

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Scientifique

N°d'enregistrement

جامعة غرداية

...../...../.....

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الهندسة المدنية و الري

Département de Génie civil et l'hydraulique

Master

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Hydraulique

Spécialité: Hydraulique Urbaine

Thème

Conception d'une station d'épuration des eaux usées dans la
commune de Metlili en vue de la réutilisation pour l'irrigation
Wilaya de Ghardaïa

Présenté par :

AMAUCHE Ibrahim et MALKI Aymen

Soutenue publiquement le : 18/06/2023

Devant le jury composé de:

BOUBLI Salim
DJEANI Merieme
MECHRI Bachir
CHEBIHI Lakhder

M.C.A
Docteur
M.A.A
M.A.A

Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa
Univ. Ghardaïa

Président
Examineur
Examineur
Encadreur

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrant **Dr.CHEBIHI LAKHDER** pour l'orientation, la confiance, la patience et ses bonnes explications qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci Infiniment.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes
sincères sentiments,*

*Pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en
témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grand
sacrifices.*

À mes chères sœurs, « Mariem et Chaïma ».

À mon unique frère, « Rabeh ».

À mes meilleurs amis, « Bachir, Harz Allah, Youcef, Kouider ».

À mon chère binôme, « AYMEN »

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail
soit possible, je vous dis merci.*

AMAOUCHE IBRAHIM

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

A mon très cher père, pour ses encouragements, son soutien.

A mes très chères sœurs, NOUHA, ABRAR, ISRA, RAWAN.

A mes meilleurs amis, Abdelmalek, Fathi, Abdelrazzek, Abdellah.

Et mes chers collègues Et tout qui m'aide et compulse ce travail de fin d'études.

En fin, je remercie mon binôme, IBRAHIM, qui a contribué à la réalisation de ce travail de recherche.

A tous je vous dis merci

MALKI AYMEN

الملخص

الهدف من المحطة المعالجة :

الحفاظ على البيئة وحماية الموارد المياه الجوفية عن طريق تقليل الاستهلاك المفرط للمياه في قطاع الزراعة . وتمثل مياه الصرف الصحي نسبة كبيرة من النفايات السائلة، وفي ضوء النتائج تحصلنا على قيمة التركيز يساوي 17,87 (ملغ/ لتر) و المرذود ($\eta = 96,92$ %) من معيار DBO_5 و منه نستنتج أن نوعية المياه تكون مناسب للسقي على أساس هذه النتائج .

كلمات مفتاحيه :

محطة المعالجة , النفايات السائلة, التركيز , المرذود , معيار DBO_5 , مناسب للسقي .

Résumé

Le but de la station d'épuration :

Préservation de l'environnement et protection des ressources en eaux souterraines en réduisant la consommation excessive d'eau dans le secteur agricole.

Les eaux usées représentent un grand pourcentage des déchets liquides, et à la lumière des résultats obtenus, nous avons obtenu une valeur de concentration $C=17,87$ (mg/l) et le rendement $\eta = 96,92$ (%) de la norme DBO_5 , et nous en concluons que la qualité de l'eau est adaptée à l'irrigation sur la base de ces résultats.

Mots clés:

Station d'épuration, effluent, concentration, rendement, la norme DBO_5 , adapté à l'irrigation.

Abstract

The purpose of the sewage treatment plant :

Preservation of the environment and protection of groundwater resources by reducing excessive water consumption in the agricultural sector.

Wastewater represents a large percentage of liquid waste, and in the light of the results obtained, we obtained a concentrate value $C=17.87$ (mg/l) and the yield $\eta = 96.92$ (%), of the standard DBO_5 , and we conclude that the water quality is suitable for irrigation based on these results.

Key words:

Treatment plant, sewage, concentrate, yield, standard DBO_5 , suitable for irrigation.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées urbaines	
I.1 Introduction	3
I.2 Définition des eaux usées :	3
I.3 Composition des eaux usées :	3
I.4 Origine des eaux usées	4
I.4.1 Les eaux usées domestiques :	4
I.4.2 Les eaux usées industrielles :	5
I.4.3 Les eaux usées pluviales :	6
I.4.4 Les eaux usées agricoles :	6
I.5 Paramètres de pollution des eaux usées :	6
I.5.1 Définition de la pollution	6
I.5.2 Paramètres organoleptiques :	7
I.5.3 Paramètres physiques :	7
I.5.4 Paramètres chimiques :	8
I.5.5 Paramètres microbiologiques	10
I.6 L'équivalent habitant (EH)	11
Conclusion :	11
Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées	
II.1. Introduction	13
II.2. station d'épuration	13
a) Définition d'une station d'épuration :	13
b) Objectifs principaux d'une station d'épuration:	13
c) Choix du site approprié pour la station	14
d) Déversoir d'orage :	14
e) Paramètres de choix d'une technologie de traitement des eaux usées	16
II.3 Procédés d'épuration des eaux usées	16
II.3.1 Prétraitement	16
II.3.2 Traitement primaire (Physique)	20
II.3.3 Traitement secondaire (biologique)	21
II.3.4 Le traitement tertiaire	25
Conclusion	28

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

III.1 Présentation de la commune:	30
III.1.1 Situation géographique de la commune de Metlili :	30
III.1.2 Situation administrative :	31
III.2 Les principaux constituants du milieu naturel :	31
III.3 L'aspect hydraulique :	31
III.3.1 Les eaux superficielles :	31
III.3.2 Les eaux souterraines :	31
III.4 La géomorphologie:	32
III.5 Le bassin versant de l'oued Metlili :	33
III.6 Alimentation en eau potable :	33
III.7 Le cadre climatique :	34
III.7.1 Les Températures :	35
III.7.2 Les précipitations :	35
III.7.3 Humidité :	36
III.7.4 Vents :	36
III.7.5 Ensoleillement:	37

Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration

IV.1. Introduction :	39
IV.2. Paramètres de dimensionnement	39
IV.2.1 Calcul détermination des débits :	39
IV.2.2 Calcul nombre d'habitant :	40
IV.2.3 Evaluation des charges polluantes horizons (2022) :	41
IV.2.4 Dimensionnement du déversoir d'orage :	43
IV.3 Prétraitement :	44
IV.3.1 Dimensionnement de canal	44
IV.3.2 Dimensionnement du dégrillage	45
IV.3.3 Dimensionnement du Dessableur :	50
IV.4 Traitement secondaire (lagunes) :	51
IV.4.1 Calcul Temps de séjour de l'effluent dans les lagunes (TS):	51
IV.4.2 première lagune (anaérobie)	52
IV.4.3 Deuxième lagune (Facultatif)	56
IV.4.4 Tertiaire lagune (Aérobie)	59
IV.4.5 Dignes des lagunes tertiaires :	64
Conclusion	65

Conclusion générale.....	67
Bibliographie.....	69
Annexe.....	74

Liste des figures

Figure 01 : Les eaux usées domestiques	05
Figure 02 : Les eaux usées pluviales.....	06
Figure 03 : Déversoir d'orage	14
Figure 04 : Schéma général d'une station d'épuration.....	15
Photos 05 : Une grille à nettoyage manuel	17
Figure 06 : Grille mécanique courbée	18
Figure 07 : Schéma descriptif des étapes de prétraitement	20
Figure 08 : Schéma le lagunage	22
Figure 09 : Lit bactérien	23
Figure 10 : Schéma explicatif d'un disque biologique	23
Figure 11 : Traitement par boues activées.....	24
Figure 12 : Filière d'épuration.....	27
Figure 13 : Bassin versant et son complexe de l'oued Metlili	30
Figure 14 : Carte des ressources en eau souterraines (Sahara algérien)	32
Figure 15 : Cours eau de l'oued METLILI	32
Figure 16 : Courbe de température.....	35
Figure 17 : Courbe de précipitation.....	35
Figure 18 : Humidité	36
Figure 19 : Les vitesses des vents	37
Figure 20 : Ensoleillement.....	37

List des tableaux

Tableau 01 : Les forages et les réservoirs de la ville de METILI	34
Tableau 02 : Les températures	35
Tableau 03 : Les précipitations	35
Tableau 04 : Humidité relative moyennes mensuelles de Ghardaïa	36
Tableau 05 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents	36
Tableau 06 : Ensoleillement	37
Tableau 07 : Débits d'eaux usées pour les différents horizons	40
Tableau 08 : Nombre d'habitant pour les différents horizons	41
Tableau 09 : Les Charges polluantes et Concentration pour les différents horizons	42
Tableau 10 : Espacement et épaisseur des barreaux	45
Tableau 11 : Valeurs de β en fonction des formes des barreaux.....	46
Tableau 12 : les résultats de dimensionnement de deux grilles	49
Tableau 13 : Caractéristiques du déssableur	51
Tableau 14 : Caractéristiques des diverses lagunes naturelles.....	52
Tableau 15 : Caractéristiques du dimensionnement des bassins lagunes (anaérobies).....	62
Tableau 16 : Caractéristiques du dimensionnement des bassins lagunes (Facultatif).....	62
Tableau 17 : Caractéristiques du dimensionnement des bassins lagunes (Aérobie).....	63
Tableau 18 : Les charges et rendement chaque bassins lagunes (anaérobies).....	63
Tableau 19 : Les charges et rendement chaque bassins lagunes (Facultatif)	63
Tableau 20 : Les charges et rendement chaque bassins lagunes (Aérobie).....	64

Liste des abréviations

C_e : La Concentration de DBO_5 à l'entrée du bassin

ΔH : La perte de charge

μm : Micromètre

A : Age des boues

ADE : Algérienne Des Eaux

b: Largeur du canal

Cm: La charge massique

C_s : La Concentration de DBO_5 à la sortie du bassin

$C_{sp_{DBO_5}}$: La charge polluante spécifique de DBO_5

CV: La charge volumique

DBO₅: Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

e : Épaisseur d'un barreau

E: L'espacement entre deux barreaux

EH : Equivalent Habitants

g : La gravité

h: Hauteur de la charge

h_{max} : la hauteur maximum

h_t : La hauteur total

H_v : Hauteur des vagues

IM : Indice de Mohlmann

K : La biodégradabilité

Kp : Coefficient de pointe

L: Longueur du déversoir en mètre

m: Coefficient de débit dont la valeur est fonction de type de déversoir

MA : Matières Azotées

MES : Matières En Suspension

MMS : Les matières minérales sèches

MO: Matières Oxydables

MP : Matières Phosphorées

MVS : Matières Volatiles en Suspension

N: Nombre d'habitant

n: Nombres des barreaux

N_{eq}: Equivalent habitant des équipements
NO³⁻: Azote nitrique
Ph: Potentiel Hydrogène
Q: Débit
Q_d: Débit diurne
Q_{dev}: Débit du déversoir
Q_j: Débit journalier
Q_{moy,h}: Débit moyen horaire
Q_p: Débit de pointe
Q_{step}: Débit de la station d'épuration
S: La Surface de passage de l'effluent
S₀: Substrat à l'entrée de l'aérateur
S_h: La surface du bassin
STEP: La station d'épuration
T: Température
Tacc: Taux de croissance
t_s: Temps de séjour
V: Vitesse d'écoulement de l'eau
V: Volume utile du bassin d'aération
VS: Volume de matière décantables
V_{total}: Le volume total d'eau distribué pour l'année
W_s: Volume de sable retenu
τ: Coefficient de colmatage de la grille
Hab: Habitant
α: L'angle d'inclinaison
β: Coefficient de forme des barreaux
η: Rendement

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est essentielle à la survie, à la santé, à l'alimentation et aux activités agricoles et économiques de l'homme. La santé de l'environnement est étroitement liée à celle de l'eau, mais malheureusement, celle-ci est vulnérable à diverses formes de pollution qui augmentent et se diversifient avec le temps. La protection de cet environnement devient ainsi une responsabilité primordiale pour celui qui en dépend pour vivre mais qui en cause sa détérioration. [35]

En plus de la pollution, la raréfaction des ressources en eau à l'échelle de la planète a poussé l'homme à réfléchir à des techniques de recyclage et de réutilisation de cette eau rejetée dans d'autres domaines, en particulier dans le secteur agricole. [35]

Les terres agricoles de la ville de Metlili, située dans la région de (ELGouazi), souffrent du manque d'eau adaptée à l'irrigation en raison de l'enclavement de la région. Il souffre également de la pollution des eaux usées qui sont rejetées dans cette zone sans aucun traitement, et de l'impossibilité d'utiliser cette eau pour les terres agricoles, donc cette eau doit être traitée et profitée en la distribuant pour l'irrigation.

En raison de la grande distance du site de la ville à environ 15 km en raison de la difficulté du terrain accidenté, c'est pourquoi nous avons dû concevoir la station d'épuration du lagunage qui servira à réduire le flux de pollution organique, et améliorerait l'environnement et les conditions agricoles dans la zone.

Cette eau est soumise à une série de traitements consistant à :

- Prétraitements (dégrillage, dessablage);
- Première lagune (anaérobie);
- Deuxième lagune (Facultatif);
- Tertiaire lagune (Aérobie).

Chapitre I

Généralités sur les eaux usées urbaines

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées urbaines**I.1 Introduction**

La source des eaux usées est domestique, industrielles ou même agricoles, formant ainsi un déchet liquide pollué qui est rejeté dans l'estuaire des eaux usées. Ils comprennent les eaux usées domestiques (eaux noires et eaux domestiques), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées d'usine). [1]

I.2 Définition des eaux usées :

Les eaux usées brutes sont des eaux usées qui n'ont pas été traitées physiquement ou chimiquement pour éliminer les polluants et les déchets solides. Cette eau peut entraîner des problèmes de pollution tels que des bactéries porteuses de maladies, des proliférations d'algues et des proliférations chimiques. Ses propriétés naturelles varient selon les utilisations domestiques, industrielles, agricoles et autres. [2]

I.3 Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées varie fortement selon leur origine (industrielle, domestique, agricoles, etc.). Il peut contenir de nombreuses substances, ainsi que de nombreux micro-organismes. Selon leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques et les risques qu'elles représentent pour la santé. [14]

Les eaux usées domestiques sont susceptibles de contenir de grandes quantités de bactéries, bien que la plupart des bactéries présentes dans les matières fécales humaines ne le soient pas, ne soient pas pathogènes en soi. Lorsqu'une infection survient un grand nombre de micro-organismes pathogènes (tels que bactéries, virus,...) circulent dans l'environnement. Pour réduire le fardeau des maladies, l'élimination des agents pathogènes est souvent le principal objectif des systèmes de traitement des eaux usées. [7]

a) Les Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes présents dans les eaux usées. Les eaux usées urbaines contenaient environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml, principalement Proteus et Entérobactérie, 10^3 à 10^4 Streptococcus et 10^2 à 10^3 Clostridium. La concentration de bactéries pathogènes y est très variable et peut atteindre 10^4 germes par litre. Parmi les agents pathogènes les plus fréquemment découverts figure Salmonella, notamment ceux responsables de la typhoïde, de la paratyphoïde et des troubles intestinaux. Les coliformes thermorésistants sont des bactéries témoins La contamination fécale est couramment utilisée pour contrôler la qualité relative de l'eau. [7]

b) Les Protozoaires

Les protozoaires traversent une certaine forme de résistance, qui peut être transportée par les eaux usées. Ces parasites sont très résistants, ils peuvent survivre plusieurs semaines, voire plusieurs années. Ils ont la capacité de se déplacer et sont classés selon leur mode de déplacement (nageurs, reptiles, sessiles). Ces organismes peuvent jouer un rôle important lors du processus de filtration par leur abondance et leur interaction avec les bactéries filtrantes. [13]

c) Les Virus:

Les virus. Leur isolement dans les eaux usées reste difficile, ce qui peut conduire à une sous-estimation de leur nombre réel. Les entérovirus sont ces virus qui se multiplient dans les intestins. Les entérovirus les plus courants qui infectent les humains comprennent les entérovirus multiples et le virus de l'hépatite A. [12]

I.4 Origine des eaux usées

Les eaux usées ont quatre sources principales :

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

I.4.1 Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques sont constituées d'eau mélangée à des déchets humains. Ils proviennent des salles de bains et des cuisines et sont souvent chargés de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques et d'eaux usées. Ce sont des chasses d'eau chargées de matières organiques azotées et de bactéries fécales. [4]

Il provient principalement de plusieurs sources :

- ✚ Les eaux de cuisine renferment des particules minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des résidus alimentaires contenant des substances organiques telles que les glucides, les lipides et les protéines, ainsi que des résidus de détergents utilisés pour le nettoyage de la vaisselle, ce qui entraîne la dissolution des graisses ;
- ✚ Les eaux de buanderie contiennent principalement des résidus de détergents ;
- ✚ Les eaux de salle de bain sont chargées de produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des graisses hydrocarbonées ;
- ✚ Les eaux des toilettes (W.C) contiennent une forte concentration de matières organiques hydrocarbonées, de composés azotés, de phosphates et de microorganismes.



Figure 01 : Les eaux usées domestiques [32]

I.4.2 Les eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles ont des caractéristiques différentes d'une industrie à l'autre. Outre des substances organiques, azotées ou phosphorées, il peut également contenir : [7]

- ✚ Les industries agroalimentaires et l'équarrissage génèrent des graisses ;
- ✚ Les raffineries produisent de l'hydrocarbure ;
- ✚ Les traitements de surface et l'industrie métallurgique génèrent des métaux ;
- ✚ Les industries chimiques diverses et les tanneries produisent des acides, des bases et divers produits chimiques ;
- ✚ Les centrales thermiques utilisent de l'eau chaude dans leur circuit de refroidissement ;

Les centrales nucléaires et les installations de traitement des déchets radioactifs manipulent des matières radioactives.

Les eaux usées industrielles doivent être traitées avant d'être rejetées dans le réseau de collecte. Ils ne sont mélangés à l'eau sanitaire que lorsqu'ils ne présentent plus de danger pour le réseau de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement de la station d'épuration. [14]

I.4.3 Les eaux usées pluviales :

Eaux de ruissellement de surface (eau de pluie, eau des voies publiques, eau de lavage des caniveaux, des marchés et des places publiques).

L'eau qui s'écoule des toitures, terrasses, jardins, espaces verts, voies publiques et marchés charrie toutes sortes de déchets minéraux et organiques : salissures, résidus végétaux, déchets, etc.... et toutes sortes de polluants fins (hydrocarbures, pesticides, détergents). [6]

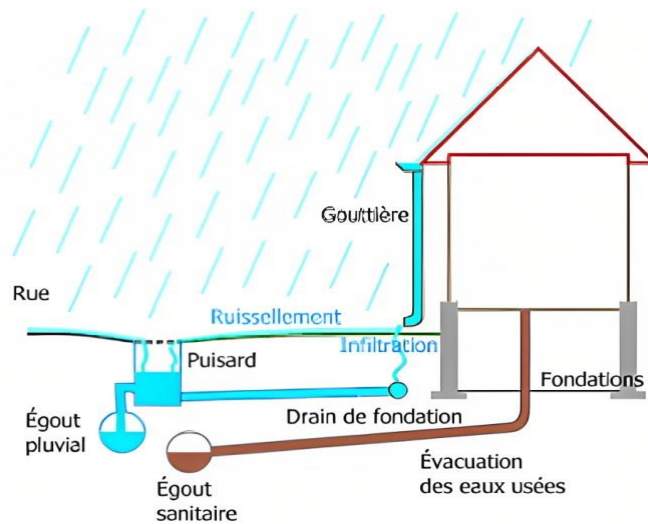


Figure 02 : Les eaux usées pluviales. [32]

I.4.4 Les eaux usées agricoles :

L'agriculture est une source de pollution de l'eau, car elle apporte des pesticides et des engrais. C'est la principale cause de pollution généralisée. Les eaux agricoles des terres cultivées chargées d'engrais nitrés et phosphatés, sous forme ionique ou en quantités que le sol ne peut finalement retenir et assimiler par les plantes, ce qui conduit par ruissellement à l'enrichissement en substances azotées ou phosphatées de la plupart des aquifères superficiels et des eaux de rivières ou réservoirs. [7]

I.5 Paramètres de pollution des eaux usées :

I.5.1 Définition de la pollution

L'eau est la deuxième chose la plus importante après l'air pour la vie humaine sur terre. Notre eau se compose d'eaux de surface telles que les rivières, les lacs, les mers et les eaux souterraines. [8]

La pollution de l'eau décrit généralement l'introduction ou la présence de substances nocives ou inacceptables d'une ampleur suffisante pour altérer les indicateurs naturels de la qualité de l'eau. C'est la pollution de l'eau douce (par exemple par l'eutrophisation,

l'acidification et la contamination des eaux souterraines) qui réduit sa pureté. [8]

I.5.2 Paramètres organoleptiques :**a) Odeur**

L'eau d'égout contient une odeur désagréable, mais après avoir retardé 4 heures, tout l'oxygène dissous dans les eaux usées est épuisé et commence à apparaître avec une mauvaise odeur due au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par des micro-organismes anaérobies. [16]

b) Couleur

La couleur foncée indique généralement que l'eau est impure, à l'inverse, plus on a une couleur claire plus l'eau n'est pas polluée. [5]

I.5.3 Paramètres physiques :**a) Température**

La température de l'eau affecte de nombreux autres facteurs. Ainsi, la température élevée de l'eau de la rivière peut conduire à des états catastrophiques de carence en oxygène dissous pouvant entraîner : disparition de certaines espèces, autoépuration réduite, accumulation de sédiments nauséabonds (odeurs), croissance accélérée des végétaux (dont les algues). [9]

b) La turbidité

La turbidité varie avec les solides en suspension (**MES**) présents dans l'eau. C'est de loin le coefficient de pollution qui indique la présence d'une substance organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. [10]

c) Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (**MES**) désignent les particules solides présentes dans un liquide. Elles sont perceptibles à l'œil nu et peuvent être de nature organique ou minérale, étant insolubles. La quantification des matières en suspension se réalise en utilisant des méthodes de filtration ou de centrifugation, et leur concentration est exprimée en milligrammes par litre (mg/L). [9]

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

d) Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles correspondent à la partie organique des matières en suspension (MES) et sont obtenues en soumettant ces MES à une calcination à 525°C pendant deux heures. La variation de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C est appelée "perte au feu" et correspond à la concentration en matières volatiles en suspension (MVS) d'une eau, exprimée en milligrammes par litre (mg/l). Les MVS sont mesurées en mg/l. [7]

e) Les matières minérales sèches (MMS)

Elles correspondent à la composante minérale des matières en suspension, Elles sont déterminées par la différence entre les matières en suspension totales et les matières volatiles en suspension. [9]

f) Conductivité

La conductivité est une propriété caractéristique d'une eau qui facilite le passage d'un courant électrique. Elle offre une indication précise de la concentration en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité est exprimée en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) et elle est inversement proportionnelle à la résistivité, qui est exprimée en ohm par centimètre ($\Omega \cdot \text{cm}$). Généralement, la conductivité électrique est mesurée en micro siemens/cm, mais elle est souvent rapportée sous forme de résistivité électrique exprimée en ohm.cm. [10]

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

Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Ce paramètre joue un rôle primordial : [16]

- Dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité)
- Dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situent entre 6,5 et 8,5 (unité pH).

La détermination de la valeur du pH des eaux d'égout est importante puisque certains modes de traitement sont sensibles à la valeur du pH pour leur fonctionnement. [16]

b) Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅, ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, quantifie la quantité d'oxygène requise par les micro-organismes pour dégrader la totalité de la matière organique biodégradable présente dans un échantillon d'eau maintenu à une température de 20°C, dans l'obscurité, pendant une durée de 5 jours. [10]

c) Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO ou Demande Chimique en Oxygène, représente la quantité d'oxygène requise pour oxyder chimiquement les matières organiques présentes dans un effluent. Elle permet une évaluation globale des matières oxydables présentes dans l'eau, indépendamment de leur origine. On estime que cette oxydation couvre environ 90 à 95 % des composés oxydables. [9]

d) La biodégradabilité

La biodégradabilité fait référence à la capacité d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes impliqués dans le processus de traitement biologique des eaux. La biodégradabilité est mesurée par un coefficient K . [7]

$$K = \frac{DCO}{DBO_5}$$

- Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable.
- Si $1,5 \leq K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2,5 \leq K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $K \geq 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures etc. [7]

e) Oxygène dissous

La respiration des organismes aquatiques aérobies dépend de la présence d'oxygène dans l'eau. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est influencée par des facteurs tels que la température, la pression et la force ionique de l'environnement. La concentration d'oxygène dissous est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre $mg O^2 \cdot L^{-1}$. [9]

f) L'azote

L'azote organique est principalement constitué de composés tels que : les protéines, les acides aminés et les polypeptides. En effet, pour l'azote minéral (ammoniac, nitrates et nitrites), l'azote de l'eau peut avoir soit un caractère organique, soit un caractère minéral, il constitue l'essentiel de l'azote total et ces produits ne sont présents qu'en très faible concentration. [10]

g) La Phosphore

C'est un élément essentiel au développement de tous les organismes vivants, il ne doit être présent naturellement qu'en très faible quantité dans le sol et dans l'eau, qui constituent alors une pollution en perturbant le milieu aquatique.

On en distingue deux formes : [9]

- Le phosphore organique, résidu de la matière vivante.
- Le phosphore minéral, essentiellement constitué de phosphate (PO_4) qui représente 50 à 90% de la totalité du phosphore dans les eaux usées urbaines.

I.5.5 Paramètres microbiologiques

Généralement, tous les ressources d'eaux soit des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profondes, contient 3 type des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécal) ; que ce soit le type du germe il peut engendrer des maladies infectieuses chez l'homme. [34]

a) Les germes totaux

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA. La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaires.

b) Les coliformes totaux

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37°C, ils sont sensibles au chlore.

Ils se répartissent en deux catégories:

- ✚ Les germes thermophiles ;
- ✚ Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène).

c) Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles.

I.6 L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant représente la charge de pollution quotidienne de l'eau générée par une personne. Selon les allocations quotidiennes en eau, chaque individu est censé utiliser une quantité spécifique d'eau par jour. La quantité de pollution quotidienne produite par une personne est estimée à environ 57 g de matières oxydables, 90 g de matières en suspension, 15 g de matières azotées, et 4 g de matières phosphorées. Par ailleurs, la concentration de micro-organismes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml. [7]

Conclusion :

Les conséquences de la pollution des eaux usées sont nombreuses, que ce soit directement ou indirectement sur l'homme ou sur l'environnement dans lequel il vit. Le traitement des eaux usées répond donc à ces deux préoccupations premières afin de préserver la ressource en eau et le cadre de vie. [15]

Pour éliminer ces polluants, une station d'épuration est généralement installée en bout de réseau de collecte, à une sortie d'eau éloignée de la zone d'habitation.

Chapitre II

Procédés d'épuration des eaux usées

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées**II.1. Introduction**

Le traitement des eaux usées est l'un des processus nécessaires et importants aujourd'hui. Elle est réalisée au travers de stations de dépollution qui utilisent différentes méthodes et techniques successives pour éliminer à la fois les pollutions carbonées, azotées et phosphatées. Ces stations sont dimensionnées pour traiter une charge polluante spécifique d'une part et pour assurer un rejet conforme aux normes de rejet des eaux usées urbaines d'autre part. [17]

On trouve généralement ces traitements comme suit : [11]

- ✚ Prétraitement comporte le dégrillage, le dessablage et éventuellement le dégraissage déshuilage.
- ✚ Traitement primaire contient la décantation primaire.
- ✚ Traitement biologique (lagunage, boues activées, lit bactérien et disque biologique).
- ✚ Traitement tertiaire.

Le choix du procédé biologique est le plus délicat compte tenu des impératifs techniques et économiques.

II.2. station d'épuration**a) Définition d'une station d'épuration :**

Une station d'épuration est un dispositif créé dans le but de nettoyer les eaux usées provenant des foyers ou des industries, ainsi que les eaux de pluie, avant de les relâcher dans la nature. Le processus de purification vise à séparer l'eau des éléments nuisibles afin de protéger l'état naturel de l'environnement récepteur. [5]

b) Objectifs principaux d'une station d'épuration: [5]

- Prévenir la contamination de la nappe phréatique par la pollution ;
- Éviter aux agriculteurs d'utiliser les eaux usées pour l'irrigation des terres agricoles ;
- Réduire le risque de maladies transmises par l'eau ;
- Favoriser la réutilisation des eaux épurées dans le domaine de l'irrigation ;
- Réaliser des économies significatives d'eau ;
- Prévenir la surexploitation des nappes souterraines.

c) Choix du site approprié pour la station

L'implantation d'une station d'épuration est conditionnée par les paramètres suivants: [11]

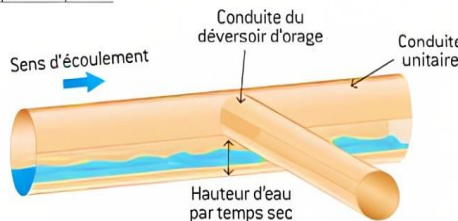
- L'éloignement des zones d'habitation ;
- Choix d'un site où l'espace est disponible ;
- Existence des emplacements nécessaires à une extension future de manière à conserver un ensemble homogène ;
- Proximité des éventuels centres de consommation.

d) Déversoir d'orage :

Est un ouvrage de dérivation conçu pour les flux et limiter le débit dirigé par temps de pluie vers l'aval du réseau. Le rôle principal du déversoir d'orage c'est l'évacuation des pointes ruissellements de manière à décharger le réseau aval. Les réservoirs d'orage sont généralement installés sur les réseaux unitaires dans le but de limiter les apports au réseau aval. [11]

Déversoir d'orage

• Cas par temps sec



• Cas par temps de pluie

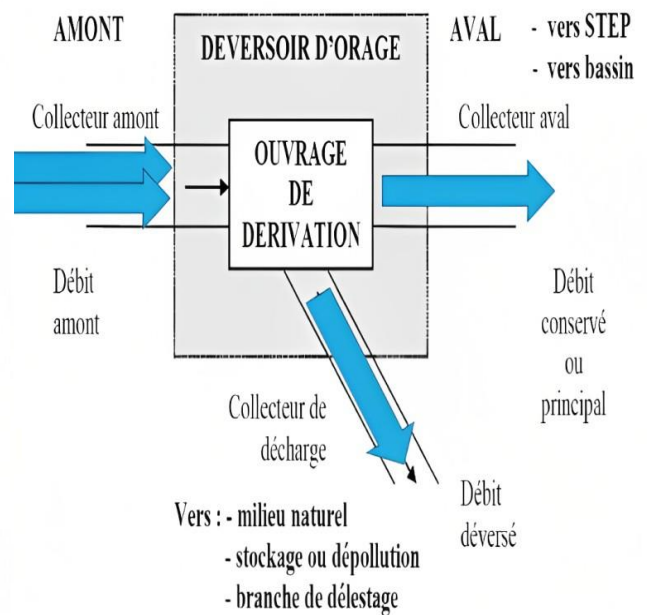
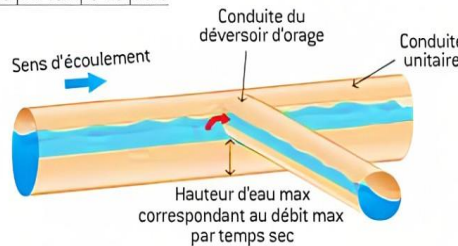


Figure 03 : Déversoir d'orage [32]

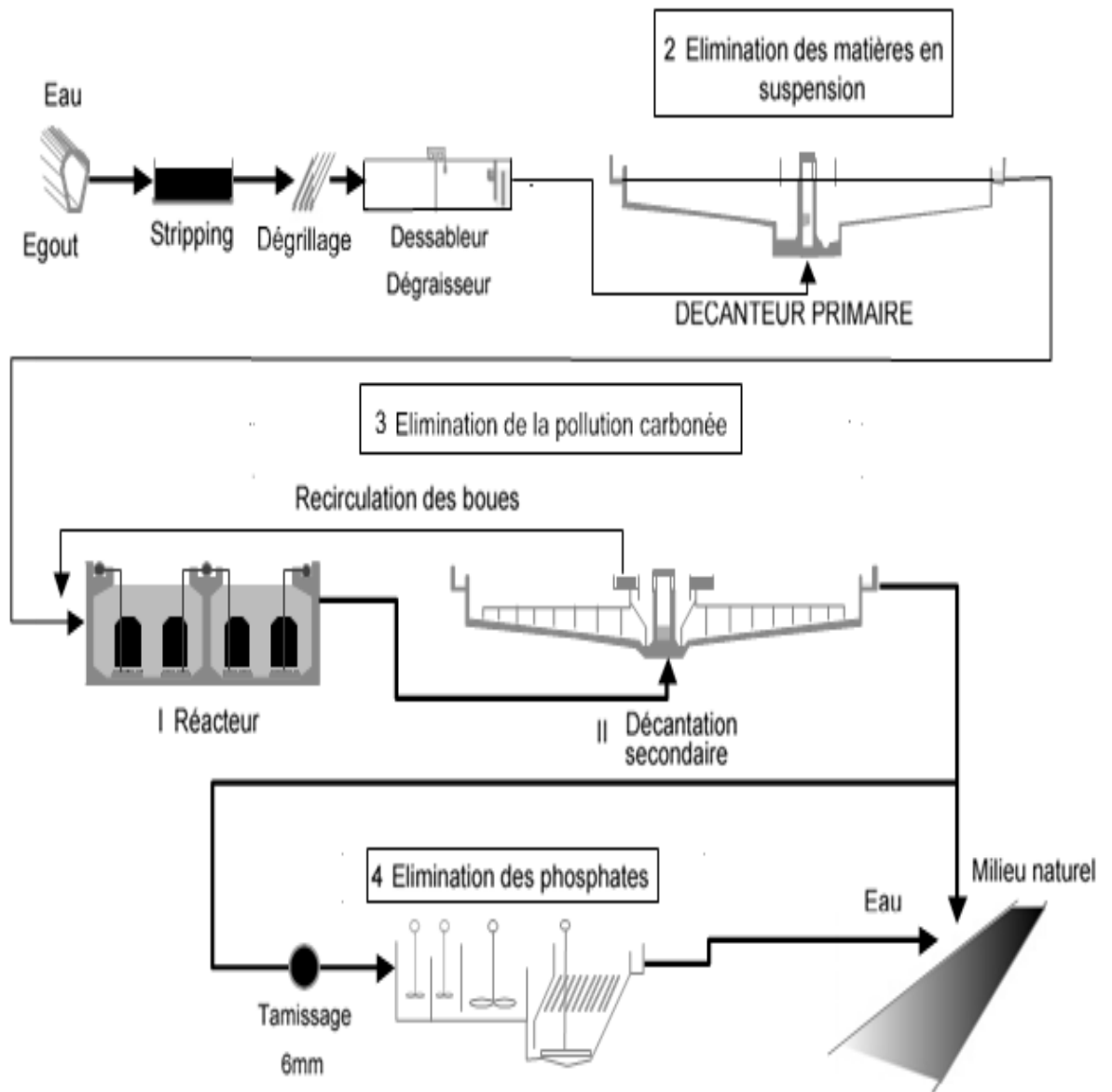


Figure 04 : Schéma général d'une station d'épuration. Usine Seine Amont Siaap, (2002)

e) Paramètres de choix d'une technologie de traitement des eaux usées

Lors du choix d'une technologie de traitement, il est crucial de prendre en compte les paramètres suivants : [17]

- Les exigences du milieu où les eaux traitées seront rejetées ;
- Les caractéristiques spécifiques des eaux usées à traiter ;
- Les conditions climatiques telles que la température, l'évaporation, le vent, etc. ;
- La disponibilité du site où sera installée l'installation de traitement ;
- Les considérations économiques, notamment le coût de construction et d'exploitation de la solution envisagée.

II.3 Procédés d'épuration des eaux usées

Les concepts de base en matière de traitement des eaux et plus spécifiquement ceux liés aux procédés par boues activées. Cette revue examine les éléments liés à la composition des eaux usées, à la caractérisation des agrégats bactériens présents dans les réacteurs biologiques, ainsi qu'aux modèles et mécanismes de formation des boues. [19]

Le processus d'épuration peut comprendre plusieurs étapes : [17]

- ✚ Les prétraitements.
- ✚ Le traitement primaire.
- ✚ Le traitement secondaire
- ✚ Le traitement tertiaire.

II.3.1 Prétraitement

Le prétraitement a pour objectif d'éliminer les éléments perturbateurs qui pourraient entraver le bon fonctionnement de l'installation : [20]

- Les objets volumineux susceptibles de provoquer des obstructions dans les pompes et les conduites ;
- Les particules lourdes qui peuvent entraîner des dépôts au fond des structures ;
- Les substances abrasives pouvant causer une usure prématurée des équipements mécaniques ;
- Les matériaux flottants qui peuvent s'accumuler à la surface des bassins, etc...

a) Dégrillage :

Il implique le passage des eaux usées à travers une grille afin de filtrer les éléments les plus volumineux. Les barreaux de la grille, plus rapprochés les uns des autres, retiennent les éléments grossiers. Le nettoyage des grilles peut être effectué manuellement ou mécaniquement [15].

Deux paramètres permettent de caractériser la grille :

- ✚ **E** : L'espace entre deux barreaux varie entre 3 à 100 (mm)
- ✚ **e** : Epaisseur d'un barreau en (mm)

La vitesse moyenne de passage entre les rails est comprise entre 0,6 et 1 m/s. Il existe trois types de tri selon la taille des débris à enlever : [11]

- ❖ **E** est de (30 à 100) mm pré-dégrillage ou dégrillage grossier,
- ❖ **E** est de (10 à 30) mm dégrillage moyen,
- ❖ **E** est de (3 à 10) mm dégrillage fin.

➤ **Nettoyage des grilles**

Afin d'éviter l'obstruction du système, il est nécessaire de procéder à un nettoyage régulier. Dans les petites stations, ce nettoyage peut être effectué manuellement, tandis que dans les installations de plus grande envergure, il peut être automatisé en raison du volume important de déchets à évacuer. Les déchets collectés par le dispositif de nettoyage peuvent être évacués à l'aide de bacs amovibles, de bandes transporteuses ou de vis d'Archimède. On distingue deux types de grilles en fonction de leur méthode de nettoyage : [11]

1) Grilles manuelles :

Elles sont utilisées dans les petites stations, ou le nombre d'équivalent-habitant ne dépasse pas 2000 d'équivalent-habitants, son inconvénient reste la nécessité de les nettoyer manuellement tous les jours. [17]



Photos 05: une grille à nettoyage manuel. [5]

2) Grilles mécaniques :

Au-delà de 2000 d'équivalent-habitants, on adopte une Grille mécanique, cette mécanisation est indispensable pour éviter le colmatage rapide des canalisations, Il existe trois types de grilles mécaniques : [17]

- ✚ Grille droite à chaîne sans fin et râteau ;
- ✚ Grille à câble avec grappin ;
- ✚ Grille courbe à peigne.

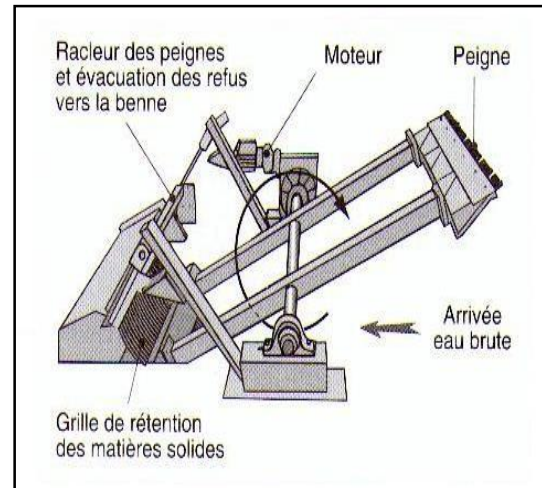


Figure 06: Grille mécanique courbée. [15]

b) Dessablage :

Il est essentiel de réaliser cette opération pour plusieurs raisons : [22]

- Prévenir l'obstruction des canalisations, en particulier celles enterrées ;
- Protéger les équipements comportant des pièces mobiles de la corrosion, tels que les axes de chaînes, les rotors de centrifugeuse et les pompes de relevage ;
- Effectuer le dessablage pour éliminer les particules minérales dont le diamètre dépasse 0,2 mm et dont la masse spécifique est d'environ 2.65 g/cm³.

La vitesse de sédimentation de ces particules dépend de plusieurs facteurs tels que leur nature, leur forme, leurs dimensions et la viscosité du liquide qui les contient. Pour réaliser le dessablage, il est nécessaire de maintenir un débit constant de 0,3 m/s lors de la circulation de l'eau à travers une chambre de tranquillisation. Cette vitesse constante doit être maintenue, quel que soit le débit d'eau traité. Cependant, il est difficile de maintenir cette condition en raison des variations du débit. [11]

1) Principe du dessablage

Ce principe consiste à comparer la vitesse de sédimentation du plus petit corps solide avec la vitesse d'écoulement horizontal, le temps de chute de la particule doit être inférieur au temps de séjour dans l'eau ce qui permet d'obtenir une bonne sédimentation.[11]

2) Types des dessableurs

Il existe plusieurs types de bacs à gravier selon la forme du bassin ou la circulation du liquide, et on les distingue : [11]

- ✚ Dessableur à canaux gravitaires.
- ✚ Dessableur à effet hydrodynamique.
- ✚ Dessableur aéré.

c) Déshuilage :

Il s'agit d'un procédé visant à réduire les graisses et huiles non émulsionnées par simple dépôt physique sur la surface. Il existe différents dispositifs de déshuilage conçus en fonction de la nature de l'eau à traiter. [23]

- **Dégraisseur-déshuileur aéré** : est constitué d'une section aérée où l'air est insufflé par le bas, suivi d'un compartiment de sédimentation latéral conçu pour une vitesse d'ascension de 15 à 20 m/h. [15]
- **Déshuileur longitudinal** : Il s'agit d'un bassin rectangulaire supporté par un racleur à surface inférieure. [15]

L'ouvrage est calculé pour :

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

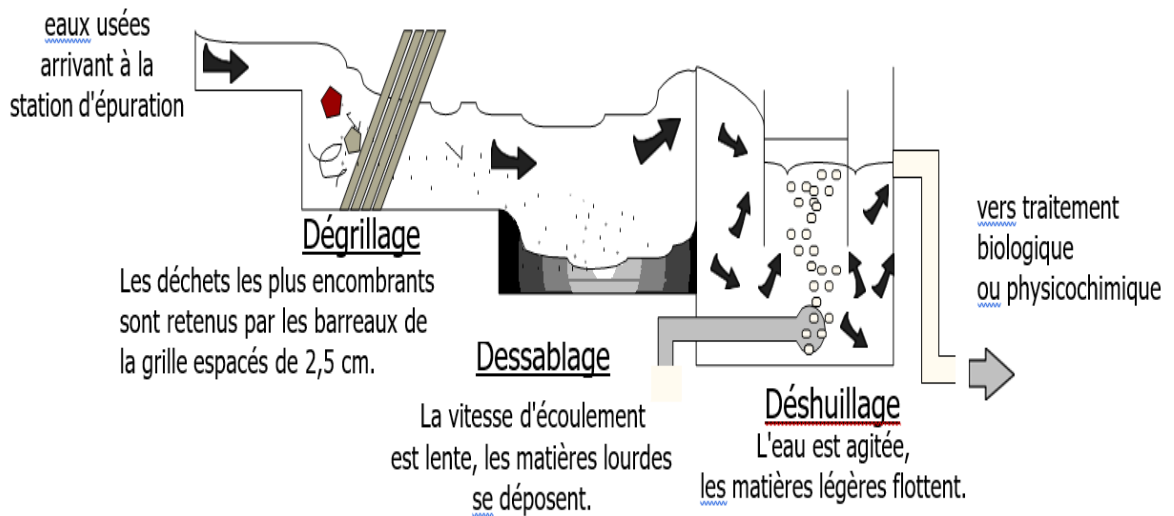


Figure 07: Schéma descriptif des étapes de prétraitement. [23]

II.3.2 Traitement primaire (Physique)

Une fois les prétraitements effectués, il subsiste dans l'eau une charge polluante dissoute ainsi que des matières en suspension. Les traitements primaires se concentrent uniquement sur l'élimination des matières décantables, également appelées décantation primaire.

Dans cette situation, la séparation par gravité se limite aux particules ayant un diamètre supérieur à 100 micromètres. Les particules de diamètre inférieur à 100 micromètres ne se déposent pas par décantation, mais seront transportées vers les étapes ultérieures de traitement. [14]

a) Décantation primaire :

Il s'agit d'un processus de séparation des éléments liquides et solides qui se produit par l'effet de la gravité. Les particules solides se déposent dans le fond d'une structure appelée décanteur, formant ainsi les boues primaires. Ces boues sont ensuite récupérées à l'aide d'un système de raclage. [15]

Ce traitement s'effectue par des voies physico-chimiques pour faciliter la décantation.

- ❖ **La décantation simple :** est un processus physique de séparation qui se produit grâce à l'effet de la gravité. Les particules en suspension ou colloïdales ont tendance à se séparer du liquide par sédimentation.

❖ **La décantation associée** : consiste à favoriser l'agrégation des molécules en suspension en utilisant des techniques de coagulation et de floculation. Cela permet de former des floccs plus volumineux qui facilitent ensuite la décantation.

b) Filtration :

La filtration est une méthode physique utilisée pour clarifier un liquide contenant des particules solides en suspension. Elle implique le passage du liquide à travers un médium poreux, ce qui permet de retenir les particules solides. Ces particules sont ainsi accumulées dans le médium poreux. [7]

c) Flottation :

La flottation est une méthode de séparation entre liquide et solide qui repose sur la formation d'un agrégat appelé flotté, composé des particules à éliminer, de bulles d'air et de réactifs. Cet ensemble a une densité inférieure à celle de l'eau. Cette technique est principalement utilisée pour éliminer les particules dont le diamètre se situe entre 1 et 400 μm . [11]

II.3.3 Traitement secondaire (biologique)

Les traitements secondaires sont conçus pour dégrader la matière organique biodégradable présente dans l'eau à traiter. Les micro-organismes qui entrent en contact avec l'eau contaminée consomment la matière organique, qui leur sert de substrat de croissance. Cette dégradation par des micro-organismes vivants donne lieu à des boues mixtes ou biologiques présentes dans les bassins de traitement biologique. En général, l'élimination complète de la contamination organique dans ces bassins se produit dans des conditions d'aération grâce à des souches aérobies facultatives. Plusieurs processus sont utilisés à ce stade du traitement biologique. [7]

Il s'agit des procédés de culture en suspension ou de boues activées, des procédés de culture stationnaires (disques biologiques tournants, lits bactériens, etc.).

a) Procédés biologiques extensifs

Les traitements extensifs sont souvent privilégiés par rapport aux traitements conventionnels pour garantir l'épuration des eaux usées. Cette préférence s'explique par leur fiabilité, leur gestion simplifiée et leurs coûts de fonctionnement modérés. Parmi les procédés inclus dans cette catégorie, on peut distinguer : [26]

1) L'épandage

Il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de microorganismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. L'épandage est soit superficiel soit souterrain, Le but est de réduire la charge organique que le sol reçoit. [17]

2) Le lagunage

Le lagunage est un procédé d'épuration qui implique le passage des effluents à travers une série de bassins pendant une durée suffisamment longue pour permettre les processus naturels d'autoépuration. L'énergie solaire joue un rôle crucial en fournissant la source d'énergie nécessaire à la production de matière vivante par les chaînes alimentaires. Les substances nutritives sont apportées par les effluents, tandis que les plantes agissent en tant que producteurs en fournissant des matières consommables et de l'oxygène dans le système. [27]

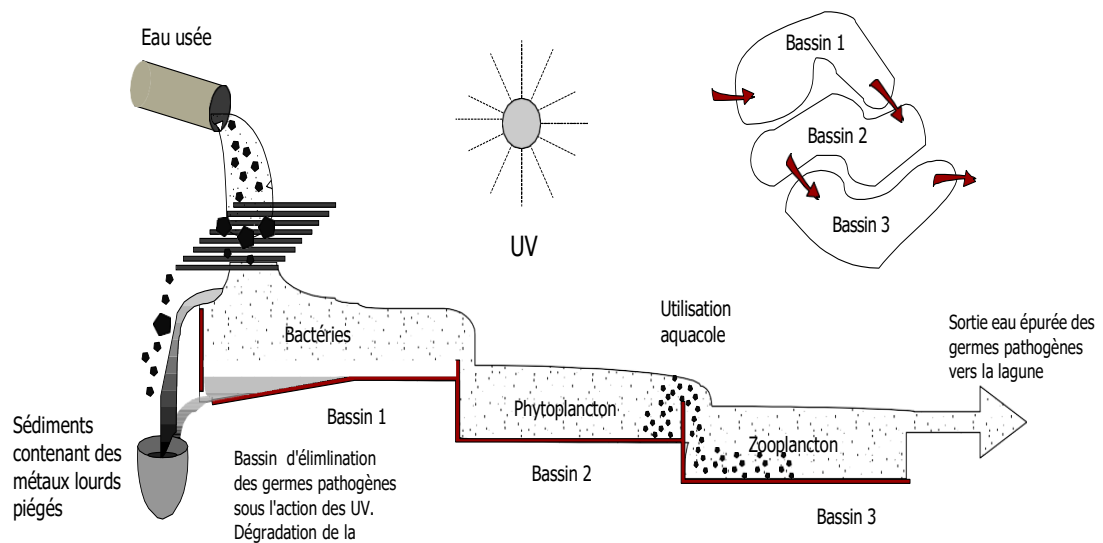


Figure 08: Schéma le lagunage [23].

b) Procédés biologiques intensifs

Le but est de décomposer de façon biochimique par oxydation les matières non séparables par décantation. En même temps une nouvelle substance cellulaire se forme à un poids spécifique qui est plus grand que celui de l'eau d'égout et de ce fait une décantation est possible. Parmi ces procédés, on distingue : [28]

1) Les lits bactériens

Cette méthode aérobie à cultures fixées implique le soutien des micro-organismes à l'aide de matériaux poreux. L'effluent est distribué en surface par aspersion, tandis que l'oxygénation est assurée par une ventilation naturelle de bas en haut.

La biomasse se forme à la surface du support. Lorsqu'elle atteint une taille excessive, elle doit être séparée de l'effluent par décantation. [29]

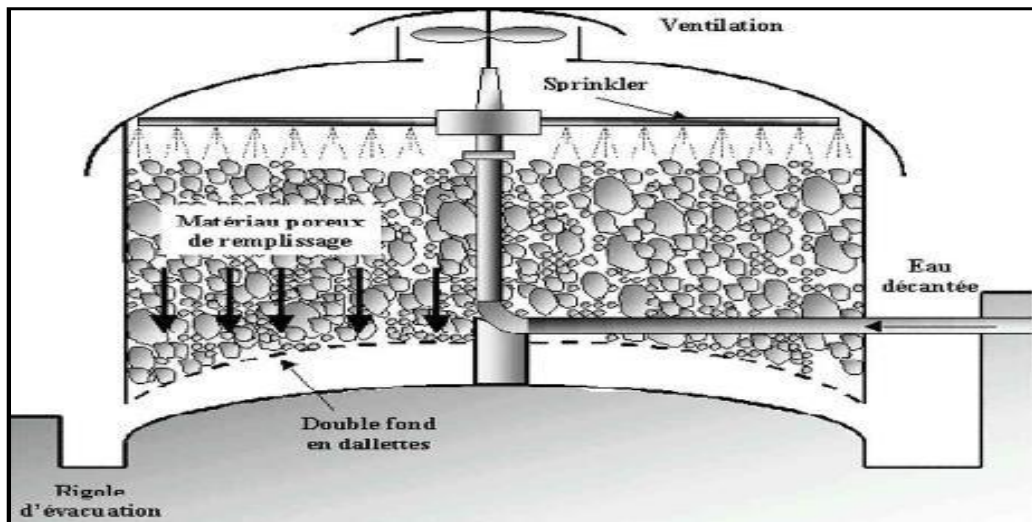


Figure 09: Lit bactérien. [30]

2) Les disques biologiques

Un bactérien se forme sur les disques biologiques en plastique. Lorsque ces disques émergent, les bactéries prélevant l'oxygène nécessaire à leur respiration, et lorsqu'ils s'immergent, ils absorbent la pollution dissoute dont ils se nourrissent. Lorsque le film bactérien atteint une certaine épaisseur, généralement de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final, où il est séparé de l'eau épurée. [12]

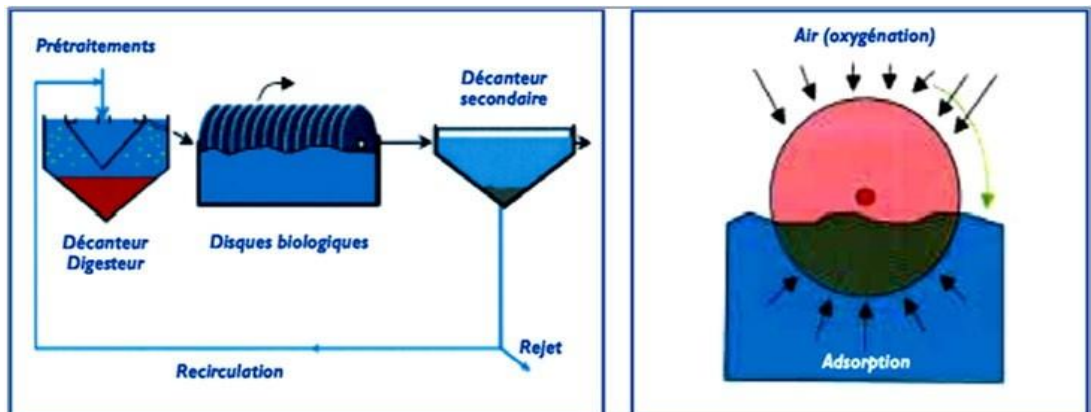


Figure 10 : Schéma explicatif d'un disque biologique. [12]

3) Les boues activées

Le procédé vise à encourager la croissance d'une culture bactérienne sous forme de flocons de boues activées, dans un bassin d'aération. L'aération peut être réalisée en utilisant l'oxygène déjà présent dans l'eau, en utilisant un gaz enrichi en oxygène par le biais de techniques telles que le brassage ou l'injection d'air comprimé, voire même en utilisant de l'oxygène pur. L'objectif principal est de permettre la dissolution de ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux exigences des bactéries aérobies chargées de l'épuration. [7]

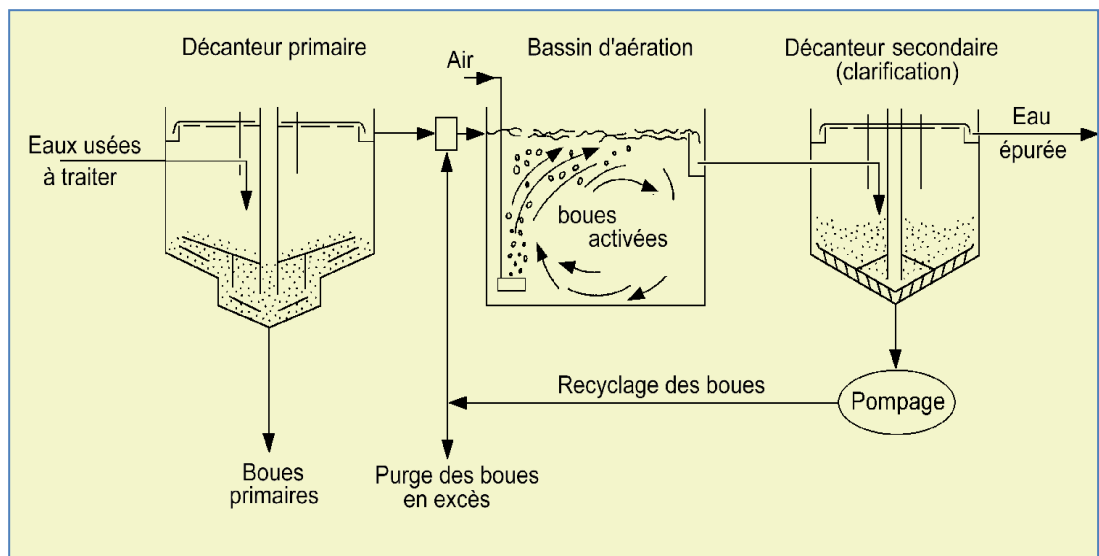


Figure 11 : Traitement par boues activées. [12]

Paramètre de fonctionnement des stations à boues activées.

1) La charge massique (C_m):

Est la masse de nourriture arrivant quotidiennement dans le bassin d'aération ramenée à la quantité de matière active présente. [27]

$$C_m = \frac{\text{Masse de nourriture entrant quotidiennement dans l'aérateur}}{\text{Quantité de biomasse contenue dans l'aérateur}}$$

Elle est exprimée en ($\text{kg DBO}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \text{MVS} \cdot \text{j}^{-1}$).

2) La charge Volumique (C_v):

Est la masse de nourriture arrivant quotidiennement dans le bassin d'aération ramenée au volume du bassin d'activation. [11]

$$C_v = \frac{\text{Masse de nourriture (pollution) entrant quotidiennement dans l'aérateur}}{\text{volume du bassin d'aérateur}}$$

Elle est exprimée en ($\text{kg DBO}_5 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$)

3) Age des boues

Est un paramètre important de suivi des stations d'épuration par boues activées, car il est directement lié au rendement d'épuration du réacteur. [27]

L'âge des boues est donné par :

$$A = \frac{X}{\Delta X / \Delta T} (\text{Jours})$$

4) l'indice de Mohlmann:

La décantabilité des boues sont appréciés par l'indice de Mohlmann. C'est une mesure de la décantabilité des boues activées et leur état d'hydratation.

Il est défini comme le volume en ml occupé par un gramme de MES après 30 min de décantation d'une quantité de 1 litre du contenu du bassin d'aération (Vs) divisé par le poids des matières en suspension dans ce volume. [11]

$$I_M = \frac{VS (\text{volume de matière décantables}) (\text{mg})}{M (\text{poids des MES})} (\text{l})$$

II.3.4 Le traitement tertiaire

Ils ont pour but de compléter plus au moins l'épuration, selon les normes de qualité applicables aux eaux épurées ou selon les utilisations ces eaux, cela inclut donc tous les types de traitement. [29]

a) Types Biologique

1) Nitrification

L'ammoniac s'incorpore au sol, se décomposent par les bactéries nitrifiantes en nitrite puis en nitrate. Ce phénomène, se déroule en deux étapes : [19]

- **Nitrosation (ou nitratation) :** les nitrosomonas qui oxydent l'ammoniac en nitrites.
- **La nitratation:** les nitrobacters qui oxydent les nitrites en nitrates.

2) La dénitrification

Est une extension du procédé à boues activées, ce procédé ne peut se réaliser qu'en milieu anoxique, dans cette condition un certain nombre d'espèces de bactéries utilisent l'oxygène des nitrates en libérant l'azote à l'état d'élément (gazeux), en épuration d'eaux résiduaires, on admet la réaction suivante : [6]



3) La déphosphoration

L'élimination du phosphore, peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

Les mécanismes de la déphosphoration biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable. Dans les grosses stations d'épuration, en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées. [7]

b) Types Physicochimique

1) Coagulation

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est -à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium). [5]

2) Flocculation

La flocculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration. [7]

c) Types Chimique

1. Echanges d'ions

L'échange d'ions est une méthode hautement performante utilisée pour adoucir et déminéraliser l'eau, permettant d'atteindre un niveau élevé de pureté. Cette technique, qui a connu son développement initial dans les années 1950, a atteint un stade de maturité avancé et demeure la méthode privilégiée pour la production d'eau ultra pure, garantissant l'élimination complète de toutes les traces de contaminants. [20]

2. Ozonation

L'ozone est le seul procédé réellement efficace contre les virus. Il s'agit d'un gaz instable qui doit être produit sur place, directement dans les stations d'épuration. Cette opération implique la transformation de l'oxygène (O_2) en oxygène ozone (O_3) et présente un niveau de sécurité plus élevé pour le personnel de la station d'épuration par rapport à la chloration. [5]

3. Chloration

Le chlore, en tant qu'agent oxydant puissant, réagit aisément avec de nombreuses substances organiques et inorganiques présentes dans les eaux usées. Il est

particulièrement efficace pour éliminer les bactéries, mais moins efficace contre les virus. [5]

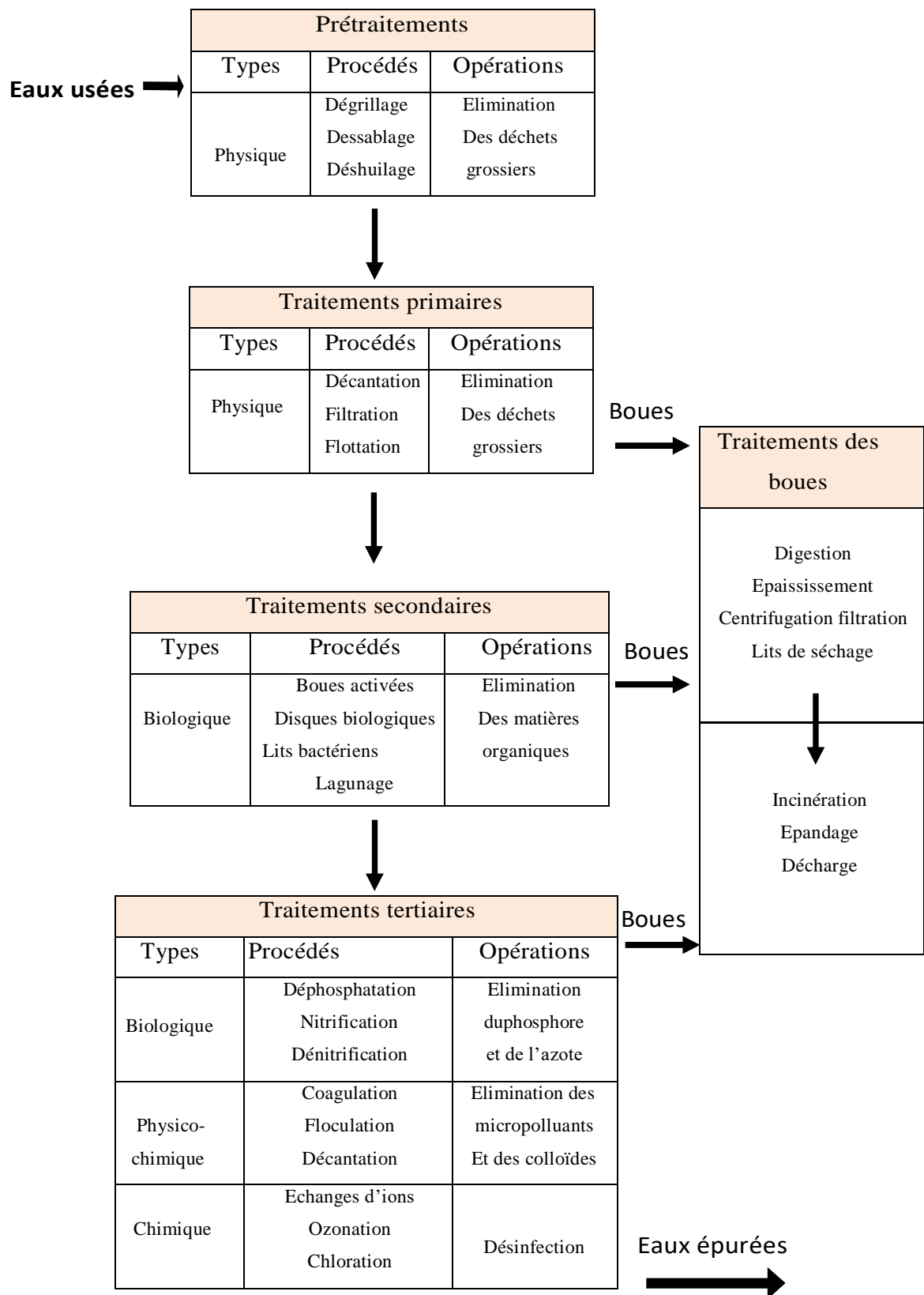


Figure 12 : Filière d'épuration. [29]

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les procédés d'épurations des eaux usées dans une station d'épuration ce nous avons les processus d'épuration passent par quatre étapes suivantes : le prétraitement, le traitement primaire, le traitement secondaire (biologique) et le traitement tertiaire.

Chaque type de ces procédés consiste à éliminer un type spécifique des effluents dans le but de réduire les concentrations polluées et obtenir une eau qui est fournie à l'environnement et à l'homme. [17]

Chaque zone a des caractéristiques qui la caractérisent, et la zone à étudier peut être identifiée pour l'implantation de cette station.

Chapitre III

Présentation de la région d'étude

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

Nos travaux ont été réalisés dans le bassin versant de l'Oued Metlili qui se situe principalement sur le territoire de la Wilaya de Ghardaïa.

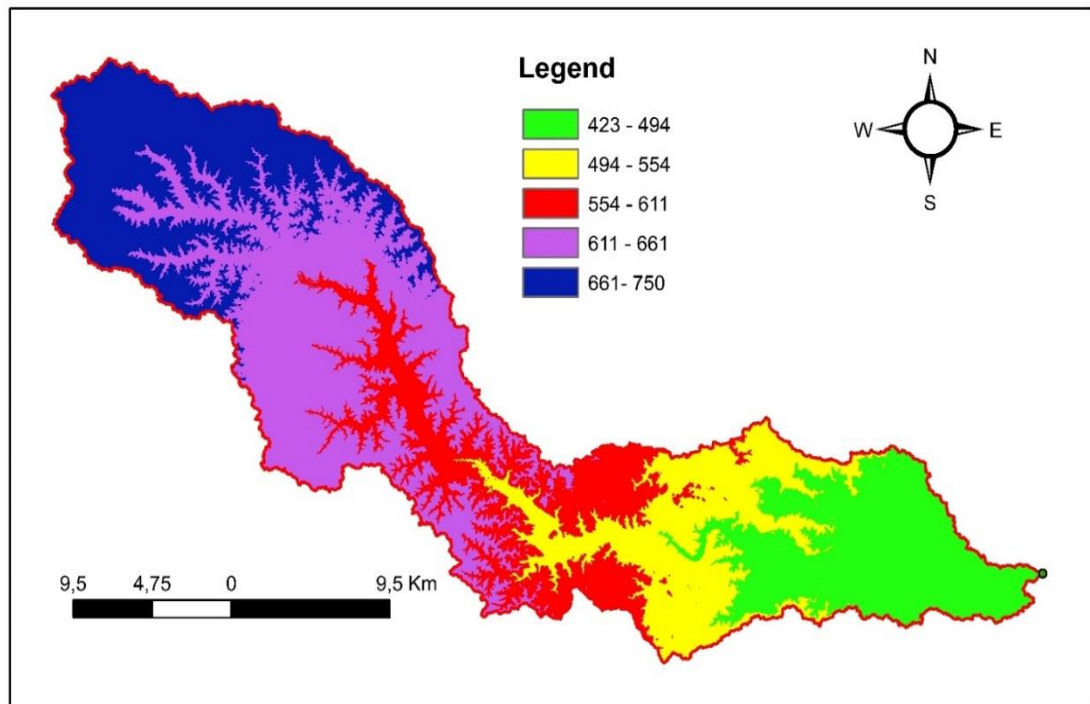


Figure 13 : Bassin versant et son complexe de l'oued Metlili (ArcGIS) (2023)

III.1 Présentation de la commune:

III.1.1 Situation géographique de la commune de Metlili :

En tant que chef-lieu de daïra, la commune de Metlili a connu ces derniers temps une évolution très rapide en matière de population et d'espace d'origine oasienne. Elle couvre une superficie de **7 300 Km²** et abrite une population de **59 343** en **2022** Habitants Ces limites communales sont :

- Au Nord la wilaya d'El Bayadh et la commune de Daya, Bounoura, EL Atteuf et Zelfana ;
- Au Sud la commune de Sebseb ;
- A l'Est la wilaya de Ouargla ;
- A L'ouest la wilaya d'El Bayadh.

La ville se situe entre la latitude 32° 16' Nord et la longitude 3° 38' Est. Le tissu urbain de la ville est caractérisé par des zones de développement où la vallée de Metlili est en train de devenir saturée.

À une altitude de 455 mètres au-dessus du niveau de la mer, la ville est entourée par une chaîne de montagnes. Elle est située le long des rives de l'Oued, qui traverse le centre-ville

et divise la ville en deux parties : la partie haute et la partie basse. La région bénéficie d'un climat saharien, avec des hivers froids et des étés chauds et secs. Les précipitations sont très faibles et irrégulières, ne dépassant pas 60 mm par an.

Les vents hivernaux proviennent du Nord-Ouest et sont marqués par l'humidité. En été, ils sont chauds et forts. [3]

III.1.2 Situation administrative :

Avant le redécoupage administratif de 1984, la Daïra de Metlili faisait partie de l'ancienne Wilaya de Laghouat. Actuellement, elle est rattachée à la Wilaya de Ghardaïa en tant que Chef-lieu de Daïra, suite à ce redécoupage administratif. [3]

III.2 Les principaux constituants du milieu naturel :

La commune de Metlili est située dans les Monts de Metlili, qui font partie du massif jurassique et sont également intégrés à la Chabka du Mزاب, ce qui crée un contraste prononcé dans l'espace de la commune.

La région se distingue par la présence de plaines dans le Terminal continental, ainsi que des zones sablonneuses. La Chebka, ainsi que l'ensemble de la région centrale, s'étendent sur environ 450 km du nord au sud et sur environ 200 km d'est en ouest.

En raison de son emplacement dans un environnement saharien aride, l'occupation de l'espace était fortement limitée. La ville a été établie en fonction des principaux axes de circulation et des oasis, et son développement a été étroitement lié aux conditions naturelles telles que l'eau, le climat et le relief.

Le couvert végétal est peu développé. La composition et les caractéristiques du sol ne favorisent pas la présence d'une flore naturelle diversifiée. La végétation existante est principalement concentrée dans les lits des oueds. [21]

III.3 L'aspect hydraulique :

III.3.1 Les eaux superficielles :

La région de Metlili est réputée pour être l'une des régions du sud du pays ayant le moins de ressources en eau de surface, et particulièrement limitée à l'exception des périodes de crues de l'Oued Metlili. [21]

III.3.2 Les eaux souterraines :

La commune dépend principalement des ressources en eau souterraine. Ces ressources sont stockées dans deux types d'aquifères : les nappes phréatiques superficielles d'infero-

flux et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire, connue sous le nom d'aquifère albien. [21]

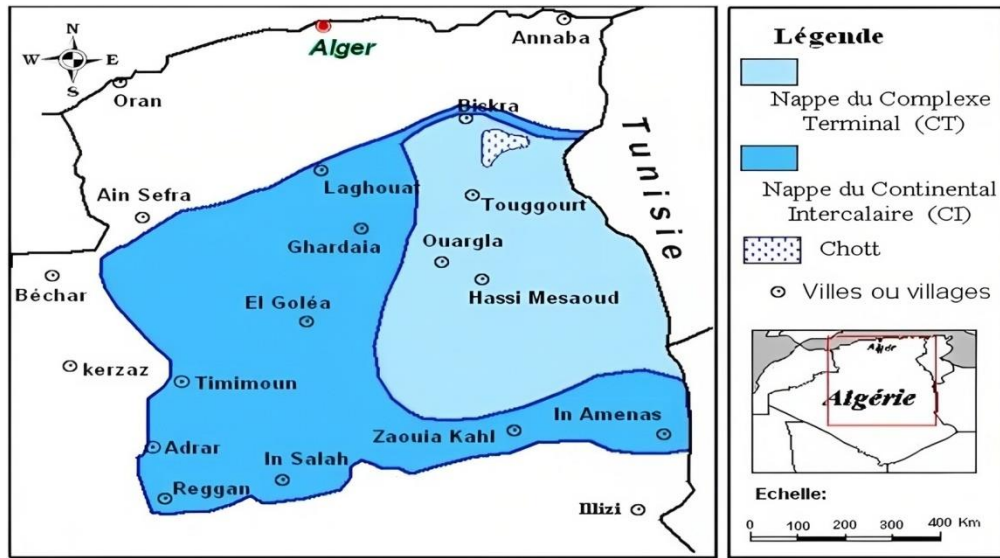


Figure 14 : Carte des ressources en eau souterraines (Sahara algérien) [21]

III.4 La géomorphologie:

La région de Metlili se caractérise par un relief très accidenté, avec un réseau dense de ravines séparées par des crêtes ou des collines. Ces ravines ont été formées par l'érosion pluviale au début du quaternaire. Les profondes ravines ont donné naissance à de larges oueds, tels que la vallée de Metlili, qui ont creusé leur chemin à travers une roche résistante. Cela a entraîné la formation de falaises abruptes qui surplombent les plaines fluviales des oueds. Les cours d'eau abritent également des palmeraies qui se développent rapidement.

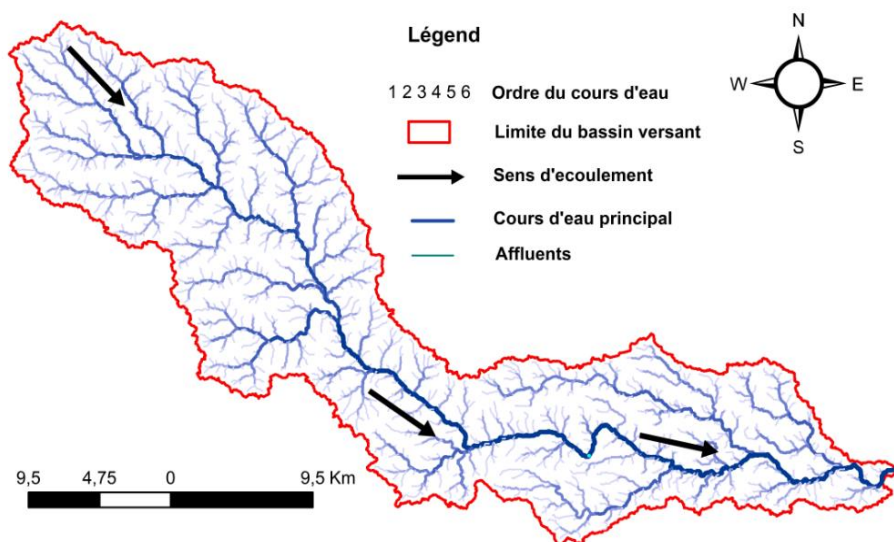


Figure 15: Cours d'eau d'oued Metlili (ArcGIS) (2023)

La région de la Chebka présente un vaste réseau hydrographique, mais il est généralement à sec la majeure partie de l'année en raison de précipitations faibles et irrégulières. Cependant, cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de possibilité de crues importantes tous les 3 à 5 ans. Malgré le fait que le réseau hydrographique de la Chebka soit généralement asséché en raison de la rareté et de l'irrégularité des précipitations, il existe toujours un risque de crues significatives survenant à intervalles de 3 à 5 ans.

III.5 Le bassin versant de l'oued Metlili :

Le bassin versant de l'oued Metlili s'étend sur une superficie d'environ 400 km². L'oued prend sa source à la confluence de deux principaux oueds, El Botma et Gaa, situés au méridien 03° 25' Est et à la parallèle 32° 23' Nord, à une altitude de 650 mètres. Il parcourt environ 270 kilomètres d'ouest en est jusqu'à atteindre la dépression de sabkhet safioune, située à une altitude de 120 mètres dans la région de Ouargla. Comme tous les oueds de la dorsale, son écoulement est intermittent et se produit lors de fortes averses orageuses. Pour une période de retour de cinquante ans, le débit peut atteindre 500 (m³/s). [18]

III.6 Alimentation en eau potable :

Le réseau d'eau potable de la ville de Metlili est de type mixte, Le système comprend **18 forages** et **18 réservoirs**, totalisant une capacité de stockage de **20 250 m³**. Ces réservoirs sont alimentés à partir de forages cités ci-dessous :

Tableau 01: les forages et les réservoirs de la ville de Metlili [33]

<i>N° Forage</i>	<i>Année de mise en service</i>	<i>Capacité de Réservoir (m³)</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Débit mob (l/s)</i>	<i>Débit exploitation (l/s)</i>	<i>Lieu</i>
1	1983	750	450	41	19	AEP METLILI (zone)
2	1957	1500	400	25	11	METLILI N°2 (hadika)
3	1993	1500	500	46	28	TIMEKRAT
4	1992	1500	500	27	25	ZERAIB METLILI
5	1983	1500	500	28	22	SIDI KADOUR (chaabet legfoul)
6	1984	750	450	45	11	METLILIN°9 (chaabet souani)
7	1989	750	450	29	28	GUEMGUOUMA (houici)
8	1960	1200	500	36	22	METLILIN°1SOU AREG (PARC)
9	1977	1000	500	32	22	METLILI N°5 dakhla (stade)
10	1987	1500	450	29	20	LAADADJA
11	1960	1500	407	41	22	METLILIN°3 (chaib Ahmed)
12	1982	750	500	31	25	MEGUICEM
13	1992	1500	407	24	22	GUEMGUOUMA
14	1993	1500	490	27	25	SOUAREG(goutaa)
15	1996	750	480	41	19	S. CHEIKH
16	2015	/	/	22	18	Mraigne
17	2010	1500	/	33	20	CHAAB LAARIGUE
18	2009	500	/	30	22	HADABA

III.7 Le cadre climatique :

Étant donné l'absence d'une station météorologique dans la commune de Metlili, la caractérisation climatique actuelle repose sur une synthèse climatique de 10 ans, de 2012, en utilisant les données de l'Office National de Météorologie de Ghardaïa.

III.7.1 Les Températures :

Les températures mensuelles moyennes (sous la calotte) mesurées par l'Office National de la Météorologie à la station de mesure de Ghardaïa sont les suivantes :

Tableau 02 : Les températures [31]

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Tmim	6	7	11	15	19	24	28	27	23	18	11	7
T max	17	19	23	28	33	37	41	40	35	29	22	17
Tmoy	11.5	13	17	21.5	26	30.5	34.5	33.5	29	23.5	16.5	12

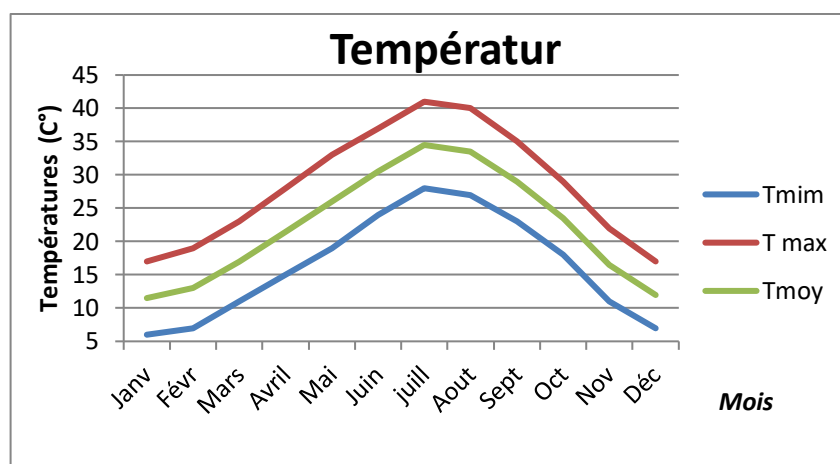


Figure 16 : Courbe de température

III.7.2 Les précipitations :

Outre la température, les précipitations jouent un rôle majeur dans le climat

Tableau 03: Les précipitations [31]

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
P (mm)	10	3	7	7	2	1,7	2	5	17	7	6	6

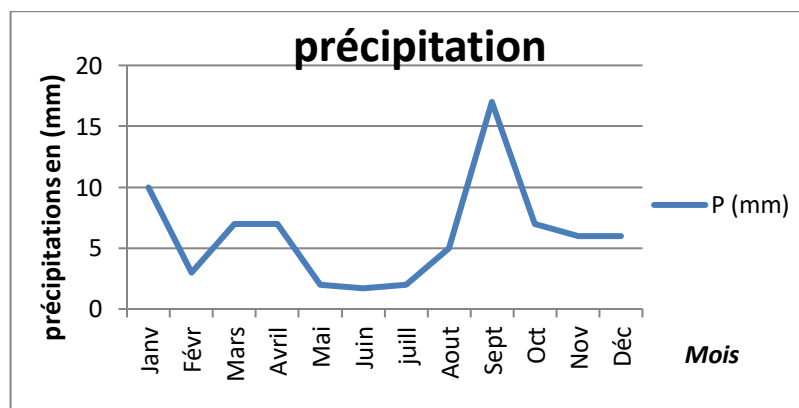


Figure 17 : Courbe de précipitation

III.7.3 Humidité :

Au nord du Sahara, l'humidité relative de l'air varie entre 20% en été et 50% à 60% en hiver, selon une étude réalisée par VIAL et VIAL en 1974. En Décembre, le pic d'humidité a été enregistré avec une valeur maximal de 51,83%. En revanche, le mois de juillet présente la valeur la plus basse, avec un taux d'humidité de 19,26%.

Tableau 04 : Humidité relative moyennes mensuelles de Ghardaïa [24]

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Humidité	45.21	38.98	34.09	30.12	26.05	22.57	19.26	24.35	32.11	38.68	45.10	51.83

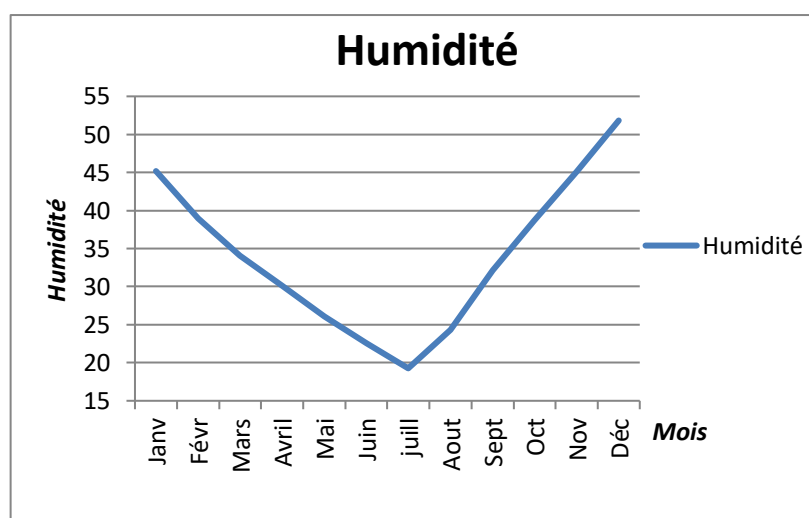


Figure 18 : Humidité

III.7.4 Vents :

Le vent joue un rôle essentiel dans les régions désertiques, et aucun désert n'est exempt de son influence. Les vents sont particulièrement importants dans les environnements désertiques. En périodes spécifiques de l'année, notamment en mars et en avril, de véritables tempêtes de poussière peuvent se produire dans le désert du Sahara.

Tableau 05 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents. [24]

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Vent (m/s)	12.10	14.20	14.03	13.98	14.28	13.44	11.15	10.40	10.93	9.86	11.37	10.71

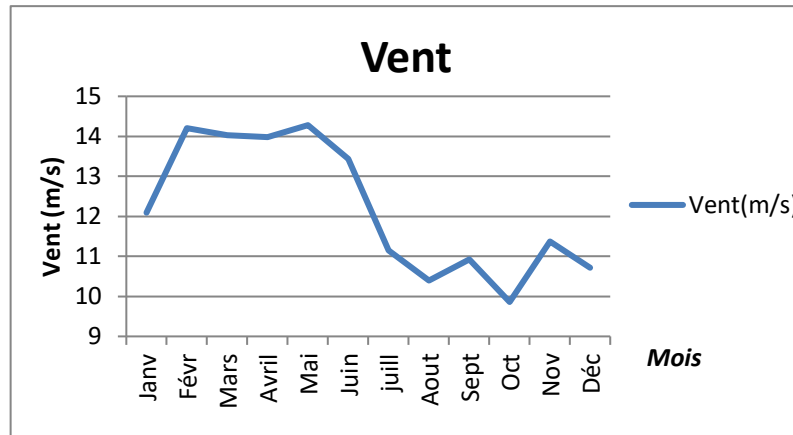


Figure 19 : Les vitesses des vents

III.7.5 Ensoleillement:

Les valeurs moyennes mensuelles de l'ensoleillement au niveau de la station Ghardaïa sont les suivantes :

Tableau 06 : Ensoleillement [31]

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Ensoleillement (h/j)	8	9	9	10	10	11	11	10	9	9	8	8

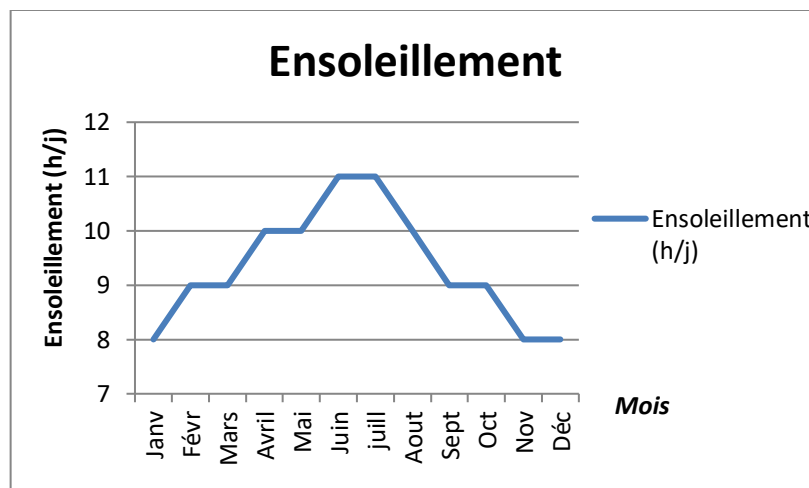


Figure 20 : Ensoleillement

Chapitre IV

Dimensionnement de la station d'épuration

Chapitre IV Dimensionnement de la station d'épuration

IV.1. Introduction :

La station d'épuration est dimensionnée, conçue et exploitée de manière à lui permettre de traiter les flux de polluants correspondant à son débit et à ses charges de référence.

La taille appropriée est une cellule qui permet d'atteindre les objectifs d'épuration des eaux grâce à leur rejet dans le milieu naturel, ou leur réutilisation en agriculture.

Dans ce chapitre, nous avons également des appels similaires pour les différences de dimension. La fin du nettoyage. Pour tous les horizons de compte, **2022** et **2052** sont sélectionnés.

IV.2. Paramètres de dimensionnement

IV.2.1 Calcul détermination des débits :

Après notre visite à l'**P.A.D.E**, ils nous ont présenté le volume total d'eau distribué pour l'année 2022, et le volume est estimé à **2 193 505 m³**.

Il s'agit de déterminer :

- a - Le débit journalier : « Q_j » (m³/j)
- b - Le débit moyen horaire : « $Q_{moy,h}$ » (m³/h)
- c - Le débit de pointe : « Q_p »
- d - le débit diurne « Q_d »

a) le débit journalier :

Le débit journalier se calcule comme suit : $Q_{moy,j} = \frac{V_{total}}{365}$

Avec :

- ❖ $Q_{moy,j}$: Le débit journalier (m³/j) ;
- ❖ V_{total} : le volume total d'eau distribué pour l'année.

$$Q_{moy,j} = \frac{2193505}{365} \rightarrow Q_{moy,j} = 6009,60 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

b) le débit moyen horaire :

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{moy,j}}{24} \rightarrow Q_{moy,h} = \frac{6009,60}{24} \rightarrow Q_{moy,h} = 250,40 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

c) le débit de pointe en temps sec:

Il est donné par la relation suivante : $Q_p = K_p \cdot Q_{moy,j}$

Avec :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy}}} \text{ si } Q_{moy} \geq 2,8 \text{ (l/s)}$$

$$K_p = 3 \text{ si } Q_{moy} < 2,8 \text{ (l/s)}$$

d) Calcul du débit de pointe :

Nous avons : $Q_{moy} = 69.56 \text{ (l/s)}$; $K_p=1,80$

$$Q_p = 69.56 \times \left[1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{69.56}} \right] \rightarrow Q_p = 125.19 \text{ (l/s)}$$

e) le débit diurne :

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures (6:00h-22:00h) consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit :

$$Q_d = \frac{Q_{moy,j}}{16 \text{ heures}} \rightarrow Q_d = \frac{6009,60}{16} \rightarrow Q_d = 375,60 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

f) le débit de rejet

Pour calculer débit de rejet, nous avons pris **70 %** de valeur de débit moyen car la plupart des maisons ont un jardin qui consomme une considérée quantité d'eau.

Tableau 07 : Débits d'eaux usées pour les différents horizons

horizons Débit	2022	2032	2042	2052
$Q_{moy,j} \text{ (m}^3\text{/j)}$	6 009,60	12 490,40	16 431,04	21 614,88
$Q_{max,j} \text{ (m}^3\text{/j)}$	7 812,48	16 237,52	21 360,35	28 099,34
$Q_{max,jr} \text{ (l/j)}$	5 468,74	11 366,264	14 952,25	19 669,54
$Q_{moy,h} \text{ (m}^3\text{/h)}$	250,40	520,43	684,63	900,62
$Q_{moy} \text{ (m}^3\text{/s)}$	0,069	0,145	0,190	0,250
$Q_{moy,r} \text{ (m}^3\text{/s)}$	0,049	0,101	0,133	0,175
$Q_{moy,j} \text{ (l/s)}$	69,56	144,57	190,174	250,172
$Q_p \text{ (m}^3\text{/s)}$	0,125	0,247	0,320	0,415
K_p	1,80	1,71	1,68	1,66
$Q_d \text{ (m}^3\text{/h)}$	375,60	780,65	1026,94	1350,93

IV.2.2 Calcul nombre d'habitant :

✚ Le nombre d'habitant (N) se calculi comme suit : $N_t = N_0(1 + T_{acc})^n$

A.N :

$N_{2008} = 40414 \text{ hab}$; $N_{2022} = 59343 \text{ hab}$; $n = 14 \text{ ans}$

$$N_t = N_0(1 + T_{acc})^n \rightarrow T_{acc} = \sqrt[n]{\frac{N_t}{N_0}} - 1 \rightarrow T_{acc} = \sqrt[14]{\frac{59343}{40414}} - 1 \rightarrow T_{acc} = 2,78 \%$$

Nous avons : $T_{acc} = 2,78 \%$; $n = 10 \text{ ans}$.

Donc :

$$N_{2032} = N_{2022}(1 + T_{acc})^n \rightarrow N_{2032} = 59343 \times (1 + 0,0278)^{10} \rightarrow N_{2032} = \mathbf{78\ 065\ hab}$$

$$N_{2042} = N_{2032}(1 + T_{acc})^n \rightarrow N_{2042} = 78\ 065 \times (1 + 0,0278)^{10} \rightarrow N_{2042} = \mathbf{102\ 694\ hab}$$

$$N_{2052} = N_{2042}(1 + T_{acc})^n \rightarrow N_{2052} = 59343 \times (1 + 0,0278)^{10} \rightarrow N_{2052} = \mathbf{135\ 093\ hab}$$

✚ Notion d'equivalent habitant :

Elle correspond à la pollution quotidienne qui génère par un individu, c'est-à-dire les habitants qui rejettent la pollution en ajoutant les équipements qui sont estimés à 30% de rejet des habitants [11].

$$\mathbf{EH = N + N_{\text{éq}} = N + 30\%N = 1,3N}$$

Avec :

✚ **EH** : Equivalent habitant (éq-hab) ;

✚ **N_{éq}**: Equivalent habitant des equipments (éq-hab) ;

✚ **N**: Nombre d'habitant (hab).

Tableau 08 : Nombre d'habitant pour les différents horizons

	2022	2032	2042	2052
Nombre d'habitant N	59 343	78 065	102 694	135 093
Nombre équivalent d'habitant EH	77 146	101 485	133 503	175 631

IV.2.3 Evaluation des charges polluantes horizons (2022) :

Pour dimensionner la station d'épuration, on a recours aux charges polluantes spécifiques par habitant par jour.

On prend :

✚ $Csp_{DBO_5} = 65 \text{ (g/hab/jour) ;}$

✚ $Csp_{MES} = 80 \text{ (g/hab/jour) .}$

a. La charge polluante en DBO₅ :

$$DBO_5 = Csp_{DBO_5} \times EH$$

Avec :

✚ DBO_5 : la charge polluante journalière en (kg/j) ;

✚ Csp_{DBO_5} : la charge polluante spécifique en (g/hab/j) ;

✚ EH : Equivalent habitant (éq-hab) .

A.N:

$$DBO_5 = 65 \times 10^{-3} \times 77\ 146 \rightarrow \mathbf{DBO_5 = 5014,49 \text{ (kg/j)}}$$

b. La concentration de DBO₅ :

La concentration de DBO₅ se calcule comme suit :

$$[DBO_5] = C_0 = \frac{DBO_5}{Q_{max,j,r}}$$

Avec :

- ✚ DBO₅: la charge polluante journalière en (kg/j) ;
- ✚ [DBO₅]: la concentration la charge polluantes en DBO₅ (mg/l) ;
- ✚ Q_{max,j,r} : le débit maximal journalier de rejet (l/j).

A.N:

$$C_0 = \frac{5014,49 \times 10^6}{5468,74 \times 10^3} \rightarrow C_0 = \mathbf{916,94 \text{ (mg/l)}}$$

c. La charge polluante journalière en MES :

On prend : $Csp_{MES} = 80 \text{ (g/hab/jour)}$;

$$MES = Csp_{MES} \times EH$$

A.N:

$$MES = 80 \times 10^{-3} \times 77\ 146 \rightarrow \mathbf{DBO_5 = 6\ 171,68 \text{ (kg/j)}}$$

d. La concentration de MES :

calculé comme suit : $[MES] = C_0 = \frac{MES}{Q_{max,j,r}}$

A.N:

$$C_0 = \frac{6171,68 \times 10^6}{5468,74 \times 10^3} \rightarrow C_0 = \mathbf{1128,54 \text{ (mg/l)}}$$

Quant au reste des horizons, il est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau 09 : Les Charges polluantes et Concentration pour les différents horizons

Horizons de calcul		2022	2032	2042	2052
Charge polluante L₀ (Kg/j)	DBO₅	5 014,49	6 596,53	8 677,70	11 415,37
	MES	6 171,68	8 118,80	10 680,24	14 049,68
Concentration C (mg/l)	DBO₅	916,94	580,36	580,36	580,36
	MES	1 128,54	714,29	714,29	714,29

IV.2.4 Dimensionnement du déversoir d'orage :

✚ Le Débit de la STEP :

Généralement le débit de la station d'épuration est égal (3÷5) fois le débit moyen de rejet à temps sec.

$$Q_{step} = (3 \div 5) Q_{moy.r}$$

Avec :

- ❖ Q_{step} : le débit vers la STEP en (m³/s) ;
- ❖ $Q_{moy.r}$: le débit moyen de rejet à temps sec ;

A.N:

nous avons : $Q_{moy.r} = 0,175(\text{m}^3/\text{s})$.

$$Q_{step} = 4 \times 0,175 \rightarrow Q_{step} = \mathbf{0,70 \text{ (m}^3/\text{s)}}$$

✚ Calcul la hauteur d'eau dans le cas de temps sec (h_{step}) :

Il donnée par la relation suivante : $Q_{step} = m \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

Avec :

- ❖ **L** : longueur du déversoir en (m) ;
- ❖ **h** : hauteur de la charge en (m) ;
- ❖ **m** : coefficient de débit dont la valeur est fonction de type de déversoir.

A.N:

On prend ; $m = 0,41$ fonction de type de déversoir latéral ; $L = 5h$.

$$h_{step} = \sqrt[5]{\frac{Q_{step}^2}{2 \times 25 \times g \times m^2}} \rightarrow h_{step} = \sqrt[5]{\frac{0,7^2}{2 \times 25 \times 9,81 \times 0,41^2}} \rightarrow h_{step} = \mathbf{0,36 \text{ (m)}}$$

✚ Débit du déversoir :

Il donnée par la relation suivante : $Q_{dev} = Q_{step} - Q_p$

Nous avons: $Q_p = 0,415 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$; $Q_{step} = 0,7(\text{m}^3/\text{s})$.

A.N:

$$Q_{dev} = 0,700 - 0,415 \rightarrow Q_{dev} = \mathbf{0,285 \text{ (m}^3/\text{s)}}$$

✚ Calcul la hauteur d'eau dans le cas de temps de pluie (h_{dev}) :

La hauteur donnée par la relation suivante : $h_{dev} = \sqrt[5]{\frac{Q_{dev}^2}{2 \times 25 \times g \times m^2}}$

A.N: $h_{dev} = \sqrt[5]{\frac{0,285^2}{2 \times 25 \times 9,81 \times 0,41^2}} \rightarrow h_{dev} = \mathbf{0,25 \text{ (m)}}$

✚ **Calcul la hauteur total du déversoir d'orage :**

Il donnée par la relation suivante : $H_t = h_{step} + h_{dev} \rightarrow H_t = 0,61(\text{m})$

A.N:

$$H_t = 0,25 + 0,36 \rightarrow H_t = 0,61(\text{m})$$

✚ **Calcul la longueur du déversoir d'orage :**

On prend : $L = 5h \rightarrow L = 5 \times 0,61 \rightarrow L = 3,05 (\text{m})$

IV.3 Prétraitement :

On prévoit les prétraitements pour faire face directement aux besoins de la seconde.

IV.3.1 Dimensionnement de canal

1) Calcul la hauteur et largeur de canal :

$$Q_{step} = V \times S$$

$$S = b \times h$$

Avec :

- ❖ **V** : Vitesse d'écoulement de l'eau (m/s) ;
- ❖ **b** : Diamètre du canal (m) ;
- ❖ **h** : hauteur d'eau (m).

A.N:

On prend diamètre $b = 1(\text{m})$ et $V = 1 (\text{m/s})$

$$S = \frac{Q_{step}}{V} \rightarrow S = \frac{0,7}{1} \rightarrow S = 0,7 (\text{m}^2)$$

Donc : $h = \frac{S}{b} \rightarrow h = \frac{0,7}{1} \rightarrow h = 0,7 (\text{m})$

Pour éviter le débordement du canal, nous augmentons de 20% la hauteur du canal, qui sera la suivante :

$$H = 1,2 \times h \rightarrow H = 1,2 \times 0,7 \rightarrow H = 0,84 (\text{m})$$

2) Calcul la pente du canal :

$$I = \frac{(Z_1 - Z_2)}{L} \rightarrow I = 0,0025$$

Avec :

- ❖ **I** : Pente du canal (m/m) ;
- ❖ **Z₁** : Cote du canal au point d'écoulement (m) ;
- ❖ **Z₂** : Cote du canal à la STEP (m) ;
- ❖ **L** : Longueur total du canal (m).

On a $Z_1 = 499(m)$; $Z_2 = 474(m)$; $L = 9852,15 (m)$

Il a été calculé à partir de la carte MNT à l'aide logiciel d'AUTOCAD

$$I = \frac{(Z_1-Z_2)}{L} \rightarrow I = \frac{(499-474)}{9852,15} \rightarrow I = 0,0025$$

IV.3.2 Dimensionnement du dégrillage

- **Dégrillage :**

Pour le calcul des paramètres de la grille, on utilise la méthode de **KIRSCHMER**

Largeur de la grille :

Elle est connue par la relation : $Q_p = (1 - \beta) \times S \times V \times \tau$

Avec :

- ❖ Q_p : le Débit de pointe (m^3/s) ;
- ❖ β : Coefficient de forme des barreaux ;
- ❖ S : la Surface de passage de l'effluent ;
- ❖ V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s), $V=(0.6-1.0) (m/s)$ au débit de pointe ;
- ❖ τ : Coefficient de colmatage de la grille.

$$(1 - \beta) = 1 - \frac{e}{(e+E)} \quad ; \quad S = \frac{Q}{V(1-\beta)} \quad ; \quad \beta = \frac{e}{e+E} \quad ; \quad L = \frac{h_{max}}{\sin \alpha}$$

Avec :

- ❖ e : Largeur apparente des barreaux,
- ❖ E : L'espace entre les barreaux,
- ❖ α : L'angle d'inclinaison,
- ❖ h_{max} : la hauteur maximum admissible sur une grille.

Donc la largeur peut être exprimée par : $l = \frac{Q_p \times \sin \alpha}{(1-\beta) \times V \times h_{max} \times \tau}$

Tableau 10 : Espacement et épaisseur des barreaux. [25]

parameters	Grilles grossières	Grilles fines
e (cm)	2,00	1,00
E (mm)	10-30	5-10

- **Pour une grille grossière :**

On prend : $e=20 \text{ mm}$ et $E=20\text{mm}$, donc $\beta = 0.5$

On a : $Q_p = 0.415 (m^3/s)$

On prend : $\alpha = 60^\circ$; $V = 1,00 (m/s)$; $h_{max}=0.7 (m)$; $\tau = 1$ (grille mécanique)

On obtient : $l = \frac{0.415 \times \sin(60)}{(1-0.5) \times 1 \times 1 \times 0,7} \rightarrow l = 1.03 (m)$

✓ **Calcul longueur de grille :** $L = \frac{h_{max}}{\sin \alpha} \rightarrow L = \frac{0,7}{\sin(60)} \rightarrow L = 0,81(\text{m})$

✚ **Calculus numbers des barreaux**

$$n = \frac{l}{e+E} \rightarrow n = \frac{1030}{20+20} \rightarrow n \approx 26 \text{ bar}$$

Avec :

❖ **n:** nombres des barreaux.

● **Pour une grille fine :**

On a : $Q_P = 0.415 \text{ (m}^3/\text{s)}$; $\tau = 1$ (grille mécanique)

On prend : $\alpha = 60^\circ$; $e=10 \text{ mm}$; $E=7 \text{ mm}$,

$$V = 1,00 \text{ (m/s)} ; h_{max} = 0.7 \text{ (m)}$$

Donc $\beta = 0.588$

On obtient : $l = \frac{0.415 \times \sin(60)}{(1-0.588) \times 1 \times 1 \times 0,7} \rightarrow l = 1,25 \text{ (m)}$

✚ **Calculus nombres des barreaux**

$$n = \frac{l}{e+E} \rightarrow n = \frac{1250}{10+7} \rightarrow n \approx 74 \text{ bar}$$

● **Calculus les pertes des charges :**

Les pertes de charge dans un dégrilleur sont données par la relation de **KIRSHMER** :

$$\Delta H = \beta \left(\frac{e}{E}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{V^2}{2g} \times \sin \alpha$$

Avec :

- ❖ ΔH : La perte de charge;
- ❖ β : Coefficient de forme des barreaux;
- ❖ e : Largeur apparente des barreaux;
- ❖ E : L'espacement entre les barreaux;
- ❖ α : L'angle d'inclinaison;
- ❖ g : la gravité.

Tableau 11 : Valeurs de β en fonction des formes des barreaux [11]

Type de barreaux	β
Section rectangular	2,42
Section rectangular avec arrondi semi circulaire à l'amont	1,83
Section rectangular avec arrondi semi circulaire à l'amont et aval	1,67
Section circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0,76

➤ **Calcul des pertes des charges pour grille grossière :**

a. Grille grossière avec des barreaux circulaires :

Application numérique :

$$\text{On a : } \beta = 1,79 \quad ; \quad \alpha = 60^\circ \quad ; \quad e = 20 \text{ mm} ; \\ E = 20 \text{ mm} \quad ; \quad V = 1,00 \text{ (m/s)} \quad ; \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2 .$$

$$\Delta H_1 = 1,79 \left(\frac{20}{20} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1^2}{2 \times 9.81} \times \sin(60) \rightarrow \Delta H_1 = \mathbf{0,08 \text{ m}}$$

$$\Delta H_1 = \mathbf{7,90 \text{ cm}}$$

b. Grille grossière avec des barreaux rectangulaires :

$$\text{On a : } \beta = 2,42$$

$$\Delta H_2 = 2,42 \left(\frac{20}{20} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1^2}{2 \times 9.81} \times \sin(60) \rightarrow \Delta H_2 = \mathbf{0,107 \text{ m}}$$

$$\Delta H_2 = \mathbf{10,68 \text{ cm}}$$

➤ **Calcul des pertes des charges pour la grille fine :**

a. Grille fine avec des barreaux circulaires :

A.N :

$$\text{On a : } \beta = 1,79 \quad ; \quad \alpha = 60^\circ \quad ; \quad e = 10 \text{ mm} ; \\ E = 7 \text{ mm} \quad ; \quad V = 1,00 \text{ (m/s)} \quad ; \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2 .$$

$$\Delta H_3 = 1,79 \left(\frac{10}{7} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1^2}{2 \times 9.81} \times \sin(60) \rightarrow \Delta H_3 = \mathbf{0,127 \text{ m}}$$

$$\Delta H_3 = \mathbf{12,71 \text{ cm}}$$

b. Grille grossière avec des barreaux rectangulaires :

$$\text{On a : } \beta = 2,42$$

$$\Delta H_4 = 2,42 \left(\frac{10}{7} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1^2}{2 \times 9.81} \times \sin(60) \rightarrow \Delta H_4 = \mathbf{0,172 \text{ m}}$$

$$\Delta H_4 = \mathbf{17,18 \text{ cm}}$$

Remarque :

Dans notre cas, le choix des barreaux circulaires pour les deux grilles est basé sur la recherche de pertes de charges minimales.

- **Calcul du volume des déchets retenus des grilles :**

Pour une eau usée urbaine, la quantité des déchets récupérée par les grilles par habitant et par an est estimée a :

- ✓ **2 à 5 l/hab/an** pour une grille grossière ;
- ✓ **5 à 10 l/hab/an** pour une grille fine.

Le volume des déchets retenus dans notre cas sera déterminé comme suit :

$$V_{min} = \frac{N \times V_{ret.min} \times 10^{-3}}{365} ; \quad V_{max} = \frac{N \times V_{ret.max} \times 10^{-3}}{365} ; \quad V_{moy} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

- **Pour une grille grossière :**

$$V_{min} = \frac{175621 \times 2 \times 10^{-3}}{365} = \mathbf{0,96 \text{ (m}^3\text{/j)}}$$

$$V_{max} = \frac{175621 \times 5 \times 10^{-3}}{365} = \mathbf{2,41 \text{ (m}^3\text{/j)}}$$

$$V_{moy} = \frac{0,96 + 2,41}{2} = \mathbf{1,69 \text{ (m}^3\text{/j)}}$$

- **Pour une grille fine :**

$$V_{min} = \frac{175621 \times 5 \times 10^{-3}}{365} = \mathbf{2,41 \text{ (m}^3\text{/j)}}$$

$$V_{max} = \frac{175621 \times 10 \times 10^{-3}}{365} = \mathbf{4,81 \text{ (m}^3\text{/j)}}$$

$$V_{moy} = \frac{2,41 + 4,81}{2} = \mathbf{3,61 \text{ (m}^3\text{/j)}}$$

Tableau 12 : les résultats de dimensionnement de deux grilles (grossière et fine).

Designation		Unités	Quantités
Dégrilleur grossier			
Espacement entre les barreaux (E)		mm	20
Epaisseur des barreaux (e)		mm	20
Vitesse entre les barreaux (V)		m/s	1,00
Inclinaison (α)		°	60
Coefficient de colmatage (τ)		/	1
Hauteur maximale (H_{\max})		M	0,7
Largeur (l)		M	1,03
Nombres des barreaux (n)		bar	26
Pertes de charge de la forme circulaire (ΔH_1)		Cm	7,90
Pertes de charge de la forme rectangulaire (ΔH_2)		Cm	10,68
Refuse des grilles	V_{\min}	m^3/j	0,96
	V_{\max}	m^3/j	2,41
	V_{moy}	m^3/j	1,69
Dégrilleur fin			
Espacement entre les barreaux (E)		mm	7
Epaisseur des barreaux (e)		mm	10
Vitesse entre les barreaux (V)		m/s	1
Inclinaison (α)		°	60
Coefficient de colmatage (τ)		/	1
Hauteur maximale (H_{\max})		M	0,70
Largeur (l)		M	1,25
Nombres des barreaux (n)		bar	74
Pertes de charge de la forme circulaire (ΔH_3)		Cm	12,71
Pertes de charge de la forme rectangulaire (ΔH_4)		Cm	17,18
Refuse des grilles	V_{\min}	m^3/j	2,41
	V_{\max}	m^3/j	4,81
	V_{moy}	m^3/j	3,61

IV.3.3 Dimensionnement du Dessableur :

Le dèssableur est conçu d'une forme rectangulaire allongée, pour calculer la dimensionnement du bassin, les conditions suivantes doivent être remplies :

- ✓ $0,3 \leq h/b \leq 0,5$
- ✓ $01 \text{ m} \leq h \leq 2,5 \text{ m}$
- ✓ $b \leq 6 \text{ m}$
- ✓ $L \leq 30 \text{ m}$

Avec :

- ❖ **h** : La hauteur du bassin ;
- ❖ **b** : La largeur du bassin ;
- ❖ **L** : La longueur du bassin ;

- **Le volume :**

Le dèssableur est calculé pour un temps de séjour de 3 à 5 minutes:

On prend : $t_s = 5$ minutes ;

On a le débit $Q_p = 0,415 \text{ (m}^3/\text{s)}$;

Donc : $V_t = Q_p \cdot t_s = 0,415 \times 5 \times 60 \rightarrow V_t = 124,5 \text{ (m}^3)$

- **La surface :**

La hauteur est de 1 à 2m d'où en prend **h = 2 m** ,

$$S_h = \frac{V}{h} \rightarrow S_h = \frac{124,5}{2} \rightarrow S_h = 62,25 \text{ (m}^2)$$

- **La longueur et largeur**

On prend longueur de **L = 11(m)** donc la largeur b sera :

$$b = \frac{S_h}{L} \rightarrow b = \frac{62,25}{11} \rightarrow b = 5,66 \text{ (m)}$$

Avec :

- ❖ **S_h** : La surface du bassin ;
- ❖ **b** : La largeur du bassin ;
- ❖ **L** : La longueur du bassin ;
- ❖ **b₁** : La largeur sur entrée du bassin ;
- ❖ **b₂** : La largeur sur sortie du bassin.

- **Volume de sable retenu :**

On peut calculer le volume retenu par le dèssableur comme suit :

$$W_s = N \times Q$$

Avec :

- ❖ W_s : Volume de sable retenu ;
- ❖ N : Nombre d'équivalent habitant ;
- ❖ Q : Quantité de sable par an par habitant; on admet généralement $Q= 5 \text{ à } 12 \text{ l/hab.ans.}$

Donc :

$$W_s = 175621 \times 5 \times 10^{-3} \rightarrow W_s = 878,105 \text{ (m}^3\text{/ans)}$$

Tableau 13: Caractéristiques du déssableur

Designation	Unités	Quantités
Temps de séjour (ts)	Min	5
Débit de la station (Qp)	m ³ /s	0,415
Volume total (V _t)	m ³	124,5
Profondeur du bassin (h)	M	2
La surface (S)	m ²	62,25
Longueur (L)	M	11
Largeur (b)	M	5,66
Volume de sable retenu	(m ³ /ans)	878,105

IV.4 Traitement secondaire (lagunes) :

Les lagunes sont utilisées pour traité les eaux peu profondes des petits plans d'eau. Les eaux usées sont dirigées vers une série de bassins, généralement au moins trois. L'oxygène est fourni à partir de l'atmosphère par l'échange d'air à la surface de l'eau et par la photosynthèse du micro algues à la surface. Les eaux usées peuvent rester dans les étangs jusqu'à 60 jours.

IV.4.1 Calcul Temps de séjour de l'effluent dans les lagunes (T_S):

Le temps de séjour se calcule comme suit :

$$T_S = \frac{\ln\left(\frac{C_s}{C_e}\right)}{-K}$$

Avec :

- ❖ T_S : Temps de séjour de l'effluent dans les lagunes (jour) ;
- ❖ C_e : la Concentration de DBO₅ à l'entrée du bassin ; $C_e = 580,36 \text{ (mg/l)}$
- ❖ C_s : la Concentration de DBO₅ à la sortie du bassin ;
- ❖ K : Coefficient de biodégradation (j^{-1}).

➤ **Calcul le coefficient de biodégradation K**

$$K = 0,056 \times 1,036^{(T-20)}$$

Nous tirons des Température de l'eau à épurer, de la station d'épuration de l'Etat de Ghardaïa (Al-Atouf), pour année 2022 comparées au même climat. T = 21,14°C

A.N:

$$K = 0,056 \times 1,036^{(T-20)} \rightarrow K = 0,056 \times 1,036^{(21,14-20)} \rightarrow K = \mathbf{0,058}$$

➤ **Calcul temps de séjour**

Pour une excellente qualité de l'eau, nous prenons : **C_s = 20 (mg/l)**

$$T_S = \frac{\ln\left(\frac{C_s}{C_e}\right)}{-K} \rightarrow T_S = \frac{\ln\left(\frac{20}{580,36}\right)}{-0,058} \rightarrow T_S = \mathbf{58 \text{ jour}}$$

Tableau 14: Caractéristiques des diverses lagunes naturelles [11]

Caractéristiques	Aérobie	Facultatif	Anaérobie
Profondeur (m)	0,6 ÷ 1,2	1 ÷ 3	3 ÷ 5
Temps de séjour (jours)	2 ÷ 6	7 ÷ 50	5 ÷ 50
Charge spécifique (DBO5) (kg/ha/j)	111 ÷ 222	22 ÷ 111	280 ÷ 4500
Rendement (%)	80 ÷ 95	70 ÷ 95	50 ÷ 80
Concentration en algues (mg/l)	100	10 ÷ 50	nulle

De tabule on prend temps de séjour pour bassin anaérobie T_{S1} = 30 jours et pour bassin aérobie T_{S2} = 28 jours **T_S = T_{S1} + T_{S2}**

IV.4.2 première lagune (anaérobie)

IV.4.2.1 Dimensionnement des bassins anaérobie pour l'horizon (2032) :

● **Calcul le volume :**

$$V = Q_{\text{moy,j,r}} \times t_{s1} \text{ (m}^3\text{)}$$

Nous avons : Q_{moy,j,r 2032} = 0,101(m3/s)

Donc : V = 0,101 × 3600 × 24 × 30 → V = **216 792 (m³)**

● **Calcul la surface :**

La hauteur est de 3 à 5m d'où en prend **h= 4 (m)** ,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{216\ 792}{4} \rightarrow S = \mathbf{65\ 448 \text{ (m}^2\text{)}} \rightarrow S = \mathbf{6,55 \text{ (ha)}}$$

On prend 2 bassins ayant la même surface:

$$S_1 = \frac{S}{2} = \frac{65\,448}{2} = 32\,724 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 3,27 \text{ (ha)}$$

- **Calcul la longueur et largeur pour un seul bassin :**

On prend largeur de $l=120$ (m) donc la longueur L sera :

$$\bullet L = \frac{S_1}{l} \rightarrow L = \frac{32\,724}{120} \rightarrow L = 272,7 \text{ (m)}$$

On prend largeur de $l_1=90$ (m)

$$l = \frac{l_1+l_2}{2} \rightarrow l_2 = 2l - l_1 \rightarrow l_2 = 2 \times 120 - 90 \rightarrow l_2 = 150 \text{ (m)}$$

Avec :

- ❖ l_1 : La largeur sur entrée du bassin ;
- ❖ l_2 : La largeur sur sortie du bassin ;

- **Calcule des charges polluantes journalières pour un seul bassin :**

$$DBO_5 = [DBO_5] \times \frac{Q_{\text{moy.j.r}}}{2}$$

$$DBO_5 = 580,36 \times 10^{-3} \times \frac{(0,101 \times 3600 \times 24)}{2} \rightarrow DBO_5 = 2\,532,23 \text{ (kg/j)}$$

- **Calcule Charge spécifique (C_{SP}) pour un seul bassin :**

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{2\,532,23}{3,27} \rightarrow C_{SP} = 774,38 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$280 < 774,38 < 4500$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface pour deux bassin est acceptable.

- **Calcul la charge de DBO_5 à la sortie de chaque bassin :**

$$C_{s1} = C_e \times e^{-Kt_{s1}} = 580,36 \times e^{-0,058 \times 30} \rightarrow C_{s1} = 101,87 \text{ (mg/l)}$$

- **Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :**

$$C_{s\,MES1} = C_e \times e^{-Kt_{s1}} = 714,29 \times e^{-0,058 \times 30} \rightarrow C_{s1} = 125,37 \text{ (mg/l)}$$

- **Calcul du rendement :**

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 101,87}{580,36} = 0,82 \times 100 \rightarrow \eta = 82,45\%$$

IV.4.2.2 Dimensionnement des bassins anaérobie pour l'horizon (2042):

- Calcul le débit

nous avons $Q_{2042} = Q_{\text{moy.j.r } 2042} - Q_{\text{moy.j.r } 2032}$

$$Q_{2042} = 0,133 - 0,101 \rightarrow Q_{2042} = 0,032 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

- Calcul le volume :

$$V = Q_{\text{moy.j.r}} \times t_{s1} \text{ (m}^3\text{)}$$

Donc : $V = 0,032 \times 3600 \times 24 \times 30 \rightarrow V = 82\,944 \text{ (m}^3\text{)}$

- Calcul la surface :

La hauteur est de 3 à 5m d'où en prend $h = 4 \text{ (m)}$,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{82\,944}{4} \rightarrow S = 20\,736 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 2,07 \text{ (ha)}$$

- Calcul la longueur et largeur de bassin

On prend largeur de $l = 120 \text{ (m)}$ donc la longueur L sera :

$$L = \frac{S_1}{l} \rightarrow L = \frac{20\,736}{120} \rightarrow L = 172,8 \text{ (m)}$$

- Calcul des charges polluantes journalières :

$$DBO_5 = [DBO_5] \times Q_{\text{moy.j.r}}$$

$$DBO_5 = 580,36 \times 10^{-3} \times 0,032 \times 3600 \times 24 \rightarrow DBO_5 = 1604,58 \text{ (kg/j)}$$

- Calcule Charge spécifique (C_{SP}):

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{1604,58}{2,07} \rightarrow C_{SP} = 775,16 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$280 < 775,16 < 4500$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface obtenue est acceptable.

- Calcul la charge de DBO_5 à la sortie de bassin :

$$C_s = C_e \times e^{-Kt_{s1}} = 580,36 \times e^{-0,058 \times 30} \rightarrow C_s = 101,87 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul la charge de MES à la sortie de bassin :

$$C_{s \text{ MES}} = C_e \times e^{-Kt_{s1}} = 714,29 \times e^{-0,058 \times 30} \rightarrow C_{s \text{ MES}} = 125,37 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul du rendement :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 101,87}{580,36} = 0,825 \times 100 \rightarrow \eta = 82,45\%$$

IV.4.2.3 Dimensionnement des bassins anaérobie pour l'horizon (2052) :

- Calcul le débit

nous avons $Q_{2052} = Q_{\text{moy,j,r } 2052} - Q_{\text{moy,j,r } 2042}$

$$Q_{2052} = 0,175 - 0,133 \rightarrow Q_{2042} = \mathbf{0,042 \text{ (m}^3/\text{s)}}$$

- Calcul le volume :

$$V = Q_{\text{moy,j,r}} \times t_{s1} \text{ (m}^3\text{)}$$

Donc : $V = 0,042 \times 3600 \times 24 \times 30 \rightarrow V = \mathbf{108\ 864 \text{ (m}^3\text{)}}$

- Calcul la surface :

La hauteur est de 3 à 5m d'où en prend $h = 4 \text{ (m)}$,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{108\ 864}{4} \rightarrow S = 27\ 216 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = \mathbf{2,72 \text{ (ha)}}$$

- Calcul la longueur et largeur de bassin

On prend largeur de $l = 120 \text{ (m)}$ donc la longueur L sera :

$$L = \frac{S}{l} \rightarrow L = \frac{27\ 216}{120} \rightarrow L = \mathbf{226,80 \text{ (m)}}$$

- Calcul des charges polluantes journalière :

$$DBO_5 = [DBO_5] \times Q_{\text{moy,j,r}}$$

$$DBO_5 = 580,36 \times 10^{-3} \times 0,042 \times 3600 \times 24 \rightarrow DBO_5 = \mathbf{2\ 106,01 \text{ (kg/j)}}$$

- Calcule Charge spécifique (C_S):

$$C_S = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_S = \frac{2106,01}{2,72} \rightarrow C_S = \mathbf{774,26 \text{ (kg/ha/j)}}$$

$$\mathbf{280 < 774,26 < 4500}$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface obtenue est acceptable.

- Calcul la charge de DBO₅ à la sortie de bassin :

$$C_S = C_e \times e^{-Kt_{s1}} = 580,36 \times e^{-0,058 \times 30} \rightarrow C_S = \mathbf{101,87 \text{ (mg/l)}}$$

- Calcul la charge de MES à la sortie de bassin :

$$C_{S \text{ MES}} = C_e \times e^{-Kt_{s1}} = 714,29 \times e^{-0,058 \times 30} \rightarrow C_{S \text{ MES}} = \mathbf{125,37 \text{ (mg/l)}}$$

- Calcul du rendement :

$$\eta = \frac{C_e - C_S}{C_e} = \frac{580,36 - 101,87}{580,36} = 0,82 \times 100 \rightarrow \eta = \mathbf{82,45\%}$$

IV.4.3 Deuxième lagune (Facultatif)

IV.4.3.1 Dimensionnement de bassin (Facultatif) pour l'horizon (2032):

- **Calcul le volume :**

$$V = Q_{\text{moy.j,r}} \times t_{s2} \text{ (m}^3\text{)} \rightarrow V = 0,101 \times 3600 \times 24 \times 28 \rightarrow V = 244\,339,2 \text{ (m}^3\text{)}$$

- **Calcul la surface :**

La hauteur est de 1 à 3m d'où en prend **h= 3 (m)** ,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{244\,339,2}{3} \rightarrow S = 81\,446,4 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 8,14 \text{ (ha)}$$

On prend 2 bassin ayant la même surface:

$$S_1 = \frac{S}{2} = \frac{81\,446,4}{2} = 40\,723,2 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 4,07 \text{ (ha)}$$

- **Calcul la longueur et largeur pour un seul bassin :**

On prend largeur de **l= 150 (m)** donc la longueur L sera :

$$L = \frac{S_1}{l} \rightarrow L = \frac{40\,723,2}{150} \rightarrow L = 271,49 \text{ (m)}$$

- **Calcul des charges polluantes journalière pour un seul bassin :**

$$DBO_5 = [DBO_5] \times \frac{Q_{\text{moy.j,r}}}{2} \rightarrow 0,10187 \times \frac{(0,101 \times 3600 \times 24)}{2} \rightarrow DBO_5 = 444,48 \text{ (kg/j)}$$

- **Calcule Charge spécifique (C_{SP}) pour un seul bassin :**

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{444,48}{4,07} \rightarrow C_{SP} = 109,20 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$22 < 109,20 < 111$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface pour deux bassin obtenue est acceptable.

- **Calcul la charge de DBO₅ à la sortie de bassin :**

$$C_{s,b1} = C_e \times e^{-Kt_{s2}} = 101,87 \times e^{-0,058 \times 28} \rightarrow C_{s1} = 20,07 \text{ (mg/l)}$$

- **Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :**

$$C_{s\,MES1} = C_e \times e^{-Kt_{s2}} = 125,37 \times e^{-0,058 \times 28} \rightarrow C_{s1} = 24,71 \text{ (mg/l)}$$

- **Calcul du rendement :**

Il est calculé par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{101,87 - 20,07}{101,87} \times 100 \rightarrow \eta = 80,29\%$$

- **Calcul du rendement total :**

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 20,07}{580,36} \times 100 \rightarrow \eta = 96,54\%$$

IV.4.3.2 Dimensionnement de bassin (Facultatif) pour l'horizon (2042):

- Calcul le volume :

$$V = Q_{\text{moy.j,r}} \times t_{S2} \text{ (m}^3\text{)}$$

Donc : $V = 0,032 \times 3600 \times 24 \times 28 \rightarrow V = 77\,414,4 \text{ (m}^3\text{)}$

- Calcul la surface :

La hauteur est de 1 à 3m d'où en prend $h = 3 \text{ (m)}$,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{77\,414,4}{3} \rightarrow S = 25\,804,8 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 2,58 \text{ (ha)}$$

- Calcul la longueur et largeur pour bassin :

On prend largeur de $l = 150 \text{ (m)}$ donc la longueur L sera :

$$L = \frac{S}{l} \rightarrow L = \frac{25\,804,8}{150} \rightarrow L = 172,03 \text{ (m)}$$

- Calcul des charges polluantes journalière :

$$DBO_5 = [DBO_5] \times Q_{\text{moy.j,r}}$$

$$DBO_5 = 101,87 \times 10^{-3} \times 0,032 \times 3600 \times 24 \rightarrow DBO_5 = 281,65 \text{ (kg/j)}$$

- Calcule Charge spécifique (C_{SP}) :

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{281,65}{2,58} \rightarrow C_{SP} = 109,17 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$22 < 109,17 < 111$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface de bassin obtenue est acceptable.

- Calcul la charge de DBO_5 à la sortie de bassin :

$$C_{s,b1} = C_e \times e^{-Kt_{S,2}} = 101,87 \times e^{-0,058 \times 28} \rightarrow C_{s1} = 20,07 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :

$$C_{s,MES1} = C_e \times e^{-Kt_{S2}} = 125,37 \times e^{-0,058 \times 28} \rightarrow C_{s1} = 24,71 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul du rendement :

Il est calculé par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{101,87 - 20,07}{101,87} \times 100 \rightarrow \eta = 80,29\%$$

- Calcul du rendement total :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 20,07}{580,36} \times 100 \rightarrow \eta = 96,54\%$$

IV.4.3.3 Dimensionnement de bassin (Facultatif) pour l'horizon (2052):

- Calcul le volume :

$$V = Q_{\text{moy,j,r}} \times t_{S2} \text{ (m}^3\text{)}$$

Donc : $V = 0,042 \times 3600 \times 24 \times 28 \rightarrow V = 101\,606,4 \text{ (m}^3\text{)}$

- Calcul la surface :

La hauteur est de 1 à 3m d'où en prend **h= 3 (m)** ,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{101\,606,4}{3} \rightarrow S = 33\,868,8 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 3,39 \text{ (ha)}$$

- Calcul la longueur et largeur pour bassin :

On prend largeur de **l= 120(m)** donc la longueur L sera :

$$L = \frac{S}{l} \rightarrow L = \frac{33\,868,8}{120} \rightarrow L = 282,24 \text{ (m)}$$

- Calcul des charges polluantes journalières :

$$DBO_5 = [DBO_5] \times Q_{\text{moy,j,r}}$$

A.N:

$$DBO_5 = 101,87 \times 10^{-3} \times 0,042 \times 3600 \times 24 \rightarrow DBO_5 = 369,67 \text{ (kg/j)}$$

- Calcule Charge spécifique (Cs) :

$$C_S = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_S = \frac{369,67}{3,39} \rightarrow C_S = 109,04 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$22 < 109,04 < 111$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface obtenue est acceptable.

- Calcul la charge de DBO₅ à la sortie de bassin :

$$C_{s,b1} = C_e \times e^{-Kt_{S2}} = 101,87 \times e^{-0,058 \times 28} \rightarrow C_{s1} = 20,07 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :

$$C_{s\,MES1} = C_e \times e^{-Kt_{S2}} = 125,37 \times e^{-0,058 \times 28} \rightarrow C_{s1} = 24,71 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul du rendement :

Il est calculé par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{C_e - C_S}{C_e} = \frac{101,87 - 20,07}{101,87} = 0,802 \times 100 \rightarrow \eta = 80,29\%$$

- Calcul du rendement total :

$$\eta = \frac{C_e - C_S}{C_e} = \frac{580,36 - 20,07}{580,36} \times 100 \rightarrow \eta = 96,54\%$$

IV.4.4 Tertiaire lagune (Aérobie)

IV.4.4.1 Dimensionnement de bassin (Aérobie) pour l'horizon (2032):

- **Calcul le volume :**

Nous prenons $t_{s3} = 2$ jour

$$\text{Donc : } V = Q_{\text{moy.j.r}} \times t_{s3} \text{ (m}^3\text{)} \rightarrow V = 0,101 \times 3600 \times 24 \times 2 \rightarrow V = 17\,452,8 \text{ (m}^3\text{)}$$

- **Calcul la surface :**

La hauteur est de 0,6 à 1,2m d'où en prend **h= 1,2 (m)**,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{17\,452,8}{1,2} \rightarrow S = 14\,544 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 1,45 \text{ (ha)}$$

- **Calcul la longueur et largeur de bassin :**

On prend 2 bassin longueur de **L= 150 (m)** donc la largeur l sera :

$$\rightarrow l = \frac{14\,544}{150 \times 2} \rightarrow l = 48,48 \text{ (m)} \quad l = \frac{S}{L}$$

- **Calcul des charges polluantes journalières :**

$$DBO_5 = [DBO_5] \times \frac{Q_{\text{moy.j.r}}}{2} = 0,02007 \times (0,101 \times 3600 \times 24) \rightarrow DBO_5 = 175,14 \text{ (kg/j)}$$

- **Calcule Charge spécifique (C_{SP}) pour un seul bassin :**

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{175,14}{1,45} \rightarrow C_{SP} = 120,78 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$111 < 120,78 < 222$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface pour deux bassin est acceptable.

- **Calcul la charge de DBO_5 à la sortie de bassin :**

$$C_s = C_e \times e^{-Kt_{s3}} = 20,07 \times e^{-0,058 \times 2} \rightarrow C_{s3} = 17,87 \text{ (mg/l)}$$

- **Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :**

$$C_{s\text{MES}} = C_e \times e^{-Kt_{s3}} = 24,71 \times e^{-0,058 \times 2} \rightarrow C_{s3} = 22 \text{ (mg/l)}$$

- **Calcul du rendement :**

Il est calculé par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{20,07 - 17,87}{20,07} \times 100 \rightarrow \eta = 10,96\%$$

- **Calcul du rendement total :**

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 17,87}{580,36} \times 100 \rightarrow \eta = 96,92\%$$

IV.4.4.2 Dimensionnement de bassin (Aérobie) pour l'horizon (2042):

- Calcul le volume :

$$V = Q_{\text{moy.j.r}} \times t_{s3} \quad (\text{m}^3)$$

Donc : $V = 0,032 \times 3600 \times 24 \times 2 \rightarrow V = 5\,529,6 \text{ (m}^3\text{)}$

- Calcul la surface :

La hauteur est de 0,6 à 1,2m d'où en prend **h= 1,2 (m)** ,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{5\,529,6}{1,2} \rightarrow S = 4\,608 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 0,46 \text{ (ha)}$$

- Calcul la longueur et largeur de bassin :

On prend longueur de **L= 100 (m)** donc la largeur *l* sera :

- $l = \frac{S}{L} \rightarrow l = \frac{4\,608}{100} \rightarrow l = 46,08 \text{ (m)}$

- Calcul des charges polluantes journalières :

$$DBO_5 = [DBO_5] \times \frac{Q_{\text{moy.j.r}}}{2}$$

$$DBO_5 = 20,07 \times 10^{-3} \times (0,032 \times 3600 \times 24) \rightarrow DBO_5 = 55,49 \text{ (kg/j)}$$

- Calcule Charge spécifique (C_{SP}) pour un seul bassin :

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{55,49}{0,46} \rightarrow C_{SP} = 120,63 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$111 < 120,63 < 222$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface de bassin est acceptable.

- Calcul la charge de DBO_5 à la sortie de bassin :

$$C_s = C_e \times e^{-Kt_{s3}} = 20,07 \times e^{-0,058 \times 2} \rightarrow C_{s3} = 17,87 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :

$$C_{s\text{MES}} = C_e \times e^{-Kt_{s3}} = 24,71 \times e^{-0,058 \times 2} \rightarrow C_{s3} = 22 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul du rendement :

Il est calculé par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{20,07 - 17,87}{20,07} \times 100 \rightarrow \eta = 10,96\%$$

- Calcul du rendement total :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 17,87}{580,36} \times 100 \rightarrow \eta = 96,92\%$$

IV.4.4.3 Dimensionnement de bassin (Aérobie) pour l'horizon (2052):

- Calcul le volume :

$$V = Q_{\text{moy.j.r}} \times t_{s3} \quad (\text{m}^3)$$

Donc : $V = 0,042 \times 3600 \times 24 \times 2 \rightarrow V = 3\,628,8 \text{ (m}^3\text{)}$

- Calcul la surface :

La hauteur est de 0,6 à 1,2m d'où en prend **h= 1 (m)** ,

$$S = \frac{V}{h} \rightarrow S = \frac{3\,628,8}{1} \rightarrow S = 3\,628,8 \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow S = 0,36 \text{ (ha)}$$

- Calcul la longueur et largeur de bassin :

On prend longueur de **L= 120 (m)** donc la largeur *l* sera :

$$l = \frac{S}{L} \rightarrow l = \frac{3\,628,8}{120} \rightarrow l = 30,24 \text{ (m)}$$

- Calcul des charges polluantes journalières :

$$DBO_5 = [DBO_5] \times \frac{Q_{\text{moy.j.r}}}{2}$$

$$DBO_5 = 20,07 \times 10^{-3} \times (0,042 \times 3600 \times 24) \rightarrow DBO_5 = 72,83 \text{ (kg/j)}$$

- Calcule Charge spécifique (C_{SP}) pour un seul bassin :

$$C_{SP} = \frac{DBO_5}{S} \rightarrow C_{SP} = \frac{72,83}{0,36} \rightarrow C_{SP} = 200,70 \text{ (kg/ha/j)}$$

$$111 < 200,7 < 222$$

La condition de la charge spécifique est vérifiée, alors la surface de bassin est acceptable.

- Calcul la charge de DBO_5 à la sortie de bassin :

$$C_s = C_e \times e^{-Kt_{s3}} = 20,07 \times e^{-0,058 \times 2} \rightarrow C_{s3} = 17,87 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul la charge de MES à la sortie de chaque bassin :

$$C_{s\text{MES}} = C_e \times e^{-Kt_{s3}} = 24,71 \times e^{-0,058 \times 2} \rightarrow C_{s3} = 22 \text{ (mg/l)}$$

- Calcul du rendement :

Il est calculé par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{20,07 - 17,87}{20,07} \times 100 \rightarrow \eta = 10,96\%$$

- Calcul du rendement total :

$$\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} = \frac{580,36 - 17,87}{580,36} \times 100 \rightarrow \eta = 96,92\%$$

Tableau 15: Caractéristiques du dimensionnement des bassins lagunes (anaérobies)

Caractéristiques	Unités	2032	2042	2052
$Q_{\text{moy,j,r}}$	(m ³ /s)	0,101	0,032	0,042
Nombre bassin		02	01	01
T_s de chaque bassin	Jour	30	30	30
Temps de séjour total	Jour	30	30	30
Volume de chaque bassin	(m ³)	108 396	82 944	108 864
Volume total	(m ³)	216 792	82 944	108 864
Surface de chaque bassin	(ha)	3,27	2,07	2,72
Surface total	(ha)	6,55	2,07	2,72
Profondeur des bassins	(m)	04	04	04
Longueur	(m)	272,7	172,8	226,8
Largeur	(m)	120	120	120

Tableau 16: Caractéristiques du dimensionnement des bassins lagunes (Facultatif)

Caractéristiques	Unités	2032	2042	2052
$Q_{\text{moy,j,r}}$	(m ³ /s)	0,101	0,032	0,042
Nombre bassin		02	01	01
T_s de chaque bassin	Jour	28	28	28
Temps de séjour total	Jour	28	28	28
Volume de chaque bassin	(m ³)	122 169,6	77 414,4	101 606,4
Volume total	(m ³)	244 339,2	77 414,4	101 606,4
Surface de chaque bassin	(ha)	4,07	2,58	3,39
Surface total	(ha)	8,14	2,58	3,39
Profondeur des bassins	(m)	03	03	03
Longueur	(m)	271,49	172,03	282,24
Largeur	(m)	150	150	120

Tableau 17: Caractéristiques du dimensionnement des bassins lagunes (Aérobie)

Caractéristiques	Unités	2032	2042	2052
$Q_{moy,j,r}$	(m ³ /s)	0,101	0,032	0,042
Nombre bassin		02	01	01
Temps de séjour total	Jour	2	2	2
Volume total	(m ³)	17 452,8	5 529,6	3 628,8
Surface total	(ha)	1,45	0,46	0,36
Profondeur des bassins	(m)	1,2	1,2	01
Longueur	(m)	150	100	120
Largeur	(m)	48,48	46,08	30,24

Tableau 18: Les charges et rendement de chaque bassins lagunes (anaérobies)

Caractéristiques	Unités	2032	2042	2052
Charges polluantes journalière DBO ₅	(kg/j)	2 532,23	1 604,58	2 106,01
Charge spécifique C _{SP}	(kg/ha/j)	774.38	775.16	774.26
Charge à la sortie de bassin C _s en DBO ₅	(mg/l)	101.87	101.87	101.87
Charge à la sortie de bassin C _{s1} en MES	(mg/l)	125,37	125,37	125,37
Rendement	η (%)	82,45	82,45	82,45

Tableau 19: Les charges et rendement de chaque bassins lagunes (Facultatif)

Caractéristiques	Unités	2032	2042	2052
Charges polluantes journalière DBO ₅	(kg/j)	444,48	281,65	369,67
Charge spécifique C _s	(kg/ha/j)	109,20	109.17	109,04
Charge à la sortie 1 ^{er} bassin C _{s1} en DBO ₅	(mg/l)	20,07	20,07	20,07
Charge à la sortie 2 ^{eme} bassin C _{s2} en DBO ₅	(mg/l)	20,07	20,07	20,07
Charge à la sortie 1 ^{er} bassin C _{s1} en MES	(mg/l)	24,71	24,71	24,71
Charge à la sortie 2 ^{eme} bassin C _{s2} en MES	(mg/l)	24,71	24,71	24,71
Rendement de bassin facultatif	η (%)	80,29	80,29	80,29
Rendement total	η (%)	96,54	96,54	96,54

Tableau 20: Les charges et rendement de chaque bassins lagunes (Aérobie)

Caractéristiques	Unités	2032	2042	2052
Charges polluantes journalière DBO ₅	(kg/j)	175,14	55,49	72,83
Charge spécifique C _s	(kg/ha/j)	120,78	120,63	200,70
Charge à la sortie de bassin C _s en DBO ₅	(mg/l)	17,87	17,87	17,87
Charge à la sortie 1 ^{er} bassin C _{s1} en MES	(mg/l)	22	22	22
Rendement de bassin aérobie	η (%)	10,96	10,96	10,96
Rendement total	η (%)	96,92	96,92	96,92

IV.4.5 Dignes des lagunes tertiaires :

Il est essentiel de protéger les digues des lagunes contre les effets du vent, qui peuvent entraîner des phénomènes d'érosion significatifs causés par les vagues.

La hauteur des vagues dans le bassin de lagunage est déterminée en utilisant la formule suivante :

$$H_v = 0,00086 \times V^{1,1} \times F^{0,45}$$

Où :

- ❖ H_v : Hauteur des vagues (m).
- ❖ V : Vitesse du vent maximale (m/s), $V = 26,5$ (m/s).
- ❖ F : Distance maximale d'eau libre (m).

Une hauteur de réserve, est établie à une valeur de 15 cm. En conséquence la crête de la digue doit être surélevée par rapport au plan d'eau des lagunes avec une distance D, est donné par la relation suivante :

- Pour des bassins anaérobie et facultatif : $F = 273$ (m).

$$H_v = 0,00086 \times 26,5^{1,1} \times 273^{0,45} \rightarrow H_v = 0,39$$
 (m).

$$D = H_v + H_r \rightarrow D = 0,39 + 0,15 \rightarrow H_v = 0,54$$
 (m).

- Pour des bassins aérobie $F = 150$ (m).

$$H_v = 0,00086 \times 26,5^{1,1} \times 150^{0,45} \rightarrow H_v = 0,30$$
 (m).

$$D = H_v + H_r \rightarrow D = 0,30 + 0,15 \rightarrow H_v = 0,45$$
 (m).

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé les dimensions des différentes installations de la station d'épuration de la commune de Metlili, à chaque étape du traitement (Prétraitement, Traitement secondaire).

Ainsi que la destination de l'eau produite par la station de désinfection. Nous avons étudié comment les eaux sont évacuées vers la zone d'exclusion. Grâce aux résultats obtenus, nous pouvons obtenir les éléments suivants :

- Les eaux usées sont traitées conformément aux normes d'assainissement, car l'efficacité de l'usine atteint **96,92(%)** et la charge admissible doit être inférieure à **30 mg/l**. Et avec ces bassins on obtient la charge égale à **17,87 mg/l**.
- Le processus choisi consiste à utiliser un lac naturel de la taille de Future Horizons (2032, 2042, 2052). Ce lac est divisé en trois étapes : aérobie, anaérobie et facultative.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le projet de traitement des eaux usées dans la zone de la commune de Metlili située dans le gouvernorat de Ghardaïa vise à préserver les ressources en eaux souterraines, tout en traitant ces eaux usées polluées pour une utilisation en irrigation agricole.

Le plan d'assainissement prévoit la mise en place d'une station d'épuration qui sera chargée de collecter les eaux usées des communes environnantes. Cette eau sera ensuite traitée par l'usine selon le procédé du lac.

Notre formation nous a permis d'acquérir des connaissances sur la méthode de traitement de l'eau des bassins aérobie et anaérobie, à travers des expériences et des analyses. En conséquence, nous avons obtenu les résultats suivants :

- ✓ La superficie totale de la station pour l'horizon (2052) est **S= 27,72 hectares**.
- ✓ Nous avons trouvé le taux de rendement $\eta = 96,92(\%)$ qui nous permet de traiter les eaux usées et de utilisé pour l'eau l'irrigation.
- ✓ Nous avons obtenu la pente du canal **I= 0,0025**, Une longueur de **L=9,85km** du point de rejet à la station.

Enfin. La construction d'une station d'épuration dans la commune de Metlili, aura plusieurs avantages dont l'amélioration des conditions de vie de la population en éliminant les risques sanitaires liés à cette eau.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A**,(2004). Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS_ P05
- [2] « Dictionnaire de l'environnement », Dictionnaire Environnement, 2010. https://www.dictionnaire-environnement.com/eau_usee_non_traitee_ID5307.html (consulté le juin 14, 2020).
- [3] **Bureau de étude BENINAL**,2003 ,Etude d'une station d'épuration des eaux usees par procède de lagunage de la ville METLILI, Bouira.
- [4] **LAKHDARI.B**, (2011), « Effet de la coagulation floculation sur la qualité des eauxépurées de la STEP de Ain AL HOUTZ », mémoire de Magister en Chimie Inorganique etEnvironnement Université de Tlemcen.
- [5] **Toubal**, pdf , Cours Qualité et traitement des eaux, MASTER 01, Eau Environnement Université Chlef p2
- [6] **Arbi S. Kralfa A**, 2013 « Etude et suivi des effluents liquides dans l'unité de traitement du complexe GL1/Z ».Université Des Sciences et de la Technologie d'Oran. 100p.
- [7] **METAHRI M.S.**2012.Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas du step de la ville de tizi-ouzou, thèse de doctorat, université mouloud mammeri, tizi-ouzou,172p.
- [8] **GAAMOUNE S**, 2010 , LE ROLE DES BIOFILMS D'ALGUES DANS LES TRAITEMENTS BIOLOGIQUES DES EAUX , Memoir Magister , UNIVERSITE FARHAT ABBAS –SETIF- , p11.
- [9] « Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires.* - CPEPESC - Commission de Protection des Eaux », CPEPESC, 2017. <https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html> (consulté le juin 14, 2020).
- [10] **BENMOUSSA**, 2018, Polycopié, Chimie des eaux, Ce cours est destigné aux étudiants de Master 1 Génie des Procédés de l'environnement.
- [11] **BOUTELLI**, 2023 Cours : Procédés de traitement des eaux naturelles (dégrillage et aération), cours d'épuration résumé, Université Ghardaïa.

- [12] **SAFA M et LEKHAL S.** 2019. Evaluations des performances des traitements des eaux usées (cas de la STEP de TIARET), Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Sciences Agronomiques ; Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, p22.
- [13] **BAKIRI.Z,** 2007, Traitement Des Eaux Usees Par Des Procèdes Biologiques Classiques : Expérimentation Et Modélisation, Mémoire Magister, UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF UFAS (ALGERIE), p20.
- [14] **TABET Mouna,** 2015, Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration, thèse de doctorat, UNIVERSITE 8 MAI 1945-GUELMA, p4-5-3.
- [15] **BOUMEDIENE M .**2013. Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la step Ain el houtz, Mémoire fin d'étude pour obtenir de diplôme de licence en Hydraulique, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID.
- [16] **Labbaci et Boumenkar ,** 2018 , Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP de la Wilaya de SKIKDA , MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES, UNIVERSITÉ Badji Mokhtar Annaba, p4-5.
- [17] **BOUANANE et BOULHART.** 2020 Etude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de Sidi Merouane (Mila) ; Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme de MASTER p-22-33.
- [18] **BAHAZ.H,** 2013, « La cartographie piézométrique et hydro chimique de la nappe phréatique de la Vallée de Metlili ». Mémoire licence. Univ. Ghardaïa.
- [19] **GRAHAM Carl.**2011 .BIODÉGRADABILITÉ DE LA MATIÈRE ORGANIQUE « NON BIODÉGRADABLE » DES EAUX USÉES. MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES (GÉNIE CIVIL). P 5
- [20] **F.virloget,** 2002, chapitre08, pretraitement « cirsee engees traitement des eaux uses urbaines» P 171.
- [21] **DAHOU Fadila** 2014, Etude des sols alluvionnaires de Oued Metlili, ,MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat, UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

- [22] **BOUSSAHOUA Nouredine** ; 2015 VALORISATION DES EAUX USEES EPUREES EN AGRICULTURE ; Mémoire de Projet de fin d'études.
- [23] PDF Y.Libes, 2010, Les eaux usées et leur épuration ; 1-17 p.
- [24] 'Météorologique', 2022, Wilaya de Ghardaïa.
- [25] **AIOUNI. L** ; Conception d'une station d'épuration pour la ville de BOUIRA ; Mémoire de fin d'étude ; 2006.
- [26] **DEHBI FATIMA ZOHRA**.2015. Etude comparative des performances d'un lit bactérien à garnissage en pouzzolane de Beni Saf et d'un lit bactérien à garnissage plastique, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Master en Hydraulique, Université Abou bekr belkaid, Tlemcen.197p.
- [27] **Hatem Dhaouadi**, 2008, Traitement des Eaux Usées Urbaines, les procédés biologique d'épuration, Université Virtuelle de Tunis.
- [28] **CHADOU LI M et BELABBAS M**. 2017.Etude du fonctionnement de la digestion d'une station d'épuration des eaux usées urbaine : Cas de la STEP de Baraki (W. Alger) ; Mémoire De fin d'Etude Pour l'Obtention Du Diplôme Master en Hydraulique, université Saad Dahlab, Blida, P 7iologique d'épuration 2008 » Université Virtuelle de Tunis p 15-20.
- [29] **BAKIRI.Z**, 2007, Traitement Des Eaux Usees Par Des Procedes Biologiques Classiques : Expérimentation Et Modélisation, Mémoire Magister, UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF UFAS (ALGERIE), p46.
- [30] **BEDIA Sidi Mohammed**. 2012. Etude technico-économique de l'extension de la station d'épuration de la ville de Hassi R'mel par rapport à la conception d'une nouvelle station en tenant compte du taux démographique de la zone, MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'étude pour l'obtention du diplôme : Master en Hydraulique, UNIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID DE TLEMCEM. P 26
- [31] 'Aéroport de Ghardaïa' ,2022 .
- [32] **Dr.Hafsi**, 2021, Cours, traitement et épuration des eaux, Chapitre II: Partie 2 épuration des eaux, Université Ghardaïa
- [33] 'Algérienne Des Eaux ci-joint Metlili' 2023.

[34] **MERAH Abdelkader**, 2019, ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU DES PUITTS DE LA REGION EL HASSIANE (W. Mostaganem), Master en biologie, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

[35] **ALOUANE N et BOUCHIFAT M** .2017, Gestion des sous produits de l'épuration des eaux usées urbaines de la station d'épuration de la ville de Bouira, Memoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplome master, UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA.

Annexe

Annexe 01: Année, Débit mobilisé (l/s) , Débit exploité (l/s) (ADE)(METLILI)

Actualisation Du Plan National De L'eau
Volet Ressource en Eau Souterraine
Mission 1 - Collecte Des Données

N°	Nom Forage	Coord.Lambert			REALISATION / LIVRAISON OUVRAGE				EXPLOITATION OUVRAGE	
		X	Y	Z	Année	Nappe Aquifère	Débit mobilisé (l/s)	Débit exploité (l/s)	Communes bénéficiaire	Gestionnaire
64	AEP METLILI (zone)	03 39 19	32 18 14	567	1983	Albien	41	19	Metlili	ADE
65	METLILI N°2 (hadika)	03 36 13	32 17 29	525	1957	Albien	25	11	Metlili	ADE
66	TIMEKRAT	03 36 45	32 15 59	506	1993	Albien	46	28	Metlili	ADE
67	OUED NOUMERAT	03 47 33	32 22 04	451	1988	Albien	31	28	Metlili	ADE
68	ZERAIB METLILI	03 38 21	32 17 46	578	1992	Albien	27	25	Metlili	ADE
69	SIDI KADOUR (oba)	03 38 15	32 15 05	489	1983	Albien	28	22	Metlili	ADE
70	METLILI N°8 Maguicoum	03 33 03	32 18 43	538	1982	Albien	31	25	Metlili	ADE
71	GUEMGUUMA N°10	03 35 38	32 17 51	529	1989	Albien	29	28	Metlili	ADE
72	METLILI N°1 Sonareg	03 37 44	32 15 31	496	1960	Albien	36	22	Metlili	ADE
73	METLILI N°5 Dakhlia	03 37 48	32 15 45	583	1977	Albien	32	22	Metlili	ADE
74	LAADADJA	03 33 43	32 17 50	529	1987	Albien	29	20	Metlili	ADE
75	METLILI N°3 Ahmedet A...	03 37 14	32 16 16	495	1960	Albien	41	22	Metlili	ADE
76	METLILI N°9 Sonani	03 36 19	32 16 47	517	1984	Albien	25	11	Metlili	ADE
77	GUEMGUUMA	/	/	/	/	Albien	24	22	Metlili	ADE
78	SOUAREG (GAUTAA)	03 38 35	32 15 50	482	1993	Albien	25	27	Metlili	ADE
79	S. CHEIKH	03 36 47	32 14 38	510	1996	Albien	41	19	Metlili	ADE
80	NOUMERAT 02	03 48 13	32 22 03	445	2008	Albien	33	20	Metlili	ADE
81	CHAAB LAARIG	03 34 00	32 17 00	579	2010	Albien	33	25	Metlili	ADE
82	Hadaba	03 33 52	32 17 16	578	2009	Albien	30	22	Metlili	ADE
83	Draa	03 46 23	32 21 22	466	2012	Albien	30	20	Metlili	ADE
84	Mrijon	/	/	/	2012	Albien	18	22	Metlili	ADE

Annexe 02: Profondeur (m) (ADE)(METLILI)

de la Wilaya de Ghardaia

INVENTAIRE DES FORAGES 2013

N°	DAIRA	COMMUNE	EXPL. DI. TANT GESTI. ONNAI RE	Nom du Forage	NAPPE	Coordonnées			Tota Prof (m)	Mar (m)	PROFO caractéristiques des forages											
						X	Y	Z			PROFO (m)	Profondeur (m)	débit mob (l/s)	Niveau statique (m)	diap. excentré (m)	cote charge (pompe) (MNGA)	date mise en service	dispositif captat	CURE ANUELL E DE FOSPA GE (m)	VOLUME ANNUELLE PRELEVÉE EN (m³)	UTILIS ATION DES EAUX (AEP AEP IRR)	QUALITE DES EAUX
1	Metlili	Metlili	AUTRE	OUED METLILI 01	ALBIENNE	03 48 53	32 15 07	418	300	490	13 300	490	35	30	1968	Non	4380	473040	IRR	BONNE	EXPLOITE	
2	Metlili	Metlili	AUTRE	OUED METLILI 02	ALBIENNE	03 49 33	32 15 10	419	300	490	13 300	490	35	30	1993	Non	4380	473040	IRR	BONNE	EXPLOITE	
3	Metlili	Metlili		DAKHLA 01	ALBIENNE	03 37 44	32 15 31	496	300	500	13 300	407			1949	Non	0		AEP		EN ARRÉT	
4	Metlili	Metlili	E P E	DAKHLA 02	ALBIENNE	03 37 44	32 15 31	496	300	500	13 300	500	35	29	1960	Non	7300	762120	AEP	BONNE	EXPLOITE	
5	Metlili	Metlili	E P E	DAKHLA stade	ALBIENNE	03 37 48	32 15 45	583	300	450	13 300	500	35	20	1977	Non	7300	525600	AEP	BONNE	EXPLOITE	
6	Metlili	Metlili	E P E	SOUANI 08	ALBIENNE	03 36 10	32 16 47	517	300	500	13 300	450	45	11	1984	Non	7300	289080	AEP	BONNE	EXPLOITE	
7	Metlili	Metlili	E P E	TIMAKRAT	ALBIENNE	03 36 45	32 15 59	506	300	450	13 300	500	35	87 10	33	1993	Non	7300	867240	AEP	BONNE	EXPLOITE
8	Metlili	Metlili	E P E	LAADJADJA	ALBIENNE	03 33 43	32 17 50	529	300	500	13 300	450	45	21	1987	Non	7300	551880	AEP	BONNE	EXPLOITE	
9	Metlili	Metlili	E P E	MQUISSEM	ALBIENNE	03 33 03	32 18 43	538	300	500	13 300	500	35	22	1982	Non	2920	231294	AEP	BONNE	EXPLOITE	
0	Metlili	Metlili	E P E	CHABET GFOUL SOLIA	ALBIENNE	03 38 15	32 15 05	489	300	407	13 300	500	35	26	1983	Non	7300	663280	AEP	BONNE	EXPLOITE	
1	Metlili	Metlili	AUTRE	TIMDEKSSINE 01	ALBIENNE	03 32 18	32 19 54	541	300	450	13 300	500	35	25	1993	Non	2180	197100	IRR	BONNE	EXPLOITE	
2	Metlili	Metlili		HOUISSI GUEMGOLMA	ALBIENNE	03 35 27	32 17 57	520	300	450	13 300	407			1958	Non	0		AEP		EN ARRÉT	
3	Metlili	Metlili	E P E	HOUISSI GUEMGOLMA	ALBIENNE	03 35 36	32 17 51	529	300	407	13 300	450	45	21	1989	Non	7300	551880	AEP	BONNE	EXPLOITE	
4	Metlili	Metlili	E P E	ZONE IND METLILI	ALBIENNE	03 39 19	32 18 14	567	300	480	13 300	450	35	23	1983	Non	7300	604440	AEP	BONNE	EXPLOITE	
5	Metlili	Metlili	E P E	CHABET AHMED	ALBIENNE	03 37 14	32 16 16	495	300	500	13 300	407	35	29	1960	Non	7300	762120	AEP	BONNE	EXPLOITE	
6	Metlili	Metlili	E P E	CHABET SIDI CHEIKH	ALBIENNE	03 36 47	32 14 38	510	300	490	13 300	480	35	29	1966	Non	7300	762120	AEP	BONNE	EXPLOITE	
7	Metlili	Metlili	E P F	ZRAIB	ALBIENNE	03 38 21	32 17 46	578	300	400	13 300	500	35	19	1992	Non	7300	499320	AEP	BONNE	EXPLOITE	
8	Metlili	Metlili	E P E	GOUTAA	ALBIENNE	03 38 35	32 15 50	482	300	500	13 300	490	35	18	1993	Non	7300	473040	AEP	BONNE	EXPLOITE	
9	Metlili	Metlili	E P E	HADIKA	ALBIENNE	03 36 13	32 17 29	525	300	400	13 300	400	35	11	1957	Non	7300	289080	AEP	BONNE	EXPLOITE	
0	Metlili	Metlili	E P E	MOUDJAHIDINNE	ALBIENNE	03 47 33	32 22 04	451	300	512	13 300	512	35	17	1988	Non	3650	223380	AEP	BONNE	EXPLOITE	
1	Metlili	Metlili	AUTRE	NOUM CONCES 01	ALBIENNE	03 48 49	32 21 17	429	300	505m	13 300	505	45	21 95	35	1998	Non	7300	919800	IRR	BONNE	EXPLOITE
2	Metlili	Metlili	AUTRE	NOUM CONCES 02	ALBIENNE	03 48 01	32 20 27	443	300	490m	13 300	490	45	15	35	2000	Non	7300	919800	IRR	BONNE	EXPLOITE

Annexe 03: Forages et Réservoir(ADE)(METLILI)

Ouvrages de stockage

Communes	HABITANTS	agglom.	Nom_ouvrage	Type_ouvrage	Coordonnées géo		Année de mise en service	usages	Capacité_ouvrage (m³)	Existe_debitm-etre (Oui/Non)	Etat_ouvrage	Gest_ouvrage	
					coordX_ouvrage (m)	coordY_ouvrage (m)							
DAIA	14.557	13518	Boubrik	semi enterré	3°36'52.74"E	32°21'58.80"N	1999	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			OM IDARI	semi enterré	3°36'31.65"E	32°23'53.47"N	1999	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			Chaabat Alan	semi enterré rond	3°35'53.08"E	32°23'52.30"N	1993	AEF	500	/	/	/	/
			Chaaba Hamra	semi enterré	3°35'52.39"E	32°23'53.31"N	1963	AEF	800	/	/	/	/
SOUS TOTAL 08									9 000,00				
METLILI	50.539	49607	ZONE DACTIVITE	semi enterré	3°39'26.17"E	32°18'15.54"N	1983	AEF	750	Oui	Bon	ADE	
			METLILIN°2 (hadika)	semi enterré	3°36'13.27"E	32°17'29.28"N	1957	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			Halka 2	semi enterré	3°36'20.69"E	32°17'30.59"N	2006	AEF	300	Oui	Bon	ADE	
			TIMKRAJ	semi enterré	3°36'55.20"E	32°15'54.26"N	1992	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			ZERAI METLILI	semi enterré	3°37'26.47"E	32°17'15.30"N	1992	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			SIDI KADOUR (chaabat krgoal)	semi enterré	3°38'13.27"E	32°15'2.64"N	1986	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			METLILIN°9 (chaabat sooum)	semi enterré	3°36'10.16"E	32°16'45.89"N	1983	AEF	750	Oui	Bon	ADE	
			GUEMGOUMA (houak)	semi enterré	3°35'31.89"E	32°17'54.38"N	1986	AEF	750	Oui	Bon	ADE	
			METLILIN°1 SOURREG (PARC)	semi enterré	3°37'47.62"E	32°15'31.85"N	1949	AEF	1200	Non	Bon	ADE	
			METLILIN°5 dakha (saou)	semi enterré	3°37'49.52"E	32°15'47.86"N	1977	AEF	1000	Oui	Bon	ADE	
			LAADADA	semi enterré	3°33'39.75"E	32°17'49.43"N	1987	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			METLILIN°3 (chaab Ahmed)	semi enterré	3°37'14.36"E	32°16'13.42"N	1967	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
			MELIKEM	semi enterré	3°33'2.22"E	32°13'38.36"N	1983	AEF	750	Oui	Bon	ADE	
			GUEMGOUMA N°10	semi enterré	3°34'25.29"E	32°18'20.06"N	1992	AEF	1500	Oui	Bon	ADE	
SOUAREG	semi enterré	3°38'41.29"E	32°18'45.42"N	1983	AEF	1500	Oui	Bon	ADE				
S. CHEIKH	semi enterré	3°36'47.48"E	32°14'40.09"N	2002	AEF	750	Oui	Bon	ADE				
Chaab Laou	semi enterré	3°34'51.52"E	32°15'42.50"N	2014	AEF	1500	Oui	Bon	ADE				
HADABA	Château d'eau	3°38'0.14"E	32°17'48.26"N	2017	AEF	500	Oui	Bon	ADE				
METLILIN NOUVELLE	semi enterré	3°47'0.14"E	32°17'16.05"N	1989	AEF	750	Oui	Bon	ADE				
SOUS TOTAL 05								20 350,00					
SEBSEB	3.382	3863	HAY EL BACH	semi enterré	3°35'55.38"E	32°15'55.09"N	1992	MXTE	1500	Oui	Moyen	ADE	
			(SEBSEB EL ANKOUR)	semi enterré	3°35'30.14"E	32°15'45.23"N	2007	AEF	750	Oui	Bon	ADE	
			CHAAB EL ANKOUR	semi enterré	3°34'59.04"E	32°15'49.52"N	1987	AEF	400	Oui	Bon	ADE	
			(SEBSEB EL ANKOUR)	semi enterré	3°35'28.22"E	32°15'42.86"N	1982	AEF	300	Oui	Bon	ADE	
SOUS TOTAL 10							4 450,00						
MEHEA	46.581	42390	Meris N°2 (Kaf 2)	semi enterré	3°25'30.40"E	30°35'49.02"N	/	AEF	2000	Oui	Bon	ADE	
			Dadhane	château d'eau	3°25'27.07"E	30°34'45.50"N	/	AEF	300	Oui	Bon	ADE	
			Zone Industrielle	Château d'eau	3°25'49.40"E	30°36'17.67"N	/	AEF	500	Non	Bon	ADE	
			Meris (Kaf 1)	Réservoir	3°25'54.02"E	30°35'37.80"N	/	AEF	7000	Non	Bon	ADE	
SOUS TOTAL 11							5 600,00						
HASSI EL GARA	21.168	17807	TAGHIT	Réservoir	2°55'26.97"E	30°34'44.74"N	/	AEF	1000	Non	Dégradé	APC	
			El Bour Sakket	château d'eau	2°52'31.50"E	30°33'17.82"N	/	AEF	500	Non	Dégradé	APC	
SOUS TOTAL 12							1 500,00						
HASSI EL FHEL	4.733	3651	HASSI EL FHEL	semi enterré	3°40'31.87"E	31°39'38.08"N	/	AEF	1500	/	/	APC	
			HASSI EL FHEL	château d'eau	3°40'08.00"E	31°39'10.00"N	/	AEF	1500	/	/	APC	
SOUS TOTAL 13								950,00					
TOTAL								119 560,00					

Annexe 04: Volume distribution en 2022 1°TRIM (ADE)(METLILI)

ETAT RECAP DE LA FACTURATION EAU
 PERIODE: 1° TRIM 2022
 CONCERNANT L'EXERCICE 2022 ET SES ANTERIEURS
 CENTRE: METLILI

Cycle	Catégorie	ABONNES CERPES	ABONNES FACTURES	Nombre Factrs	VOLUMES (m³)	MONTANT EAU	PFA E A U	TOTAL EAU Hors Taxe	R.E.E	R.O.E	R.D.G	T.V.A eau	T.V.A PFA	AFF (T.Postal)	ASS	PFA ASS	T.V.A ASS	T O T A L T.T.C
■ Exer/Dans Cycle																		
2022/P1	01 Ménages	10 894	10 791	10 791	366 513	5 557 549.85	2 589 640.00	8 147 369.85	111 154.38	111 154.38	1 099 539.00	500 194.40	233 085.00	0.00	1 981 629.93	638 888.00	235 848.00	13 058 875.54
2022/P1	02 ADMIN...	299	299	299	125 251	3 995 506.90	134 550.00	4 130 056.90	79 910.27	79 910.27	375 753.00	359 595.76	12 109.50	0.00	459 782.40	6 480.00	41 963.69	5 545 561.79
2022/P1	03 Commerces	52	52	52	3 026	96 529.40	23 400.00	119 929.40	1 930.60	1 930.60	6 078.00	8 687.64	2 106.00	0.00	7 671.30	8 400.00	1 446.42	184 668.49
2022/P1	04 Industrielle	8	8	8	2 805	105 748.50	36 000.00	141 748.50	2 114.94	2 114.94	6 415.00	9 517.35	3 240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022/P1	05 V/En Gros	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2022/P1	06 Agricole	2 427	2 427	2 427	652 524	2 162 244.40	582 480.00	2 744 724.40	43 244.87	43 244.87	0.00	194 602.02	52 423.20	0.00	3 519.60	1 020.00	408.58	3 083 187.54
2022/P1	07 E/Citerne	0	0	1	400	37 200.00	0.00	37 200.00	0.00	0.00	0.00	3 348.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49 585.00
S/Total		13 680	13 577	13 578	1 150 519	11 954 779.05	3 366 270.00	15 321 049.05	238 355.08	238 355.08	1 492 785.00	1 075 945.17	302 964.30	0.00	2 486 652.63	657 660.00	282 990.37	22 044 756.69
■ Exercice/Total.																		
-----		0	0	13 578	1 150 519	11 954 779.05	3 366 270.00	15 321 049.05	238 355.08	238 355.08	1 492 785.00	1 075 945.17	302 964.30	0.00	2 486 652.63	657 660.00	282 990.37	22 044 756.69
■ Hors Exer/Total																		
-----		0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
■ Exercice/Total																		
-----		0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Annexe 05: Volume distribution en 2022 2°TRIM (ADE)(METLILI)

D.E /UNITE:GHARDAIA
CENTRE:METLILI

ETAT RECAP DE LA FACTURATION EAU
PERIODE: 2° TRIM 2022
CONCERNANT L'EXERCICE 2022 ET SES ANTERIEURS
CENTRE:METLILI

Catégorie	ABONNES GERES	ABONNES FACTURES	Nombre Factrs	VOLUME (m3)	MONTANT EAU	RFA E A U	TOTAL EAU Hors Taxe	R.E.E	R.O.E	R.O.G	T.V.A eau	T.V.A RFA	APF (T.Postal)	ASS	RFA ASS	T.V.A ASS	TOTAL T.T.C
Cycle																	
1 Ménages	10 943	10 862	10 862	384 745	5 890 136.35	2 606 880.00	8 497 016.35	117 806.44	117 806.44	1 154 235.00	530 129.45	234 619.20	0.00	2 181 532.34	642 240.00	246 942.54	13 642 327.76
2 ADMIN....	305	305	305	142 264	4 536 307.60	137 250.00	4 673 557.60	90 726.15	90 726.15	426 612.00	408 267.80	12 352.50	0.00	891 221.50	6 480.00	44 793.19	6 244 736.89
3 Commerces	54	54	54	6 134	195 674.60	24 300.00	219 974.60	3 913.52	3 913.52	18 402.00	17 610.75	2 187.00	0.00	68 456.85	3 000.00	6 431.12	343 889.36
4 Industrie	8	8	8	3 150	118 755.00	36 000.00	154 755.00	2 375.10	2 375.10	9 450.00	10 687.95	3 240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 W/En Gros	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 Agricole	2 427	2 427	2 427	733 116	2 439 891.00	582 480.00	3 022 371.00	48 797.99	48 797.99	0.00	219 530.20	52 423.20	0.00	4 731.30	1 020.00	517.61	3 388 248.29
7 E/Citerne	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13 757	13 656	13 656	1 269 349	13 180 764.55	3 386 910.00	16 567 674.55	263 619.20	263 619.20	1 688 699.00	1 186 286.15	384 821.90	0.00	2 669 284.34	661 140.00	299 734.88	23 824 798.42
Cycle																	
Ménages	0	0	1	1	5.88	240.00	245.88	0.12	0.12	3.00	0.52	21.60	0.00	2.10	60.00	5.59	338.85
	0	0	1	1	5.88	240.00	245.88	0.12	0.12	3.00	0.52	21.60	0.00	2.10	60.00	5.59	338.85
																	23 825 137.27

Annexe 06: Volume distribution en 2022 3°TRIM (ADE)(METLILI)

ETAT RECAP DE LA FACTURATION EAU
PERIODE: 3° TRIM 2022
CONCERNANT L'EXERCICE 2022 ET SES ANTERIEURS
CENTRE:METLILI

Catégorie	ABONNES GERES	ABONNES FACTURES	Nombre Factrs	VOLUME (m3)	MONTANT EAU	RFA E A U	TOTAL EAU Hors Taxe	R.E.E	R.O.E	R.O.G	T.V.A eau	T.V.A RFA	APF (T.Postal)	ASS	RFA ASS	T.V.A ASS	TOTAL T.T.C
Cycle																	
1 Ménages	11 082	11 028	11 028	431 644	7 159 593.35	2 646 960.00	9 806 513.35	143 193.91	143 193.91	291 800.00	644 380.33	238 226.40	0.00	2 539 759.33	651 960.00	287 257.68	15 749 416.91
2 ADMIN....	306	306	306	154 296	4 922 042.40	137 700.00	5 059 742.40	99 440.88	99 440.88	462 888.00	442 883.91	12 383.00	0.00	521 447.85	6 480.00	47 513.52	6 750 330.44
3 Commerces	55	55	55	3 070	97 933.00	24 750.00	122 683.00	1 958.67	1 958.67	6 810.00	8 813.94	2 227.50	0.00	33 622.05	3 060.00	3 301.39	186 835.24
4 Industrie	6	6	6	2 267	85 465.90	27 000.00	112 465.90	1 709.31	1 709.31	6 800.00	7 691.49	2 430.00	0.00	3 931.20	4 200.00	731.81	141 670.46
5 W/En Gros	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 Agricole	2 427	2 427	2 427	784 182	2 605 717.60	582 480.00	3 188 197.60	52 114.51	52 114.51	0.00	124 514.51	52 423.20	0.00	4 118.10	1 020.00	462.42	3 584 964.85
7 E/Citerne	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13 876	13 822	13 823	1 375 459	14 870 712.25	3 418 990.00	18 289 602.25	297 417.28	297 417.28	1 773 800.00	1 338 384.64	307 700.10	0.00	3 102 878.53	666 720.00	339 266.82	26 413 217.90
Cycle																	
Ménages	0	0	2	10	58.00	480.00	538.00	1.16	1.16	30.00	5.22	43.20	0.00	21.00	120.00	12.69	772.43
Ménages	0	0	1	10	58.00	240.00	298.00	1.16	1.16	30.00	5.22	21.60	0.00	21.00	60.00	7.29	445.43
	0	0	3	20	116.00	720.00	836.00	2.32	2.32	60.00	10.44	64.80	0.00	42.00	180.00	19.98	1 217.86
	0	0	13 826	1 375 479	14 870 828.25	3 419 610.00	18 290 438.25	297 419.60	297 419.60	1 773 891.00	1 338 395.08	307 764.90	0.00	3 102 920.53	666 900.00	339 286.80	26 414 435.76

Annexe 07: Volume distribution en 2022 4°TRIM (ADE)(METLILI)

CONCERNANT L'EXERCICE 2022 ET SES ANTERIEURS
CENTRE: METLILI

Categorie	ABONNES GENES	ABONNES FACTURES	Nombre Factes	VOLUME (m3)	MONTANT EAU	RFA E A U	TOTAL EAU Hors Taxe	R.E.E	R.Q.E	R.D.G	T.V.A eau	T.V.A RFA	AFF (T.Postal)	ASS	RFA ASS	T.V.A ASS	TOTAL T.T.C
Menages	11 184	11 080	11 080	422 837	6 954 471.15	2 459 200.00	9 613 671.15	139 092.20	139 092.20	1 268 511.00	625 921.96	239 328.00	0.00	2 477 652.81	654 600.00	281 908.86	15 439 818.18
ADMINS....	306	306	306	250 414	4 798 206.60	137 700.00	4 935 906.60	95 964.21	95 964.21	451 242.00	431 838.78	12 353.00	0.00	486 035.55	6 360.00	44 315.67	6 560 020.02
Commerces	55	55	55	3 371	107 534.90	24 750.00	132 284.90	2 150.69	2 150.69	10 113.00	9 678.14	2 227.50	0.00	36 336.30	3 960.00	3 545.70	201 546.92
Industrie	7	7	7	2 585	97 454.50	31 500.00	128 954.50	1 949.08	1 949.08	7 755.00	8 770.91	2 835.00	0.00	4 408.95	6 700.00	963.81	163 886.33
V/Eu Gros	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agricole	2 427	2 427	2 427	739 015	2 457 434.00	582 400.00	3 039 914.00	49 148.57	49 148.57	0.00	221 169.12	52 423.20	0.00	4 552.80	1 020.00	501.56	3 417 877.82
Clientele	0	0	1	40	3 720.00	0.00	3 720.00	0.00	0.00	0.00	334.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4 054.80
	13 979	13 875	13 876	1 318 262	14 418 821.15	3 435 630.00	17 854 451.15	288 304.75	288 304.75	1 737 621.00	1 297 713.71	309 206.70	0.00	3 009 026.41	671 340.00	331 235.60	25 787 204.07
	0	0	13 876	1 318 262	14 418 821.15	3 435 630.00	17 854 451.15	288 304.75	288 304.75	1 737 621.00	1 297 713.71	309 206.70	0.00	3 009 026.41	671 340.00	331 235.60	25 787 204.07
	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Annexe 08: Le nombre d'habitant en 2008

الجدول الإجمالي للبلدية
TABLEAU RECAPITULATIF COMMUNAL

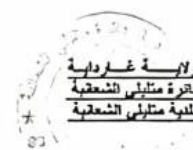
I - HABITAT					
التصنيفات CATEGORIES	البناءات Constructions	الساكنات LOGEMENTS			المجموع Total Logements
		تشييد Habitas	الساكنة Inhabitas	تحت استعمال شهر Usage Prof.	
تجمع سكني قري Rural	030118	005738	02386	00035	008159
تجمع سكني حضر Urban	01659	000160	00923	00000	001083
سكنية عامة Publique	40334	000031	00250	00000	000281
المجموع TOTAL	110111	005929	03559	00035	009523

II - POPULATION				
التصنيفات CATEGORIES	الذكور Mâles	السكان POPULATION		المجموع Total (M + F)
		الذكور Mâles	الإناث Femelles	
تجمع سكني قري Rural	005835	019896	019704	39 600
تجمع سكني حضر Urban	000162	000442	000372	814
سكنية عامة Publique	40334	000096	000057	000153
سكن Rural	00003	000222	000194	000416
سكن حضر & Publique				
سكن عامة & Publique				
المجموع TOTAL	6098	20656	20327	40983

METLILI le 2008
Communal (Signature et cachet de l'APC)

Annexe 09: Le nombre d'habitant en 2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



الحصيلة النهائية للإحصاء السادس للسكان والإسكان

المناطق COMMUN E	البنيات CONSTRUCTIONS	TOTAL RESECE المجموع المصحي							Population Resedants			ملاحظات	
		السكان LOGEMENTS				الأسر MENAGES			السكان				
		مسكونة HABITES	غير مسكونة INAHBITES	استعمال مهن A USAGE	المجموع TOTAL	حاضرة Presentes	غاية Absents	المجموع TOTAL	ذكور Masculin	إناث Feminin	المجموع TOTAL		
47	001	246	40	176	0	216	40	0	40	60	30	90	
47	002	270	115	140	0	259	113	9	122	242	244	486	
47	003	326	121	89	0	210	121	0	121	293	285	578	
47	004	173	114	69	0	183	114	0	114	253	246	499	
47	005	238	99	136	2	237	102	5	107	229	211	440	
47	006	511	99	404	0	503	99	0	99	273	241	514	
47	007	443	167	320	0	487	171	26	197	456	441	897	
47	008	478	95	386	0	481	95	0	95	262	338	600	
47	009	596	126	445	0	571	126	0	126	325	317	642	
47	010	233	96	129	0	225	83	31	114	191	207	398	
47	011	239	112	45	2	159	149	35	182	440	413	853	
47	012	224	168	55	0	223	123	45	168	326	292	618	
47	013	303	67	233	0	300	67	0	67	150	137	287	
47	014	220	196	4	0	200	196	0	196	441	433	874	
47	015	223	116	107	0	223	90	26	116	209	217	426	
47	016	296	189	108	0	297	191	0	191	544	523	1067	
47	017	294	199	108	0	307	186	0	186	505	483	988	
47	018	281	180	94	0	274	180	0	180	520	511	1031	
47	019	269	173	77	0	250	269	0	269	577	547	1124	

Annexe 10: Le nombre d'habitant en 2022

47	020	227	180	47	0	227	180	0	180	599	575	1174	
47	021	218	154	49	0	203	157	0	157	498	482	980	
47	022	308	176	116	0	292	176	0	176	532	490	1022	
47	023	143	111	37	0	148	111	0	111	505	525	1030	
47	024	210	146	59	1	206	146	0	146	407	413	820	
47	025	277	163	110	0	273	163	0	163	517	467	984	
47	026	254	140	104	0	244	140	0	140	522	523	1045	
47	027	278	153	60	0	213	153	0	153	490	532	1022	
47	028	195	117	62	0	179	117	12	129	476	557	1033	
47	029	239	168	50	4	222	182	6	188	547	737	1284	
47	030	263	183	73	0	256	191	66	257	590	556	1146	
47	031	225	153	70	1	224	135	0	136	530	510	1040	
47	032	205	57	44	0	204	165	2	167	484	442	926	
47	033	234	161	52	1	214	157	2	188	531	490	1021	
47	034	302	223	73	0	296	220	0	220	624	654	1278	
47	035	232	162	52	0	214	162	0	162	568	511	1079	
47	036	266	135	73	0	207	102	0	135	463	405	868	
47	037	208	148	57	0	205	154	3	157	512	520	1032	
47	038	180	169	13	1	183	169	13	182	564	549	1113	
47	039	152	97	44	1	142	100	14	114	533	490	1023	
47	040	210	173	49	2	223	179	0	179	470	491	961	
47	041	125	135	39	0	174	145	1	146	351	423	774	
47	042	343	153	64	9	226	153	0	153	400	426	826	
47	043	226	132	78	0	210	141	0	141	468	443	911	
47	044	288	141	62	0	203	153	0	153	418	433	851	
47	045	270	177	93	0	270	182	0	182	525	574	1099	
47	046	285	130	81	0	211	136	0	136	457	423	880	
47	047	521	180	229	5	414	181	0	181	406	441	847	
47	048	188	124	31	0	155	136	5	141	412	436	848	
47	049	284	165	84	1	250	162	0	162	536	496	1032	
47	050	334	239	62	0	301	166	35	201	523	490	1013	
47	051	295	176	73	2	251	158	20	178	420	402	822	
47	052	424	236	54	6	297	201	32	202	504	480	984	

Annexe 11: Le nombre d'habitant en 2022

47	053	235	153	101	0	254	116	0	116	467	499	966
47	054	227	181	26	0	207	197	10	207	564	529	1093
47	055	251	163	83	0	246	163	0	163	482	478	960
47	56	261	201	68	0	269	205	1	206	607	666	1273
47	057	203	151	25	0	176	151	0	151	490	449	939
47	058	159	165	12	1	178	167	0	167	531	484	1033
47	059	265	120	105	0	225	120	0	120	433	402	835
47	060	190	142	32	0	174	138	3	141	445	469	914
47	061	231	164	27	0	191	170	0	170	505	524	1029
47	062	201	118	72	0	190	118	0	118	380	370	750
47	063	230	156	36	0	202	156	0	156	465	583	1048
47	064	230	145	44	0	189	145	0	145	505	487	992
47	065	222	151	58	0	209	160	7	167	466	460	926
47	066	208	168	52	0	220	205	0	205	538	557	1095
47	067	208	53	0	0	53	53	0	53	149	155	310
			9864	6110	39	16125	9952	409	10391	29705	29614	59343

متللي شهر 20 ليون 2022
رئيس المجلس الشعبي البلدي

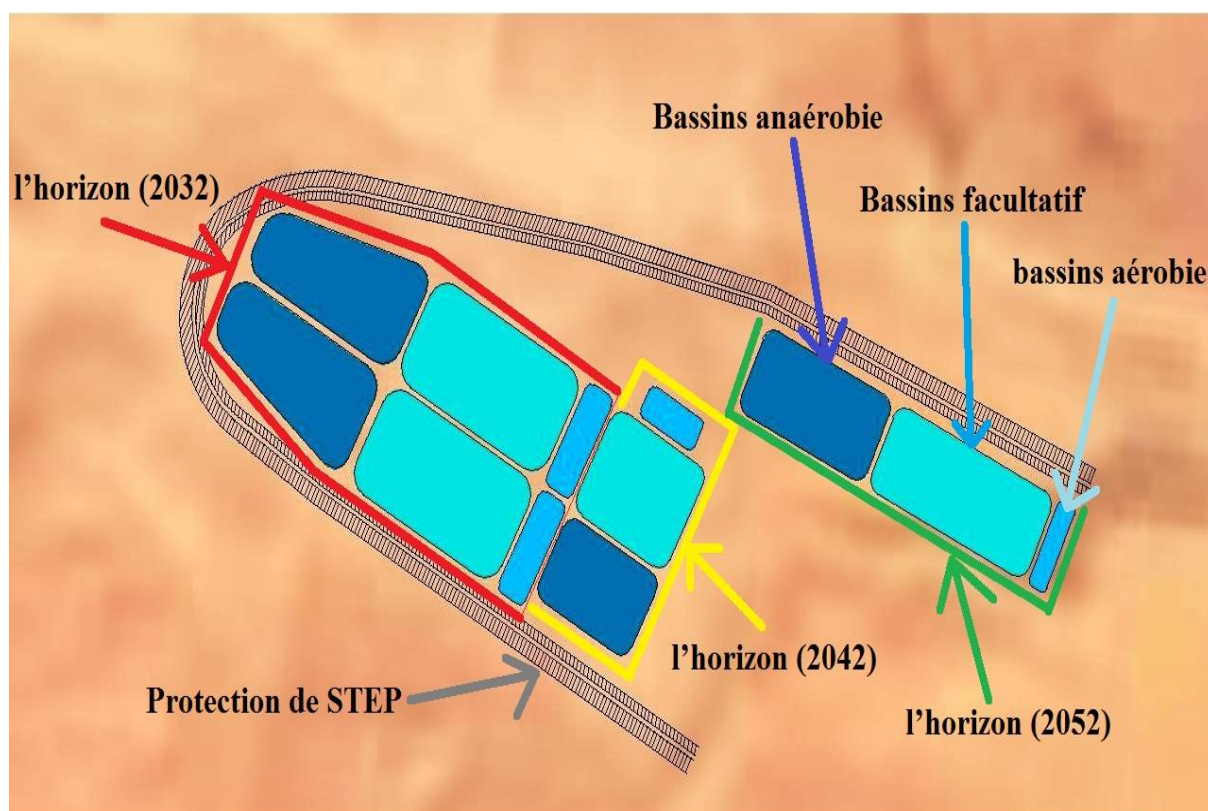
المجلس الشعبي البلدي
غرداية

Annexe 12: Météo 'GHARDAIA Airp', 2022

Mois	Ensoleillement (h/j)	T moyenne min (°C)	T moyenne max (°C)	T record min (°C)	T record max (°C)	Précipitations (mm)	Jours de pluie
janvier	8	6	17	-0	27	10	1
février	9	7	19	-1	35	3	1
mars	9	11	23	2	37	7	1
avril	10	15	28	6	40	7	1
mai	10	19	33	11	43	2	1
juin	11	24	37	15	45	1.7	1
juillet	11	28	41	21	47	2	0
août	10	27	40	21	47	5	1
septembre	9	23	35	14	44	17	2
octobre	9	18	29	9	40	7	1
novembre	8	11	22	4	33	6	1
décembre	8	7	17	0	28	6	1

Moyennes calculées avec les données de la station météo 'Ghardaja Airp.' située à 16 km de Ghardaïa.

Annexe 13 : Dessin de la STEP par logiciel AUTOCAD (2023)



Annexe 14 : Site de la station sur Oued Metlili



Annexe 15: Oued METLILI (2023)



Annexe 16: Oued METLILI (2023)



Annexe 17 : Le Point de rejet des eaux usées (Lagouazi, Metlili) (2023)



Annexe 18: Schéma des bassins lagunages naturel pour l'horizon (2032)



Covadis - Plantes-formes VRD

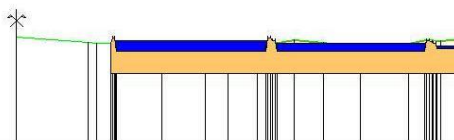
Profil n°: 1

Abscisse : 0.000 m

Echelle des longueurs : 1/5000

Echelle des altitudes : 1/1000

Remblai : 39 m³
Déblai : 1216 m³



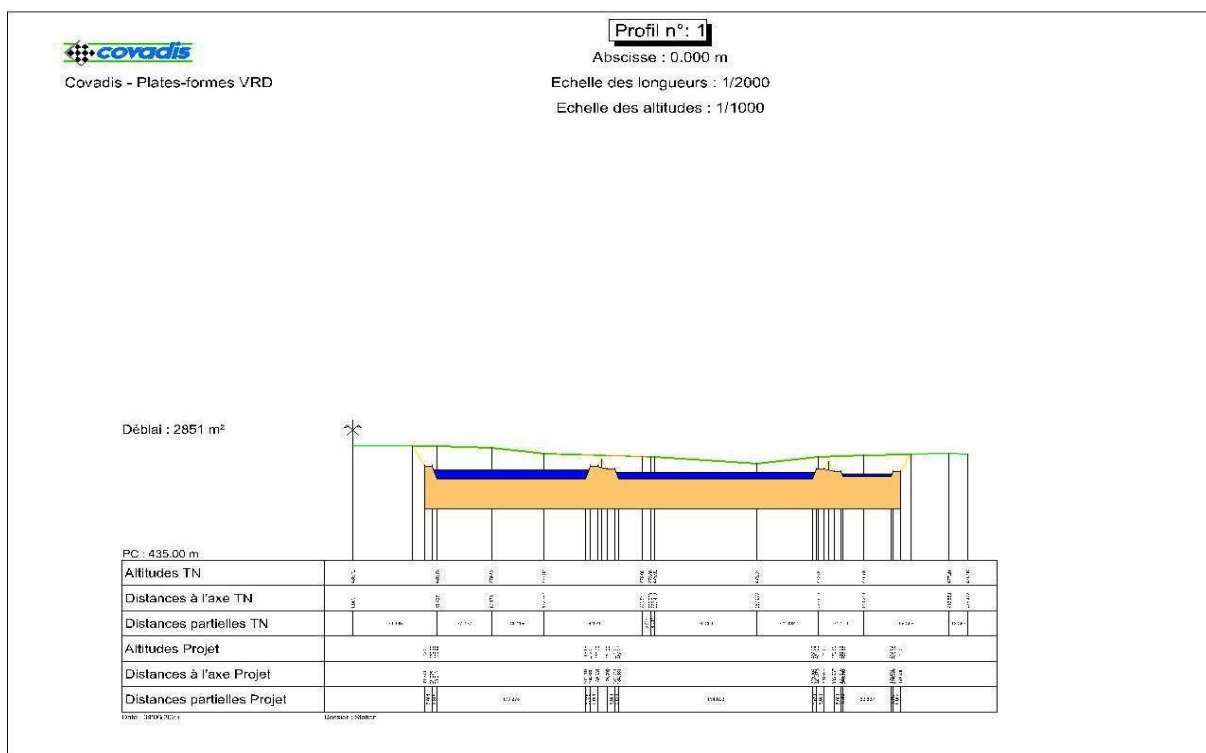
PC : 435.00 m

Altitudes TN	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00		
Distances à l'axe TN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Distances partielles TN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Altitudes Projet	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00
Distances à l'axe Projet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Distances partielles Projet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

01/05/2024

01/05/2024

Annexe 19: Schéma des bassins lagunages naturel pour l'horizon (2042)



Annexe 20: Schéma des bassins lagunages naturel pour l'horizon (2052)

