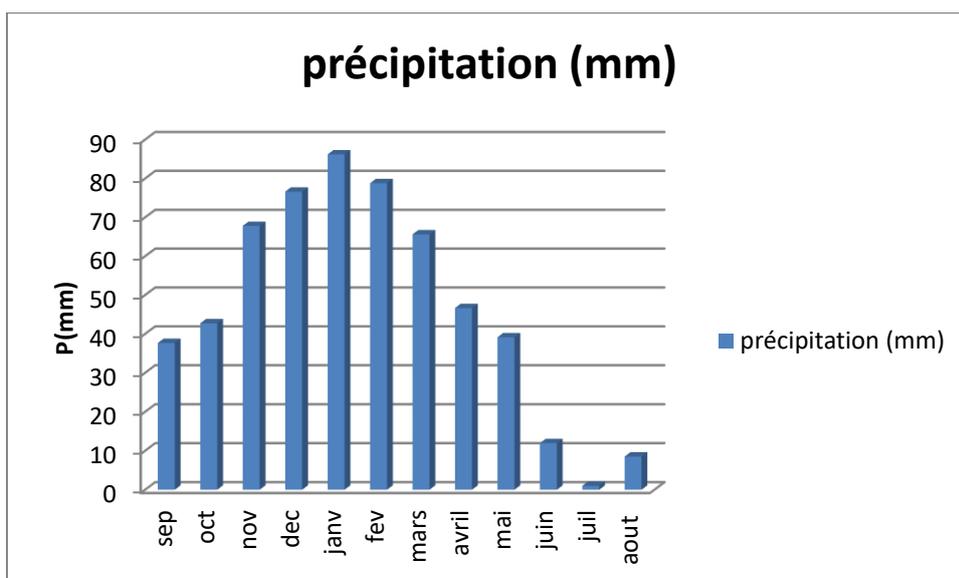


Figure I.5 : histogramme de la précipitation de la zone de Reghaia en (mm)

D'après l'histogramme on peut remarquer la précipitation est maximale en mois de janvier (86.2mm) et février (78.8mm).elle est minimale en juin (11.96mm), juillet (1mm) et aout (8.53mm).

I.2.5. Vent :

Les vents dominants à Alger sont de secteur nord (de NE à NO). Leur vitesse moyenne mensuelle à 2 mètres du sol est de 2.2 m/s, sans grande variation d'un mois à un autre. (DREA Alger)

Tableau I.5 : Vitesses moyennes du vent : (2000-2020)

mois	sep	oct	nov	dec	janv	fevr	mars	avril	Mai	juin	Juil	Aout
Vent (km/j)	172	172.5	172.1	172.8	172.6	172.2	172	172.9	172.1	172.5	172	172.4

Source (ONID)

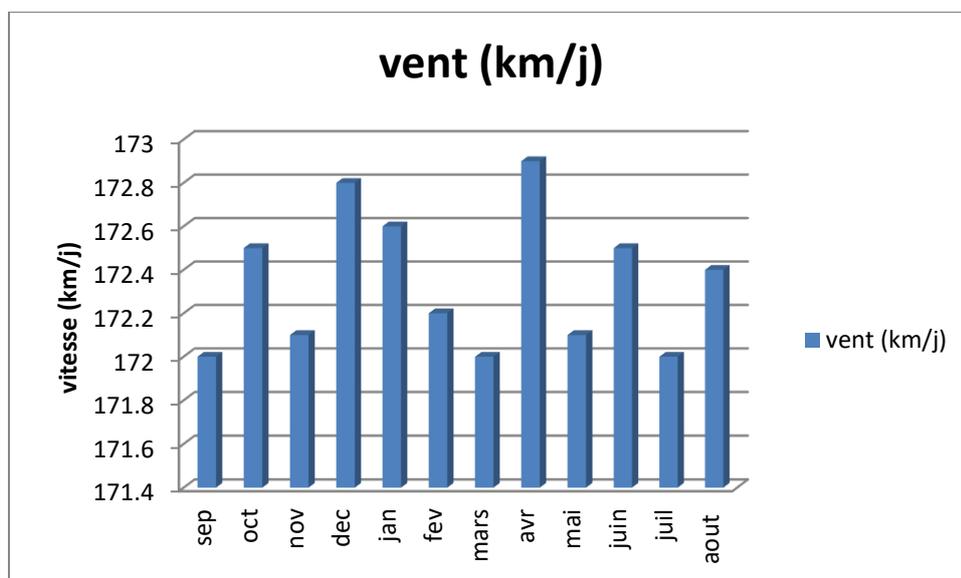


Figure I.6 : histogramme du vent de la région de Reghaia en (Km/h)

I.3. Données naturelles du site :

I.3.1. Topographie :

La région et ses alentours reposent sur un relief de faibles pentes de 2% à 5% environ du sud vers le nord.

Elle présente un relief uniforme, avec une faible pente dont les altitudes varient de 53 à 64 MNGA dans le sens Nord-Sud, 55 à 60 MNGA d'Ouest à l'Est.

I.3.2. Le sol :

Le sol de notre zone d'étude est constitué d'alluvions (limons argileux sableux) avec des poches d'alluvions anciennes (limons caillouteux de terrasse) situé au centre, ainsi qu'au sud-est et sud-ouest.

I.3.3. Sismicité :

D'après le Règlement Parasismique Algérien (P.R.A) le territoire national est divisé en quatre zones de sismicités croissantes, qui sont les suivantes :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone II : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité forte

La commune de Reghaia est classée dans la zone II, ceci suivant les recommandations parasismique d'Algérie (21 mai 2003)

I.4. Synthèse climatique :

A travers les deux facteurs importants du climat, la température et la pluviométrie, trois paramètres peuvent être déterminés :

- Indice de Martonne
- Coefficient d'Emberger
- Diagramme de Gaussen

Tableau I.6 : les valeurs moyennes mensuelles des températures et de précipitations durant la période (2000-2020).

Mois	Sep	oct	nov	Dec	janv	fev	mars	Avrl	Mai	juin	juil	Aout
P_{moy}(mm)	37.68	42.74	67.8	76.6	86.2	78.8	65.62	46.67	39.15	11.96	1	8.53
T_{moy}(C°)	23.75	20.3	15.35	12.5	11.45	11.45	13.5	15.1	18.85	22.6	25.2	26.45

Source (historique météo.net)

I.4.1. Indice de Martonne :

L'indice de Martonne est un paramètre climatique qui nous permet de déterminer si l'irrigation est indispensable ou pas par rapport au type du climat.

Cet indice se calcule en utilisant la loi suivante :

Indice annuel : $I = P / (T + 10)$

Avec :

P = précipitation totale annuelle ou mensuelles « selon la loi utilisée »

T = température totale annuelle ou mensuelles « selon la loi utilisée »

Tableau I.7 : L'irrigation selon l'indice de Martonne

Valeur de I_A	Type de climat	Irrigation
$I_A \leq 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A \leq 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

Pour :

$$P=562.75\text{mm}$$

$$T=18.04^\circ\text{C}$$

On aura :

$$I=562.75/(18.04+10)=20.06$$

$$I=20.06$$

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime relativement humide, où l'irrigation est parfois utile.

I.4.2. Coefficient d'Emberger :

Il exprime la sécheresse globale d'un climat en comparant l'évaporation et la transpiration à la précipitation par le rapport (P / E) dans la quel l'évaporation est exprimée par une fonction de la température.

$$Q = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2} \quad \text{avec :}$$

P : précipitation moyennes annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales (kelvin)

m: moyenne des températures minimales (kelvin)

Tableau I.8: L'étage bioclimatique de la région

Précipitation (mm)	M (°K)	m (°K)	Q ²	Etage bioclimatique
562.75	297	285.75	162.48	Subhumide

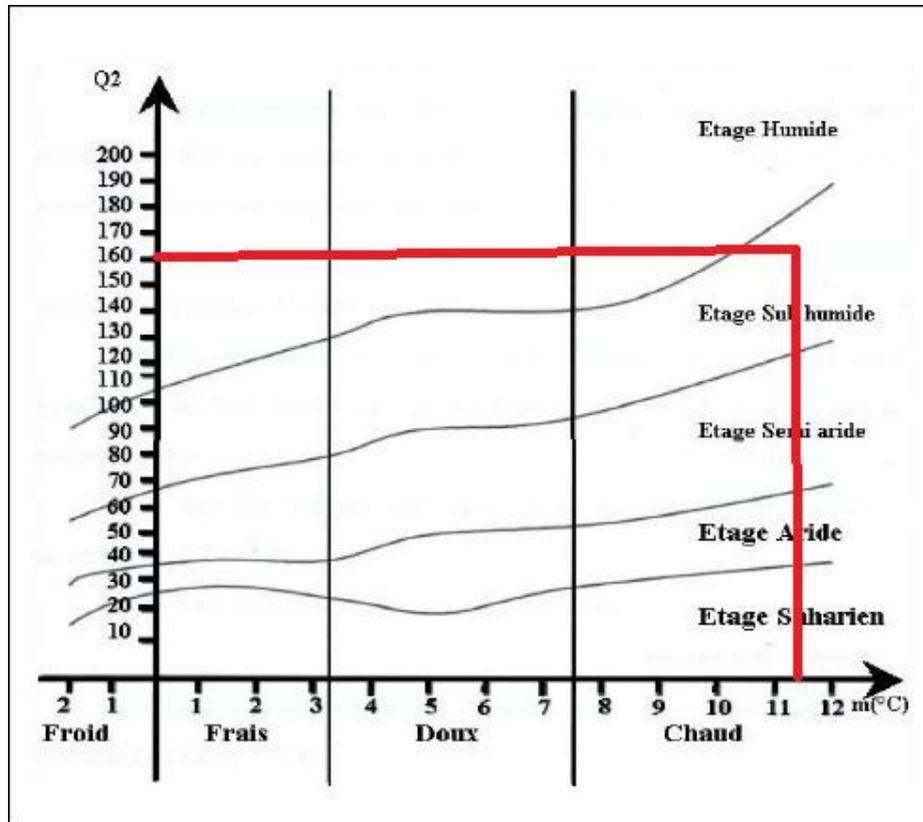


Figure I.7 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Donc :

L'étage bioclimatique : Subhumide

Sous étage : hiver chaud

I.4.3. Diagramme de Gaussen (Ombrothermique):

Le graphique est construit en plaçant les mois en abscisse et les moyennes mensuelles de température et de précipitations en ordonnée, avec une échelle égale à la moitié des précipitations.

Quand la courbe de température est au-dessus de celle des précipitations, la zone délimitée représente la zone sèche.

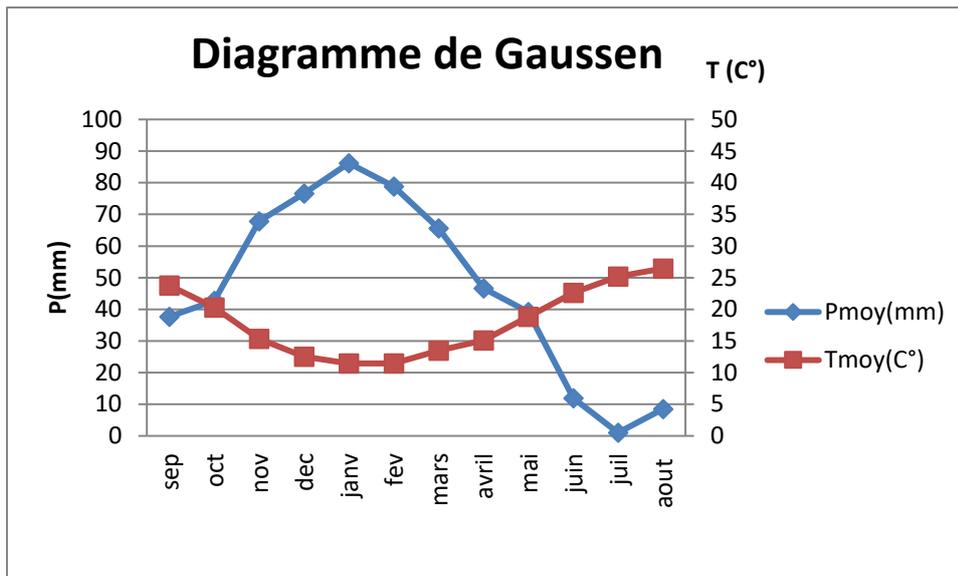


Figure I.8 : Diagramme Ombrothermique de Gausson.

D'après ce graphe période sèche correspond aux mois juin, juillet, aout et septembre .c'est la période ou l'irrigation est indispensable

I.5.Présentation du lac de Reghaia :

Le lac de Reghaia est situé à 30 KM à l'est d'alger ; et à 14 km de Boumerdès. Il est bordé au nord par la Mer Méditerranée, au sud par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, à l'est par la ville de Boudouaou et à l'ouest par la ville d'Aïn Taya. D'une surface de 75 ha forme le débouché naturel Est de la plaine de la mitidja.

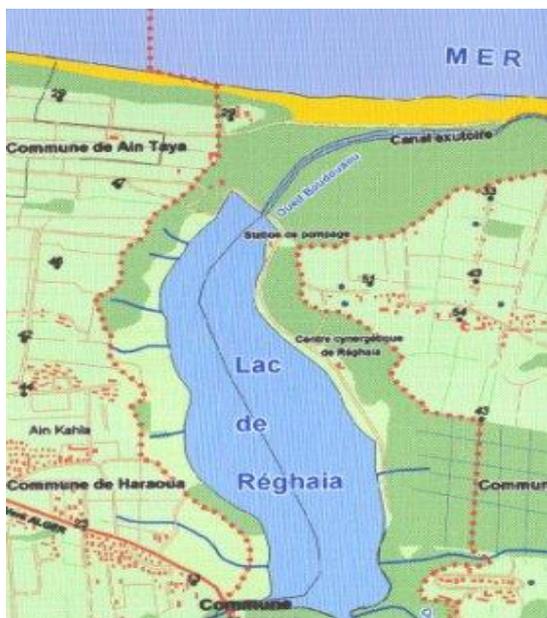


Figure I.9: le lac de Reghaia. (<https://urlz.fr/n8fD>)

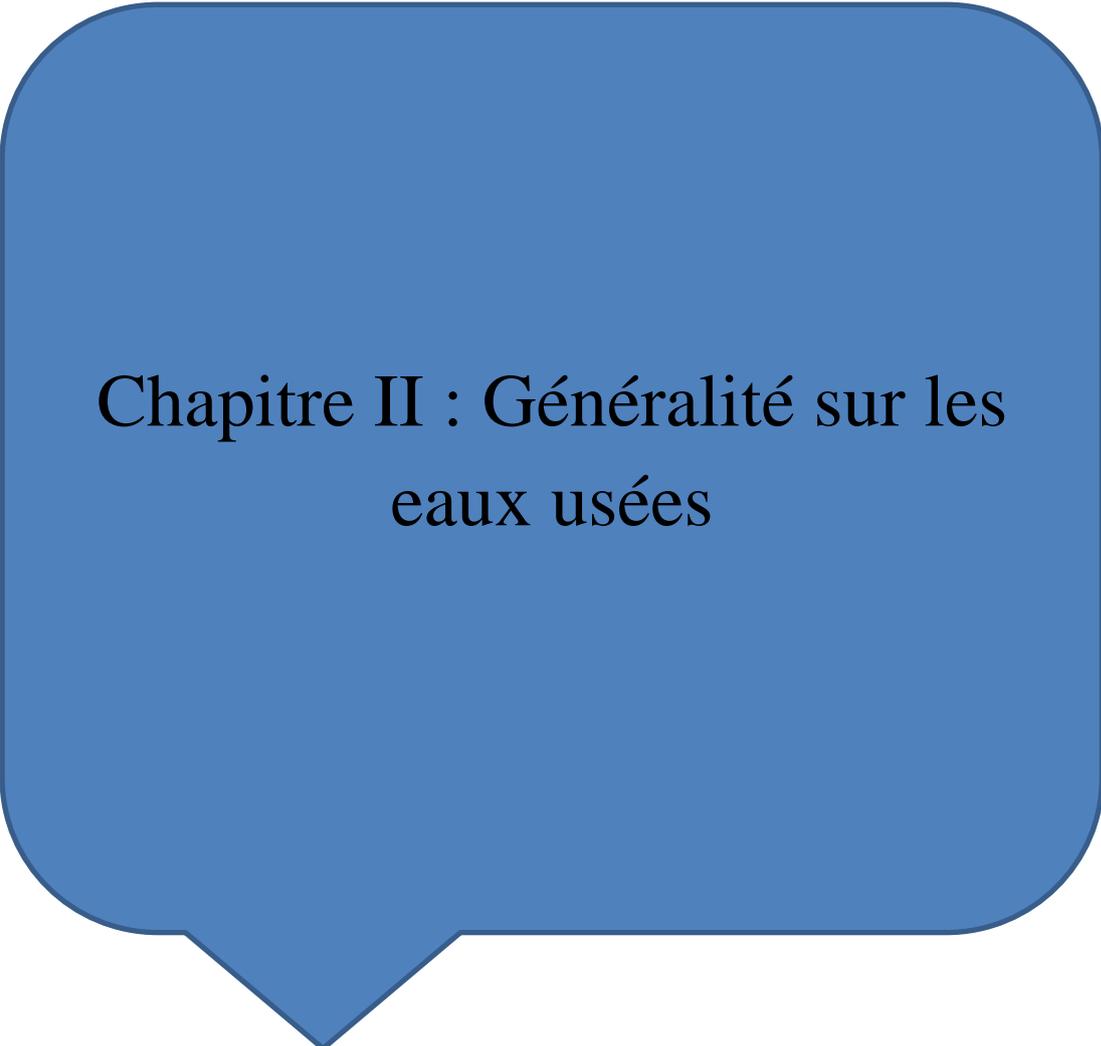
De nombreuses menaces présentes sur cette zone humide, que l'on continue de détruire à un rythme de plus en plus accéléré. Ses eaux proviennent des précipitations et du ruissellement des eaux de trois cours d'eau (oued de Reghaia , oued de El Biar et Bouréah).

Ce lac est pollué c'est pour cela que les eaux traitées de la STEP ne seront pas déversées cette fois dans le lac mais ils vont être transportés vers une station de pompage puis vers le périmètre d'irrigation. (Chapitre 6).

Conclusion :

La présentation de la zone d'étude nous a permis de mettre en lumière les caractéristiques climatiques de la zone de Reghaia, en examinant de près les différents aspects (température, précipitation, vent, humidité ...).et donner une petite présentation du lac de Reghaia.

La région de Reghaia possède un climat méditerranéen qui est chaud en été et froid en hiver, et selon le diagramme d'EMBERGER le climat est subhumide.



Chapitre II : Généralité sur les eaux usées

Chapitre II : Généralité sur les eaux usées

Introduction :

L'eau, propre est potable à l'origine, mais Avec l'augmentation de la population et le développement des usines et des industries, le taux de pollution des eaux ne cesse d'augmenter.

Ce chapitre se propose d'explorer les différentes facettes des eaux usées, en mettant l'accent sur leur origine et composition.

II.1 Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont toutes les eaux issues des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées et qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Celles-ci englobent, également, les eaux de pluies et leur charge polluante. Elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance. (ADOUR Lydia)

II.2 Origines des Eaux Usées :

II.2.1 Les eaux usées domestiques :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

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 vannes qui proviennent des sanitaires (w.c), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme.

(REJSEK, 2002)

II.2.2 Les eaux de ruissellement:

Les eaux pluviales peuvent, elles aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis en ruisselant, elle entraîne des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds,...) (ADOUR Lydia)

II.2.3 Les eaux usées urbaines :

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage 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 toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues (mélange d'eau, de microorganismes et de matières organiques), des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, ect...) et toutes sortes de micropolluants :

- des hydrocarbures.
- des pesticides venant des jardins.
- des détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, automobiles.
- des débris microscopiques de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules.
- du plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, les retombées diverses de l'atmosphère provenant, notamment, des cheminées domestiques et des cheminées d'usines. (ADOUR Lydia)

II.2.4 Les eaux usées industrielles :

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. 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 résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. (Rodier. J., 2005)

II.2.5 Les eaux usées agricoles :

L'agriculture est une source de pollution, non négligeable, des eaux car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues des terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates ne seraient pas, finalement, retenues par le sol mais assimilées par les plantes. Leur ruissellement conduit à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles ainsi que des eaux issues des cours d'eau ou de retenues. (ADOUR Lydia)

II.3 Caractéristiques des eaux usées :

Pour accéder à un traitement efficace des eaux usées, il est impérativement nécessaire de connaître les caractéristiques de ces derniers. En se basant sur ce principe on va citer les différentes caractéristiques de ces eaux, afin de savoir et mieux connaître ce dont nous sommes confrontés.

II.3.1 Paramètres Physiques :

II.3.1.1 La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique .elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. (ADOUR Lydia)

II.3.1.2 Le PH :

Les organismes sont très sensibles aux variations du PH. Un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.l'influence du PH se fait, également, ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution, leur biodisponibilité et donc leur toxicité. Le PH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. (ADOUR Lydia)

II.3.1.3 La conductivité électrique :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. (REJSEK, 2002).

Elle donne une idée sur la salinité de l'eau. Des variations de cette dernière peuvent influencer le traitement biologique et la décantation.

II.3.1.4 Les matières en suspension (MES) :

Selon (REJSEK, 2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10µm, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). « La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau.

Elles sont fonction de la nature des terrains traversés et de la saison des rejets. »

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

MMS/ matière minérale en suspension

MVS : matière volatile en suspension

II.3.1.5 Les matières volatiles sèches (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des MES, obtenues après calcination des MES dans un four à moufle 600°C pendant 2 heures. La différence de poids entre MES à 105°C et les MES à 600 °C donne la « perte de feu » et correspond à la teneur en MVS en mg/L d'une eau (ADOUR Lydia)

II.3.1.6 Couleur et odeur :

Dans les eaux usées brutes la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdes ou par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'odeur est due à une fermentation des matières organiques.

II.3.1.7 La turbidité :

Selon (REJSEK, 2002), la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

II.3.2 Les paramètres chimiques :

II.3.2.1 l'Oxygène dissous :

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg O₂ l⁻¹. (REJSEK, 2002)

II.3.2.2 Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale. (Rodier. J., 2005)

II.3.2.3 Demande biologique en oxygène (DBO5) :

Selon (REJSEK, 2002), la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques

II.3.2.4 La biodégradabilité :

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K tel que :

$$K = \text{DCO} / \text{DBO5}$$

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 $2.5 < K < 3$ cela signifie que les matières oxydables sont peu dégradables.

Si $K > 3$ cela signifie que les matières oxydables sont non dégradables. (ADOUR Lydia)

II.3.2.5 Eléments toxiques :

La présence des métaux lourds (plomb, mercure.....) et des substances toxiques (phénols) dans l'eau usée peut la rendre toxique, ils sont évalués par les tests biologiques.

II.3.2.6 L'azote :

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

II.3.2.7 Le nitrate :

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/l dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

- Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azotés ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel ;
- Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas totale et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel.
- Cette source représente les 2/9 des apports ;
- Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. (REJSEK, 2002)

II.3.2.8 L'azote ammoniacal :

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniac qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniac constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



(REJSEK, 2002)

II.3.2.9 Le Phosphore :

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des ortho-phosphates. (Rodier. J., 2005).

II.3.2.10 Le sulfate :

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé.

La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion.

En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates. (Rodier. J., 2005) .

II.3.2.11 Les métaux lourds :

Le chrome (Cr), le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le zinc (Zn), et le cuivre (Cu), sont des métaux lourds généralement adsorbés sur les matières en suspension présentes dans l'eau brute, l'élimination de ces matières en suspension suffit alors à garantir la réduction de ces métaux lourds. Dans certains cas, les métaux peuvent être complexés, soit à des matières organiques naturelles (exemple de mercure), soit à des composés chimiques rejetés par les industries ou les ménages, alors ils restent dans l'eau malgré l'élimination de la matière en suspension.

II.4. Les paramètres biologiques :

II.4.1 Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte.

Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries, Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par

exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (CSHPF, 1995)

II.4.2 Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires, simples et procaryotes. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm , le taux moyen de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g. (ADOUR Lydia)

II.4.3 Les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires eucaryotes, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. (ADOUR Lydia)

II.4.4 Les helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Les concentrations en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ œufs/l. il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata*. (CSHPF, 1995)

Conclusion :

La gestion des eaux usées est un sujet d'une importance cruciale dans le contexte de préservation de l'environnement et de la santé publique .les eaux usées provenant de diverses sources doivent faire l'objet d'une attention particulière en raison de leur potentiel de pollution et de contamination.



Chapitre III : Epuration des
eaux usées

Chapitre III : Epuration des eaux usées

Introduction :

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu récepteur en égout. Cette pollution conduira à la disparition de toute vie. Pour cette raison, il est nécessaire d'épurer et d'éliminer le plus possible les déchets des eaux usées avant leur rejet dans l'environnement, en tant que milieu aquatique naturel, afin de minimiser leur impact sur la qualité de l'eau

III.1. Définition de l'épuration :

L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore...).

III.2. Les étapes d'épuration des eaux usées :

III.2.1. Le Prétraitement :

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

III.2.1.1. Le dégrillage :

Le dégrillage consiste à retenir les objets trop volumineux et encombrants qui pourraient dégrader les pompes ou obstruer les canalisations .il existe des différents types de dégrillage : le pré-dégrillage avec des barreaux espacés de 30 à 100 mm, le dégrillage moyen avec un espacement entre 10 et 30 mm et le dégrillage fin dont les barreaux sont espacés de moins de 10 mm .les dérailleurs sont habituellement implantés en tête de station. (OUANOUKI)

Voici une figure qui représente le dégrillage grossier :



Figure III.1: Le dégrillage grossier (<https://urlz.fr/m3vv>)

Ces grilles peuvent être de deux types :

III.2.1.1.1 Les grilles manuelles :

Sont des grilles composées de barreaux généralement inclinée sur l'horizontal de 60 à 80 degrés. Ces grilles sont destinées à de petites collectivités et nécessitent un nettoyage manuel régulier par l'intermédiaire d'un râteau. (OUANOUKI)

Dans cette figure si dessous on peut clairement voir l'inclinaison des grilles



Figure III. 2 : Dégrillage à grilles manuelles (<https://urlz.fr/m3wr>)

III.2.1.1.2 Les grilles mécaniques :

Quant à elles, fonctionnent par l'intermédiaire d'un nettoyage automatique pouvant être réalisé à l'amont comme à l'aval.

Dans le cas d'un nettoyage à l'amont, de type de configuration existent avec des grilles courbes et droites ; les grilles courbes présentent un axe de rotation permettant d'évacuer les matières retenues par la maille. (OUANOUKI)

III.2.1.2 Le dessablage :

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, les sables et les particules minérales d'effluent à traiter, afin de réduire le risque d'abrasion des équipement mais aussi de diminuer les dépôts et le colmatage dans les conduites . Le dessablage est une opération de décantation des particules grenues. (OUANOUKI)

III.2.1.3 Le déshuilage :

Le rôle du dégraissage et du déshuilage est de séparer de l'eau, les huiles et les graisses afin d'éviter l'encrassement des ouvrages, les perturbations de l'aération, le départ avec l'eau traitée et les difficultés de traitement des boues en aval. (OUANOUKI)

Voici un schéma qui englobe les deux ouvrages dans un seul ouvrage :

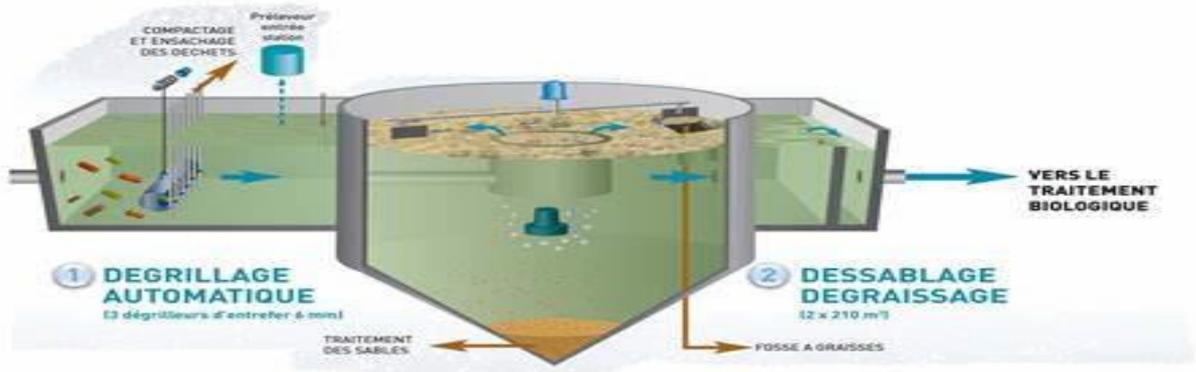


Figure III .3 : Schéma du dessablage-déshuilage (<https://urlz.fr/m3x0>)

Ce schéma si dessous résume toutes les étapes du prétraitement

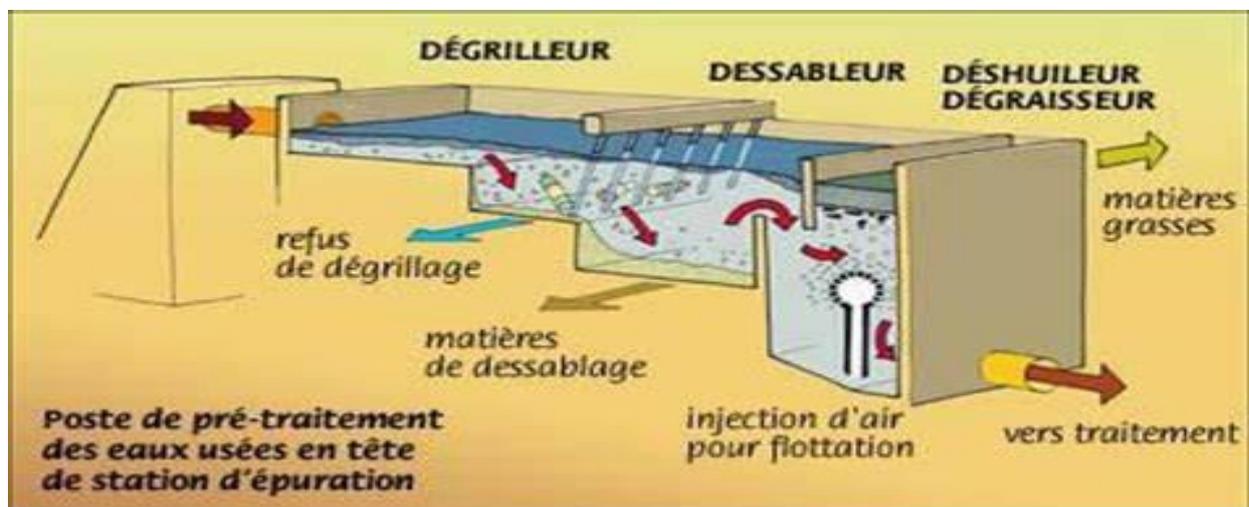


Figure III.4 : Les principes de base de l'épuration des eaux usées (<https://urlz.fr/m3Ar>)

III.2.2 Le traitement primaire :

III.2.2.1 La coagulation :

Afin de permettre la décantation d'une suspension colloïdale qui constitue une partie importante de la pollution, il faut changer l'état de la suspension qui permettra l'agglomération des particules entre elles et ainsi obtenir des tailles importantes plus faciles à éliminer. Ce changement d'état s'effectue artificiellement par des moyens artificiels (addition de produits chimiques, évaluation de température, passage d'un courant électrique). Les micro-organismes et les colloïdes d'argile dans l'eau ont une charge électrique négative ce qui permet de stabiliser leur dispersion dans l'eau. On neutralise leur charge en ajoutant des métaux positivement chargés (cationiques). (OUANOUKI)

La coagulation permet de déstabiliser les colloïdes c'est-à-dire d'altérer la surface de la charge négative de façon à ce qu'ils approchent et adhèrent l'un à l'autre (OUANOUKI)

Remarque :

Colloïdes : particules de 0.001 à 1µm de diamètre

III.2.2.2 La floculation :

La floculation est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques menant à l'agrégation de particules stabilisées pour former des flocons ou « flocs » qui sont une agglomération des particules qui décanteront par la suite. Cette formation est rendue possible par le lien entre particules grâce à l'utilisation de flocculant qui sont des polymères de haut poids moléculaire à structures linéaires et solubles dans l'eau. Les particules vont se retrouver piégées dans les mailles du flocculant pour ainsi créer des flocs. C'est un phénomène réversible, c'est-à-dire que l'on peut casser ces agrégats, par exemple en agitant fortement le liquide, pour retrouver la solution de colloïdes initiale. Le procédé permet aux microflocs de s'agglomérer et donc de grossir. Il favorise de ce fait la sédimentation par gravité des flocs plus gros tout en permettant la capture des particules qui y adhèrent et qui seraient trop petites pour être retenues par les filtres relativement grossiers en aval. (OUANOUKI)

On visualise la coagulation floculation dans la figure suivante :

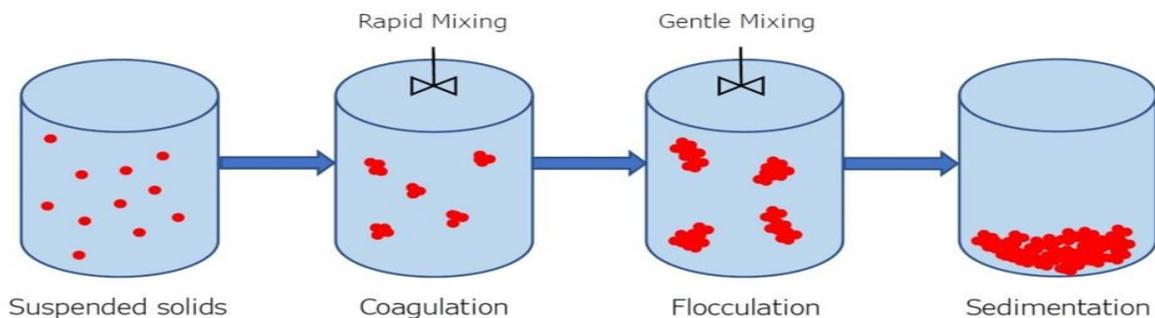


Figure III.5 : Schéma sur la coagulation floculation (<https://urlz.fr/m3y2>)

III.2.3 Le traitement secondaire (biologique) :

III.2.3.1 Lagunage :

Le lagunage est une technique basée sur le maintien des effluents à épurer dans des bassins de traitement pendant un temps de séjour qui varie en fonction des objectifs, de la qualité de l'eau recherchée et du type de lagunage utilisé.

Le lagunage aéré permet d'épurer des rejets peu chargés en matières en suspension dans des bassins de 2 à 3 m de profondeur. Comme il n'y a pas recyclage des boues à partir d'un clarificateur, il se crée un équilibre entre l'apport de pollution biodégradable et la masse des bactéries qui se développent. L'oxygène est apporté dans le milieu liquide par des moyens mécaniques (aérateurs de surface, turbo-agitateurs, brosses métallique rotatives) et par la photosynthèse des algues. Le rendement épuratoire dépend dans une large mesure de la température dans le bassin du lagunage et du temps de séjour de l'effluent (ADOUD Lydia)



Figure III.6 : Le lagunage aéré (<https://urlz.fr/m3yy>)

III.2.3.2 Les boues activées :

Le procédé d'épuration biologique par boue activée peut s'effectuer par voie aérobie. Dans des deux cas, ce sont des microorganismes adaptés au procédé qui se multiplient en absorbant la pollution organique (bactéries hétérotrophes assimilant les matières organiques). Les boues activées sont des cultures bactériennes en suspension sous forme de suspension d'agrégats biologiques. Le réacteur biologique aérobie ou bassin d'aération contient les micro-organismes qui assurent l'épuration. (OUANOUKI)



Figure III. 7: Bassin à boue activée (<https://urlz.fr/m3zu>)

III.2.3.3 Le lit bactérien :

Le lit bactérien est un ouvrage en forme ronde ou rectangulaire, pourvu d'une dalle perforée sur laquelle repose est posée une masse de matériaux poreux au caverneux. A la base du lit bactérien, les eaux filtrées sont collectées dans des rigoles, puis évacuées. Le fond du filtre est construit de façon à assurer l'entrée de l'air dans la masse du lit.

Le procédé consiste en une distribution des eaux usées décantées sur la surface du lit.

Sur la masse des matériaux de remplissage se développent un film biologique formé par des micro-organismes qui se nourrissent des substances contenues dans les eaux usées et les dégradent. Ce film biologique assure l'action du lit bactérien grâce à la voracité des micro-organismes (unicellulaires et multicellulaires) et à la dégradation aérobie des boues. Au cours de la filtration des effluents, les films en absorbant et en minéralisant les matières dissoutes dans les eaux usées, s'accroissent, s'épaississent et séparés par la force d'écoulement du matériau de remplissage sont emportés avec des effluents filtrés vers le décanteur secondaire (AbdlkaderGAID) (comparaison des deux processus d'épuration des eaux usées).



Figure III. 8 : Lit bactérien (<https://urlz.fr/m3zR>)

III.2.3.4 La biofiltration :

Il s'agit d'un ouvrage en béton rempli d'un matériau immergé dans l'eau à traiter le matériau permet la fixation bactérienne et possède un taux de vide permettant la filtration des MES. Le dioxygène nécessaire à l'épuration est apporté par injection d'air (air procédé) au travers de buselures. (CARDOT, 2013)

III.2.4 Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire consiste à éliminer tous les effluent qui ont pu résister au traitement précédent (comme la DCO dure).

Il y a plusieurs types du traitement tertiaire on site :

-le charbon actif

-le filtre à sable (notre station contient ce traitement tertiaire comme nous allons voir dans le chapitre)

III.2.5 La désinfection :

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer les micro-organismes pathogènes de l'eau. Il peut subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation (stérilisation = destruction de tous les germes présents dans un milieu) (htt)

Pour être efficace, la désinfection doit être effectuée sur une eau de bonne qualité. La teneur en matières en suspension doit être aussi réduite que possible, et au maximum égale à 1 mg/L. En effet, les bactéries et surtout les virus s'agglomèrent sur les MES, qui les protègent de l'effet des désinfectants. (htt)

Les méthodes de désinfection sont :

- La chloration
- L'ozonation
- L'ultra violé (UV)

III.2.6 Traitement des boues :

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires, génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant de la matière organique fermentescible. Les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc :

- De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisances olfactives,
- D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes de boues à évacuer.

Après une étape préalable d'épaississement permettant de concentrer les boues, la stabilisation de la matière organique est réalisée grâce à des procédés biologiques ou physicochimiques. L'étape finale de déshydratation permettra d'extraire le maximum d'eau. (GROSCLAUDE, (1999))

III.2.6.1 L'épaississement des boues :

Le premier stade consiste à éliminer le maximum d'eau dans une étape d'épaississement .cette étape est indispensable pour diminuer la taille des ouvrages des traitements en aval et améliorer leur fonctionnement.

Les matières organiques présentes dans les boues leur confèrent un caractère fermentescible qui se traduit lors de leur stockage par l'émission de nombreuses molécules odorantes (H₂S, mercaptan...). Cette activité biologique indésirable peut être maîtrisée soit en la contrôlant dans un réacteur adéquat soit en augmentant le pH par une addition de chaux. Deux familles de procédés biologiques peuvent être utilisées : la digestion anaérobie ou la stabilisation aérobie thermophile. (GROSCLAUDE, (1999))

III.2.6.2 La déshydratation :

Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 85% d'eau et la phase de stabilisation, le traitement des boues est complété par une déshydratation qui a pour but d'éliminer le maximum de l'eau résiduelle.

Deux catégories de procédés sont généralement utilisées : les procédés mécaniques et les procédés thermiques. Pendant la phase de séchage, les boues présentent un comportement plastique et collant pour des taux de matière sèche d'environ 50% ce qui implique certains aménagements des techniques et des matériels.

Les buées, très chargées en vapeur d'eau, comportent une fraction d'incondensables malodorants devant être détruites par combustion (850 c°) soit directement dans le générateur thermique, soit dans un incinérateur spécifique. (GROSCLAUDE, (1999))

III.2.6.3 Incinération des boues :

Quelle que soit la technique d'incinération, les fumées doivent être traitées avant rejet dans l'atmosphère. Ce traitement est d'autant plus complexe que la charge en poussière des fumées est élevée. Réalisé en plusieurs étapes, le traitement des fumées peut nécessiter un précyclonage, un dépoussiérage électrostatique, un lavage, voir éventuellement une oxydation catalytique. (GROSCLAUDE, (1999))

III.3 Les normes de rejet :

Des lois sévères ont été mises pour protéger l'environnement en contrôlant la qualité de l'eau rejeté au milieu naturel.

Le tableau suivant regroupe les normes des rejets, extrait du décret exécutif N°06-141 du 19 avril 2006 du Journal Officiel,

Tableau III.1: Les normes de rejet

Paramètre	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
PH	-	6,5 à 8,5
Conductivité	µs/cm	/
Turbidité	NTU	/
Oxygène dissous	mg/l	/
MES	mg/l	35
DBO ₅	mg/l	35
DCO	mg/l	80 à 120
Ammonium	mg/l	/

Azote kjeldhal	mg/l	30
Phosphore total	mg/l	10
Sulfates	mg/l	/
Métaux lourds		
Fer	mg/l	3
étain	mg/l	2
Manganèse	mg/l	1
Cadmium	mg/l	0,2
Chrome	mg/l	0,5
Cuivre	mg/l	0,5
Nickel	mg/l	0,5
Mercure	mg/l	0,01
Plomb	mg/l	0,5
Zinc	mg/l	3

(Journal officiel)

Après le traitement ces eaux sont rejetées dans le milieu naturel (selon les normes de rejet) ou bien réutilisées dans des domaines différents comme l'agriculture (le but de notre mémoire) ou bien dans les stations d'épurations elles-mêmes (eau de refroidissement).

III.4 La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture :

La réutilisation des eaux usées traitées est une pratique très courante dans le monde, principalement dans les zones touchées par la pénurie d'eau. La réutilisation des eaux usées à des fins agricoles est largement encouragée dans le monde entier. Parmi ces pays on trouve :

- Les Etats-Unis
- La Grèce
- L'Espagne
- Le Japon
- L'Australie

En Algérie la réutilisation est une solution intéressante surtout avec le stress hydrique qu'on est en train de vivre ces dernières années et le nombre de population qui augmente

chaque année, car le but de la réutilisation c'est bien d'économiser l'eau des autres sources comme l'eau potable et les eaux des nappes mais aussi de protéger l'environnement.

L'arrêté interministériel du 02/01/2012 fixant les spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation.

Tableau III.2 : Paramètre physico-chimiques des eaux épurées

Paramètre	Unités	Valeurs limitées maximales
Température	°C	30
PH	-	6.5-8.5
MES	Mg/l	30
DBO ₅	Mg/l	30
DCO	Mg/l	90
CE	ds/m	3
Chlorure	Meq/l	10
Azote	Mg/l	30
Bicarbonate	Meq/l	8.5

Conclusion :

L'épuration des eaux usées est un processus essentiel pour préserver la qualité de l'eau et protéger l'environnement.

Ce chapitre nous a permis de connaître les différentes méthodes d'épuration des eaux usées qu'on peut trouver dans les stations d'épurations, ainsi que les normes de rejets et d'irrigation imposée par la loi algérienne pour protéger l'environnement.



Chapitre IV : Présentation de la
STEP

Chapitre IV : Présentation de la STEP

Introduction :

La station d'épuration de Reghaia contient deux tranches. La tranche une qui est en arrêt et la deuxième tranche qui est le sujet de ce chapitre.

Dans ce chapitre nous allons s'intéresser à la deuxième tranche de la station qui est fonctionnelle depuis 2022. nous décrirons les différents ouvrages ainsi que leur fonctionnement.

IV.1. Situation de la STEP :

La STEP de Reghaia est de type boue activée est située sur la route nationale N° 24 au bord du lac de Reghaia. La station a été mise en service en 1997 pour les traitements primaires et en 2008 pour les traitements biologiques

Les eaux usées reçues dans cette station proviennent de deux pompages différents que sont d'origine domestique, industrielle et autres. Le système d'assainissement est unitaire.

La station d'épuration des eaux usées de Réghaïa est située à 30 km à l'Est d'Alger, à la limite Nord-Est de la plaine de la Mitidja et à 14 km de Boumerdès. Elle est bordée au nord par le lac de Réghaïa, au sud par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, à l'Est par la ville de Heraoua. Et à l'Ouest par la ville d'Aïn Taya. Elle est accessible à l'ouest par la route goudronnée de la plage d'El Kadous. Ce territoire fait partie de la Wilaya d'Alger, Circonscription administrative de Rouiba, Communes de Réghaïa et Heraoua.

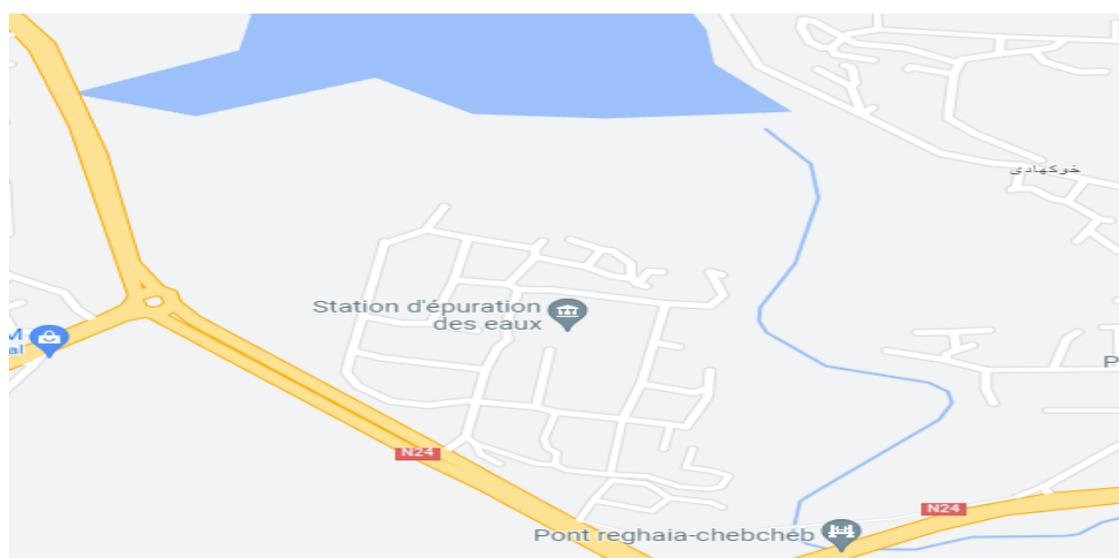


Figure IV.1 : Localisation de la STEP de REGHAÏA

IV.2.Présentation des filières de traitement de la STEP :

IV.2.1.Données de base :

La station d'épuration de Réghaia est de type boues activées elle fonctionne en faible charge associée à une dénitrification en tête et à une déphosphatation simultanée par injection du chlorure ferrique. L'horizon de dimensionnement de la station d'épuration (partie extension) est l'année 2031.

Le procédé de traitement de la STEP de Reghaia a été donc conçue et dimensionnée dans l'objectif d'assurer une qualité d'effluent traité répondant aux valeurs suivantes :

Tableau IV.1 : Les concentrations maximales des effluents à la sortie de la STEP

Paramètre	Unité	Concentration maximale
DBO ₅	Mg/l	<15
DCO	Mg/l	<50
MES	Mg/l	<20

Ces valeurs limites sont données dans les prescriptions techniques du contrat.

La capacité de la population raccordée était estimée à 400000 équivalents habitants environ .soit ainsi les dotations principales suivantes pour la partie urbaine :

Tableau IV.2 : La charge hydraulique.

Paramètre	Unité	Valeur
Equivalent habitant	E.H/j	400.000
Débit moyen journalier	m ³ /j	72000
Débit moyen horaire	m ³ /h	3000
Débit de point horaire –temps sec	m ³ /h	4500
Débit de point horaire –temps de Pluie	m ³ /h	7500

Tableau IV.3 : La charge polluante :

Désignation	Valeur du paramètre
Charge massique de MES à l'entrée de la STEP	28000 kg/j
Charge massique de DBO5 à l'entrée de la STEP	20000 kg/j
Charge massique de DCO à l'entrée de la STEP	48000 kg/j
Charge journalière en azote total	4000 kg/j
Charge journalière en phosphore total	1000 kg/j

IV.3. Les descriptions des installations :

La station comprend deux filières :

IV.3.1. Filière de traitement des eaux usées :

- Ouvrage d'arrivée des eaux usées brutes
- mesure et comptage du débit entrant du type canal venturi
- système d'échantillonnage de l'effluent
- 02 dégrilleurs grossiers par ligne automatique avec system d'évacuation de refus
- 02 dégrilleurs fin par ligne automatiques avec system d'évacuation de refus
- 01 grille grossière et 01 grille fine manuelle par ligne avec râteau
- 02 ouvrages de dessablage et déshuilage avec system d'évacuation de sable et raclage des flottants.
- 04 décanteurs primaires de type lamellaires avec raclage de fond
- un ouvrage de répartition avec 04 déversoirs équipés équipé de 04 vannes murales manuelles
- 02 bassins biologiques avec une aération fine bulle pour chaque ligne de traitement équipé de :
- 04 mélangeurs immergés par bassin
- 01 mesure d'oxygène dissous par bassin
- 02 bassins d'anoxie pour chaque ligne de traitement

IV.3.2.Filière de traitement des boues :

Poste de pompage des boues primaires ;

- Poste de pompage des boues secondaires ;
- Poste de recirculation des boues secondaires et d'extraction des boues en excès ;
- deux épaisseurs de boues
- station de pompage de boues épaissies.
- ouvrage de mélange de boues primaires et secondaire
- station de pompage des boues vers les filtres presses
- déshydratation mécanique de boue par cinq filtres presses à bandes.
- traitement des odeurs par bio filtre.

IV.4.Etapes du traitement des eaux usées au niveau de la STEP de Reghaia:

La station d'épuration de Réghaia De type « boue activée » possède quatre filières de traitement :

1. le Prétraitement.
2. le Traitement primaire (décantation).
3. le Traitement biologique (boue activée).
4. le Traitement tertiaire (filtre à sable).

IV.4.1.Le prétraitement :

Les effluents brutes sont relevés par les stations de pompage, arrivent dans un premier ouvrage de répartition entre l'ancienne et la nouvelle station d'épuration des eaux de Reghaia, équipé de lames de versantes .Les eaux ensuite sont acheminées vers un canal équipé d'un débitmètre type venturi pour comptabiliser la quantité d'eau brute à traiter pendant une période donnée.

IV.4.1.1.Mesure de débit des eaux usées brutes :

La mesure de débit est installée dans le canal d'entrée, elle est de type canal venturi avec afficheur/transmetteur. Le transmetteur délivre un signal correspondant à la valeur instantanée du débit pour la totalisation du débit des eaux usées entrantes à la station. Ces valeurs sont affichées au niveau du superviseur et sont utilisées dans les rapports d'exploitation.

IV.4.1.2.Echantillonneur des eaux brutes :

L'ouvrage d'entrée de la STEP est équipé d'un échantillonneur automatique permettant de prélever des échantillons d'eau brute en fonction du temps et proportionnellement aux quantités d'influent admises dans la station et ce pour les analyses nécessaires et requises pour le suivi du procédé de traitement. L'opérateur peut mettre en service cet échantillonneur en choisissant un programme préinstallé ou bien éditer son propre programme selon les besoins.

IV.4.1.3. Le Dégrillage :

IV.4.1.3.1.Le dégrillage grossier :

Les dégrilleurs grossiers éliminent les déchets pour assurer la protection des équipements électromécaniques comme les pompes par exemple, et réduire les risques de colmatage des conduites.la station est équipée de quatre dégrilleurs grossier, deux pour chaque ligne de traitement ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau IV.4 : Caractéristiques du dégrilleur grossier.

Dimension	Valeur
Nombre de grilles	4
Espacement entre les barreaux (mm)	20
Largeur du canal (m)	1.5
Hauteur du canal (m)	1.8
Inclinaison de la grille (°)	70

IV.4.1.3.2.Le dégrillage fin :

Le dégrilleur fin qui a pour rôle de débarrasser les eaux brutes des déchets solides, plus au moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement, et ayant échappés au dégrillage grossier manuel et d'assurer entre la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la STEP en permettant d'enlever les débris.

Cet ouvrage, comprenant les canaux de dégrillage est de caractéristiques suivantes :

Tableau IV.5 : Caractéristiques du dégrilleur fin.

Dimension	Valeur
Nombre de grilles	4
Espacement entre les barreaux (mm)	6
Largeur du canal (m)	1.8
Inclinaison de la grille (°)	70
Vitesse de passage max dans le canal (m/s)	1.08

IV.4.1.4. Le dessableur / déshuileur :

Le dessablage est une opération dans laquelle les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0.3m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement du sable. Il est en effet souhaitable de le récupérer en amont de la station plutôt que de le laisser s'accumuler d'autres ouvrages (bassin d'aération ...) ou qu'il engendre des désordres divers.

Le déshuilage a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle et accélérée par injection de fines bulles d'air.

Ces deux phases sont ainsi combinées et réalisées dans un même ouvrage dit désormais dessablage / déshuilage, avec insufflation d'air et dispositif complet d'écumage des matières flottantes (ou grasses) et de raclage et d'extraction du sable.

Au poste de dégrillage fait suite un chenal de sortie amenant les eaux dégrillées vers les dessableurs / déshuileurs

L'ouvrage se compose de deux dessableur / déshuileur, quatre couloirs rectangulaire de section trapézoïdale avec les dimensions suivantes :

Tableau IV.6 : Caractéristique du dessableur / déshuileur.

Dimensions	Valeur
Longueur (m)	29
Largeur du canal de dessablage (m)	2.8
Largeur du canal de déshuilage (m)	1.2
Hauteur d'eau utile (m)	3.5
Surface de chaque ouvrage (m ²)	116
Volume unitaire du canal dessablage (m ³)	255
Volume de chaque bassin (m ³)	314

Les conditions de fonctionnement du dessableur / déshuileur sont les suivantes :

Tableau IV.7 : Les conditions de fonctionnement du dessableur / déshuileur.

Paramètres de fonctionnement	Valeur
Vitesse d'écoulement max (m/s)	0.06
Temps de séjour au débit max (min)	8.2
Charge superficielle maximale (m/h)	23.1

IV.4.2. Le traitement primaire :

IV.4.2.1. Le décanteur primaire :

Les effluents prétraités sont ensuite acheminés vers un ouvrage de répartition équipé de lames déversoir pour une équi-répartition et de quatre vannes murales pour isoler quatre décanteurs primaires de type lamellaire.

Ces ouvrages sont de forme carrée avec les caractéristiques suivantes :

Tableau IV.8 : Les caractéristiques du décanteur primaire.

Paramètre	Valeur
Débit de pointe en temps de pluie (m ³ /h)	7500
Nombre de décanteurs	4
Longueur du décanteur (m)	12
Largeur du décanteur (m)	12
Profondeur du décanteur (m)	4
Nombre de rangées de lamelles	7
Longueur des lamelles (m)	2.50
Largeur des lamelles (m)	1.00
Distance entre les lamelles (90°) (mm)	50
Angle d'inclinaison	55
Nombre des lamelles par rangées	190
Nombre total des lamelles	5330
Surface total des lamelles (m ²)	13325
Surface total des lamelles projetée (m ²)	7643
Vitesse de hazan (m/h)	0.98
Charge hydraulique aux lames du déversoir à Q _{max} (m ³ /m.h)	9.77

L'objectif est la séparation physique des matières solides et de l'eau claire par décantation. L'installation de lamelles dans la partie supérieure du décanteur améliore le rendement de cette séparation pour deux raisons :

- Flux contre-courant, c'est-à-dire le flux de boues s'écoule en direction inverse par rapport au débit de l'eau.
- Par le système lamellaire la surface de clarification est très grande, par rapport aux dimensions du bassin.

Les boues seront épaissies en fond d'ouvrage par le moyen de l'épaississement mécanique avec un racleur circulaire qui est installé au-dessous des plaques lamellaires.

IV.4.3.Le traitement secondaire :

Les quatre ouvrages sont de type bassin rectangulaire divisé en deux zones. la première zone est équipée d'un système d'aération à fine bulles et quatre agitateurs de mélange. La deuxième est la partie anoxie équipée de deux agitateurs et sur le mur de séparation sont installées deux pompes de recirculation de la liqueur mixte. Ainsi formant de ligne de traitement biologique.

L'effluent provenant de l'étape de prétraitement est introduit dans l'ouvrage de répartition . quatre vannes murales peuvent isoler l'un ou l'autre des bassins.

La liqueur mixte quitte le bassin par un déversoir vers l'ouvrage de décantation.

IV.4.3.1. Le bassin d'aération :

Les eaux prétraitées en provenance des décanteurs primaires et après ayant subi un mélange avec les boues de recirculation arrivent aux réacteurs biologiques.

La géométrie du bassin d'aération est la suivante :

Tableau IV.9 : Dimensions du bassin d'aération.

Dimensions	Valeur
Nombre de bassin	4
Hauteur d'eau (m)	6.9
Longueur du bassin (m)	35.0
Largeur du bassin(m)	35.0
Volume unitaire (m ³)	8450
Volume net total (m ³)	33800

La station fonctionnant donc à moyenne charge suivant le procédé d'une aération conventionnée permettant une bonne efficacité d'élimination de la DBO.

Afin d'assurer le métabolisme microbien et le besoin énergétique pour la biodégradation des matières organiques, un apport d'oxygène est donc indispensable pour le traitement biologique, une teneur d'oxygène dissous de l'ordre de 1 à 3 mg/l devrait être maintenue dans le système d'aération.

IV.4.3.2. Déphosphatation :

Un procédé physico-chimique est mis en place pour éliminer la quantité de phosphore contenu dans l'eau brute sous forme de phosphate P₂O₅. pour cela une installation de préparation et dosage d'une solution de chlorure ferrique FeCl₃ est prévue.

La station de préparation du chlorure ferrique FeCl₃ est composée de :

- Deux cuves de stockage du produit de volume 25 m³
- Un indicateur de niveau avec trois contacts niveau (niveau bas, niveau très bas et niveau haut)
- Un skid de dosage
- Un coffret de puissance et de commande local

IV.4.3.3. Décanteur secondaire :

Le rôle de la décantation secondaire est d'assurer une meilleure séparation de l'eau épurée de la biomasse qu'elle contient et de permettre par ailleurs un premier épaissement des boues biologiques décantées.

La liqueur mixte de boues activées formée ainsi dans chaque réacteur biologique arrive via une conduite sous terrain jusqu'à les décanteurs secondaires. En effet, les bassins d'aération alimentent un ouvrage de répartition vers les clarificateurs.

Chaque clarificateur est alimenté de l'ouvrage de répartition via une vanne murale et une conduite sous le radier, débouchant à l'intérieur de la jupe de répartition du clarificateur.

L'ouvrage est de forme cylindro-conique avec les dimensions suivantes :

Tableau IV.10 : Les dimensions du Décanteur secondaire.

Paramètre	Valeur
Débit de pointe en temps de pluie (m ³ /h)	7500
Nombre de décanteurs	4
Longueur du décanteur (m)	12
Largeur du décanteur (m)	12
Profondeur du décanteur (m)	4
Nombre de rangées de lamelles	7
Longueur des lamelles (m)	2.50
Largeur des lamelles (m)	1.00
Distance entre les lamelles (90°) (mm)	50
Angle d'inclinaison	55
Nombre des lamelles par rangées	190
Nombre total des lamelles	5330
Surface total des lamelles (m ²)	13325
Surface total des lamelles projetée (m ²)	7643
Vitesse de hazan (m/h)	0.98
Charge hydraulique aux lames du déversoir à Q _{max} (m ³ /m.h)	9.77

IV.4.4.Traitement tertiaire :

L'eau sortant des décanteurs est acheminée vers un réservoir en béton, équipé de trois pompes submersibles, d'une sonde de niveau pour piloté le fonctionnement des pompes et une poire pour la protection contre la marche à sec .l'eau refoulée par les pompes, arrive dans un canal entrée filtre à sable équipé de lames déversantes pour une meilleure équi-répartition, il alimente deux batteries de deux filtres à sable chacune. L'eau traverse la masse filtrante arrivant dans le réservoir d'eau filtrée avant de quitter l'ouvrage par un déversoir en béton, débarrassée de la matière en suspension.

Les filtre sont de type aqua et ont les dimensions suivantes :

Tableau IV.11 : Les dimensions du filtre à sable.

Paramètre	Valeur
Longueur du filtre (m)	14
Largeur du filtre (m)	6.5
Surface du filtre (m ²)	91
Surface filtrante totale (m ²)	364
Surface filtrante pendant le lavage d'un filtre (m ²)	273

Lorsque les 4 filtres sont opérationnels la vitesse de filtration est de :

$$V_n = 10.30 \text{ m/h}$$

IV.4.5. Evacuation de l'eau traitée :

Les effluents filtrés arrivent dans une fosse de contrôle équipée d'un échantillonneur automatique. Cette fosse alimente la bache d'eau de lavage des toiles du côté déshydratation, avant leur rejet dans le milieu naturel, les eaux traitées passent par l'ouvrage de mesure, équipé d'un débitmètre

IV.5. Traitement des boues :

IV.5.1. Les boues primaires :

Les boues primaires sont extraites du fond du décanteur et sont acheminées par une conduite au départ de chaque décanteur vers l'ouvrage de mélange. Les boues sont extraites régulièrement des décanteurs, cette régularité est nécessaire afin d'éviter la prise en masse des boues et les bouchages des conduites du réseau d'extraction.

Tableau IV.12 : Caractéristiques des boues primaires.

Paramètre	Valeur
Charge massique des boues primaires (Kg MS/j)	14000
Concentration des boues primaires (Kg/m ³)	25
Quantité de boues primaires (m ³ /j)	560
Fonctionnement journalier	6 jours/semaine et 12 heures par jour
Débit horaire des boues primaires (m ³ /h)	54
Nombre de pompe en fonctionnement	4
Débit minimum unitaire de pompe (m ³ /h)	14

IV.5.1.1. Pompe à boue primaire :

Tableau IV.13 : Caractéristiques de pompe à boue primaire.

Paramètre	Valeur
Type	pompe à vis excentrée
Débit (m ³ /h)	15
Hauteur manométrique (m)	30
Vitesse (t/min)	157
Liquide transporté	Boue primaire fraîche

IV.5.2. L'épaississement des boues :

L'épaississement des boues a pour objectif de concentrer de la façon la plus économique les boues et de permettre d'alimenter à régime régulier et à concentration pratiquement constante les installations de déshydratation.

Les boues biologiques en excès pompées depuis la bache des boues de retour sont introduites par l'intermédiaire d'une tuyauterie au centre de chaque épaisseur.

Tableau IV.14 : Caractéristiques des boues

Paramètre	Valeur
Diamètre des épaisseurs projetés (m)	20
Charge superficielle des solides (Kg/m ² *j)	32.42
Hauteur de zone de décantation et sédimentation (m)	2.3
Hauteur moyenne de remplissage sélectionné (m)	1.8
Hauteur totale (m)	4.1
Temps de séjour des boues (j)	1.12
Volume utile de l'épaisseur (m ³)	2576
Débit des boues épaissies (m ³ /j)	815
Débit en trouble épaisseur (m ³ /j)	1495

IV.5.2.1. Pompe à boues épaissies :

Tableau IV.15 : Caractéristiques de pompe à boue épaissies

Paramètre	Valeur
Type de pompe	Pompe à vis excentrée
Débit (m ³ /h)	80
Pression (bar)	2
Vitesse de la pompe (tr/min)	351

IV.5.3. La déshydratation des boues :

L'étape de traitement finale est la déshydratation mécanique des boues pour objectif d'élimination d'un maximum d'eau. La filtration par filtre à bande permet d'atteindre une siccité de 18 à 20 %. En sortie les boues se présentent sous forme de petites plaques. Avec le filtre à bande, la déshydratation se déroule en circuits ouverts.

Tableau IV.16: Caractéristiques de l'ouvrage de déshydratation.

Paramètre	Valeur
Nombre de machine	5
Volume des boues (m ³ /j)	2175
Temps de la déshydratation par semaine	6 jours/ semaine
Quantité de matière sèche (Kg DS /jour)	54382
Nombre d'heure de fonctionnement	12 heure/ jour
Volume totale des boues (m ³ /h)	211

IV.5.4. Désodorisation par bio filtre :

Pour le traitement des différents débits d'air, un biofiltre en béton avec préleveur incorporé est utilisé, équipé d'un ventilateur à vitesse variable pour aspirer l'air des ouvrages.

L'air est aspiré par un ventilateur et insufflé dans la chambre de prélavage du bio filtre. Dans ce préleveur, l'air traverse des colonnes de garnissage irrigué en permanence par de l'eau ayant pour fonction d'humidifier l'air jusqu'à saturation, avant d'être réparti sur toute la surface de bio filtration. En traversant lentement le lit de bio filtration, l'air est libéré de ses mauvaises odeurs avant d'être rejeté de façon diffuse dans l'atmosphère.

Tableau IV.17 : Caractéristiques du bio filtre.

Paramètre	Valeur
Source de mauvaises odeurs	STEP déshydratation
Débit d'air à traiter	52800 m ³ /h
Température	<38 °C
Poussière	<10 mg/m ³
Concentration max adm en H ₂ S en amont de la désodorisation	<10 ppm
Concentration en H ₂ S venant de la désodorisation	<1 ppm

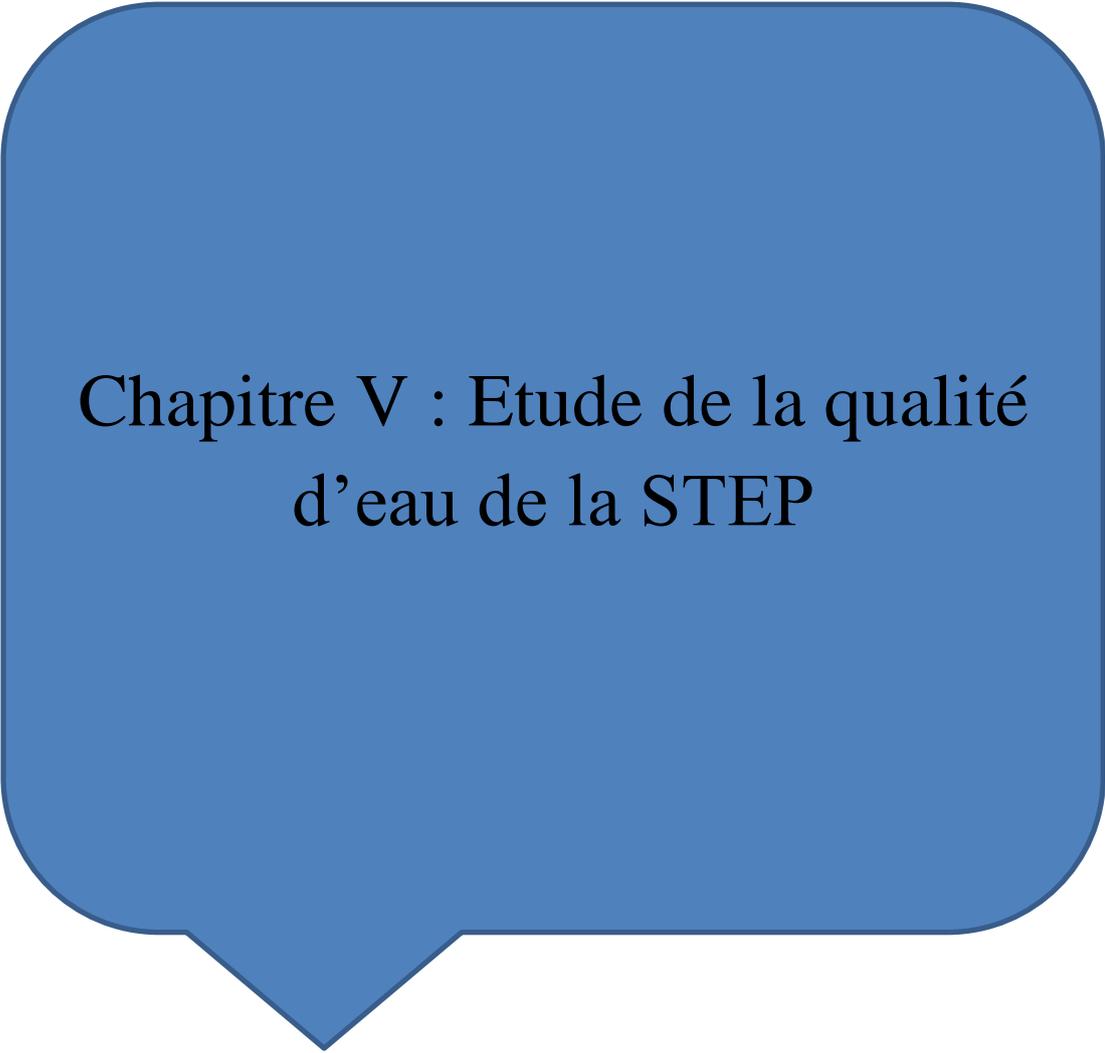
Remarque :

La photographie des ouvrages composant de la station d'épuration sont données en

Annexe N°1

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de découvrir la localisation de la station d'épuration ainsi que le procédé d'épuration utilisée par cette dernière .nous avons aussi décrit et donné les dimensions des ouvrages contenus dans la STEP.



Chapitre V : Etude de la qualité
d'eau de la STEP

Chapitre V : Etude de la qualité d'eau de la STEP

Introduction :

La deuxième tranche de la stations d'épuration de Reghaia est fonctionnelle depuis l'année 2022.

L'objectif de ce chapitre c'est d'analyser la qualité de l'eau à la sortie de la STEP, nous allons analyser la concentration des effluents à la sortie de la station d'épuration et les comparer aux normes algériennes d'irrigation.

V.1. Qualité d'eau :

V.1.1. Les paramètres physico-chimiques :

On va commencer par vérifier Les paramètres physico-chimiques de notre eau.

Le tableau suivant illustre les résultats d'analyse des paramètres à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Tableau V.1: résultats d'analyse des eaux usées épurée de la STEP « pour l'année 2022 »

Paramètres	Unités	Eaux brutes	Eaux épurées
PH	---	7.57	7.63
T°	(C°)	20.32	20.68
CE	ds/m	2953	1802
DCO	mg O ₂ /l	614	42.4
MES	mg/l	294	13
DBO ₅	mg O ₂ /l	320	25
Pt	mg/l	9.9	3.36
N-NH ₄	mg/l	42.4	1.7
NO ₃ ⁻	mg/l	1.02	6.4
NO ₂ ⁻	mg/l	0.25	0.47
NTK	mg/l	70.8	18.8
Mg ⁺⁺	mg/l	---	63
Ca ⁺⁺	mg/l	---	112
Na ⁺	mg/l	---	85

V.1.1.1. Interprétations des résultats :

En analysant les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées de la ville de Reghaia, qui sont obtenus à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration, on peut conclure ce qui suit:

V.1.1.2. Eaux usées brutes :

Les concentrations des effluents à l'entrée de la STEP des paramètres physico-chimiques

Sont :

DCO=614

DBO₅=320

Le rapport de la biodégradabilité :

$DCO/DBO_5=614/320=1.92$

Ce que signifie que notre eau est facilement biodégradable

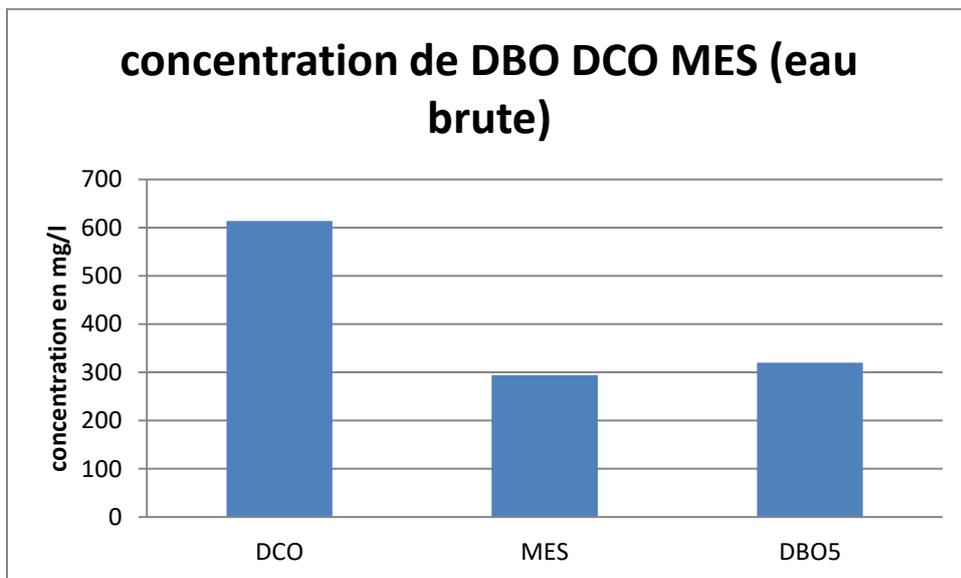


Figure V.1 : la concentration de DBO DCO MES à l'entrée de la STEP

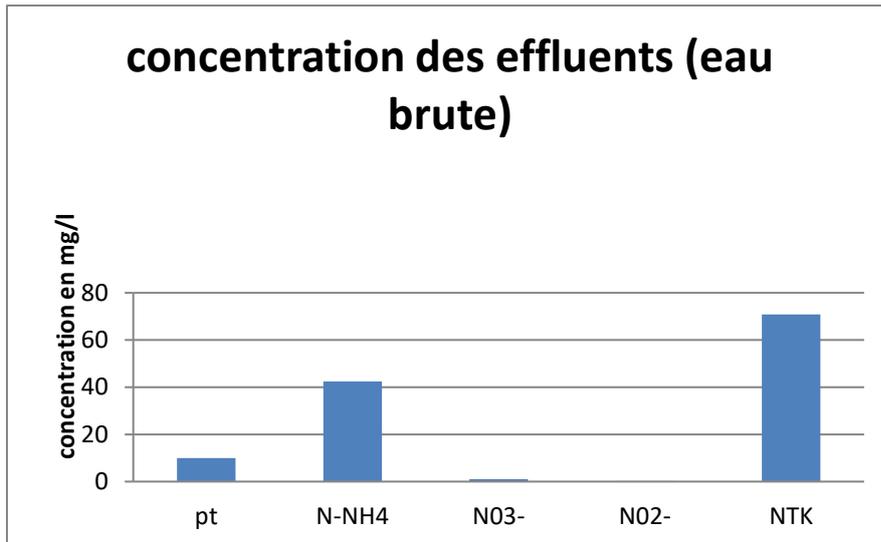


Figure V.2 : la concentration des effluents à l'entrée de la STEP

V.1.1.3.Eaux usées épurées :

Les eaux usées épurées qui sont le but de ce chapitre ont les caractéristiques relativement bonne, elles contiennent peu de matières en suspensions (MES=13 mg/l), leur demande chimique et biologique en oxygène est basse (DCO= 42.4mg/l, DBO₅=25mg/l) et elles sont faiblement chargées en Nitrate (NO₃⁻=6.4), azote KEJELDAHL (NTK =18.8) et le phosphore (pt=3.36).

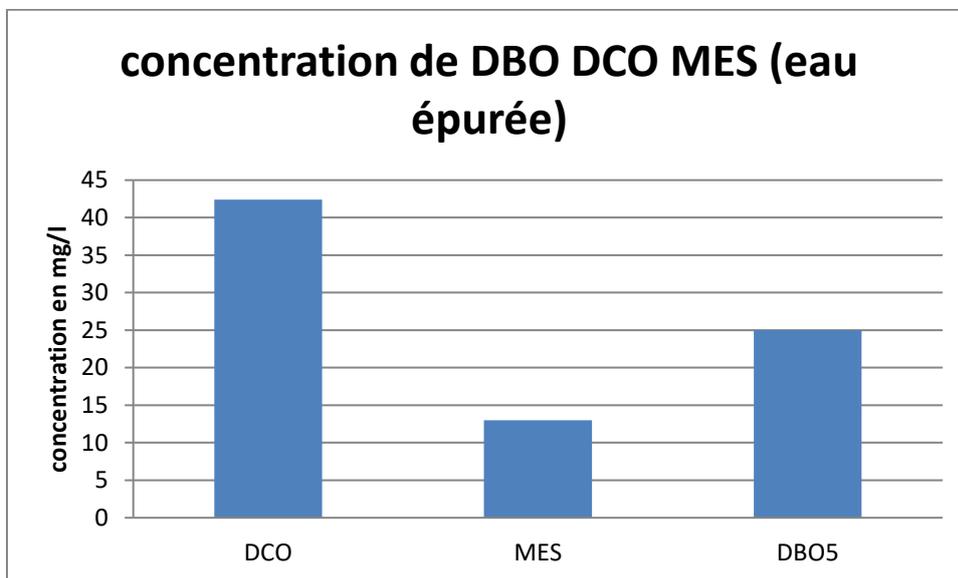


Figure V.3 : la concentration de DBO DCO MES à la sortie de la STEP

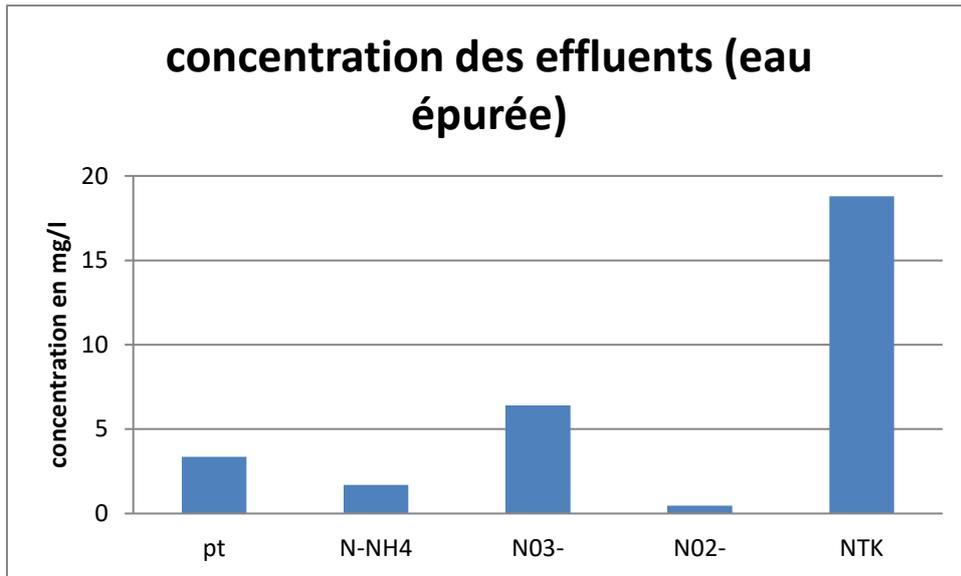


Figure V.4 : la concentration des effluents à la sortie de la STEP

Les rendements épuratoires de la STEP pour l'ensemble des paramètres chimiques examinés sont estimés comme suit:

DCO= 93.09%, DBO₅=92.19%, MES=95.58%, NKT =73.45%, NH4=96%, pt=66.06%.

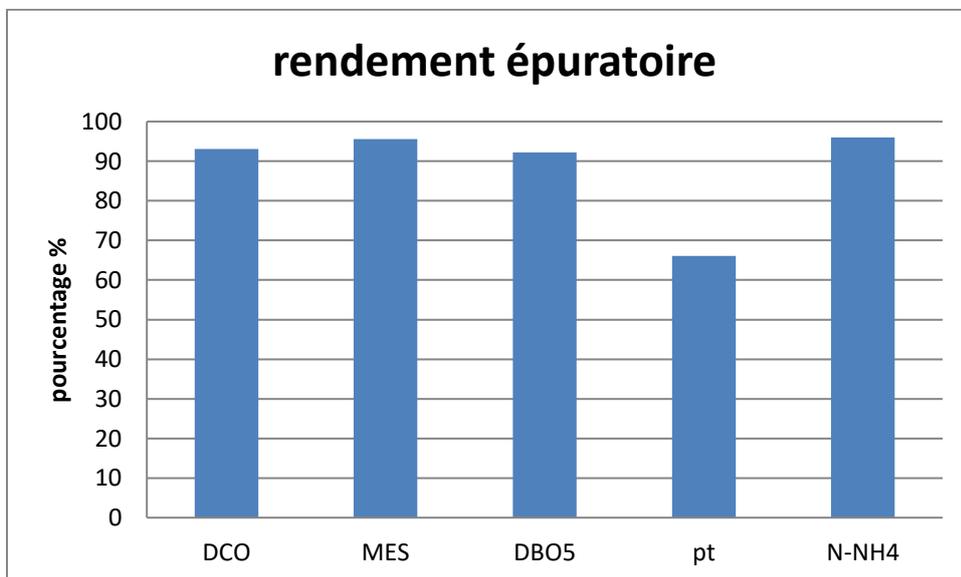


Figure V.5 : le rendement épuratoire de la STEP

D'après les normes d'irrigation (tableau III.1) on remarque que la qualité de l'eau est relativement bonne et convenable à l'irrigation.

V.1.2. La conductivité électrique :

L'eau d'irrigation contient des sels dissous qui sont bons pour la croissance des plantes. Mais certains sels peuvent être nocifs ou toxiques à fortes concentrations. L'eau d'irrigation est classée selon sa teneur en sel. Pour connaître la quantité de sel dans l'eau, nous mesurons la conductivité, Plus L'eau est salée et a une conductivité élevée. Il existe quatre catégories de danger pour la salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique

Tableau V.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE (ms/cm)	Qualité des eaux	Cultures
C1	$CE \geq 0.25$	Risque faible de salinité	Pour tout type de culture
C2	$0.25 \leq CE \leq 0.75$	Risque moyen de salinité	Pour les plantes moyennement tolérantes
C3	$0.75 \leq CE \leq 2.25$	Risque élevé de salinité	Ne convient qu'à des sols bien drainés et plantes tolérantes
C4	$CE > 2.25$	Risque très élevé de salinité	Eau difficilement utilisable

Notre eau à la sortie de la station d'épuration a une conductivité $CE = 1802 \text{ us/cm}$

$CE = 1.802 \text{ ms/cm}$

Donc notre eau est de classe C3 « risque élevé de salinité ».

V.1.3. Le SAR :

La concentration de sodium dans l'eau dépend de la concentration de calcium et de Magnésium, si l'eau est riche en sodium, il peut se fixer au complexe du sol et se déplacer et affecte négativement les propriétés du sol, et devenir très compacte. Ainsi, pour évaluer le risque d'alcalinité, nous avons comparé la concentration en ions Na^+ et un de ions Ca^{++} et Mg^{++} , la relation entre ces trois éléments est absorption de sodium rationnement ou bien le SAR.

Tableau V.3 : Risque d'alcalinisation en fonction du SAR.

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 26$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{+2} + Mg^{+2})/2}} = 9.08$$

Alors notre eau a un faible risque d'alcalinisation

On peut résumer les résultats dans le graphe suivant :

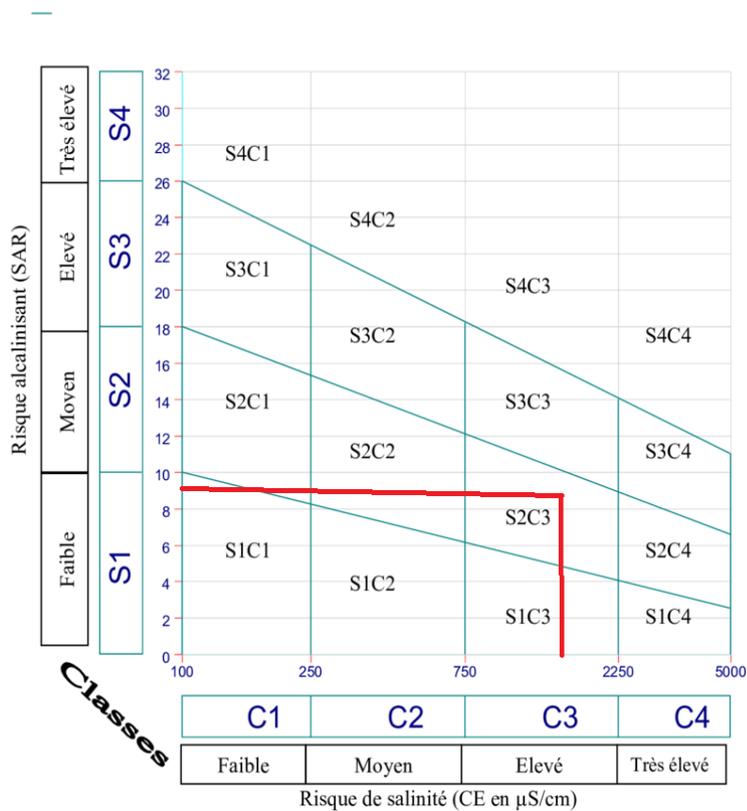


Figure V.6 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Pour conclure notre eau est de classe S2C3 « eau risque d'alcalinité faible et de salinité élevée ».

V.1.4.Paramètres microbiologiques :

Pour pouvoir traiter le problème de la pollution microbiologique et pouvoir utiliser les eaux traitées pour l'irrigation en toute sécurité on propose d'ajouter un bassin de désinfection soit par ozonation ou par UV pour l'élimination des microorganismes.

Le choix sera effectué après avoir étudié et comparer les deux méthodes.

Tableau V.4 : Paramètre microbiologique à la sortie de la STEP

Paramètre microbiologique	Résultats à la sortie de la STEP
Coli fécaux	2000
Coli totaux	10000
Strepto fécaux	1000
Œuf d'helminthe	10000

V.2.Etude comparative des deux méthodes de désinfection proposées :

À fin de de pouvoir bien choisir la technique de désinfection la plus convenable à notre eau, il est bien nécessaire de réaliser une comparaison technico-économique aux méthodes choisies qui sont la désinfection par ozonation et la désinfection par UV.

Nous allons regrouper les paramètres de comparaison dans tableau ci-dessous :

Tableau V.5 : étude comparative entre les deux techniques de désinfection.

Paramètres	Désinfection par UV	Désinfection par ozonation
Mécanisme d'action	Les lampes UV émettent une lumière qui détruit les microorganismes en altérant leur ADN, ce qui empêche leur reproduction.	L'zone, un gaz oxydant puissant, détruit les microorganismes en dégradant leurs membranes cellulaires.

Efficacité	Elle est efficace pour éliminer les bactéries, les virus et certains parasites. cependant, elle peut être moins efficace contre certains types de micro-organismes résistants	Elle est efficace pour éliminer les bactéries, les virus, les champignons et les spores, ainsi que certains contaminants chimiques présents dans les eaux usées
Temps de traitement	L'action est instantanée dès que les micro-organismes sont exposés à la lumière UV	Un temps de contact plus long est nécessaire pour que l'ozone se dissolve et agisse efficacement
Coût	Les coûts initiaux peuvent être élevés en raison de l'achat et l'installation des lampes UV, mais les coûts de fonctionnement sont généralement faibles	Les coûts initiaux sont généralement élevés en raison de l'achat et l'installation de l'équipement d'ozonation, ainsi que des coûts associés à l'approvisionnement en ozone
Sécurité	La désinfection par UV est considérée comme sûre car elle ne laisse aucun résidu chimique et ne modifie pas les propriétés de l'eau traité	L'ozone est un gaz toxique qui doit être manipulé avec précaution, mais une fois qu'il se dissout dans l'eau il se décompose rapidement en oxygène sans laisser de résidus toxiques
Avantages	-Installation facile -désinfection rapide	-Efficace pour la réduction de la DCO dure -Elimine les odeurs de l'eau et le goût
Inconvénients	-Moins efficace pour l'élimination des odeurs et goûts -Le changement des lampes UV régulièrement	-Le coût élevé de l'ozonation et son installation - production des sous-produits chimiques

Après avoir bien visualisé les avantages et les inconvénients des deux méthodes on a choisi la désinfection par ozonation qui est la plus convenable pour notre cas pour les raisons suivantes :

- l'ozonation nous garantira que l'eau que nous utilisons ne présente pas de goûts ou d'odeurs indésirables grâce à son efficacité d'élimination des odeurs.
- Le pouvoir éliminatoire de la DCO dure par la désinfection par ozonation, c'est vrai qu'au moment actuel la qualité d'eau de la station est bonne, on n'a pas un problème de DCO dure ou d'autres effluents, mais il faut préciser que la deuxième tranche de notre station est fonctionnelle que depuis 2022 ce qui implique que les performances de la STEP sont bonnes, cependant si on souhaite investir dans un ouvrage il faut qu'il soit efficace à long terme et peut régler même les problèmes qui peuvent apparaître plus tard .
- Les avantages de la désinfection qu'on ne trouve pas dans la désinfection par UV peuvent justifier son coût qui est plus élevé que l'UV.

V.3. Dimensionnement d'un bassin de désinfection par ozonation :

a) Dose de l'ozone à injecter :

La dose d'ozone pour une eau qui est traitée est de 4 à 5 g/m³ pour un temps de contact de 3 min

On va utiliser la dose de 5 g/m³ pour un temps de contact de 3 min

$$D_j = Q_{\text{moyj}} * (O_3) = 72000 * 0.005 = 360 \text{ kg/j}$$

La dose d'ozone est : $D_j = 360 \text{ kg/j}$

b) Le volume du bassin de désinfection (V) :

$$V = Q_{\text{ptp}} * T_c = 7500 * (3/60) = 375 \text{ m}^3$$

Le volume du bassin est : $V = 375 \text{ m}^3$

c) La hauteur du bassin :

On fixe $H = 3 \text{ m}$

d) La surface horizontale (S_h) :

$$S_h = V/H = 375/3 = 125 \text{ m}^2$$

e) La largeur (b) et la longueur (L) du bassin :

On prend

$$L = 2b$$

$$\text{Et on a : } S_h = L * b$$

$$\text{Donc : } S_h = 2b * b$$

Implique : $b = (S_h/2)^{1/2} = (125/2)^{1/2} = 7.91 \text{ m}$

Alors : $L = 2b = 2 \times 7.91 = 15.82 \text{ m}$

f) Le choix de la pompe doseuse :

Débit (m^3/jour) = Dose d'ozone (Kg/jour) / Densité de l'ozone (Kg/m^3)

Débit = $360/2.14 = 168.22 \text{ m}^3/\text{jour} = 7009.17 \text{ l/h}$

Alors le débit de la pompe doseuse est :

Débit = 7009.17 l/h

On choisit la pompe doseuse à piston qui a les caractéristiques suivantes :

Tableau V.6: caractéristique de la pompe à piston

Caractéristique	Valeur
Débit max	40-1000 l/h
Pression max	20 bars
Fréquence fixe	58-116 coups / min
Diamètre du piston	25-89 mm
Moteurs	0.75 KW
Tête de la pompe	En PVC
Nombre de pompe utilisé	7 pompes



Figure V.7: pompe doseuse à piston (<https://urlz.fr/nPiB>)

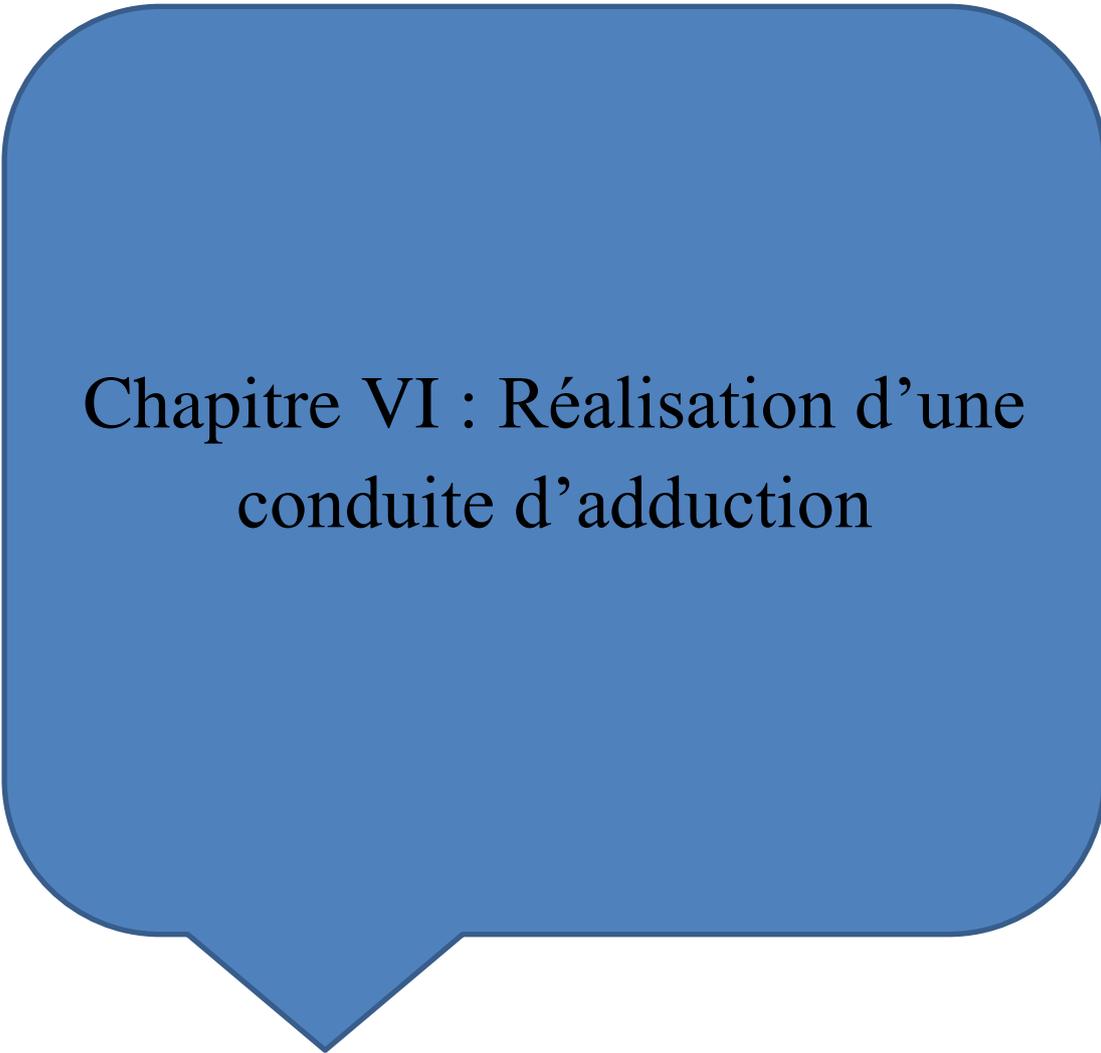
Les résultats seront regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V.7 : dimension du bassin de désinfection par ozonation

Paramètre	Unité	Résultats
Forme	-	Rectangulaire
Nombre de la chambre	-	1
Le volume	m³	375
La hauteur	M	3
La surface horizontale	m²	125
La largeur	M	7.91
La longueur	M	15.82
Dose journalière de l'ozone D_j	Kg/j	360

Conclusion :

Pour conclure la qualité d'eau de la station d'épuration de Reghaia est convenable à l'irrigation il y avait un problème au niveau microbiologique qui est réglé en dimensionnant un ouvrage de désinfection par ozonation après avoir établi une étude comparative entre la désinfection par ozonation et la désinfection par UV. Donc on peut réutiliser les eaux de notre station dans l'irrigation en choisissant des cultures qui tolèrent la salinité vu la qualité de l'eau un peu saline à la sortie.



Chapitre VI : Réalisation d'une
conduite d'adduction

Chapitre VI : Réalisation d'une conduite d'adduction

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons choisir le tracé de la conduite d'adduction qui va relier la station d'épuration et la station de pompage qui existe déjà pour qu'on puisse irriguer facilement les cultures. Le but est de déterminer le bon diamètre pour les conduites au point de vue économique.

VI.1 Localisation de la STEP :

Comme nous avons déjà cité dans le chapitre précédent (chapitre IV) la station de Reghaia est située devant le lac de Reghaia qui nous cause problème à cause de sa pollution.



Figure VI.1 : localisation de la STEP de Reghaia (<https://urlz.fr/nzBh>)

VI.2. Présentation de la station de pompage :

La station de pompage de Reghaia contient deux pompes (elles ne sont pas fonctionnelles) de caractéristiques suivantes :

Deux pompes à axe verticale, de débit unitaire :

$Q_{P1}=350 \text{ l/s}$ HMT = 50 m

$Q_{P2}=410 \text{ l/s}$ HMT = 50 m



Figure VI.2 : la station de pompage du lac de Reghaia. (<https://urlz.fr/nzCI>)

VI.3. Le tracé d'adduction :

L'adduction de l'eau est le fait d'acheminer les eaux prélevées d'une station « dans notre cas la station d'épuration de Reghaia » vers le lieu de stockage ou d'accumulation « nous, nous allons les transporter vers la station de pompage », tout en réalisant une étude sur le plan technique et économique.

La figure suivante représente le tracé choisi pour notre étude



Figure VI.3 : le tracé de l'adduction choisie

VI.4.Choix des conduites :

Pour réaliser l'adduction nous avons choisie des conduites en acier enrobé « pour la partie qui traversera le lac) puis le reste du tracé sera réalisé en utilisant des conduites en PEHD.

Les caractéristiques des conduites en acier enrobée sont :

- Les conduites en acier enrobé sont réputées pour leur résistance à la corrosion.
- Grace à leur construction en acier robuste, ces conduites sont extrêmement durables et peuvent résister à des conditions environnementales difficiles.
- L'installation de ces conduites est relativement simple grâce à leur adaptation et à leur facilité de raccordement.
- Elles sont facilement disponibles sur le marché
- Elles offrent un bon rapport qualité –prix grâce à leur durabilité et à leur longue durée de vie.

Les conduites en PEHD se caractérise par :

- Les conduites en PEHD sont souvent choisies pour leur faible coût d'installation et d'entretien, ce qui en fait une option économique pour de nombreuses applications
- Généralement elles sont disponibles en longueurs continues, minimisant ainsi les raccords et les risques de fuites.
- Le matériau en PEHD est résistant aux produits chimiques et aux agents biologiques.
- Ces conduites sont légères et flexibles, facilitant ainsi leur installation et leur manipulation sur le terrain.

VI.5.Calcul du diamètre économique :

D'abord on doit déterminer le diamètre de la conduite. Et pour cela on va utiliser la formule de BONIN qui nous donne le diamètre économique.

On a :

$$D_{\text{éco}} = \sqrt{Q_b}$$

Où :

Déco : Diamètre économique en m ;

Q_b : Débit transitant dans la conduite en m³/s.

Le débit moyen journalier qui sort de la STEP est :

$$Q_{\text{moyj}} = 72000 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{moyj}} = 0.83 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{\text{éco}} = \sqrt{0.83} = 0.91$$

Et on a aussi comme données :

La longueur de conduite $L= 2150$ ml

VI.6.La vitesse moyenne de l'écoulement :

$$V=4Q/(D)^2 \times \pi$$

Avec

Q : le débit en (m³/s)

D : le diamètre en (m)

VI.7.Perte de charge :

On trouve deux types de pertes de charge dans les conduites d'adduction.

Pertes de charge linéaires

Pertes de charge singulières.

Les pertes de charges linéaires sont dues aux frottements de l'eau contre les parois de canalisations elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H=J.L \quad \text{DARCY- WEISBACH}$$

Où

L : Longueur géométrique de la conduite (m) ;

J : Gradient de perte de charge.

Où

$$J= (\lambda /D_h) \times (V^2/2g) \times L$$

D: Diamètre hydraulique de la conduite qui est égal au : Diamètre forcé (m) ;

V : Vitesse moyenne de l'eau dans la conduite (m/s) ;

g : Accélération de la pesanteur (m/s²) ;

λ : Coefficient de frottement qui dépend du régime d'écoulement

Avec

$$\lambda=(1.14-0.86 \times \ln(\varepsilon/D))^{-2}$$

Où

ε : la rugosité de la conduite

Puisque on a choisi une conduite en PEHD la rugosité est :

$$\varepsilon = 0.015 \text{ mm}$$

VI.8. Puissance absorbée par la pompe :

$$P = (QgH_{MT}/\eta)$$

Où : P : Puissance en Kw ;

η : Rendement de pompage (85%);

Hmt : Hauteur manométrique totale ;

Q : Débit refoulé.

VI.9. Energie consommée par la pompe :

$$E = P.t.365 \text{ (Kwh/an)}$$

Où :

t : Nombre d'heure de pompage par jour.(20h)

P : puissance en KW.

VI.10. Frais d'exploitation :

$$\text{Prix} = E.e$$

Avec :

e : Prix du kwh moyen d'après « Sonelgaz »

$$e = 6.82 \text{ DA/kwh.}$$

E : énergie de consommation KWH / an

VI.11. L'Amortissement :

$$A = (i/(1+i)^n) + 1$$

Et on a les données suivantes :

La cote de la station de pompage : $C_{SP} = 4$ mètres

La cote à la sortie de la STEP est : $C_{SE} = 12.5$ mètres

Donc la hauteur géométrique est :

$$H_g = C_{SE} - C_{SP}$$

$$H_g = 12.5 - 4$$

$$H_g = 8.5 \text{ mètres}$$

Les résultats seront résumés dans les tableaux suivants :

Tableau VI.1 : calcul de la HMT

Diamètre	Longueur	Débit	Vitesse	Λ	ΔHl (m)	ΔHs (m)	ΔHT (m)	Hg (m)	HMT (m)
800	2150	0.83	1.65	0.0091	3.39	0.339	3.729	8.5	12.229
850	2150	0.83	1.46	0.0089	2.45	0.245	2.695	8.5	11.195
900	2150	0.83	1.30	0.0089	1.84	0.184	2.024	8.5	10.524
950	2150	0.83	1.17	0.0088	1.39	0.139	1.529	8.5	10.029
1000	2150	0.83	1.06	0.0087	1.06	0.106	1.166	8.5	9.666

Tableau VI.2: calcul des frais d'amortissement

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L(m)	F amorti (DA)
800	35462	2150	7624330
850	38330	2150	8240950
900	41875	2150	9003125
950	45278	2150	9734770
1000	46214	2150	9936010

Tableau VI.3: calcul des frais d'exploitation

Diamètre (mm)	Puissance (kw)	Energie (kwh)	F exploit(DA)
800	117.144	855151.2	5832131.184
850	107.239	782844.7	5339000.854
900	100.811	735920.3	5018976.446
950	96.069	701303.7	4782891.234
1000	92.592	675920.6	4609778.492

Tableau VI.4 : calcul du bilan (DA)

Diamètre (mm)	F amorti (DA)	F exploit(DA)	Bilan (DA)
800	7624330	5832131.184	13456461.18
850	8240950	5339000.854	13579950.85
900	9003125	5018976.446	14022101.45
950	9734770	4782891.234	14517661.23
1000	9936010	4609778.492	14545788.49

On peut facilement remarquer que pour des conduites en PEHD le diamètre 800 mm

Est le plus convenable pour la réalisation de notre réseau d'adduction.

Alors le tracé va être comme suit :



Figure VI.4: le tracé et les conduites choisies

VI.12.Choix de pompe :

Lorsqu'il s'agit de choisir une pompe, les paramètres les plus importants sont la Hauteur Manométrique Totale (HMT) et le Débit. Cependant, il est également important de prendre en compte d'autres facteurs tels que :

- Le type d'installation
- La disponibilité du NPSH (Net Positive Suction Head) dans l'installation
- Le type de fluide à pomper
- La température du fluide à pomper
- Le type de pompes déjà installées et/ou l'encombrement dans notre station de pompage.

L'introduction de ces autres paramètres est d'un intérêt appréciable pour faire un choix adéquat de pompe.

Pour simplifier le processus de sélection, nous avons utilisé le logiciel caprari afin de choisir la pompe qui convient le mieux à notre situation.

VI.13.Définition du logiciel :

Le logiciel Caprari est un outil informatique développé par la société Caprari S.p.A, spécialisée dans la fabrication de pompes et systèmes de pompage. Ce logiciel est conçu pour faciliter la sélection et la configuration des pompes Caprari en fonction des besoins spécifiques des clients.

Le logiciel Caprari permet de prendre en compte différents paramètres tels que le débit, la hauteur manométrique, la puissance requise, les caractéristiques du fluide à pomper, les conditions d'installation, et d'autres facteurs pertinents. En utilisant ces informations, le logiciel Caprari génère des recommandations de pompes adaptées à chaque application, en tenant compte des performances, de l'efficacité énergétique et des contraintes techniques.



Figure VI.5 : interface du logiciel Caprari

Nous examinerons la pompe portant la désignation suivante pour notre sélection :

Tableau VI.5 : caractéristiques de la pompe choisie.

Caractéristiques de la pompe et son moteur	Valeurs
Nomenclature de la pompe	P18C/14-18/45/1F14-18/45
Débit	271 l/s
Hauteur de refoulement	12.1 m
Puissance absorbée	47.6 kw
Rendement	73.7 %
HMT (Q=0)	27.4 m
Orif de refoulement	250 mm
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 t/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	55 kw



Figure VI.6 : pompe P18C/14-18/45/1F14-18/45 (<https://urlz.fr/nPvv>)

VI.14.Utilisation de la pompe :

La pompe P18C/14-18/45/1F14-18/45 est utilisée dans diverses applications industrielles telles que le pompage de liquides, le transfert de fluides, l'irrigation, le traitement des eaux, etc. Elle est spécifiquement conçue pour des débits, des pressions et des caractéristiques de fluides spécifiques, selon les spécifications indiquées dans la désignation.

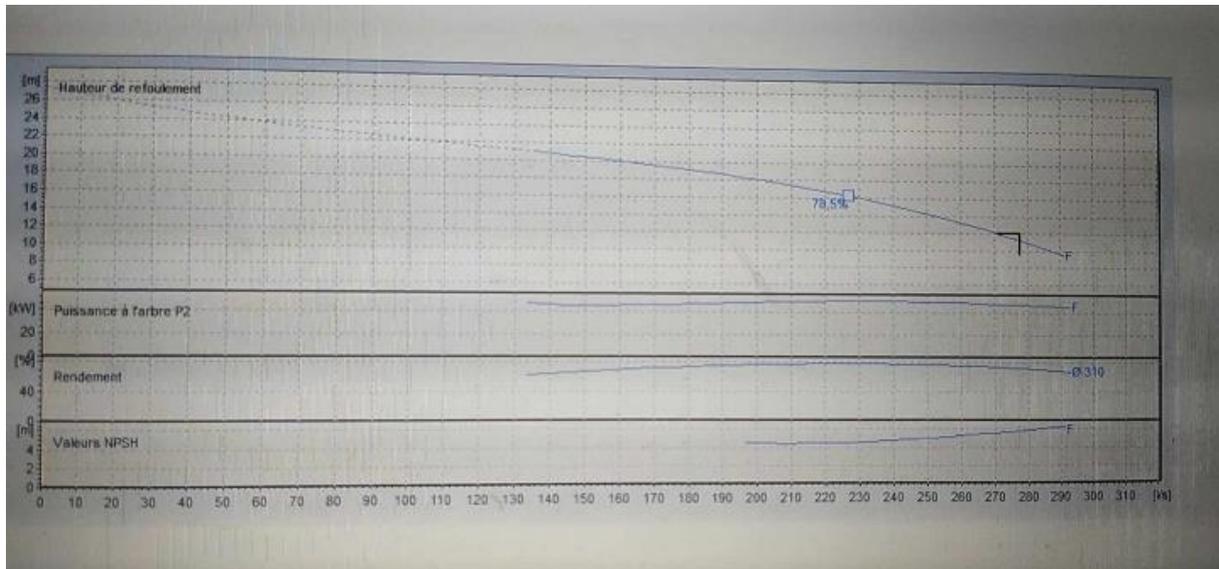


Figure VI.7: Courbes caractéristiques de la pompe : Hauteur de refoulement, Puissance, NPSH, Rendement et Puissance absorbée et NPSH

On a choisi cette pompe en se basant sur :

Débit 278 l/s

Hauteur manométrique totale : 12.1m

Rendement 73.7%

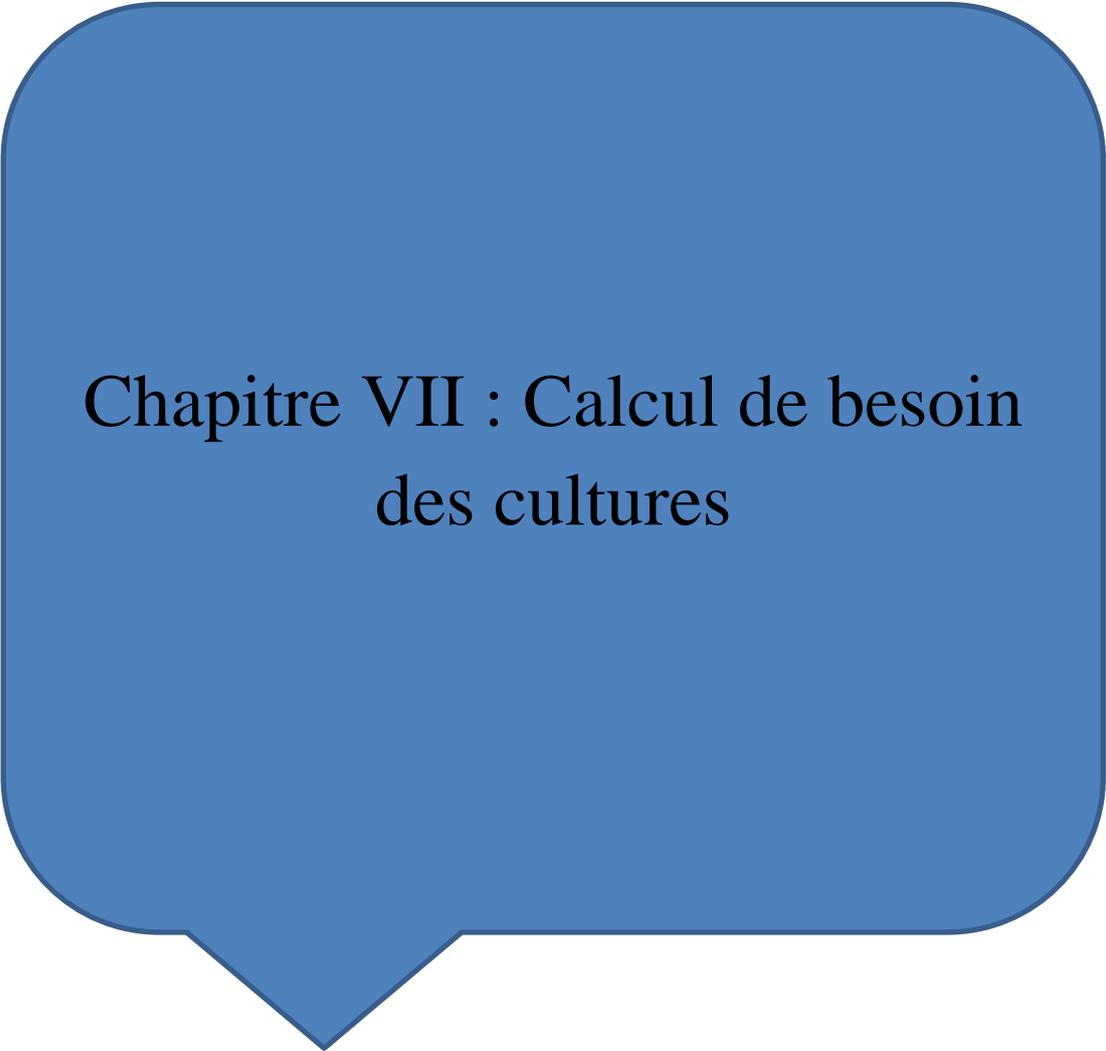
Puissance absorbée 76,97 kW

NPSH requis 5.6 m

Puisque notre débit est de 833.33 l/s donc on aura besoin de trois pompes pour pouvoir alimenter notre périmètre.

Conclusion :

Dans cette section, nous avons pris en compte différents aspects tels que la faisabilité technique, économique et administrative pour déterminer le tracé de notre réseau d'adduction. Après cela, nous avons déterminé le diamètre optimal de notre conduite, qui s'est avéré être de 800 mm, et avons sélectionné la pompe la mieux adaptée à notre situation



Chapitre VII : Calcul de besoin
des cultures

Chapitre VII : Calcul des besoins des cultures

Introduction :

Le but de ce chapitre est de quantifier les besoins totaux en eau des cultures qui existe dans le périmètre de la zone d'étude, adapté à Irrigation à l'aide des eaux usées traitées de la station d'épuration de Reghaia.

VII.1.Présentation de la station pluviométrique:

Nous avons choisi de traiter les données de mesure directement depuis le poste de Reghaia (020632), en raison de sa localisation il est considéré assez représentatif du bassin versant, et a Données complètes et continues sur une longue période.

Tableau VII.1: Caractéristiques du poste pluviométrique de Reghaia

Code	Source	Coordonnées			Période d'observation	N
		X(Km)	Y(Km)	Z(m)		
020632	A.N.R.H	557.8	382.25	20	1980-2020	40 ans

VII.2.Répartition de la pluie moyenne annuelle :

Nous disposons d'un échantillon de pluies mensuelles qui vas de 1980 jusqu'à 2020. Ces pluies sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau VII.2 : Série des pluies maximales journalières

Année	sep	Oct	nov	dec	jan	fev	mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	P _j max
1980	0	16.4	34	48.2	16.9	13.2	12	13	22.2	2.3	0	18.9	197.1
1981	2.3	22.6	10.4	19.8	33.2	24.4	16	6.9	15.8	16.5	0	3.5	171.4
1982	41.6	31.6	63.5	26.9	1.6	37.1	18.4	6.4	2.8	0	7.8	1.4	239.1
1983	1	20.5	19.7	34.5	46.3	21.9	12.2	12	38	13.5	0	0	219.6
1984	17.5	101.4	12.5	31.9	28	12.6	34.3	2.5	30.8	0	0	0	271.5
1985	19.3	18.6	34.4	19.6	13.6	22.1	31.5	14.1	0.7	11	11.3	2.6	198.8
1986	37.3	6.9	38.4	36.1	27.2	44	3.5	0	2	17.8	1.2	0	214.4
1987	24.2	19.7	41.2	14.4	18	8.5	34	15	8.4	20.4	0.7	0	204.5
1988	31.3	1.9	38.5	25.7	8.5	9.1	4.5	10.4	0	0	0.2	0	130.1
1989	7.9	12.5	9.7	6.6	2.9	0	6.3	14.8	9.5	4.6	13.8	0	88.6
1990	0.5	28	16.2	19.3	20	19.7	10.4	15	11.7	7.6	0	0.4	148.8
1991	40.6	24.4	25.5	3.1	48.8	16.5	17.4	30.4	28.6	10.1	3.7	0	249.1
1992	2.7	42.9	94.8	20.7	14.3	23.2	4	13.4	14.7	0.4	2.1	0	233.2
1993	26.6	15.8	28.3	23	34	16.3	0.3	18.4	2.9	0	0	0	165.6
1994	14.2	26.9	30.6	28.8	45.2	32.7	27.8	11.2	0	16.2	0	20.4	254
1995	12.4	40.8	9.8	22	24.6	21	18	49.2	10.7	50.8	1.2	1.7	262.2
1996	21.9	44	12	4.3	12	8.5	11.9	43.4	6	6.8	2.6	22.2	195.6
1997	64	15.9	34.1	51	19.6	37.2	22.2	32.6	59.6	6.1	0	0.9	343.2
1998	5.3	23.8	24.4	26.6	37.5	43.7	22.3	9.1	0.6	4	0	4.6	181.9
1999	23	29.6	40.3	35.9	9	7.3	36.8	8	37.3	1.1	0	0	228.3

2000	5.5	25.2	22.4	14.6	31.5	24.7	0	13.1	3.4	0	0	0	140.4
2001	19.6	13.8	49	21.2	13.8	2.9	11.7	6.6	9.1	0	1.2	8.4	157.3
2002	11.8	22.5	37.6	30	45.2	25.3	12	32.3	4.4	0	0	0	221.1
2003	23.5	13.5	13	20.7	46.6	20.7	40.6	23.5	77.4	0	0	0	279.5
2004	3.1	21	53	52.4	31.6	18.6	16.9	10.2	1.2	0	0	0	208
2005	8	24.6	44	25.3	26.4	27.6	16	1.9	105.3	0.6	0	5.9	285.6
2006	20.5	5.3	10.3	37.1	6	13.8	23.4	24.2	9.8	2.7	5	0	158.1
2007	29.8	36.4	60.8	27.2	5	7	10.8	4.8	25.3	2.4	8.3	0	217.8
2008	12.5	17.1	35.8	31.4	21.6	9.2	16.1	23.3	5.1	0	0	0	172.1
2009	62.3	6	32.5	38.1	28.2	14.3	48.6	23.8	18.8	2.9	2.3	20.9	298.7
2010	9.4	32.5	22.6	24.2	23.1	62.2	30.3	22	32.6	9.4	0	0	247.3
2011	26.4	14	46	19.4	29	52.2	29	42	11.7	0.4	0	55.2	325.3
2012	3	41.2	25.3	13	30.4	26.5	15	26.7	84.3	7.4	0	8.8	281.6
2013	8.1	15.2	47.1	40.4	26.8	8.7	24.6	1.2	4.5	41.1	0	0	217.7
2014	2.1	32	20.8	38.6	33	40.9	17.7	0	6.9	16	0	0	208
2015	8.1	38.4	26.3	0	42.2	36	27.5	21.8	30	0	0	0	230.3
2016	2.7	7.5	24.5	34.5	40.1	5.7	24	9.5	1	3.8	0	0	153.3
2017	18.5	16.3	28.5	18.7	5.5	42.2	20	45	28	0	0	0	222.7
2018	24	11.3	54.2	21.6	41.7	10.8	30.2	11.5	9.5	6.7	0	1.3	222.8
2019	16	8.8	25.5	3.7	31.8	0	16.5	40.2	1.7	1.1	0	0	145.3
2020	5.5	25.2	11.5	64.5	12	7.1	26.6	18	11	3.7	0	0	185.1

Source (ANRH Blida)

VII.3.Paramètres statistiques de la série :

On peut résumer les caractéristiques de la série dans le tableau si dessous :

Tableau VII.3 : Paramètres statistiques de la série

Nombre d'observation	40
Maximum	343.20
Minimum	88.6
Moyenne	215.15
Ecart type	54.202
Médiane	217.70

VII.4.Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

Avant d'exploiter des données hydrologiques, il est nécessaire de s'assurer de l'homogénéité de ces données, parce que les lectures du pluviomètre se sont trouvées

interrompues, ce qui rend leur utilisation difficile. Pour cela, un test de Mood est nécessaire pour vérifier l'uniformité des séries pluviométriques.

VII.4.1. Test de Mood :

Ce test permet de déterminer si la série de données pluviométriques est uniforme ou Non, la méthode est basée sur le processus suivant :

Considérons les échantillons x_1, x_2, \dots, x_n . Déterminer la médiane M après la classification de l'échantillon Trier par ordre croissant. La médiane M est une constante telle que 50 % de x_i est faible et 50 % de x_i est supérieur. Remplaçons donc une série de valeurs non triées par une série de signes

+ Pour le $x_i > M$

- Pour le $x_i < M$

Et on a aussi N_s et T_s avec :

N_s : nombre totale de séries de + ou de - .

T_s : taille de la plus grande série de + ou de - .

Les conditions du test sont les suivantes :

$$1/2 (N + 1 - 1.96\sqrt{N - 1}) < N_s < 1/2 (N + 1 + 1.96\sqrt{N - 1})$$

$$T_s < 3.3 (\log_{10} N + 1)$$

On obtient dans le cas de notre série :

Tableau VII.4: résultat du test Mood

Pmoy	197.1	171.4	239.1	219.6	271.5	198.8	214.4	204.5
	-	-	+	+	+	-	-	-
Pmoy	130.1	88.6	148.8	249.1	233.2	165.6	254	262.2
	-	-	-	+	+	-	+	+
Pmoy	195.6	343.2	181.9	228.3	140.4	157.3	221.1	279.5
	-	+	-	+	-	-	+	+
Pmoy	208	285.6	158.1	172.1	298.7	247.3	325.3	281.6
	-	+	-	-	+	+	+	+
Pmoy	217.7	208	230.3	153.3	222.7	222.8	145.3	185.1
	+	-	+	-	+	+	-	-

On a :

$$(1/2) (N + 1 - 1.96\sqrt{N - 1}) = 14.80$$

$$(1/2) (N + 1 + 1.96\sqrt{N - 1}) = 27.19$$

$N_s=20$

$14.80 < 20 < 27.19$

Nous avons aussi :

$3.3 (\log_{10} N + 1) = 8.62$

Et

$T_s = 6$

$6 < 8.62$

Donc les deux conditions sont vérifiées, ce qui signifie que notre série est homogène.

VII.5. Ajustement des pluies annuelles :

Nous allons utiliser la loi normale (gauss) pour effectuer notre ajustement à l'aide du logiciel **HYFRAN**.

HYFRAN est un logiciel qui permet d'ajuster un nombre important de distributions statistiques à une série de données qui vérifient les hypothèses d'indépendance, d'homogénéité et de stationnarité.

VII.5.1. Ajustement à la loi de gauss :

Dans cette méthode la procédure consiste à :

1. Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
2. Calculer les fréquences empiriques des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N}$$

Avec : **n** : Numéro d'ordre

N : Nombre d'années observées

On doit calculer :

La moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$

L'Ecart type : $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ Pour $n \geq 30$

La variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$

Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$

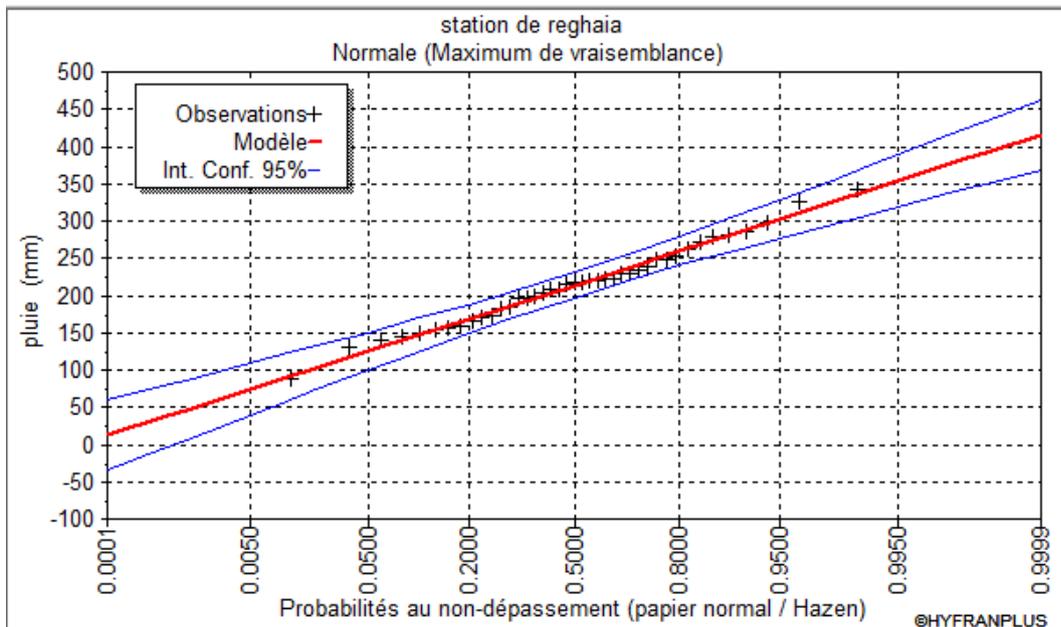


Figure VII.1: ajustement des pluies annuelles à la loi normale

VII.6. Détermination de l'année de calcul :

On va estimer la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région en utilisant le logiciel HYFRAN.

Tableau VII.5 : Résultat de l'ajustement.

T	Q	Xt	Intervalle de confiance
2	0.5	214.02	197.43-230.62
1.25	0.2	168.42	149.04-187.79

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times (P_{\text{théorique 80\% annuelle}} / P_{\text{théorique 50\% annuelle}})$$

$$P_{\text{théorique 80\% annuelle}} = 168.42$$

$$P_{\text{théorique 50\% annuelle}} = 214.02$$

Ce qui implique :

$$(P_{\text{théorique 80\% annuelle}} / P_{\text{théorique 50\% annuelle}}) = 0.78$$

Donc

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times 0.78$$

Alors on aura :

Tableau VII.6 : calcul des $P_{\text{moy80\%}}$.

Mois	Sep	Oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	Aout
Pmoy (mm/mois)	17.4	23.7	31.9	26.2	25.2	21.4	19.5	17.7	19.1	7	1.5	4.3
Pmoy _{80%} (mm/mois)	13.6	18.5	24.8	20.4	19.6	16.7	15.2	13.8	14.9	5.5	1.2	3.4

VII.7 Les besoins en eau des cultures :

Le besoin en eau des cultures peut être défini comme la dose fournie à la plante dans des moments favorables pour des conditions d'humidité optimales Nécessaire pour des performances maximales.

VII.7.1.Calcul de l'évapotranspiration référence (ET0) :

Il existe plusieurs méthodes de calcul de l'ET0 à partir des formules qui se basent sur les données climatiques.

Nous avons choisi d'utiliser la formule de Penman et Monteith modifiée.

VII.7.1.1.Formule Modifiée de Penman_Monteith :

C'est une formule mathématique qu'on utilise dans les stations météorologiques pour estimer le taux d'évaporation d'une façon relativement précise. En 1948, Penman et Monteith ont combiné un bilan énergétique en utilisant une méthode de transfert de masse, et ils ont eu une équation pour calculer l'évapotranspiration d'une surface libre d'eau.

La formule est la suivante :

$$ET0 = C \cdot (W \cdot R_n + (1 - W) \cdot F(u) \cdot (e_a - e_d))$$

ET0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

F(u) : Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (ea – ed) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Nous avons utilisé le logiciel cropwat 8.0 qui est fondé sur la méthode de Mr Penman et Monteith, pour le calcul d'ET0

Cropwat 8 : Logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation,

On doit insérer les données suivantes :

La température min et max (C°), l'humidité (%), la vitesse du vent (km/j), l'insolation (h) ,

On a obtenu les résultats suivants :

Tableau VII.7 : résultat de calcul d'ET0 par le logiciel COPWAT

Mois	Température minimum (C°)	Température maximum (C°)	Humidité (%)	Vitesse du vent (km/jour)	Insolation (h)	Rayonnement (MJ/m ² /jour)	ET0 (Mm/jour)
Jan	3.8	23.0	72	172	5.6	9.4	1.02
Fev	5.7	23.1	68	172	6.9	12.9	1.50
Mars	4.9	25.2	75	172	7.0	16.0	2.24
Avril	5.1	32.1	72	172	8.1	20.1	3.40
Mai	11.2	34.8	74	172	8.3	21.9	4.04
Juin	14.6	38.7	70	172	10.5	25.5	5.08
Juil	21.1	35.2	73	172	10.9	25.8	5.20
Aout	22.1	41.3	69	172	10.2	23.4	5.16
Sep	17.8	40.6	72	172	8.3	18.4	4.05
Oct	13.1	33.6	71	172	7.1	13.9	2.47
Nov	14.3	28.2	69	172	6.2	10.4	1.52
Dec	10.1	26.3	65	172	5.4	8.6	1.13
Moyenne	12.0	31.8	71	172	7.9	17.2	3.07

VII.8. Calcul de la pluie efficace :

Le programme CROPWAT.8, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, ...etc.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VII.8 : calcul de la pluie efficace

Mois	Sep	Oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	Aout
Pmoy _{80%} (mm/mois)	13.6	18.5	24.8	20.4	19.6	16.7	15.2	13.8	14.9	5.5	1.2	3.4
Pe _{eff}	13.3	18.0	23.8	19.7	19.0	16.3	14.8	13.5	14.5	5.5	1.2	3.4

VII.9. Réserve facilement utilisable (RFU) :

C'est la quantité d'eau contenue dans la tranche du sol explorée par les racines, entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement. La réserve facilement utilisable (RFU) se calcul par la formule suivante.

$$RFU = (hcc - hpf) Y \cdot Da \cdot Z$$

hcc : humidité à la capacité au champ

hpf : humidité au point de flétrissement

Z : profondeur racinaire,

Y : coefficient qui dépend de la nature du sol,

Pour un sol sableux $Z = 1/2$

Pour un sol Argileux $Z = 2/3$

Pour notre cas $Y = 2/3$

Da : densité apparente du sol.

Tableau VII.9 : la densité apparente selon le type du sol

Texture	Densité apparente
Sable	1.65
Limon_ sableux	1.50
Limon	1.40
Limon-argileux	1.35
Argile-limoneuse	1.30
Argile	1.25

Donc $D_a=1.30$

VII.10. Evaporation maximale de la culture ETM :

C'est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade négatif, dans des conditions climatiques données.

L'ETM est donné par la relation suivante :

$$ETM \text{ (mm/j)} = K_c \cdot E_{To}$$

Avec : K_c : coefficient cultural

E_{To} : évapotranspiration de référence

VII.11.Occupation des sols :

Pour pouvoir calculer les besoins il faut tout d'abord définir les cultures qui vont occuper notre périmètre et savoir aussi leurs répartitions, le choix ne se fait pas aléatoirement mais on doit respecter différentes contraintes d'ordre climatique, social, agro pédologique.

Nous proposons les cultures suivantes :

Tableau VII.10 : occupation du périmètre

Cultures maraichères	Arboricultures
Tomate	Agrume
Pomme de terre	Raisin
Pomme de terre (saison)	
Haricot vert	

Et dans le tableau suivant nous allons représenter les surfaces occupées par les cultures

Tableau VII.11 : la surface occupée par chaque culture

Cultures	Surface occupée
Tomate	50%
Pomme de terre	40%
Haricot	40%
Pomme de terre (saison)	50%
Agrume	35%
Raisin	35%

VII.12.assolements des cultures :

L'assolement désigne la succession de plusieurs cultures dans le temps sur le même champ. Cette technique agricole permet de maintenir et améliorer la fertilité des sols au fil des saisons. On le définit aussi comme étant la diversité géographique des cultures à un moment donné

Tableau VII.12 : l'assolement des cultures

Assolement 1	Assolement 2
Tomate	Pomme de terre (saison)
Pomme de terre	Haricot vert
Agrume	Agrume
Raisin	Raisin

Tableau VII.13 : période de végétation des cultures.

Culture	sep	oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avrl	mai	juin	juil	Aout
Tomate							←	→				
Pomme de terre	←	→										
Haricot	→									←		
Pomme de terre (saison)						←	→					
Agrume	←	→										→
Raisin	←	→										→

VII.13. Estimation des coefficients culturaux (Kc) :

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture ont été ressorties selon les valeurs établies par Doorenbos (FAO, 2003), en fonction du stade végétatif de la plante, et du climat considéré

Tableau VII.14: Le Kc des cultures choisies

Cultures	sep	oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	Aout
Tomate	-	-	-	-	-	-	0.50	0.85	1.15	0.85	-	-
Pomme de terre	0.50	0.70	0.95	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
Haricot	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.65	0.95
Pomme de terre (saison)	-	-	-	-	-	0.50	0.70	1.00	0.75	-	-	-
Agrume	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75
Raisin	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.85	0.85	0.85	0.85	0.45	0.45

Les résultats des différents paramètres qu'on a mentionnés avant sont regroupés dans ces tableaux (chaque tableau représente une culture des cultures choisies).

Tableau VII.15 : Calcul des besoins en eau pour la tomate

Mois	Pmoy (mm)	Peff	ET0	Z(m)	RFU	Kc	ETM	Bnet
Sep	13.6	13.3	124.69					
Oct	18.5	18	91.19					
Nov	24.8	23.8	56.33					
Dec	20.4	19.7	42.32					
Jan	19.6	19	42.93					
Fev	16.7	16.3	49.29					
Mars	15.2	14.8	77.9	0.60	104	0.50	38.95	68.4
Avr	13.8	13.5	99.98	0.90	156	0.85	84.98	81.5
Mai	14.9	14.5	124.06	1.20	208	1.15	142.67	81.7
Juin	5.5	5.5	156.01	1.20	208	0.85	132.86	87.8
Juil	1.2	1.2	174.30					
Aout	3.4	3.4	169.31					

Tableau VII.16 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre

Mois	Pmoy (mm)	Peff	ET0	Z(m)	RFU	Kc	ETM	Bnet
Sep	13.6	13.3	124.69	0.20	34.66	0.50	62.35	52.8
Oct	18.5	18	91.19	0.40	69.33	0.70	63.83	67.7
Nov	24.8	23.8	56.33	0.50	86.67	1.00	56.33	36.1
Dec	20.4	19.7	42.32	0.50	86.67	0.75	31.74	0
Jan	19.6	19	42.93					
Fev	16.7	16.3	49.29					
Mars	15.2	14.8	77.9					
Avrl	13.8	13.5	99.98					
Mai	14.9	14.5	124.06					
Juin	5.5	5.5	156.01					
Juil	1.2	1.2	174.30					
Aout	3.4	3.4	169.31					

Tableau VII.17 : Calcul des besoins en eau pour la pomme de terre (saison)

Mois	Pmoy (mm)	Peff	ET0	Z(m)	RFU	Kc	ETM	Bnet
Sep	13.6	13.3	124.69					
Oct	18.5	18	91.19					
Nov	24.8	23.8	56.33					
Dec	20.4	19.7	42.32					
Jan	19.6	19	42.93					
Fev	16.7	16.3	49.29	0.25	43.33	0.50	24.65	00
Mars	15.2	14.8	77.9	0.50	86.67	0.70	54.53	69.2
Avrl	13.8	13.5	99.98	0.50	86.67	1.00	99.98	74.7
Mai	14.9	14.5	124.06	0.50	86.67	0.75	93.05	123.8
Juin	5.5	5.5	156.01					
Juil	1.2	1.2	174.30					
Aout	3.4	3.4	169.31					

Tableau VII.18 : Calcul des besoins en eau pour les haricots

Mois	Pmoy (mm)	Peff	ET0	Z(m)	RFU	Kc	ETM	Bnet
Sep	13.6	13.3	124.69	0.70	121.33	0.85	105.98	00
Oct	18.5	18	91.19					
Nov	24.8	23.8	56.33					
Dec	20.4	19.7	42.32					
Jan	19.6	19	42.93					
Fev	16.7	16.3	49.29					
Mars	15.2	14.8	77.9					
Avrl	13.8	13.5	99.98					
Mai	14.9	14.5	124.06					
Juin	5.5	5.5	156.01	0.50	86.67	0.50	78.01	40.4
Juil	1.2	1.2	174.30	0.50	86.67	0.65	113.30	183.8
Aout	3.4	3.4	169.31	0.70	121.33	1.1	186.24	131.2

Tableau VII.19 : Calcul des besoins en eau pour l'agrumes

Mois	Pmoy (mm)	Peff	ET0	Z(m)	RFU	Kc	ETM	Bnet
Sep	13.6	13.3	124.69	1.50	260	0.75	93.52	00
Oct	18.5	18	91.19	1.50	260	0.75	69.40	00
Nov	24.8	23.8	56.33	1.50	260	0.75	42.25	00
Dec	20.4	19.7	42.32	1.50	260	0.65	27.50	00
Jan	19.6	19	42.93	1.50	260	0.65	27.90	00
Fev	16.7	16.3	49.29	1.50	260	0.65	32.04	00
Mars	15.2	14.8	77.9	1.50	260	0.65	50.64	00
Avrl	13.8	13.5	99.98	1.50	260	0.65	64.99	57.3
Mai	14.9	14.5	124.06	1.50	260	0.65	80.64	83.2
Juin	5.5	5.5	156.01	1.50	260	0.65	101.41	141.6
Juil	1.2	1.2	174.30	1.50	260	0.75	130.73	141.5
Aout	3.4	3.4	169.31	1.50	260	0.75	126.99	141.9

Tableau VII.20 : Calcul des besoins en eau pour les raisins

Mois	Pmoy (mm)	Peff	ET0	Z(m)	RFU	Kc	ETM	Bnet
Sep	13.6	13.3	124.69	1.50	260	0.30	37.41	00
Oct	18.5	18	91.19	1.50	260	0.30	27.36	00
Nov	24.8	23.8	56.33	1.50	260	0.30	16.90	00
Dec	20.4	19.7	42.32	1.50	260	0.30	12.70	00
Jan	19.6	19	42.93	1.50	260	0.30	12.88	00
Fev	16.7	16.3	49.29	1.50	260	0.30	14.79	00
Mars	15.2	14.8	77.9	1.50	260	0.85	66.22	00
Avrl	13.8	13.5	99.98	1.50	260	0.85	84.99	00
Mai	14.9	14.5	124.06	1.50	260	0.85	105.45	106.2
Juin	5.5	5.5	156.01	1.50	260	0.85	132.61	107.1
Juil	1.2	1.2	174.30	1.50	260	0.45	78.44	214.5
Aout	3.4	3.4	169.31	1.50	260	0.45	76.19	105.6

Tableau VII.21 : les besoins nets de l'assolement 1.

Mois	Tomate	Pomme de terre	Agrume	Raisin	Totale
Sep			00	00	00
Oct			00	00	00
Nov			00	00	00
Dec			00	00	00
Jan			00	00	00
Fev		00	00	00	00
Mars	68.4	69.2	00	00	137.6
Avrl	81.5	74.7	57.3	00	213.5
Mai	81.7	123.8	83.2	106.2	394.9
Juin	87.8		141.6	107.1	336.5
Juil			141.5	214.5	356
Aout			141.9	105.6	247.5

Tableau VII.22 : les besoins nets de l'assolement 2.

Mois	Pomme de terre	Haricot	Agrume	Raisin	Totale
Sep	52.8	00	00	00	52.8
Oct	67.7		00	00	67.7
Nov	36.1		00	00	36.1
Dec	0		00	00	00
Jan			00	00	00
Fev			00	00	00
Mars			00	00	00
Avrl			57.3	00	57.3
Mai			83.2	106.2	189.4
Juin		40.4	141.6	107.1	289.1
Juil		183.8	141.5	214.5	539.8
Aout		131.2	141.9	105.6	378.7

VII.14.Calcul du débit spécifique :

On calcule le débit spécifique en utilisant la formule suivante :

$$Q_s = (B_{net}) / (N_j * N_i * 3600 * E_i)$$

Avec:

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h ;

Nj : nombre de jours du mois de pointe =31 jours ;

Ei : Efficience d'irrigation que nous avons estimée à 71%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement 2) D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juillet :

$$B_{net} = 539.8 \text{ mm/mois.}$$

$$q_s = 2.83 \text{ l/s/ha}$$

VII.15.Calcul du débit caractéristique :

Le calcul du débit caractéristique est calculé par :

$$Q_{car} = q_s * S$$

q_s : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie nette à irriguer = 250 ha

Puisque le q_s est supérieur à 1.5 l/s/ha. (2.82 l/s/ha > 1.5 l/s/ha)

Donc on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante qui est de 0.77 (déterminé depuis corpwat)

$$Q_{car} = q_s * S = 0.77 \times 250 = 346.5 \text{ l/s.} = 0.3465 \text{ m}^3 / \text{s}$$

VII.16. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

Le volume des besoins en eau se calcul par la formule suivantes :

Le volume des besoins en eau = Besoins bruts de la culture * la surface

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est résumé dans le Tableau suivant

Tableau VII.23 : volume d'eau d'irrigation

Cultures	Surface	Besoins nets	Besoins brutes	Totale
Tomate	50	319.4	4498.59	224929.50
Pomme de terre	40	156.6	2205.63	88225.20
Haricot	40	355.4	5005.63	200225.20
Pomme de terre (saison)	50	267.7	3770.42	188521.00
Agrume	35	565.5	7964.79	278767.65
Raisin	35	533.4	7512.68	262943.80
	250		Total	1243612.35

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons tout d'abord estimé l'évapotranspiration de référence qui est très nécessaire pour la détermination des besoins en eau, ensuite choisi les cultures selon la qualité de notre eau de la zone d'étude, nous avons calculé ainsi les besoins en eau de chaque culture, et à la fin nous avons estimé les volumes d'eau d'irrigation nécessaires à notre périmètre qui sont de l'ordre de 1300000 m³.

Conclusion générale :

L'Algérie est un pays situé dans une région semi-aride avec une faible pluviométrie, ce qui entraîne une irrégularité des ressources en eau de surface et des variations chroniques. Cependant, les eaux usées, qui sont souvent négligées, représentent en réalité une source d'eau renouvelable et inexploitée qui pourrait devenir une solution incontournable pour remédier au déficit hydrique important que connaît le pays.

Chaque année, d'importantes quantités d'eaux usées urbaines sont rejetées et considérées comme des déchets, alors qu'elles pourraient être valorisées dans l'agriculture et d'autres utilisations municipales. Cette réutilisation des eaux usées ne présente pas seulement un avantage économique compétitif, mais elle offre également de nombreux avantages sociaux et environnementaux. Il est donc essentiel d'intégrer cette valorisation dans une approche de gestion intégrée des ressources en eau en élaborant une stratégie nationale de valorisation des eaux usées.

Les travaux réalisés au cours de cette étude ont permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine du traitement des eaux usées à des fins d'irrigation. Les résultats expérimentaux obtenus démontrent que les eaux usées provenant de la station d'épuration de Reghaia présentent une qualité permettant leur utilisation aisée dans le domaine agricole. En ajoutant un bassin de désinfection par ozonation pour éliminer les microorganismes.

Nous avons procédé au dimensionnement d'une conduite d'adduction qui relie la station d'épuration (STEP de Reghaia) à une station de pompage afin de refouler l'eau épurée directement vers le périmètre d'irrigation. Par la suite, nous avons également évalué les besoins en eau spécifiques de chaque culture sélectionnée.

1 Bibliographie

(s.d.). Récupéré sur <https://urlz.fr/m3BL>

AbdlkaderGAID. (s.d.). *traitement des eaux usées urbaines techniques de l'ingénieur, traité construction C5220*.

ADOUD Lydia, L.-H. H. (s.d.). *traitement des eaux usées* . Ben Aknoun ALGER : office des publications universitaires.

ADOUR Lydia, L.-H. H. (s.d.). *traitement des eaux usées* . office des publications universitaires.

CARDOT, C. (2013). *traitements de l'eau* . France .

CSHPF. (1995). *Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées* .

GROSCLAUDE. ((1999)). « *L'eau : usage et polluants* ». Edition INRA, 210p.

OUANOUKI, b. (s.d.). *traitement des eaux usées* . rue mustapha djaadi baraki alger .

REJSEK. (2002). *Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques*. Bordeaux: CRDPd'Aquitaine.

Rodier. J., B. C. (2005). *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*. Paris: 8ème édition.



**Annexe I: Photographie de la
STEP**



Figure 1 : ouvrage d'arrivée



Figure 2 : bassin d'orage



Figure 3: échantillonneur



Figure 4: débit mètre



Figure 5 : dégrillage grossier



Figure 6 : dégrillage fin



Figure 7 : déssableur/déshuileur



Figure 8 : décanteur lamellaire



Figure 9 : local de dosage de $FeCl_3$



Figure 10 : bassin biologique

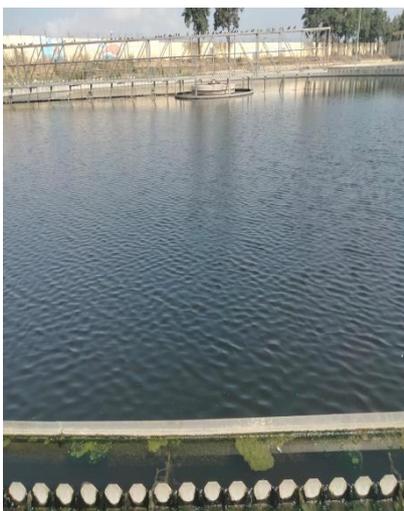


Figure 11 : clarificateur



Figure 12 : filtre à sable



Figure 13 : station de pompage des boues épaissies



Figure 14 : épauvrisseur



Figure 15 : bâche de stockage des boues épaissies