

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Université Abderrahmane MIRA-
Bejaia Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique



جامعة عبد الرحمن ميرة بجاية كلية
التكنولوجيا
قسم الري

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE)

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Bahous Malek

Beztout Yacine

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : Hydraulique Urbain

INTITULE :

Elaboration d'un SIG et traitement des effluents de la STEP Sidi Ali Lebhar

Soutenu le **17/09/2024** devant le jury composé de :

- Présidente : **Mme Bounab N.**
- Promoteur (s) : **M. Saou A.**
- Examinatrice (s) : **Mme BRAHAMI D.**

Sommaire

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées.....	
I.1. Introduction.....	2
I.2. Généralités sur les eaux usées	2
I.2.1. Définition d'une eau usée	2
I.2.2 Les sources des eaux usées.....	2
I.2.2.1. Eaux usées domestiques	3
I.2.2.2. Eaux usées industrielles.....	3
I.2.2.3. Eaux usées pluviales	3
I.2.2.4. Eaux usées agricoles	3
I.3. Caractéristiques des eaux usées	4
I.3.1. Caractéristiques physiques	4
• Température.....	4
• Matières en suspension.....	4
I.3.2. Caractéristiques chimiques	4
• Le potentiel hydrique (PH)	4
• Conductivité électrique	5
• L'oxygène dissout	6
• La demande chimique en oxygène DCO.....	6
• La demande biochimique en oxygène DBO5.....	7
• Le cycle d'azote	7
• Le phosphore total	8
I.4. Normes de rejet	9
I.4.1. normes internationales	9
I.4.2. normes nationales.....	9

Sommaire

I.5. Procédées de traitement des eaux usées	10
I.5.1. Définition de l'épuration	10
I.5.2. Différents Procédés d'épuration des eaux usées	10
I.5.2.1. Procédé à boues activées.....	10
I.5.2.2. Le lagunage.....	11
I.5.2.3. Lits bactériens.....	12
I.5.2.4. Bio filtration.....	13
I.6. but de traitement des eaux usées	13
I.7. Conclusion	14

Chapitre II : Présentation de la STEP de Sidi Ali Lebhar

II.1 Introduction	15
II.2 Historique de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Sidi Ali Lebhar.....	15
II.3 localisation	15
II.4. Les caractéristiques de la STEP Sidi Ali Lebhar	16
II.4.1. Organisme et potentiel humain	16
II.4.2. Fonctionnement de la STEP Sidi Ali Lebhar	17
II.4.3. Filières de traitement.....	18
II.5. Mécanisme de traitement de la station.....	18
II.5.1. Prétraitement	18
II.5.1.1. Puits et grille grossière	19
II.5.1.2. Dégrillage	20
II.5.1.3. Dessablage et dégraissage	21
II.5.2. Bassin d'aération (bassin biologique)	22
II.5.3. Décanteur secondaire (clarificateur)	24

Sommaire

II.5.4. Recirculation de boues	25
II.5.5. Epaississeur	26
II.5.6. Déshydratation mécanique des boues	27
II.5.7. Désinfection des eaux traitée (désinfection par chloration)	28
II.6. Conclusion.....	29

Chapitre III : Le rôle épuratoire de la STEP

III.1. Introduction.....	30
III.2. Point de prélèvement	30
III.3. Résultats d'analyses physico-chimiques.....	31
III.3.1. Le potentiel Hydrogène (PH).....	31
III.3.2. La température (T°C).....	32
III.3.3. Conductivité électrique (CE).....	33
III.3.4. Dosage des Matières En Suspension (MES).....	34
III.3.5. La demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	35
III.3.6. La demande Chimique en Oxygène (DCO)	36
III.3.7. L'oxygène dissous(O2).....	37
III.3.8. L'Azote ammoniacal NH_4^+	38
III.3.9. Les Nitrites NO_2	39
III.3.10. Les nitrates NO_3	40
III.3.11. Phosphore P- PO_4^{-3}	41
III.4. Conclusion	42

Sommaire

CHAPITRE IV : Système d'information géographique

IV.1. Introduction.....	43
IV.2. Présentation du système d'information géographique	43
IV.2.1. Définition du système d'information géographique.....	43
IV.2.2. Les composants du SIG	43
IV.2.3. Fonctionnalité d'un SIG	43
IV.3. Elaboration d'un SIG	45
IV.3.1. Définition de MapInfo	45
IV.3.2. Création du système d'information géographique pour la région d'étude	45
IV.3.2.1. Calage des cartes rasters.....	46
IV.3.2.2. Création des tables.....	48
• Structure de la table ouvrage de réception	48
• Structure de la table puits et grille grossier	48
• Structure de la table dégrillage	49
• Structure de la table Décanteur	49
• Structure de la table réservoir	49
• Structure de la table bassin biologique	50
• Structure de la table canal de chloration	50
• Structure de la table pompes.....	51
• Structure de la table conduits.....	51
IV.3.2.3. Schéma final de la STEP Sidi Ali Lebhar	53
IV.4. Conclusion	53
Conclusion générale.....	54

Dieu merci d'avoir terminé ce travail

Tout d'abord nous Tenons à remercier notre encadreur m. Saou

Abdelhamid pour l'effort qu'il a déployé pour que se travaille voir le jour.

Nous tenons aussi à remercier tous les professeurs de l'hydraulique qui

Nous ont aidés et qui ont contribué à notre formation durant la période de

nos études universitaires.

Nous remercions les honorables membres du jury qui nous ont Font

l'honneur de corriger et juger notre travail

A tous les enseignants, à toute la Promotion De 2ème Année Mastère En

Hydraulique, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la

réalisation de ce mémoire.

DEDICACES

A ma mère, la source de ma vie, qui m'a toujours soutenue et encouragée.

A mon cher père, pour ses conseils, son soutien matériel et moral.

À ma chère sœur et à toute ma grande famille.

**A tous mes amis qui me sont si chers : Azzedine, Fawzi, Adel, Takou, Nile,
Rafik et Khalil.**

**Pour finir, je tiens à remercier mon binôme Yacine, c'est grâce à lui et à ses
efforts que nous avons réussi à faire ce modeste travail.**

Malek

DEDICACES

A ma mère, la source de ma vie, qui m'a toujours soutenue et encouragée.

A mon cher père, pour ses conseils, son soutien matériel et moral.

À mes chers frères et mes adorables sœurs et à toute ma grande famille.

A tous mes amis qui me sont si chers : Azzedine, Rachid, Sofiane et Amine.

**Pour finir, je tiens à remercier mon binôme Malek, c'est grâce à lui et à ses
efforts que nous avons réussi à faire ce modeste travail.**

Yacine

Liste des tableaux :

Table I.1 : Normes internationales des rejets

Table I.2 : Normes nationales des rejets

Tableau II.1 : dimensions du puits et grille grossières

Tableau II.2 : dimensions de la grille

Tableau II.3 : dimensions du dessableur-déshuileur

Tableau II.4 : dimensions du réacteur biologique

Tableau III.1 : valeurs de PH à l'entrée et sortie

Tableau III.2 : valeurs de (T°C) à l'entrée et sortie

Tableau III.3 : valeurs de la Conductivité électrique (CE) à l'entrée et sortie

Tableau III.4 : valeurs de MES à l'entrée et sortie

Tableau III.5 : valeurs de DBO à l'entrée et sortie

Tableau III.6 : valeurs de DCO à l'entrée et sortie

Tableau III.7 : valeurs de l'OD à l'entrée et sortie

Tableau III.8 : valeurs de NH_4^+ à l'entrée et sortie

Tableau III.9 : valeurs de NO_2^- à l'entrée et sortie

Tableau III.10 : valeurs de NO_3^- à l'entrée et sortie

Tableau III.11 : valeurs de P - PO_4^{3-} à l'entrée et sortie

Table IV.1 : ouvrage de réception

Table IV.2 : puits et grille grossier

Table IV.3 : dégrillage

Table IV.4 : Décanteur

Liste des tableaux

Table IV.5 : réservoir

Table IV.6 : bassin biologique

Table IV.7 : canal de chloration

Table IV.8 : pompes

Table IV.9 : Conduits

Liste des figures :

Figure I.1 : Procédé à boues activées

Figure I.2 : Lagunage

Figure I.3 : Lits bactériens

Figure I.4 : Bio filtration

Figure II.1: Localisation de la station de Sidi Ali Lebhar

Figure II.2: Fonctionnement de la STEP Sidi Ali Lebhar

Figure II.3: puits et grille grossières

Figure II.4 : Dégrilleurs

Figure II.5 : Séparation du sable et de la graisse

Figure II.6 : Réacteur biologique (système Carrousel)

Figure II.7 : Présentation du clarificateur

Figure II.8: Bassin de recirculation des boues

Figure II.9: Epaisseur

Figure II.10 : Traitement des boues

Figure II.11 : Transport de boue déshydratée

Figure II.12 : Présentation de l'étape de désinfection

Figure IV.1 : organigramme d'utilisation d'un SIG

Figure IV.2 : photo satellite de Google Earth

Figure IV.3 : Calage de la carte de la zone d'étude

Figure IV.4 : Le fond de la carte après le calage

Figure IV.5 : Schéma final de la STEP Sidi Ali Lebhar

Introduction générale

Introduction générale :

La protection de l'environnement englobe toutes les actions visant à préserver la santé des êtres humains, des animaux et des plantes, en évitant la pollution ou la dégradation de l'air, du sol, des eaux superficielles et souterraines, ainsi qu'en prévenant la dégradation du paysage. Dans un contexte où la demande en eau douce ne cesse d'augmenter et où les ressources en eau, déjà limitées, sont de plus en plus affectées par la surexploitation, la pollution et les changements climatiques, il est inconcevable de sous-estimer les avantages de l'amélioration de la gestion des eaux usées. Cette nécessité est clairement soulignée dans le Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau 2017, qui met en avant l'importance cruciale de cette amélioration pour notre avenir collectif.

En Algérie, le domaine de l'épuration des eaux usées est encore peu développé et les dispositifs existants ne permettent pas de répondre efficacement aux enjeux liés aux eaux usées. Dans ce contexte, notre objectif est d'approfondir la compréhension de la pollution hydrique et de mettre en lumière les processus d'épuration à travers plusieurs analyses. Nous avons choisi de concentrer notre étude sur la station d'épuration des eaux usées de Sidi Ali Lebhar .ce travail se divise en quatre chapitre Le premier chapitre fournit une vue d'ensemble des eaux usées, abordant leur nature, leur composition, et les enjeux liés à leur traitement. .Le second chapitre se concentre sur la station d'épuration de Sidi Ali Lebhar décrivant son fonctionnement, ses installations et les technologies mises en œuvre pour le traitement des eaux usées. Le troisième chapitre se concentrera sur la discussion des mesures des paramètres physiques et chimiques des effluents. Les analyses effectuées au laboratoire de la station ont le but de contrôler la qualité des eaux en amont et en aval de la station d'épuration, c'est-à-dire, avant et après traitement. Le quatrième chapitre abordera l'élaboration d'un système d'information géographique pour les équipements de la station. Ce SIG vise à améliorer la gestion, le suivi et l'analyse des infrastructures, offrant ainsi des outils pratiques pour optimiser les opérations et faciliter la prise de décision.

Chapitre I :

Généralités sur les eaux usées

I.1. Introduction :

L'eau, quelle que soit son utilisation, doit impérativement conserver sa qualité, car celle-ci varie en fonction de l'usage auquel elle est destinée. Dans ce chapitre, nous nous pencherons sur les différents polluants qui altèrent la qualité de l'eau, leur classification et leurs impacts sur l'efficacité des procédés de traitement.

I.2. Généralités sur les eaux usées :

I.2.1. Définition d'une eau usée :

Les eaux usées, également appelées eaux résiduaires ou effluents liquides, sont des eaux qui ont été altérées par une utilisation humaine et qui présentent des caractéristiques polluantes. Elles proviennent de sources diverses.

I.2.2 Les sources des eaux usées :

Nous distinguons quatre grandes catégories d'eaux usées :

- Les eaux domestiques ;
- Les eaux industrielles ;
- Les eaux agricoles ;
- Les eaux pluviales.

I.2.2.1. Eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques sont celles provenant des activités quotidiennes des ménages, notamment les eaux provenant des toilettes, des lavabos, des baignoires, des douches, des machines à laver et des éviers de cuisine. Elles contiennent généralement des matières organiques, des détergents, des agents pathogènes, des produits chimiques ménagers et d'autres contaminants provenant des activités domestiques courantes. Ces eaux nécessitent un traitement avant d'être rejetées dans l'environnement pour éliminer les contaminants et protéger la santé publique ainsi que les écosystèmes aquatiques.

I.2.2.2. Eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles sont les eaux polluées produites par l'industrie lors de ses processus de production et de transformation. Elles doivent être traitées avant d'être rejetées dans les réseaux publics.

Les eaux usées industrielles varient considérablement en fonction du type d'industrie à l'origine de ces eaux. Elles peuvent contenir :

Matières organiques, azotées ou phosphorées.

Produits toxiques, solvants, métaux lourds, micropolluants organiques, hydrocarbures, etc...

Certaines de ces eaux font l'objet d'un prétraitement par les industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Il est essentiel que les eaux usées industrielles soient exemptes de dangers pour les réseaux de collecte et le bon fonctionnement des usines.

I.2.2.3. Eaux usées pluviales :

Les eaux usées pluviales, également appelées eaux pluviales ou eaux de ruissellement, se réfèrent à l'eau qui provient des précipitations, comme la pluie ou la fonte de la neige, et qui s'écoule sur les surfaces imperméables telles que les toitures, les routes, les parkings et les trottoirs. Ces eaux peuvent devenir contaminées en ramassant des polluants tels que les huiles de voiture, les métaux lourds, les pesticides et les déchets urbains, et elles peuvent poser des risques pour l'environnement si elles ne sont pas correctement gérées.

I.2.2.4. Eaux usées agricoles :

Il s'agit d'eaux contaminées par des substances employées dans le secteur agricole. En agriculture performante et intensive, l'agriculteur est amené à utiliser différents produits d'origine industrielle ou agricole, dont certains comportent ou peuvent comporter des dangers pour l'environnement, notamment pour la qualité des eaux.

Ils'agit principalement :

Dans le cas d'un établissement d'élevage ces eaux comprennent :

- Des engrais minéraux provenant du commerce ou des déjections animales, qu'elles soient produites ou non sur l'exploitation.
- Des herbicides, des fongicides, des insecticides, et ainsi de suite.

donc ces eaux sont issues :

- Des apports directs liés aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques :
désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés,

Démoustication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais). Les apports indirects sont principalement causés par l'entraînement par ruissellement, les eaux de rinçage des appareils de traitement, les résidus présents dans des emballages qui ne sont pas correctement rincés ou détruits, ainsi que les eaux résiduelles provenant des usines de fabrication et de conditionnement. [1]

I.3. Caractéristiques des eaux usées :

I.3.1. Caractéristiques physiques :

- **Température :**

Il est essentiel de savoir avec précision la température de l'eau. Effectivement, elle impacte la solubilité des sels et en particulier des gaz, la dissociation des sels dissous, ce qui a un impact sur la conductivité électrique, la détermination du pH, la connaissance de l'origine de l'eau et des éventuels mélanges, etc. [2]

- **Matières en suspension :**

Les matières en suspension désignent les particules très fines en suspension (comme le sable, l'argile, les produits organiques, les particules de produits polluants, les micro-organismes, etc.) qui affectent l'aspect de l'eau (turbidité) et empêchent la pénétration de la lumière obligatoire pour la vie aquatique. En excès, elles entraînent ainsi une pollution importante des eaux.

La mesure de la quantité totale de matières en suspension (MEST) se fait en filtrant un litre d'eau et en pesant les résidus séchés. La valeur est exprimée en mg/l. Selon les estimations, un habitant rejette environ 90 grammes de MES par jour dans ses eaux usées. Les substances dégradables : Ils indiquent la quantité de substances solides non dissoutes dans l'eau. Un échantillon d'eau au repos est laissé reposer pendant 30 minutes dans un cône d'Imhof. Cela permet d'évaluer la concentration de sédiments en milligrammes par litre. [1]

I.3.2. Caractéristiques chimiques :

- **Le potentiel hydrique (pH) :** Le potentiel hydrique (pH) est un paramètre physico-chimique essentiel qui caractérise l'acidité ou l'alcalinité des eaux usées. Il est exprimé sur une échelle logarithmique allant de 0 à 14, où 0 correspond à une solution fortement

Acide et 14 à une solution fortement alcaline. Dans le contexte des eaux usées, le pH joue un rôle crucial dans divers processus de traitement, notamment Propriétés physico-chimiques : Le pH influence l'acidité et l'agressivité des eaux usées, ce qui peut avoir des implications sur la corrosion des infrastructures de traitement et sur l'équilibre physico-chimique du milieu aquatique récepteur.

Processus biologiques : La plupart des micro-organismes impliqués dans la dégradation de la matière organique présente dans les eaux usées ont des exigences spécifiques en matière de pH. Un pH optimal, généralement compris entre 6,5 et 8,5, est nécessaire pour garantir l'efficacité des processus biologiques de traitement.

- **Conductivité électrique :**

La conductivité électrique d'une eau est mesurée en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm (micro ou milli Siemens par cm) à l'aide d'un conductimètre. Il évalue la circulation de l'électricité entre deux électrodes immergées dans l'eau. La mesure doit être réalisée à une température de 20 °C ou plus. Équipé d'un conductimètre doté d'un compensateur de température automatique.

Lorsque l'eau est très pure, elle présente une résistance élevée au passage de l'électricité, mais lorsqu'elle est chargée en sels minéraux naturels (calcium, magnésium, sodium, potassium), cela change. En plus de cette minéralisation naturelle causée par la nature des sols, il y a également... les polluants. La conductivité est utilisée pour évaluer de manière globale tous les produits en solution dans l'eau.

La conductivité de l'eau de pluie est limitée à 60 à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. À Besançon (région calcaire), la pression de l'eau du robinet est d'environ 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La mesure de la conductivité constitue une méthode relativement facile pour détecter une anomalie.

Émettant l'hypothèse d'une pollution en comparant la valeur mesurée à celle que l'on était en droit d'estimer.

Il est essentiel de déterminer avec précision la valeur moyenne habituelle de la conductivité locale des eaux d'un ruisseau, par exemple, que l'on surveille. Les niveaux élevés de pollution organique accroissent la conductivité. Un conductimètre est l'outil essentiel de toute personne qui se préoccupe de la qualité des rivières. [1]

- **L'oxygène dissout :**

L'oxygène dissous (OD) est un paramètre physico-chimique essentiel pour les écosystèmes aquatiques et pour les processus d'épuration des eaux usées. Il correspond à la quantité d'oxygène gazeux (O_2) présente sous forme dissoute dans l'eau. L'OD joue un rôle crucial dans la respiration des organismes aquatiques et dans la dégradation biologique des matières organiques polluantes. Sa solubilité dans l'eau dépend de divers facteurs physico-chimiques, notamment :

- **Température :** La solubilité de l'oxygène diminue avec l'augmentation de la température.
- **Pression :** La solubilité de l'oxygène augmente avec l'augmentation de la pression.
- **Salinité :** La solubilité de l'oxygène diminue avec l'augmentation de la salinité.
- **Force ionique :** La présence d'ions dissous dans l'eau, comme les ions chlorure (Cl^-) et sulfate (SO_4^{2-}), peut influencer la solubilité de l'oxygène.

La mesure précise de l'OD est un élément clé du contrôle de la qualité des eaux usées et de l'efficacité des traitements d'épuration. Un niveau d'OD suffisant est nécessaire pour garantir la survie des organismes aquatiques et pour assurer une dégradation optimale des polluants organiques. La gestion de l'OD dans les stations d'épuration peut impliquer l'utilisation de techniques d'aération, comme l'injection d'air ou d'oxygène pur, pour maintenir un niveau d'OD optimal dans les bassins de traitement.

- **La demande chimique en oxygène DCO :**

Le niveau de pollution organique totale (DCO) est une évaluation globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables présents dans l'eau. En laboratoire, cette méthode évalue la consommation d'oxygène par l'oxydation chimique (à l'aide d'un oxydant et à chaud, pendant 2 heures) des composés organiques ou minéraux d'eau. Il y a des outils qui permettent de réaliser rapidement des analyses sommaires de la DCO. La DCO est principalement employée pour surveiller les eaux usées urbaines et industrielles [1]. Différents éléments influencent la solubilité de l'oxygène dans l'eau, tels que la température, la pression et la force ionique du milieu. La quantité d'oxygène dissous est mesurée en milligrammes d'oxygène.

- **La demande biochimique en oxygène DBO5**

La Demande Biologique en Oxygène à 5 jours (DBO5) est un paramètre physico-chimique fondamental pour l'évaluation de la pollution biodégradable des eaux usées et des eaux naturelles. Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes lors de la dégradation biologique de la matière organique biodégradable présente dans un volume d'eau donné sur une période de 5 jours à 20°C et à l'obscurité. La mesure de la DBO5 s'effectue en laboratoire selon une méthode standardisée impliquant la mise en culture de l'échantillon d'eau dans des conditions contrôlées et la mesure de la concentration en oxygène dissous avant et après la période d'incubation. La DBO5 est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre (mg/l O₂).

La DBO5 peut être exprimée en kilogrammes d'oxygène consommés par jour (kg/j) pour représenter la quantité de pollution organique rejetée. Cette valeur peut ensuite être convertie en équivalents habitants (EH), une unité qui permet de comparer la pollution générée par une source donnée à celle produite par une population humaine de référence. La conversion s'effectue en considérant qu'un habitant moyen produit environ 0,06 kg de DBO5 par jour.

La mesure de la DBO5 est un outil essentiel pour l'évaluation de la pollution biodégradable des eaux usées et des eaux naturelles. Elle fournit des informations précieuses sur l'efficacité des systèmes d'assainissement et sur la qualité de l'environnement aquatique.

- **Le cycle de l'azote**

Le processus d'assainissement de l'azote traverse les différentes étapes de l'évolution biogéochimique du composé. En commençant par l'azote organique, il conduit à la formation d'azote gazeux (N₂) en passant par : l'ammoniac, le nitrite et le nitrate. Ammonium (NH₄) et Ammoniac (NH₃) :

Le principal indice chimique de pollution directe d'une eau de rivière à l'aval d'un rejet polluant est souvent l'azote ammoniacal (qui se transforme ensuite en nitrites puis en nitrates). Le terme "ammoniaque" est souvent utilisé de manière erronée pour ces deux formes. Il s'agit d'un produit industriel où l'ammoniac est dissous dans de l'eau. Les bactéries aérobies, principalement Bacillus et Bactérien, décomposent les chaînes carbonées qui composent les matières organiques, ce qui entraîne la production d'azote ammoniacal. La dégradation entraîne une consommation d'oxygène et une libération de CO₂ dans les eaux.

L'ammoniac azote est également issu de l'urée rejetée par les animaux. (À titre d'exemple, une contamination par le purin entraîne une forte concentration d'ammonium dans l'eau contaminée). Des traces d'ammoniaque sont présentes dans les eaux de pluie. Elles sont associées à des effets associés à sa disparition (par exemple lors de l'épandage agricole). L'AMMONIUM est une forme non toxique. Cependant, dans les eaux dont le pH dépasse 7,5, une partie peut se métamorphoser en AMMONIAC (un gaz AMMONIAC en suspension dans l'eau qui est toxique pour les poissons). [1]

Nitrification biologique :

C'est le processus biologique de conversion des azotes réduits en nitrate (NO_3^-) oxydé, où les micro-organismes sont très impliqués. La nitrification se déroule en deux étapes : oxydation de l'ammoniac en nitrite puis évolution du nitrite (NO_2^-) en nitrate (NO_3^-), on parle alors de nitrification puis de nitratation.

Afin d'assurer une nitrification efficace sans l'utilisation de produits chimiques supplémentaires, il est nécessaire de :

- L'ammoniac
- Une température minimale de 12°C.
- Une quantité adéquate d'alcalinité naturelle dans l'eau pure
- De l'oxygène abondant.
- Un nombre adéquat de bactéries nitrifiantes.
- Le pH varie de 7,2 à 8,5.

Dénitrification biologique :

La dénitrification biologique vise à éliminer l'azote de l'eau usée de manière totale. Pendant ce processus de traitement, l'azote se déverse dans l'air sous sa forme moléculaire N_2 . Le processus anaérobie de dénitrification permet à de nombreuses bactéries hétérotrophes de répondre à leurs besoins énergétiques en utilisant des nitrates lorsque l'oxygène dissous est absent.

• Le phosphore total : [3]

Les eaux usées urbaines renferment principalement du phosphore provenant des rejets métaboliques. Les détergents pour lave-vaisselle, les eaux de vaisselle, les détergents lessiviels ménagers et, le cas échéant, les produits de lavage dits « industriels » utilisés dans les laveries, les restaurants, les commerces et les industries agro-alimentaires.

Il y a trois formes de phosphore dans une eau usée :

- * Les phosphates solubles ortho (PO_4^-)
- * Les poly Phosphates
- * Le phosphore non dissous

I.4. Normes de rejet :

I.4.1. Normes internationales :

Plusieurs pays ont mis en place des normes de rejet pour réduire les conséquences néfastes du rejet des eaux usées épurées dans les milieux récepteurs et prévenir toute pollution environnementale. Une règle est établie par une loi, une directive ou une règle. La norme est exprimée par un nombre qui établit une limite maximale à ne pas dépasser ou une limite minimale à respecter. Lorsque la norme est respectée pour un paramètre spécifique, un critère spécifique est rempli. Une loi, une directive, un décret-loi établissent une norme. Les normes internationales pour les eaux usées sont établies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) respective. [4]

Table I.1 : Normes internationales des rejets [4]

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
Ph	6.5 – 8.5
DBO5	< 30 mg/l
DCO	< 90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH_4	< 0.5 mg/l
NO_2	1 mg/l
NO_3	1 mg/l
Température	< 30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

I.4.2. Normes nationales : [1]

Les eaux usées recueillies, que ce soit dans les réseaux urbains ou directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu naturel récepteur (rivière, lac, littoral marin ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles respectent des normes. Etablies par la réglementation. Les valeurs limites de ce rejet sont établies par le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993,

Publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne, dans son chapitre I, article 2. Une nouvelle réglementation vient de renforcer ces mêmes valeurs. ; Le Décret Exécutif n° 06-141 19 Avril 2006, section 1, article 3. Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents fixées par ces deux décrets sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Table I.2 : Normes nationales des rejets [1]

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
Ph	6.5 – 8.5
DBO5	< 40 mg/l
DCO	< 120 mg/l
MES	< 20 mg/l
Azote total	< 40 mg/l
Phosphore total	< 10 mg/l
Plomb total	< 1 mg/l
Température	< 30°C
fer	< 5 mg/l
Cuivre	< 3 mg/l

I.5. Procédées de traitement des eaux usées :

I.5.1. Définition de l'épuration

L'épuration des eaux usées consiste à améliorer la qualité des eaux résiduelles rejetées afin de les rendre conformes aux exigences du milieu récepteur. Le but est donc de prévenir la pollution de l'environnement plutôt que de fabriquer de l'eau potable. L'épuration permet à ces substances de circuler à travers différents établissements où elles sont soumises à des pertes de charge. [5]

I.5.2. Différents Procédés d'épuration des eaux usées :

I.5.2.1. Procédé à boues activées :

Le procédé à boues activées implique la création d'une culture bactérienne subdivisée en flocons (boues activées) dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à

Épurer. Dans ce bassin, l'objectif du brassage est d'éviter les dépôts et de rendre le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée homogène. L'aération peut être réalisée en utilisant l'oxygène de l'eau, le gaz enrichi en oxygène par le brassage, l'injection d'air comprimé, voire même l'oxygène pur, dans le but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de satisfaire les besoins des bactéries épuratrices aérobies. Une fois qu'un contact adéquat a été établi, la liqueur mixte est introduite dans un clarificateur, parfois appelé décanteur secondaire, qui sert à séparer l'eau épurée des boues. [6]

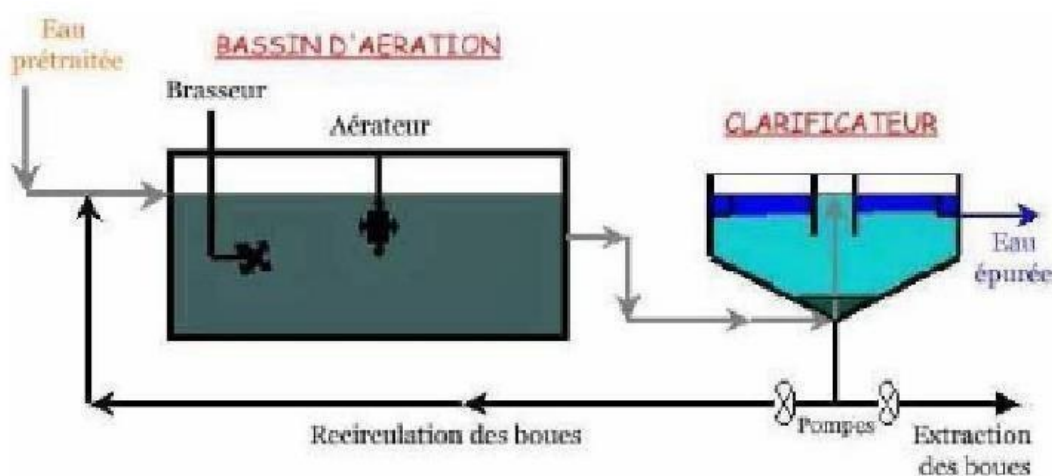


Figure I.2 : Procédé à boues activées [1]

I.5.2.2. Le lagunage :

Le lagunage est une méthode d'épuration qui implique la circulation des effluents dans une série de bassins pendant une période suffisante pour permettre l'autoépuration naturelle. On l'observe dans les zones très ensoleillées, dans des bassins de basse altitude. Le concept général implique la mise en place de chaînes alimentaires aquatiques dans des bassins. Les chaînes trophiques utilisent le rayonnement solaire comme source d'énergie pour produire des matières vivantes. L'effluent apporte des substances nutritives tandis que les végétaux sont les principaux producteurs du système en matière consommable et en oxygène. [7]

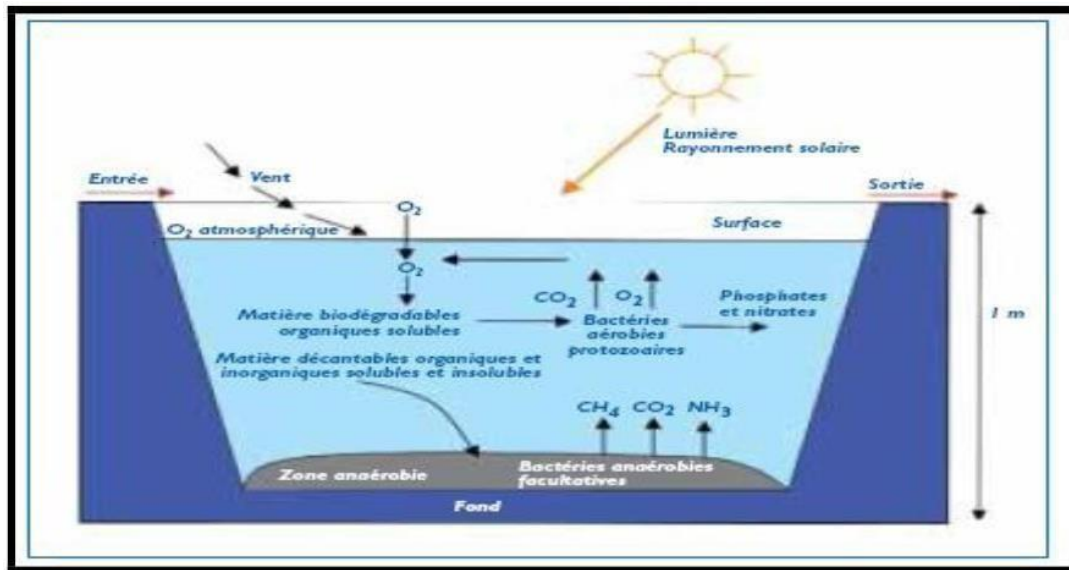


Figure I.3 : Système de Lagunage [13]

I.5.2.3. Lits bactériens :

Contrairement aux stations de boues activées, les lits bactériens sont également adaptés à de très petites quantités d'eaux résiduaires. L'eau résiduaire ruisselle sur une masse filtrante composée de fragments et perméable à l'air dans le lit bactérien. Après environ 2 à 4 semaines, une pellicule gélatineuse se forme, le film biologique composé principalement de bactéries, de champignons et de protozoaires. Les organismes absorbent et dégradent principalement les substances organiques dissoutes et colloïdales de l'eau résiduaire par voie aérobie. [8]

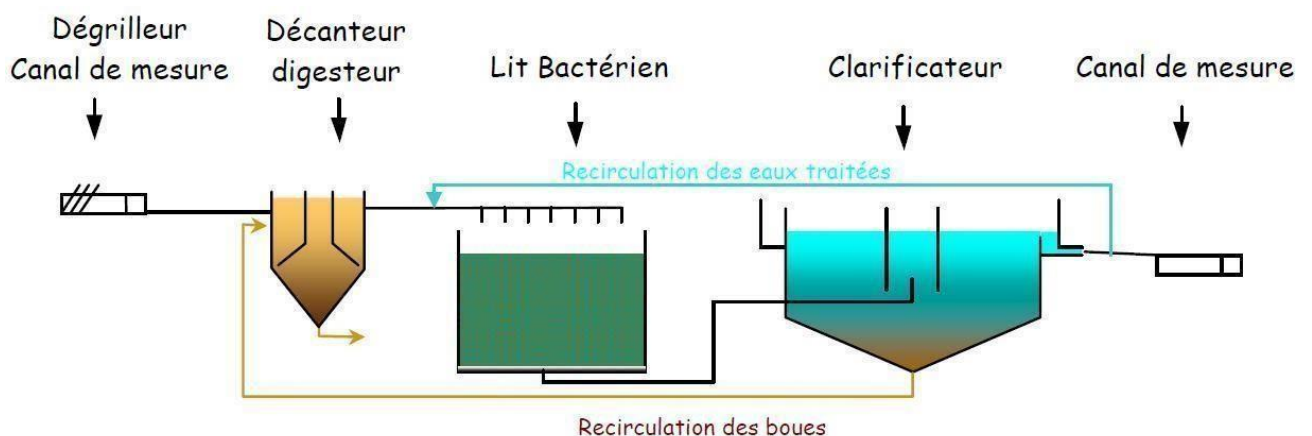


Figure I.4 : Lits bactériens [1]

I.5.2.4. Bio filtration :

Les bio-filtres sont une avancée dans le domaine du traitement des eaux usées domestiques, conçues pour satisfaire les exigences de qualité croissantes. L'inspiration de ces procédés biologiques modernes vient des lits bactériens. Ce sont des micro-organismes aérobies qui s'accrochent à un support granulaire immergé dans un bassin. Il s'agit d'une méthode qui implique de réaliser en même temps, dans un même projet, la dégradation de la pollution par la biomasse épuratrice et la clarification par filtration de l'effluent traité. Les bio-filtres présentent un avantage en traitant les matières polluantes carbonées et éventuellement .azotées, avec un volume beaucoup plus réduit que les procédés à cultures libres, et avec des rendements similaires. Mais les bio-filtres sont plus coûteux en investissement et plus délicats en fonctionnement. [9]

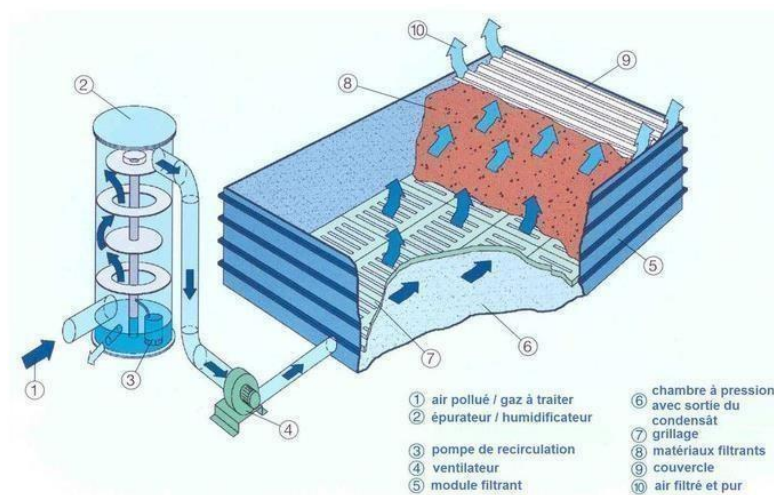


Figure I.5 : Bio filtration [1]

I.6. But de traitement des eaux usées :

L'objectif de la gestion des eaux usées est d'obtenir une eau non contaminée (appelée eau épurée) qui respecte les normes de rejets établies par la loi et qui peut être évacuée sans danger dans l'environnement naturel.

Ces mesures vont réduire de manière adéquate la quantité de polluants présents dans les eaux

Usées. Ainsi, la "purification" des eaux usées suit une logique de préservation des ressources en eau et de préservation de l'environnement.

I.7. Conclusion :

Les eaux usées, aux compositions variées et provenant de diverses sources, représentent un défi environnemental lorsqu'elles sont rejetées sans être préalablement traitées. Afin de démontrer l'importance de ce traitement, il est nécessaire d'effectuer une analyse critique des origines et des caractéristiques des eaux usées. Cela permettra ultimement de mettre en place des processus d'épuration plus efficaces et de favoriser une réutilisation sûre de ces eaux traitées.

Chapitre II :

Présentation de la STEP de Sidi Ali Lebhar

II.1 Introduction :

Le rôle d'une station d'épuration des eaux consiste à éliminer la pollution jusqu'à un niveau spécifié par la réglementation en vigueur afin de garantir que le rejet des eaux traitées ne nuise pas au milieu récepteur. En accord avec cette réglementation, les procédés de traitement sont appliqués selon différents niveaux de traitement.

Conçue dans le but de la protection de l'environnement

La station d'épuration de Sidi Ali Lebhar est une station d'épuration biologique qui utilise des boues activées à faible charge, avec une stabilisation aérobie. Dans ce chapitre, on expose les diverses étapes de traitement de la STEP de Sidi Ali Lebhar.

II.2 Historique de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Sidi Ali Lebhar :

Le projet d'installation de la STEP Sidi Ali Lebhar a commencé en 2003. Il est achevé en 2009, elle a été mise en service en 2013. Son objectif principal est de protéger le littoral de la plage en traitant les eaux usées de manière conforme aux normes environnementales, tout en restant abordable. D'une capacité de 3000 m³ par jour, elle peut traiter les besoins en assainissement de 25 000 habitants.

II.3 Localisation :

La station d'épuration de Sidi Ali Lebhar se trouve à Bejaïa, nichée entre l'aéroport Abane Ramdane à l'est et un camp de travailleurs chinois à l'ouest. Au nord, elle s'ouvre sur la mer Méditerranée, tandis qu'au sud, elle côtoie des terres agricoles. Implantée sur un terrain agricole de 31 000 m², la station joue un rôle crucial dans le traitement des eaux usées de la région.



Figure II.1 : Localisation de la station de Sidi Ali Lebhar [14]

II.4. Les caractéristiques de la STEP Sidi Ali Lebhar :

Les eaux usées sont divisées en deux catégories : domestiques et industrielles. La station de Sidi Ali Lebhar est destinée à accueillir les eaux usées provenant du bassin versant situé sur le mêmesite, d'Aboudaw et Ireyahen. Elles sont transportées jusqu'à la station grâce à un réseau séparatif à écoulement gravitaire.

II.4.1. Organisme et potentiel humain :

Le personnel d'une station d'épuration est composé d'agents qualifiés qui possèdent les compétences nécessaires pour assurer les différentes tâches liées à l'exploitation et à la maintenance de la station.

On peut distinguer les catégories suivantes :

- Opérateurs : assurent la surveillance et le contrôle des installations, effectuent les réglages nécessaires et procèdent aux interventions de routine.
- Techniciens : interviennent pour des tâches plus complexes, telles que la maintenance des équipements, la réalisation d'analyses et la réparation des pannes.
- Ingénieurs : supervisent le fonctionnement de la station, gèrent les projets de maintenance et d'amélioration, et assurent la liaison avec l'organisme gestionnaire.
- Biologistes : effectuent les analyses microbiologiques et physicochimiques des effluents, interprètent les résultats et contribuent à l'optimisation du processus de traitement.

- Administratifs : gèrent les tâches administratives et financières de la station, préparent les rapports et assurent la communication avec les autorités compétentes.

II.4.2. Fonctionnement de la STEP Sidi Ali Lebhar :

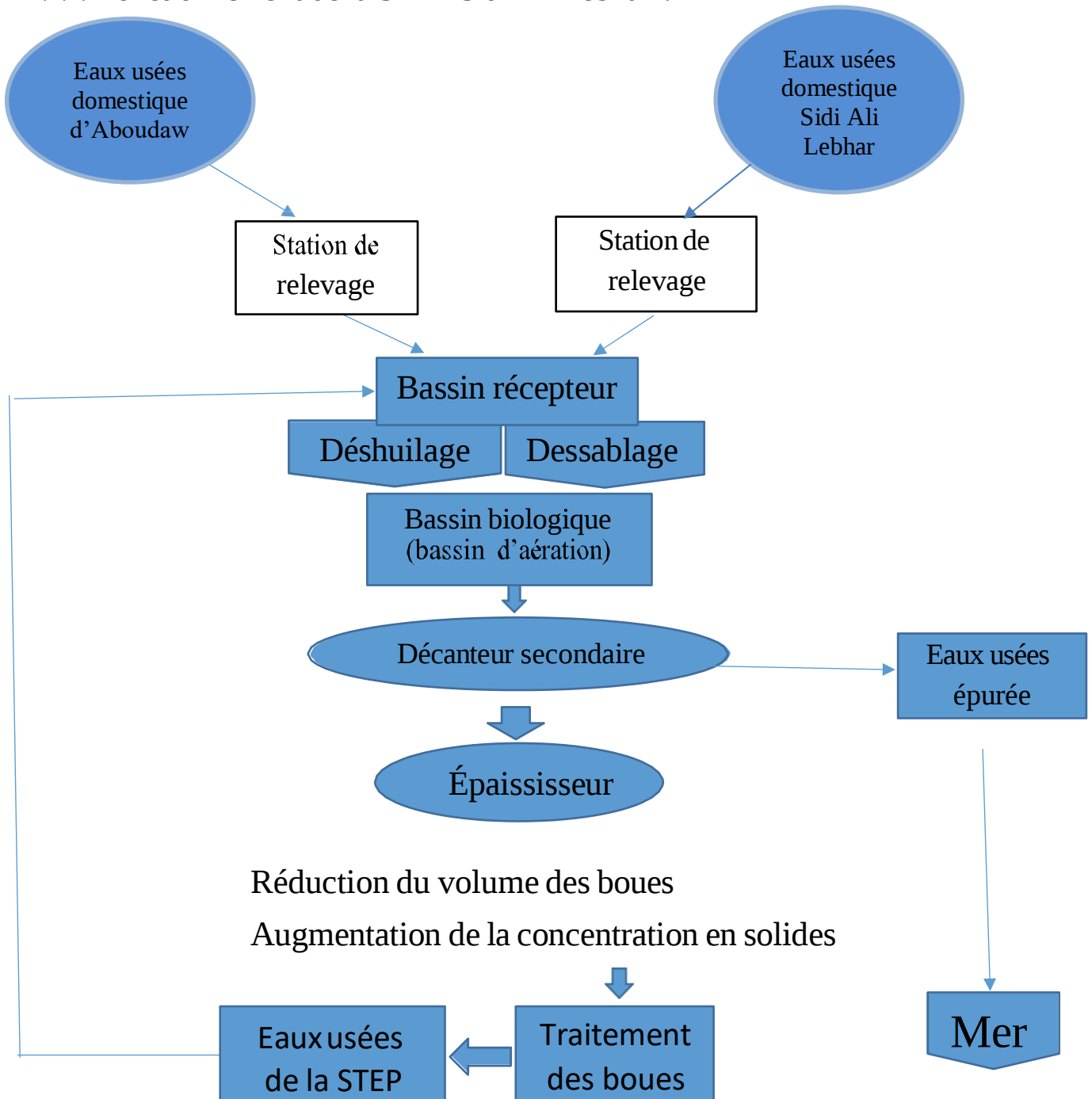


Figure II.2 : Fonctionnement de la STEP Sidi Ali Lebhar

II.4.3. Filières de traitement :

Une station d'épuration regroupe différents appareils, utilisés successivement par les eaux usées. Chaque appareil est conçu pour extraire progressivement les divers polluants présents dans les eaux. Ce chapitre aborde les informations essentielles de la station de traitement des eaux usées de Sidi Ali Lebhar. Dans la station, on utilise le processus d'épuration des eaux usées suivant :

- Dégrillage grossier par utilisation de grilles à la fois manuelle et mécanique.
- processus de dessablage et de dégraissage à l'aide de canaux dessableurs aérés, dotés d'écumage.
- Procédé de traitement biologique dans des dépôts de boues activées.
- utilisation de décanteurs secondaires, circulaires avec un racleur.
- dégrillage standard à l'aide de grilles avec un râteau manuel dans le canal de retour des boues activées.
- désinfection à base de chlore.
- Les boues supplémentaires issues du processus d'épuration sont traitées de la manière suivante :
Épaississement à l'aide de grille racleuse dans des épaississeurs.

II.5. Mécanisme de traitement de la station :**II.5.1. Prétraitement :**

Le dégrillage est précédé d'un ouvrage de réception des eaux usées qui permettra de répartir les débits vers ce dernier. Le procédé de tamisage est effectué dans un canal de 0,60 m de long, séparé par des vannes motorisées, en amont et en aval. Le canal est équipé d'un tamis de nettoyage fin automatique de 3 mm de passe. Lorsque l'eau sort de la zone de tamisage, elle est dirigée vers un canal qui permet d'accéder au dessableur isolé grâce à des vannes motorisées. Le canal est conçu pour supporter le débit maximal. À l'avenir, un autre canal similaire sera mis en place. Tous les canaux prendront en charge le débit maximal pour 2030.

II.5.1.1. Puits et grille grossières :

Il s'agit de la première partie du procès, avec une section rectangulaire et un fond conique, et il est conçu pour assurer la sédimentation des éléments lourds. Le tableau présente les dimensions du puits de grossières.

Tableau II.1 : dimensions du puits et grille grossières

Caractéristiques du puits et grille grossières					
Largeur (m)	Longueur (m)	Profondeur totale (m)	Profondeur utile (m)	Profondeur inclinée(m)	Volume utile (m ³)
3	3	1.7	1.5	0.7	10.25



Figure II.3 : puits et grille grossières [15]

Le puits a une durée de séjour de 2.56 minutes à un débit maximal de 2010 et 1 minute à un débit maximal de 2030.

Une cuillère bivalve de 100 litres pour extraire les solides et les matières grossières sédimentées au fond du puits. On la transporte à l'aide d'un palan automatique. Les pompes d'eau brute sont protégées par une grille verticale de nettoyage manuel et de

Passage des barreaux de 50 mm, qui permet de passer du puits de grossières au puits de pompage.

II.5.1.2. Dégrillage :

Le processus de dégrillage consiste à séparer les eaux brutes, les matières les plus volumineuses, en utilisant deux grilles. En utilisant une chaîne mécanique réglée depuis un automate de contrôle, la grille automatique collecte les déchets grossiers. La grille manuelle est contrôlée par les agents d'exploitation qui ont pour rôle de racler les déchets.

Les dégrilleurs sont des maillons essentiels dans la chaîne de traitement Des eaux usées ils permettent de protéger l'ensemble des installations de la station Notamment les pompes de relevage.

Une grille d'acier inoxydable à nettoyage automatique installée dans le canal principal. Dont les dimensions suivantes dans le tableau :

Tableau II.2 : dimensions de la grille

Largeur (mm)	Longueur (m)	Hauteur totale (m)	Grille manuelle (mm)	Volume utile (m³)	Séparation entre barreaux (m)	Hauteur totale de la grille (m)
600	3	2.88	600	12.24	12	2.88



Figure II.4 : Dégrilleurs [15]

II.5.1.3. Dessablage et dégraissage :

Eliminer des eaux usées les huiles et les graisses pour but éviter leur présence dans le bassin de traitement biologique ; les huiles et les graisses jouent le rôle d'une couche isolante entre l'eau et l'air ce qui empêche les échanges air/eau.

Le dessablage et le déshuilage sont assurés par un pont qui coule longitudinalement tout au long du canal, avec la pompe d'extraction de sable à bord. Le fond du dessableur est aspiré par cette pompe, qui la pousse vers des canaux centraux qui dirigent le mélange. Le sable est déplacé vers un classificateur de sable, qui l'envoie dans un collecteur.

Les huiles sont collectées à l'aide d'un système de raclettes de surface qui pousse la graisse accumulée vers la partie latérale des dessableurs – déshuileurs, jusqu'à un canal de collecte situé dans sa partie postérieure.



Figure II.5 : Séparation du sable et de la graisse [15]

La sortie du dessableur-déshuileur s'effectue par une décharge, le dessableur dispose d'une décharge indépendante, avec des conduites et une valve de 150mm. Débit maximal par dessableur pour 2010 est de 240 m³/h Débit maximal par dessableur pour 2030 : 340 m³/h Les caractéristiques du dessableur- déshuileur sont illustrées dans le tableau :

Tableau II.3 : dimensions du dessableur-déshuileur

Largeur total (m)	Longueur (m)	Hauteur totale (m)	Hauteur Pyramidale (m)	Volume (m³)
2.6	8	2.55	1	54.13

II.5.2. Bassin d'aération (bassin biologique) :

Le centre de la station d'épuration biologique est le bassin d'aération. La boue activée est introduite dans les eaux usées pour éliminer la pollution carbonée et azotée, ainsi qu'une partie de la pollution phosphorée.

Le réacteur Carrousel est une méthode de boues activées à faible charge qui utilise des canaux d'oxydation. Il est très simple d'utiliser et de contrôler les conditions anaérobiques, anoxiques

Et oxygènes afin d'obtenir les rendements appropriés pour chaque situation de charge. . La conception du réacteur a été conçue pour éliminer le DBO5, ainsi que pour effectuer la nitrification et la dénitrification.

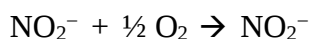
La pollution organique biodégradable sera principalement dégradée par les micro-organismes présents dans le bassin, qui utiliseront une partie de la pollution azotée pour leur métabolisme. Dans une première étape, l'excès de pollution azoté est principalement converti en azote ammoniacal (NH_4^+), connu sous le nom d'ammonification, puis en nitrite, puis en nitrate dans une deuxième étape (nitrification).

Les bactéries nitrifiant sont classées en deux catégories :
nitrosomonas qui oxydent l'ammoniac en nitrites

Les



Les nitrobacters quioxydent les nitrites en nitrates



Les principales étapes nécessitent une utilisation optimale de l'oxygène. Une dernière étape appelée dénitrification permet de convertir les nitrates de l'étape précédente en azote gazeux en fonction des besoins. Cette étape s'effectue sans oxygène.

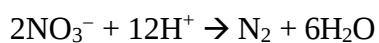




Figure II.6 : Réacteur biologique (système Carrousel) [15]

II.5.3. Décanteur secondaire (clarificateur) :

Un décanteur secondaire, aussi appelé clarificateur, est un élément essentiel du traitement des eaux usées. Son rôle principal est de séparer les boues activées, qui sont des micro-organismes responsables de la dégradation des matières organiques, de l'eau clarifiée avant son rejet dans le milieu naturel.

Entrée des eaux usées : Les eaux usées traitées biologiquement arrivent dans le décanteur secondaire par une canalisation immergée.

Zone de décantation : La vitesse d'écoulement de l'eau est ralentie dans le bassin, ce qui permet aux particules de boues activées de se déposer sous l'effet de la gravité.

Raclage des boues : Un système de raclage, généralement composé de bras rotatifs, ramène en permanence les boues déposées au fond du bassin vers une fosse de collecte.

Sortie de l'eau clarifiée : L'eau clarifiée, débarrassée de la majorité des boues, est collectée en surface du bassin par des déversoirs et évacuée vers le milieu naturel.

Le décanteur circulaire installé à des caractéristiques suivantes :

Nombre : 1

Surface

Unitaire : 254,47 m²

Diamètre : 18 m

Hauteur d'eau partie cylindrique : 3,6 m

Pente

De fond : 10 %

Volume utile

Total : 916 m³



Figure II.7 : Présentation du clarificateur [15]

II.5.4. Recirculation de boues :

Au centre du décanteur, les boues sont entraînées par gravité par l'intermédiaire de tuyaux vers la station de pompage des boues secondaires, où elles sont rejetées en tête du bassin d'aération ou refoulées vers le traitement des boues. La recirculation vise à maintenir la quantité de boues activées nécessaire dans le bassin d'aération afin d'obtenir les rendements épuratoires nécessaires.



Figure II.8 : Bassin de recirculation des boues [15]

II.5.5. Epaississeur :

Le processus d'épaississement implique principalement une cuve en béton cylindrique, équipée d'un système d'épaississement mécanique qui est actionné au niveau central. On extrait les boues épaisses de la trémie située au fond de l'épaississeur, qui est reliée au pompage de boues séchage.

Les caractéristiques de ce poste sont :

Débit d'entrée : $157 \text{ m}^3/\text{j}$

Production de boues biologiques en excès de : $994,39 \text{ kg/j}$

Production de boues chimique en excès de : 263 kg/j

Concentration des boues à l'entrée : 8 g/l

Concentration des boues à la sortie : 20

g/l Diamètre : 7 m

Surface : $38,48 \text{ m}^2$

Hauteur eau : $3,55 \text{ m}$

Volume total : $136,6 \text{ m}^3$

Quantité De boues (kg/j)	Concentration moyenne à l'extraction (g/l)	Concentration moyenne l'entrée (g/l)	Débit à l'entrée m ³ /j	Débit d'extraction (m ³ /j)
1258	20	8	157	62.93

Tableau II.4 : dimensions du réacteur biologique



Figure II.9 : Epaississeur [15]

II.5.6. Déshydratation mécanique des boues :

L'objectif de cette étape est de rendre les boues plus sèches afin de faciliter leur transport en réduisant leur volume. Il sera donc possible d'utiliser facilement le produit fini en agriculture comme un excellent amendement des sols, ou de le déverser en décharge publique.



Figure II.10 : Traitement des boues [15]



Figure II.11 : Transport de boue déshydratée [15]

II.5.7. Désinfection des eaux traitée (désinfection par chloration) :

On procède à la chloration dans un bassin en utilisant de l'hypochlorite de sodium, avec une chicane pour assurer un temps de contact adéquat.



Figure II.12 : Présentation de l'étape de désinfection [15]

II.6. Conclusion :

Ce chapitre nous a donné l'opportunité de mettre en pratique l'aspect théorique, c'est-à-dire de décrire en détail la station d'épuration de Sidi Ali Lebhar, ses conditions de fonctionnement et les différentes méthodes de traitement des eaux usées.

Les étapes de prétraitement (dégrillage grossier et dégrillage mécanisé, dessablage/déshuilage), le traitement biologique (deux bassins d'aération), la décantation secondaire (deux clarificateurs) sont incluses dans la filière de traitement des eaux. De plus, le processus de traitement des boues nécessite des étapes telles que la stabilisation, l'épaississement et le séchage.

Chapitre III :

Résultats et discussion

III.1. Introduction :

Le contrôle de tous les paramètres physiques et chimiques du processus joue un rôle essentiel Dans le processus de traitement.

Le traitement des eaux usées est un processus multi étapes visant à éliminer les contaminants des eaux usées domestiques et industrielles, les rendant ainsi conformes aux normes de rejet établies. Ce processus implique une série d'opérations physiques, chimiques et biologiques pour éliminer les polluants tels que les matières organiques, les nutriments, les métaux lourds et les agents pathogènes.

III.2. Point de prélèvement :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une tâche sensible à laquelle il est essentiel de prendre le plus grand soin. Les résultats et l'interprétation des données sont influencés par cela. Les études physicochimiques ont été réalisées.

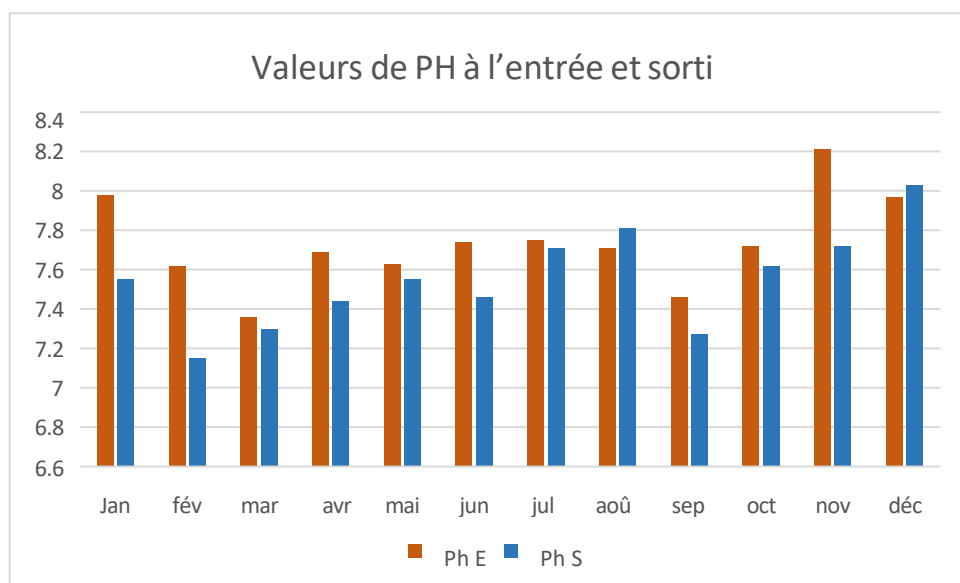
En 2021, des tests ont été réalisés au laboratoire de la station d'épuration de Sidi Ali Lebhar, à deux endroits, l'un à l'entrée et l'autre à la sortie de la ST.

III.3. Résultats d'analyses physico-chimiques :

III.3.1. Le potentiel Hydrogène (PH) :

Tableau III.1 : valeurs de PH à l'entrée et sortie

Mois Ph	Jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aoû	sep	oct	nov	déc
Ph E	7.98	7.62	7.36	7.69	7.63	7.74	7.75	7.71	7.46	7.72	8.21	7.97
Ph S	7.55	7.15	7.30	7.44	7.55	7.46	7.71	7.81	7.27	7.62	7.72	8.03



□

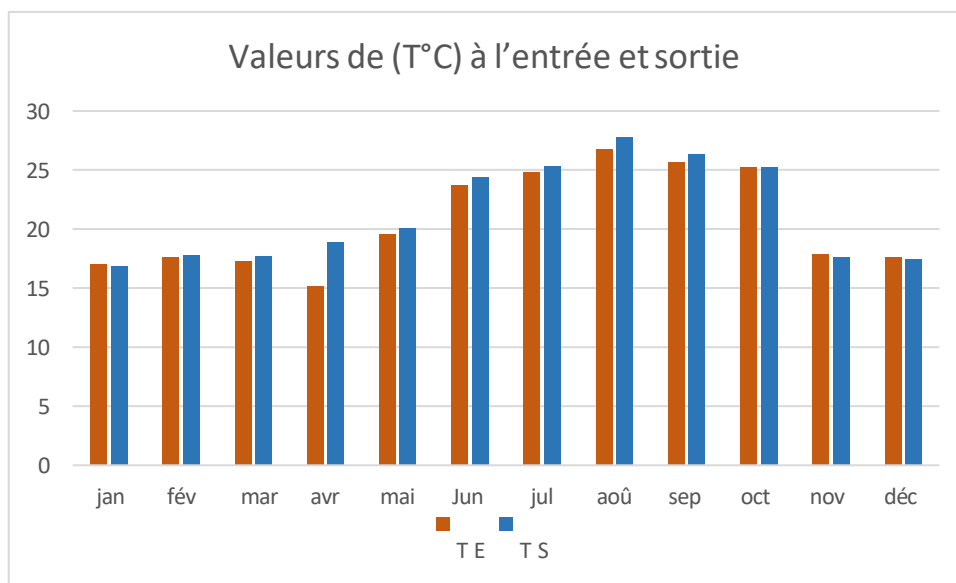
Variation de PH à l'entrée et sortie

Les valeurs du pH des eaux entrantes et sortantes de la STEP sont représentées graphiquement et fluctuent entre [7.15 -8.21] au fil des mois. Le taux de sauvegarde du mois novembre Augmente jusqu'à [8.15]. Il continue de respecter les normes de l'OMS et les règles en Algérie [6.5 ; 8.5]

III.3.2. La température (T°C) :

Tableau III.2 : valeurs de (T°C) à l'entrée et sortie

	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	aoû	sep	oct	nov	déc
T E	17	17.6	17.3	15.1	19.5	23.7	24.8	26.7	25.6	25.2	17.9	17.6
T S	16.8	17.8	17.7	18.9	20.1	24.4	25.3	27.8	26.3	25.2	17.6	17.4



Variation de (T°C) à l'entrée et sortie

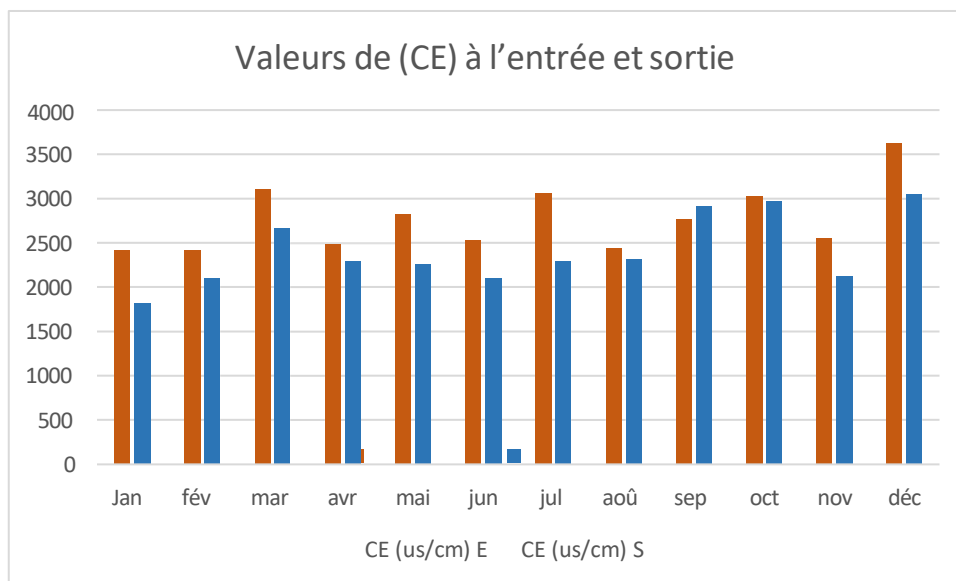
Les valeurs de température des eaux entrantes et sortantes de la STEP sont représentées graphiquement et fluctuent entre [15.1°C-°27.8C]. Ces valeurs sont satisfaisantes et demeurent toujours conformes aux normes de l'OMS et aux réglementations en Algérie

[< 30 °C]

III.3.3. Conductivité électrique (CE) :

Tableau III.3 : valeurs de la Conductivité électrique (CE) à l'entrée et sortie

	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	août	sep	oct	nov	déc
CE(us/cm)E	2420	2420	3110	2490	2820	2530	3060	2440	2770	3030	2550	3620
CE(us/cm)S	1820	2100	2660	2290	2260	2100	2290	2320	2910	2970	2118	3050

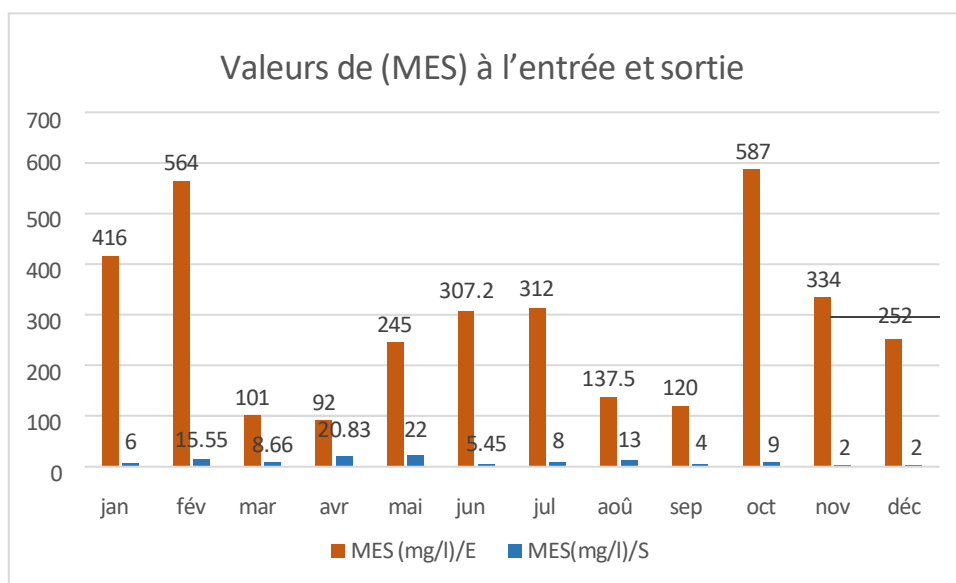


La représentation graphique des valeurs de Conductivité électrique des eaux entrantes de la STEP varient À l'entrée entre [2420 –3620] et à la sortie entre [1820 – 3050] ces valeurs sont bien et reste toujours dans les normes de l'OMS et la réglementation Algérie [< 3000 us/cm] sauf le mois décembre 3050 us/cm

III.3.4. Dosage des Matières En Suspension (MES) :

Tableau III.4 : valeurs de MES à l'entrée et sortie

	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	août	sep	oct	nov	déc
MES (mg/l)/E	416	564	101	92	245	307,2	312	137,5	120	587	334	252
MES (mg/l)/S	6	15,55	8,66	20,83	22	5,45	8	13	4	9	2	2

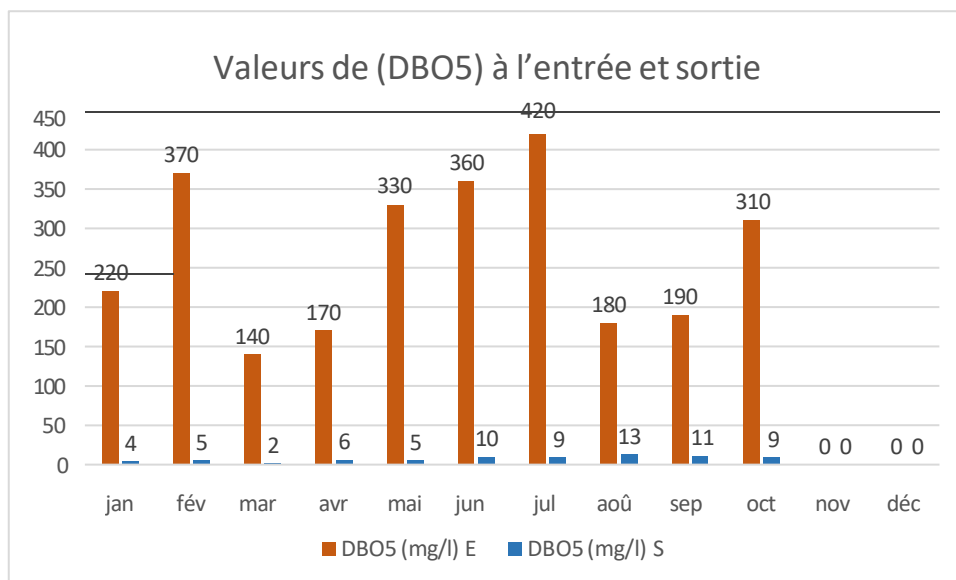


La représentation graphique des valeurs de Dosage des Matières En Suspension des eaux entrantes et sortantes de la STEP Sidi Ali Lebhar varient à l'entrée entre [92 - 587] et à la sortie entre [2 – 20.83] [mg/l] d'après ces résultats on observe que la quantité de MES présentent dans l'eau rejetée a diminué est conforme a les normes de l'OMS et la réglementation algérienne [< 35 mg/l]

III.3.5. La demande Biochimique en Oxygène (DBO5) :

Tableau III.5 : valeurs de DBO à l'entrée et sortie

	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	août	sep	oct	nov	déc
DBO5 (mg/l) E	220	370	140	170	330	360	420	180	190	310	/	/
DBO5 (mg/l) S	4	5	2	6	5	10	9	13	11	9	/	/



La représentation graphique des valeurs de la demande Biochimique en

Oxygène des eaux entrantes et sortantes de la STEP Sidi Ali Lebhar

Varient à l'entrée entre [140- 420] et à la sortie entre [2 – 13]

[mg/l] d'après ces résultats on observe que la teneur de la DBO5

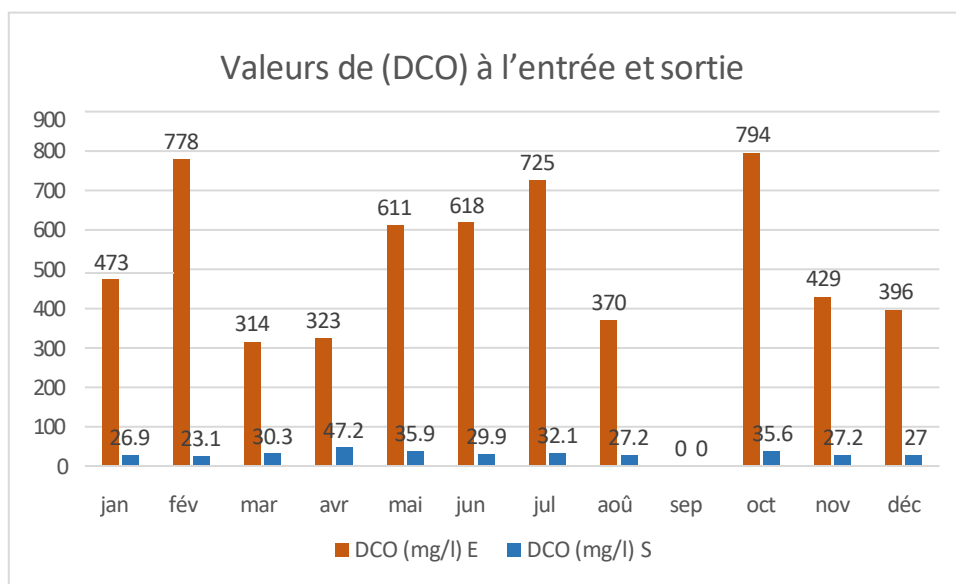
Présentent dans l'eau rejetée est conforme a les normes de l'OMS et la

Réglementation algérienne [< 30 mg/l]

III.3.6. La demande Chimique en Oxygène (DCO) :

Tableau III.6 : valeurs de DCO à l'entrée et sortie

	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	août	sep	oct	nov	déc
DCO (mg/l) E	473	778	314	323	611	618	725	370	/	794	429	396
DCO (mg/l) S	26,9	23,1	30,3	47,2	35,9	29,9	32,1	27,2	/	35,6	27,2	27

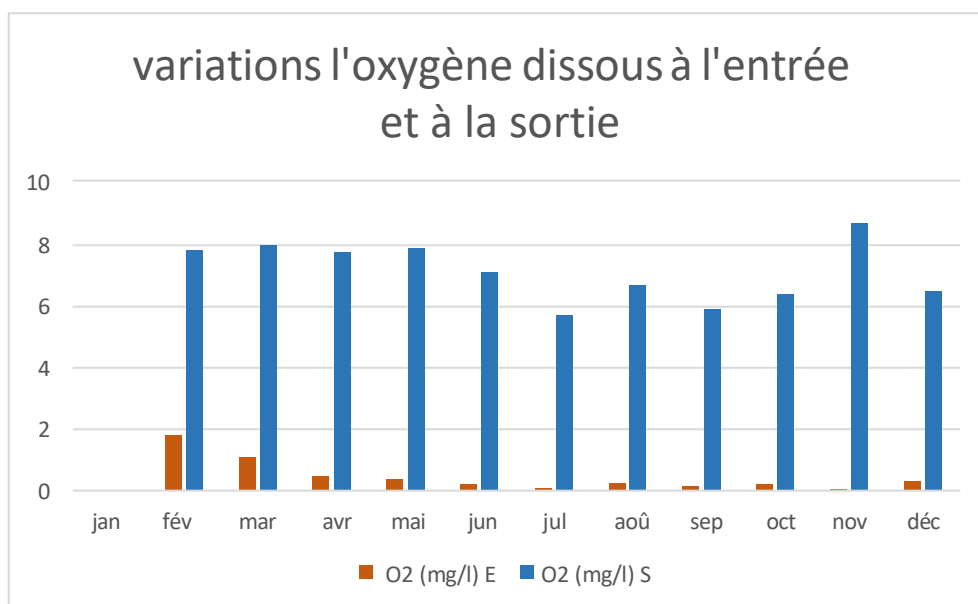


La représentation graphique des valeurs de la demande chimique en Oxygène des eaux entrantes et sortantes de la STEP Sidi Ali Lebhar À l'entrée entre [314 - 794] et à la sortie entre [23.1 – 47.2] [Mg/l] d'après ces résultats on observe qu'il a une diminution de la Teneur après l'épuration est conforme à les normes de l'OMS et la Réglementation algérienne [< 120 mg/l]

III.3.7. L'oxygène dissous(OD) :

Tableau III.7 : valeurs de l'OD à l'entrée et sortie

	jan	fév	mar	avr	mai	jun	jul	août	sep	oct	nov	déc
O ₂ (mg/l) E	/	1.8	1.08	0.46	0.36	0.22	0.09	0.23	0.15	0.21	0.05	0.32
O ₂ (mg/l) S	/	7.83	7.99	7.77	7.92	7.12	5.7	6.68	5.9	6.4	8.71	6.5

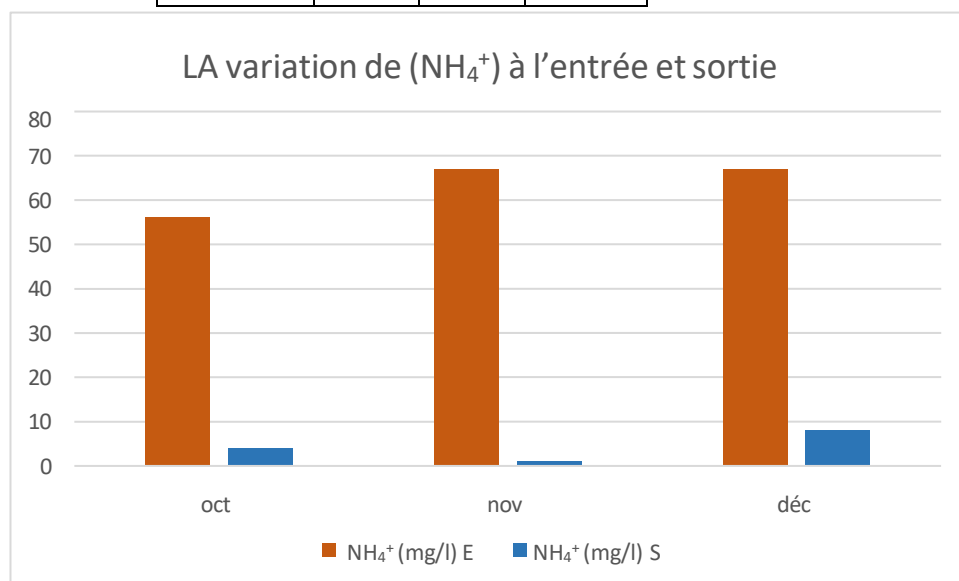


D'après l'histogramme les teneurs en oxygène dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ceci est dû à une bonne aération des eaux au niveau des bassins d'aération. Cet oxygène est indispensable pour favoriser le développement des microorganismes aérobies qui oxydent les matières organiques, ce qui garantit une épuration biologique efficace des eaux usées.

III.3.8. L'Azote ammoniacal NH_4^+ :

Tableau III.8 : valeurs de NH_4^+ à l'entrée et sortie

	oct	nov	déc
NH_4^+ (mg/l) E	56	67	67
NH_4^+ (mg/l) S	4	1	8

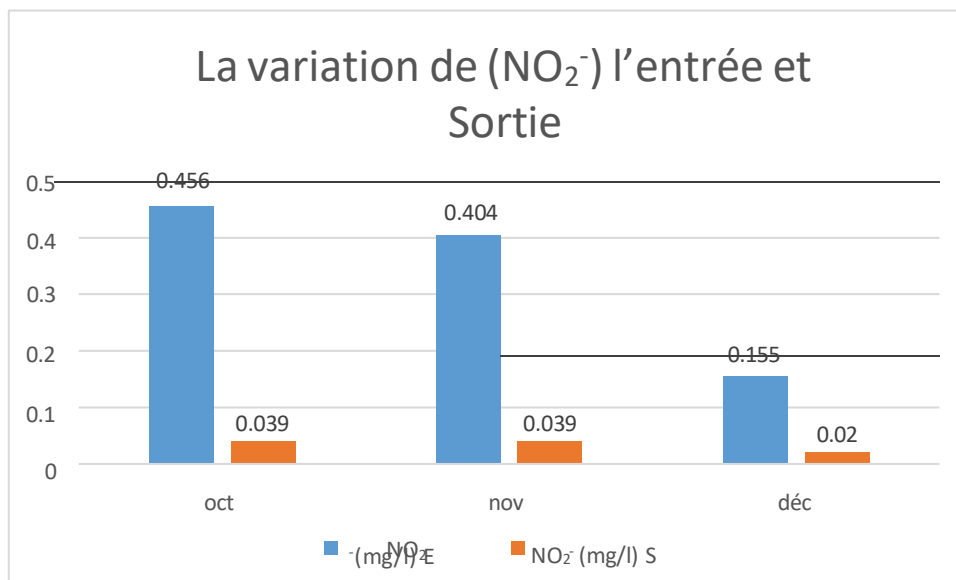


La représentation graphique des valeurs de (NH_4^+) des eaux entrantes et sortantes de la STEP SIDI ALI LEBHAR varie à l'entrée entre [56 - 67] et à la sortie entre [1 – 8] d'après ces résultats on observe qu'est conforme aux normes de l'OMS.

III.3.9. Les Nitrites (NO_2^-) :

Tableau III.9 : valeurs de NO_2^- à l'entrée et sortie

	oct	nov	déc
NO_2^- (mg/l) E	0.456	0.404	0.155
NO_2^- (mg/l) S	0.039	0.039	0.02



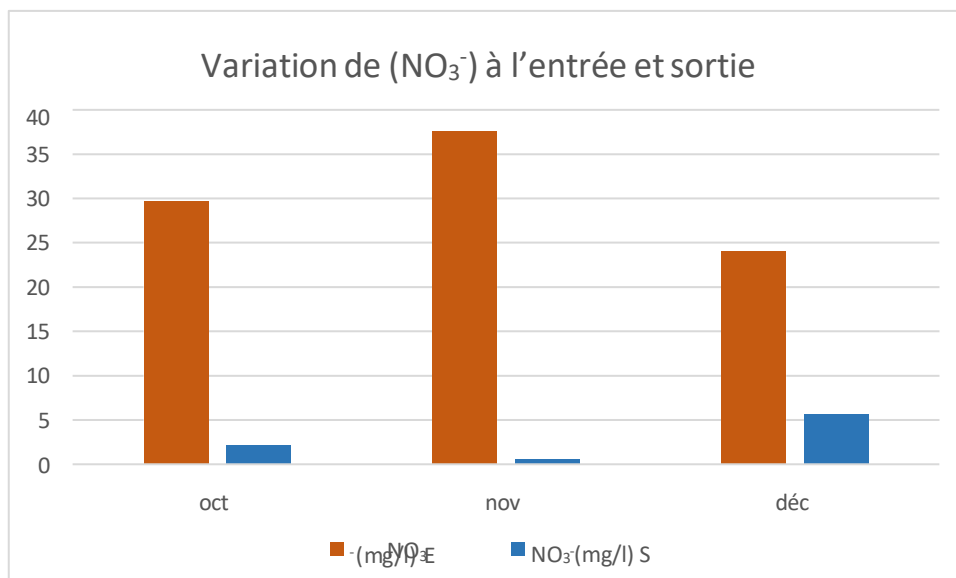
La représentation graphique des valeurs de (NO_2^-) des eaux entrantes et sortantes de la STEP SIDI ALI LEBHAR varie à l'entrée entre [0.155 – 0.456] et à la sortie entre [0.02 – 0.039] d'après ces résultats on observe qu'est conforme aux normes de l'OMS (< 1mg/l)

Chapitre III

III.3.10. Les nitrates NO_3^- :

Tableau III.10 : valeurs de NO_3^- à l'entrée et sortie

	oct	nov	déc
NO_3^- (mg/l) E	29,7	37,6	24
NO_3^- (mg/l) S	2,1	0,6	5,6



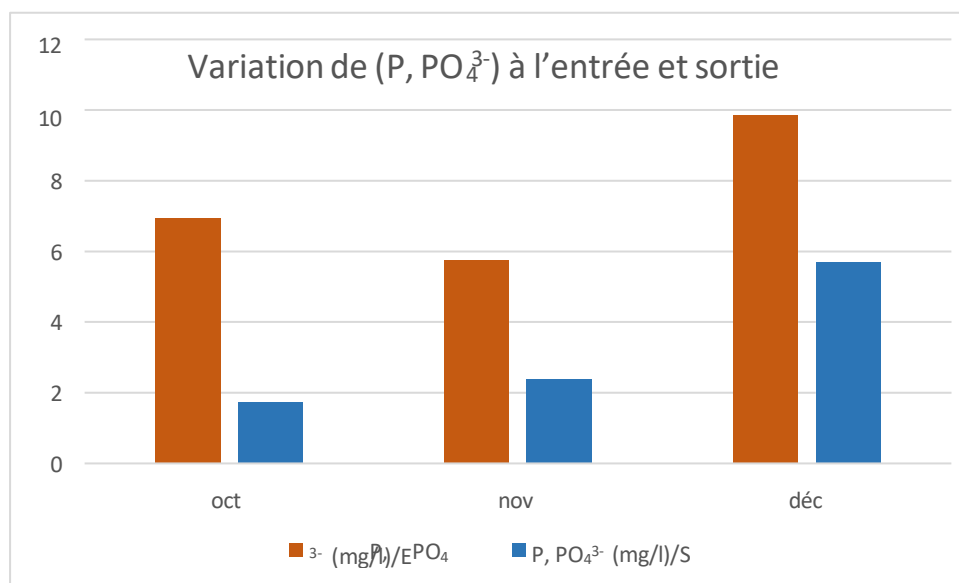
La représentation graphique des valeurs de (NO_3^-) des eaux entrantes et sortantes de la STEP SIDI ALI LEBHAR varie à l'entrée entre [24 – 29.7] et à la sortie entre [0.6- 5.6] [mg/l] d'après ces résultats on observe

Que les rejets avant l'épuration contiennent de faible quantité de nitrate (conforme aux normes de l'OMS)

III.3.11. Phosphore ($P-PO_4^{3-}$) :

Tableau III.11 : valeurs de $P - PO_4^{3-}$ à l'entrée et sortie

	oct	nov	déc
$P - PO_4^{3-}$ (mg/l)/E	6.95	5.76	9.86
$P - PO_4^{3-}$ (mg/l)/S	1.75	2.4	5.71



La représentation graphique des valeurs de (P, PO₄) des eaux entrantes et sortantes de la STEP Sidi Ali Lebhar varie à l'entrée entre [5.76 – 9.86] et à la sortie entre [1.75 – 5.71] d'après ces résultats on observe qu'est conforme aux normes de l'OMS (< 10 mg/l)

III.4. Conclusion :

L'évaluation de performance épuratoire sur la matière organique exprimé en MES, DBO5 et DCO dans l'année 2021 montre que la station de Sidi Ali Lebhar permet une bonne élimination de la matière organique qui mène à une bonne qualité d'épuration.

Chapitre IV :

Système d'information géographique

IV.1. Introduction :

Ce chapitre se concentre sur l'utilisation du SIG pour cartographie et analyser les caractéristiques physiques et opérationnelles des différentes installations de la station d'épuration. Nous examinerons comment les données géo-spatiales peuvent être collectées et intégrées dans le SIG pour fournir des informations détaillées.

IV.2. Présentation du système d'information géographique :**IV.2.1. Définition du système d'information géographique :**

Le système d'information géographique (SIG) est un ensemble de bases de données géographiques informatisées.

Il s'agit d'un outil de gestion et d'accès aux données qui vise à organiser, gérer, manipuler, analyser et représenter les données spatiales pour résoudre les problèmes d'aménagement et de gestion. [10]

IV.2.2. Les composants du SIG :

Un système d'information géographique est constitué de 4 composants majeurs [11] :

- Matériel informatique : Ordinateur, scanner...
- Logiciel SIG : MapInfo, Arc Gis, Arc View...
- Données : récupérable à partir du terrain, d'un rapport, d'une carte...
- Ressources humaines : opérateur formé.

IV.2.3. Fonctionnalité d'un SIG : [11]

- Abstraction : représentation du monde réel, elle se fait en deux étapes :
 - a. La construction du schéma conceptuel de données.
 - b. Trouver un logiciel qui soit capable de transcrire et de stocker le schéma.
- Acquisition : saisir des informations géographiques sous forme numérique.
- Archivage : stockage et gestion de base de données.
- Analyse : manipulation et interrogation des données géographiques, qui se base sur deux analyses :
 - a. Analyse spatiale qui se sur la description quantitative et qualitative d'un espace.
 - b. Analyse spatiale géométrique qui se base sur la position de l'objet, sa forme, et les relations éventuelles entre ces objets.

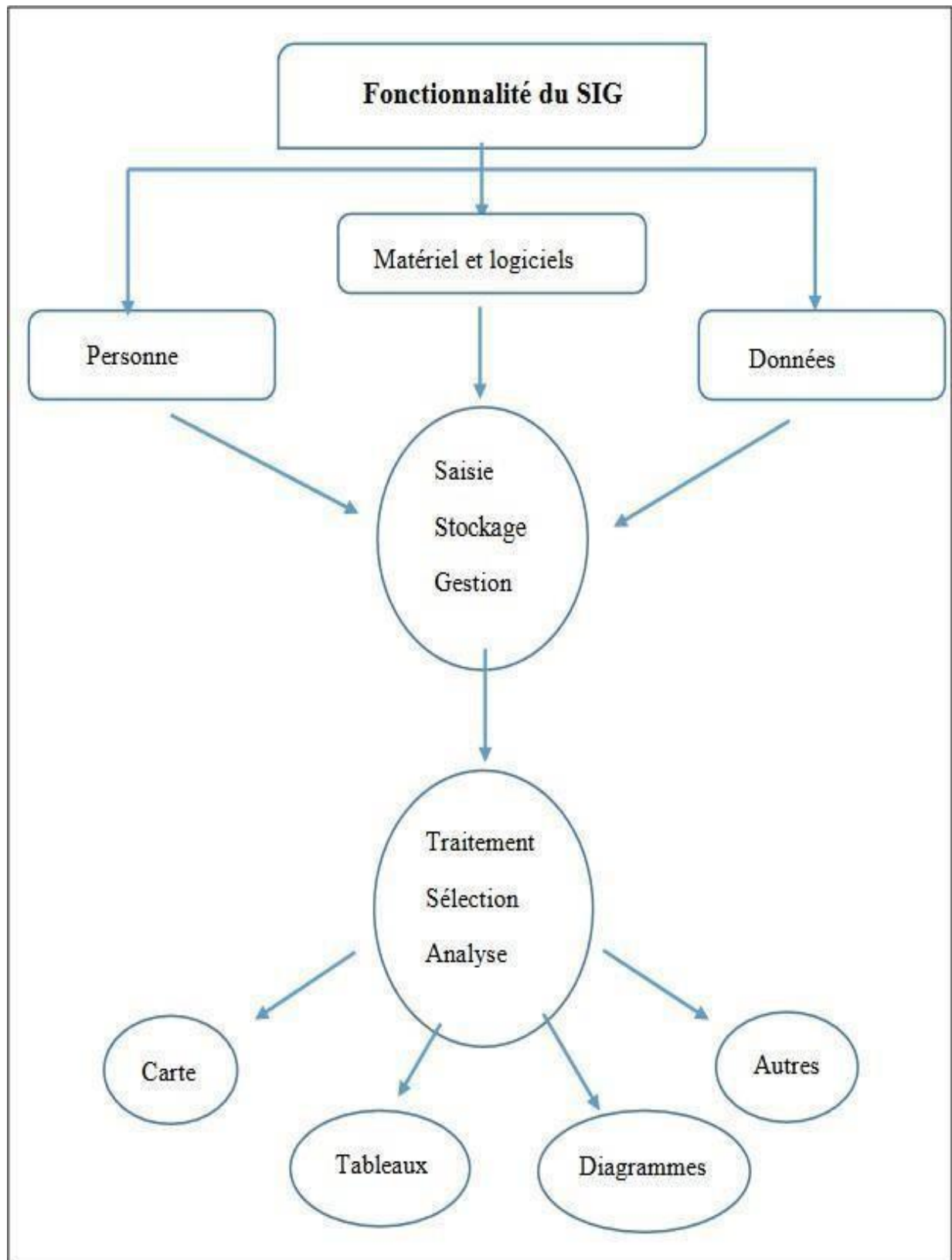


Figure IV.1 : organigramme d'utilisation d'un SIG [12]

IV.3. Elaboration d'un SIG :

Avant d'entreprendre la mise en place d'un SIG, il est primordial d'évaluer les besoins des Futurs utilisateurs du système et c'est à partir de cette analyse que dépendra la structure de la base de données. Plusieurs opérateurs sont utilisés pour l'élaboration d'un SIG tel que :

- Arc GIS ;
- Auto CAD Map 3D ;
- Map info.

Dans notre cas nous allons utiliser le logiciel MapInfo professionnel 8.0. [12]

IV.3.1. Définition de MapInfo :

Le logiciel MapInfo est un outil qui permet de créer des cartes numériques. MapInfo s'appuie sur un moteur d'édition de cartes qui offre la possibilité de superposer des couches numériques. Le système de couches permet de visualiser des informations géo-localisées telles que des points, des polygones et une image raster.

IV.3.2. Création du système d'information géographique pour la région d'étude :

Nous allons utiliser les photos satellites de Google Earth pour créer notre SIG. Il est nécessaire que les photos incluent les coordonnées des quatre points de la carte (les extrémités) afin de former une carte unique et précise de la zone d'études.

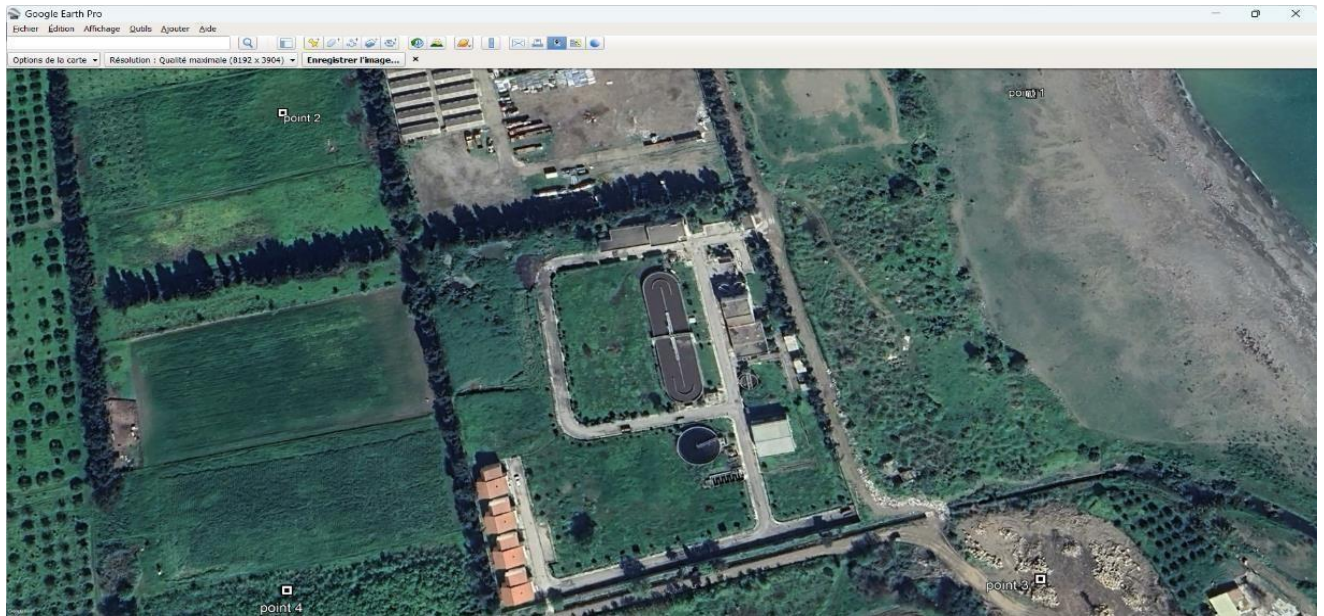


Figure IV.2 : Carte de localisation de la STEP [14]

IV.3.2.1. Calage des cartes rasters :

Après avoir extraire la carte de la localité de Sidi Ali Lebhar de Google Earth, nous allons procéder au calage d'image raster comme suit :

1. Lancer MapInfo ;
2. Aller dans 'ouvrir table' puis on choisit le type de fichier 'Raster Image' ;
3. On valide par ouvrir. L'image enregistrée va apparaître ;
4. Une nouvelle boîte s'affiche et nous propose affichage ou calage de la carte ;
5. Dès qu'on procède à la validation de la touche calage, une nouvelle fenêtre apparaît avec carte sélectionnée ;
6. On valide la projection :
 << Longitude/ Latitude (Projection V6.0 et Ulérieur) >>
 << Longitude/ Latitude (North Sahara 1959) >>
7. On introduit les coordonnées des points de calage ;
8. On procède à la vérification de la résolution numérique :

<< Erreurs en pixel >> qui devrait être inférieur à 3 pixels (< 3).

9. Affichage de la carte calée.

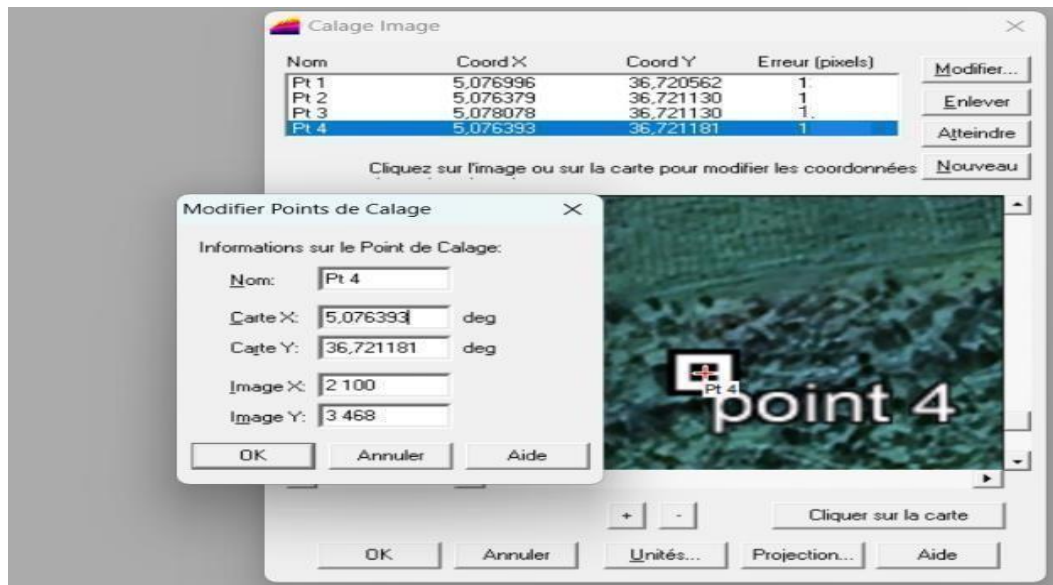


Figure IV.3 : Calage de la carte de la zone d'étude

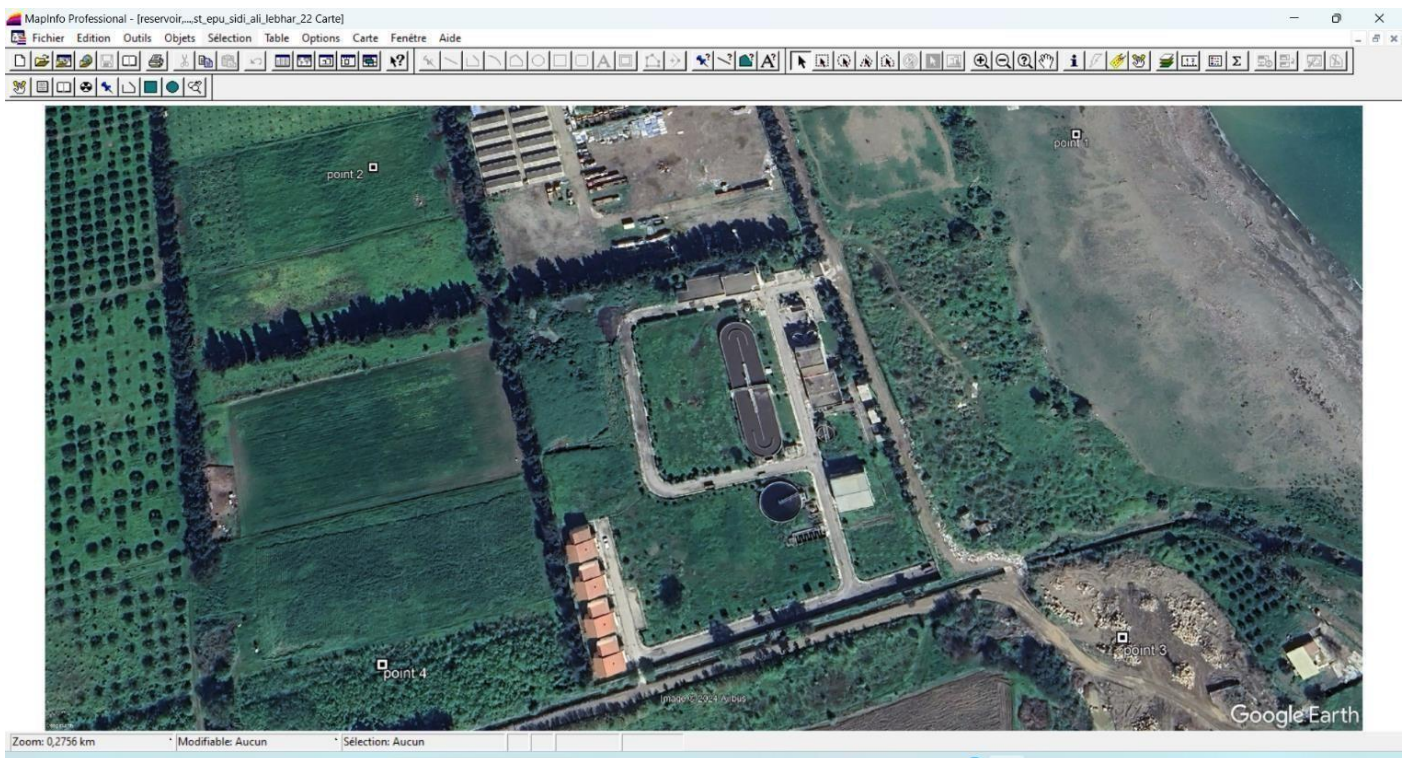


Figure IV.4 : Le fond de la carte après le calage

IV.3.2.2. Création des tables : [12]

La création et la personnalisation des tables ont pour but principal de permettre l'extraction de données à partir des fonds de cartes et de renforcer les fenêtres de données. Les structures des différentes tables sont les suivantes :

- **Structure de la table ouvrage de réception :**

- ✓ Type
- ✓ Largeur
- ✓ Longueur
- ✓ Profondeur
- ✓ V_Utile

Table IV.1 : table d'ouvrage de réception

	Type	Largeur	Longueur	Profondeur	V_utile
☐	puits d'entrée général	3	3	3	20

- **Structure de la table puits et grille grossier :**

- ✓ Type
- ✓ Largeur
- ✓ Longueur
- ✓ P_totale
- ✓ P_utile
- ✓ V_utile
- ✓ V_cuillière_bivalve

Table IV.2 : table puits et grille grossieres

	Type	Largeur	Longueur	P_total	P_utile	V_utile	V_cuillère_bivalve
☐	Puits et grille grossière	3	3	1,7	1,5	10,25	0,1

- **Structure de la table dégrillage :**

- ✓ Type
- ✓ Type_de_dégrillage
- ✓ Taille_mm

Table IV.3 : table de dégrillage

	Type	Type_de_dégrillage	Taille_mm
☐	grille automatique	degrillage fin	3
☐	grille automatique	degrillage fin	3
☐	grille manuelle	degrillage by-pass	12

- **Structure de la table Décanteur :**

- ✓ Type
- ✓ Hauteur
- ✓ Diamètre
- ✓ Volume
- ✓ V_utile

Table IV.4 : table du Décanteur

	Type	Hauteur	Diametre	Volume	V_utile
☐	Décanteur secondaire - clarificateur	3,6	18	916	916
☐	Décanteur primaire	2,55	5,2	54,2	50
☐	Décanteur primaire	2,55	5,2	54,2	50
☐	épaississeur	3,55	7	136,6	136,6

- **Structure de la table réservoir :**

- ✓ Type
- ✓ Capacité
- ✓ Matière

Table IV.5 : table des réservoirs

	Type	Capacité	Matier
☐	réservoir de stockage	5 000	Hypochlorite de sodium
☐	réservoir de stockage	15 000	chlorure ferrique

- **Structure de la table bassin biologique :**

- ✓ Type
- ✓ Largeur
- ✓ Longueur
- ✓ Charge_en_DBO5
- ✓ Charge_en_DCO
- ✓ Charge_en_MES
- ✓ Besoin_en_agitaion
- ✓ Poids_O2_dans_air

Table IV.6 : table du bassin biologique

Equipment	Type	Largeur	Longueur	Charge_en_DBO5	Charge_en_DCO	Charge_en_MES	Besoins_en_agitati	Poids_O2_dans_a
☐ bassin d'aération	carrousel	15	52,8	1 350	2 500	1 750	4,391	25

- **Structure de la table canal de chloration :**

- ✓ Longueur
- ✓ Largeur
- ✓ Hauteur
- ✓ Débit_entré_moyen
- ✓ Temps_de_contact
- ✓ Forme

Table IV.7 : table du canal de chloration

Type	Longueur	Largeur	Hauteur	Débit_entré_moy	Temps_de_cont	Forme
☐ canal de chloration	12	4	2,5	125	20	Chicane

Structure de la table pompes :

- ✓ Type
- ✓ Débit
- ✓ Hauteur
- ✓ Exploitation

Table IV.8 : table des pompes

	Type	Débit	Hauteur	exploitation_réserve
☐				
☐				
☐				
☐	pompe centrifuge	140	13	en exploitation
☐	pompe centrifuge	140	13	réserve
☐	pompe centrifuge	140	13	en exploitation
☐	pompe doseuse	0,05	0	en exploitation
☐	pompe doseuse	0,05	0	en exploitaion
☐	pompe doseuse	0,02	0	non exploité
☐	pompe doseuse	0,02	0	non exploité
☐	pompe centrifuge	30	0	en exploitation
☐	pompe centrifuge	30	0	en exploitation

Structure table des conduits :

- ✓ Type
- ✓ Diamètre
- ✓ Longueur
- ✓ Matière

Table IV.9 : Table des Conduits

				
	Type	Diamètre_mr	Longueur_l	Matière
☐	conduit_1	800	10	PEHD
☐	conduit_2	200	3	Acier inox
☒				
☐	conduit_3	200	3	Acier inox
☐	canal_1	0	2	Béton
☐	canal_2	0	2	Béton
☐	canal_3	0	1	Béton
☐	canal_4	0	1	Béton
☐	canal_5	0	1.5	Béton
☐	canal_6	0	1.5	Béton
☐	conduit_4	200	1.5	Acier inox
☐	conduit_5	200	1.5	Acier inox
☐	conduit_6	200	1	Acier inox
☐	conduit_7	200	1	Acier inox
☐	conduit_8	200	2.5	Acier inox
☐	conduit_9	200	1	Acier inox
☐	conduit_10	600	10	PEHD
☐	conduit_11	600	10	PEHD
☐	conduit_12	600	10	PEHD
☐	conduit_13	600	5	PEHD
☐	conduit_14	600	10	PEHD
☐	conduit_15	600	10	PEHD
☐	conduit_16	600	10	PEHD
☐	conduit_17	600	5	PEHD
☐	conduit_18	600	15	PEHD
☐	canal_7	0	20	Béton
☐	conduit_19	200	3	Acier inox
☐	conduit_20	200	3	Acier inox
☐	conduit_21	200	3	Acier inox
☐	conduit_22	200	3	Acier inox
☐	conduit_23	600	5	PEHD

IV.3.2.2. Schéma final de la STEP Sidi Ali Lebhar :

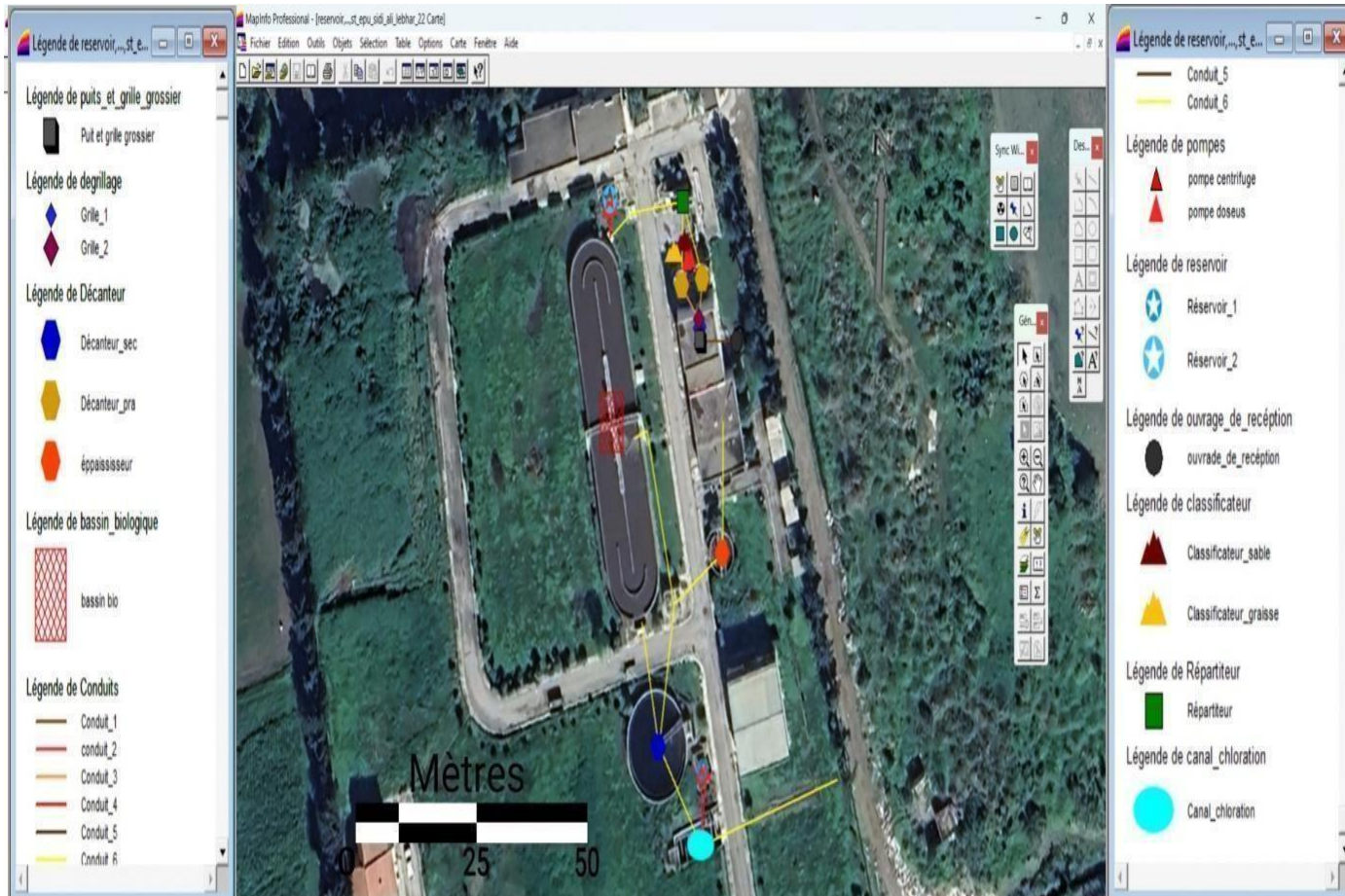


Figure IV.5 : Schéma final de la STEP Sidi Ali Lebhar

IV.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons développé un système d'information géographique en utilisant le logiciel MapInfo, un outil puissant dans l'élaboration de systèmes d'information. Nous avons enrichi une banque de données qui contient toutes les informations concernant notre station d'épuration.

Conclusion général

Conclusion générale :

Au terme de ce travail, l'objectif était d'analyser l'efficacité du traitement des eaux usées à la station de Sidi Ali Lebhar et d'évaluer son impact sur la qualité de l'eau rejetée. Les résultats ont montré que la station respecte les normes sanitaires et environnementales, et que l'usage du Système d'Information Géographique (SIG) a permis de visualiser et d'analyser les caractéristiques géospatiales de l'installation, ce qui facilite l'optimisation de son fonctionnement et la prise de décisions éclairées.

Bien que les résultats de la station de Sidi Ali Lebhar soient satisfaisants, il a été observé qu'il y a parfois un déversement des eaux polluées dans la mer en raison de l'incapacité de la station à supporter les volumes croissants, ce qui pourrait rendre sa capacité actuelle insuffisante. Il serait donc préférable d'avancer le projet d'extension de la station prévu pour 2030. Cette extension permettrait d'adapter la capacité de traitement de la station à la croissance démographique, garantissant ainsi une gestion plus efficace des eaux usées, tout en préservant l'environnement naturel et en protégeant les ressources en eau.

Références bibliographiques :

- [1] ZIGHEM Mohamed El Amine : *Cartographie des stations d'épuration (STEP) et analyse statistique des données*. Mémoire de fin d'étude, Master, Ecole Nationale Polytechnique Algérie, 2017.
- [2] SAADI MOHAMED et LAHMAR FARES ALAA EDDINE : *Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de GUELMA (N-EST ALGERIE)*. Mémoire de fin d'étude, Master, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR- ANNABA, 2018.
- [3] Tabib Fadila : *Evaluation des performances épuratoires de la STEP de Groupement Reggane Nord GRD* .Mémoire de fin d'études, Master, Université Ahmed draia adrar, Algérie, 2020.
- [4] YAHIA TENE Sofiane et TAHIRIM EL Tiadj : *Réflexion sur la caractérisation physico-chimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran*. Projet de fin d'études, Ingéniorat. Université d'Oran, Oran, 2010.
- [5] Jacques BONNIN : *HYDRAULIQUE URBAINE appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance* paris, 1977.
- [6] MEHATRI Mohammed Saïd : *élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou*. thèse de doctorat, université mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2012
- [7] Hatem Daoudi : *Traitement des eaux usées urbaines les procédés biologiques d'épuration*. Université Virtuelle de Tunis, 2008.
- [8] HAMMA Nasria et MOUSSOUNI Sonia : *Analyse des eaux usées épurées de la Station d'épuration de Souk el Tenine en vue d'une Valorisation agricole*. Mémoire de fin d'études, Master, Université A. MIRA Béjaïa ,2019.
- [9] M.YDESHAYES : *Guide pour l'établissement des Plans d'Assurance de la qualité dans le cadre de la réalisation des stations*

d'épuration de type boues activées en lot séparés. Projet de fin d'études, Ingéniorat. Spécialité Génie Civil à l'INSA de Strasbourg, 2007.

[10] GHELLAF.H, HAMMACHE.H : *Etude d'alimentation en eau potable de la commune d'Ait R'zine wilaya de Bejaia à partir du barrage Tichy-Haff*, Mémoire de Fin d'Etude, Master, Université A. Mira de Béjaia.

[11] BOUDJETTOU, M. et SEMOUM, M : *Etude et élaboration d'un système d'information géographique (S.I.G) du réseau d'eau potable du village Tadergout, commune de Darguina.*

[12] AYACHE, M. et BELAIDI, R., Diagnostic, étude et élaboration d'un système d'information géographique (S.I.G) du réseau d'alimentation en eau potable du village Ait Attik, commune de Derguina, Wilaya de Bejaia, Mémoire de Fin d'Etudes, Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, Septembre 2021.

[13] BENDIAF Rafik : *Evaluation de la qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP d'Ain Sfiha (Sétif)*, Mémoire de Fin d'Etudes, Master, Université de Bokra, 2018.

[14] <https://earth.google.com/web/>

[15] Step Sidi Ali Lebhar

Résumé

Les eaux résiduaires de la station d'épuration (STEP) de Sidi Ali Lebhar située au nord de l'Algérie, traitées par le procédé de boues activées, ont été analysées pour évaluer l'efficacité du traitement en vue de protéger le milieu récepteur dans la mer. L'échantillonnage a été réalisé sur une période d'une année, de janvier à décembre 2021. Les résultats obtenus montrent des performances épuratoires satisfaisantes, l'élaboration d'un SIG permet une gestion plus efficace et informée d'une station d'épuration en intégrant et en analysant des données pour améliorer la performance, la maintenance et la communication.

Mots clés : Eaux usées, Boues activées, DBO5, DCO, SIG, Mapinfo

Abstract

Waste water from the Sidi Ali Lebhar wastewater treatment plant (STEP) located in northern Algeria, treated by the activated sludge process, was analyzed to evaluate the effectiveness of the treatment with a view to protecting the receiving environment in the sea. Sampling was carried out over a period of one year, from January to December 2021. The results obtained show satisfactory purification performances; the development of a GIS allows more efficient and informed management of a water station. Purification by integrating and analyzing data to improve performance, maintenance and communication.

Key words: Wastewater, activated sludge, DBO5, DCO, SIG, MapInfo

الملخص

تم تحليل المياه العادمة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي سيد علي لبحر الواقعة شمال الجزائر، والتي تمت معالجتها بطريقة الحمأة المنشطة، لتقييم فعالية المعالجة بهدف حماية البيئة المستقبلية في البحر. على مدى عام واحد، من يناير إلى ديسمبر 2021، تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أداء تنقية مرضياً، ويتيح تطوير نظام المعلومات الجغرافية إدارة أكثر كفاءة واستنارة لمحطة المياه من خلال دمج البيانات وتحليلها لتحسين الأداء والصيانة والاتصالات.

كلمات مفتاحية : مياه مستعملة، الحمأة المنشطة، DBO5، DCO، SIG، MapInfo.