



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELES

THEME :

Dimensionnement de la station d'épuration par lagunage de la ville ouled addi lekbala wilaya de M'sila.

Présenté par :
HADJI Ayyoub

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DERNOUNI Youcef	MAA	Président
KHALED HOULI Samia	MAA	Examinatrice
KHEDIM ALLAH Abderrahmane	MAA	Examineur
TAFAT Leila	MAA	Examinatrice
TOUAHIR Sabah	MAA	Promotrice

Session : 2023/2024

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord Allah le Tout-Puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier, et pour m'avoir permis de réaliser ce travail dans ces conditions.

Je tiens à remercier chaleureusement mon directeur de mémoire, Mme. TOUAHIR Sabah, pour ses précieux conseils, son soutien constant et sa disponibilité tout au long de ce travail. Ses orientations et son expertise m'ont été d'une aide inestimable dans la réalisation de cette recherche.

Je remercie également les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail et pour leurs remarques constructives qui m'ont permis d'améliorer la qualité de mon mémoire.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'université pour la formation de qualité qu'ils m'ont dispensée durant ces années d'études.

Enfin, je souhaite exprimer ma profonde gratitude à ma famille et à mes amis pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements tout au long de la réalisation de ce mémoire.

ملخص

يشكل تصريف المياه العادمة غير المعالجة من أولاد عدي بولاية المسيلة إلى الوادي تهديدًا خطيرًا للصحة العامة والبيئة. إن إنشاء محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي ضروري لحماية البيئة الطبيعية. يجب أن يتم اختيار تكنولوجيا المعالجة المناسبة، مع الأخذ في الاعتبار عدد السكان، ومعدل تدفق مياه الصرف الصحي، والعبء العضوي، وتكاليف التشغيل. يهدف هذا المشروع إلى تحديد أفضل حلول المعالجة للمدينة، ثم تصميم وتحديد أبعاد جميع المنشآت اللازمة للمحطة

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي المنزلية، محطة معالجة مياه الصرف الصحي، البرك الهوائية، التصميم

Résumé :

Le rejet des eaux usées non traitées de Ouled Addi dans l'oued constitue une menace sérieuse pour la santé publique et l'environnement. La mise en place d'une station d'épuration est indispensable pour préserver le milieu naturel. Le choix de la technologie de traitement doit être judicieux, en tenant compte de la taille de la population, du débit des eaux usées, de leur charge organique et des coûts d'exploitation. Ce projet vise à identifier la meilleure solution d'épuration pour la ville, puis à concevoir et dimensionner l'ensemble des installations nécessaires à la station.

Mots clés : Eaux usées domestiques, station d'épuration, lagunes aérées, dimensionnement.

Abstract:

The discharge of untreated wastewater from Ouled Addi into the wadi constitutes a serious threat to public health and the environment. The establishment of a wastewater treatment plant is essential to preserve the natural environment. The choice of treatment technology must be judicious, taking into account population size, wastewater flow rate, organic load and operating costs. This project aims to identify the best purification solution for the city, then to design and size all of the installations necessary for the station.

Keywords: Domestic wastewater, treatment plant, aerated lagoons, sizing.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 1 : GENERALITE DES EAUX

A.	INTRODUCTION :	4
B.	DEFINITION DES EAUX USEE :	4
C.	ORIGINES DES EAUX USEES :	4
1.	<i>Les eaux usées domestiques :</i>	4
2.	<i>Les eaux usées pluviales :</i>	4
3.	<i>Les eaux usées agricoles :</i>	5
4.	<i>Les eaux usées industrielles :</i>	5
5.	<i>Les eaux de drainage :</i>	5
D.	POLLUTION DES EAUX :	5
1.	<i>Définition de la pollution :</i>	5
2.	<i>Principaux types de pollutions :</i>	5
3.	<i>Les principaux paramètres de la pollution :</i>	6
E.	EPURATION DES EAUX USEES :	9
1.	<i>Définition de l'épuration :</i>	9
2.	<i>Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux :</i>	9
3.	<i>Rôle des stations d'épuration Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :</i>	9
4.	<i>Procédés d'épurations des eaux usées :</i>	9

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 12

A.	INTRODUCTION :	13
B.	SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PERIMETRE D'ETUDE, LIMITES ADMINISTRATIVES :	13
C.	SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE :	14
D.	SITUATION TOPOGRAPHIQUE DE LA ZONE :	15
E.	SITUATION DEMOGRAPHIQUE :	15
F.	EVOLUTION DE LA POPULATION	16
G.	ETUDE CLIMATIQUE	17
1.	<i>La temperature :</i>	17
2.	<i>Vent :</i>	18
3.	<i>L'humidité :</i>	19
4.	<i>Pluviomètre :</i>	20

CHAPITRE 3 : GENERALITES SUR LE LAGUNAGE ET CHOIX DE LA VARIANTE 21

A.	INTRODUCTION :	22
B.	DEFINITION DU LAGUNAGE :	22
C.	LE PRINCIPE GENERAL DE LAGUNAGE :	22
1.	<i>Principaux procédés de lagunage :</i>	24
2.	<i>Les organismes présents dans les bassins de lagunage :</i>	28

CHAPITRE 4 : FACTEURS INFLUENÇANT LE POUVOIR EPURATOIRE ET NORMES DE REJET. 32

A.	INTRODUCTION	33
B.	FACTEURS CLIMATIQUES	33
1.	<i>Radiations solaires :</i>	33
2.	<i>Température :</i>	33
3.	<i>Le vent :</i>	33
4.	<i>Evaporation :</i>	33
C.	FACTEURS PHYSIQUES	33
D.	LES FACTEURS CHIMIQUES :	34

E.	FACTEURS BIOLOGIQUES :	34
F.	REJET DES EAUX USEES.....	34
1.	<i>Normes de rejet des eaux traitées.....</i>	34
2.	<i>Les normes de rejets selon L'OMS.....</i>	34
3.	<i>Les normes de qualité de l'eau d'irrigation selon FAO</i>	35
4.	<i>Les normes de rejet nationales.....</i>	35
G.	ANALYSES DU REJET.....	35
CHAPITRE 5 : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION		37
A.	INTRODUCTION :.....	38
B.	ESTIMATION DES DEBITS DES EAUX USEES :	38
1.	<i>Consommation moyenne journalière.....</i>	38
2.	<i>Estimation de la charge polluante :</i>	44
3.	<i>Caractéristique du système d'assainissement.....</i>	45
C.	DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE LA STATION :	45
1.	<i>Les pretraitements :</i>	46
CHAPITRE 6 : CALCUL HYDRAULIQUE.....		62
A.	INTRODUCTION.....	63
B.	DEVERSOIR D'ORAGE	63
1.	<i>Les différents types des déversoirs d'orage.....</i>	64
2.	<i>Dimensionnement :</i>	64
C.	PROFIL HYDRAULIQUE :	66
1.	<i>Perte de charge, diamètre et la longueur des conduites reliant les ouvrages de la STEP :</i>	66
2.	<i>Cotes moyennes du terrain naturel des ouvrages :</i>	66
CHAPITRE 7 : FAISABILITE DE L'IRRIGATION PAR LES EAUX USEES EPUREES		71
A.	INTRODUCTION :.....	72
B.	REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES :.....	72
C.	UTILISATEURS POTENTIELS :	72
D.	IRRIGATION AU MOYEN D'EAUX USEES EPUREES :	72
E.	CHOIX DE LA TECHNIQUE ET DU SYSTEME D'IRRIGATION :	73
1.	<i>Irrigation par gravité :</i>	73
2.	<i>Irrigation par aspersion :</i>	73
3.	<i>L'irrigation localisée :</i>	73
F.	CONSTRAINTES :	74
G.	NORMES OMS :.....	74
H.	QUALITE BACTERIOLOGIQUE :	75
I.	QUALITE REQUISE POUR LES EAUX D'IRRIGATION :	75
J.	ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU :	76
1.	<i>La salinité de l'eau :</i>	76
2.	<i>L'Alcalinité :</i>	77
3.	<i>Teneurs Maximal d'éléments de traces recommandées pour les eaux d'irrigation :</i>	79
CHAPITRE 8 : COUT ET LA DUREE DE REALISATION		82
A.	INTRODUCTION :.....	83
B.	COUT DE REALISATION.....	83
1.	<i>Coût d'investissement :</i>	83
2.	<i>Coût d'excavation :</i>	83
3.	<i>Coût de la géo-membrane :.....</i>	84
4.	<i>Coût du béton armé :</i>	84
5.	<i>Coût des voiries et réseaux divers :</i>	86
6.	<i>Coût des aérateurs :</i>	86

7.	<i>Coût total des investissements de la station</i> :	86
8.	<i>Le coût total de l'investissement avec TVA</i> :	86
9.	<i>Coût de fonctionnement</i> :	86
10.	<i>Le coût annuel de l'énergie électrique</i> :	87
11.	<i>Coût de renouvellement du matériel électromécanique et frais financiers</i> :	87
12.	<i>Coût de fonctionnement total</i> :	88
C.	CALCUL DU PRIX DU M3 D'EAU TRAITEE :	88
1.	<i>Coût d'amortissement annuel</i> :	88
D.	COUT TOTAL DE LA STATION :	88
E.	LA DUREE DE REALISATION :	89
1.	<i>Phase de conception et études préliminaires</i>	89
2.	<i>Phase d'obtention des autorisations</i>	90
3.	<i>Phase de construction</i>	90
4.	<i>Phase de mise en service</i>	90
	CONCLUSION GENERALE	91
	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	93
	ANNEXE	95

Liste des tableaux :

TABLEAU 2.1 : EVOLUTION DE LA POPULATION AU FIL DU TEMPS	16
TABLEAU 2.2 : INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LE FONCTIONNEMENT DES BASSINS DE LAGUNAGE	17
TABLEAU 2.3 : TEMPERATURES MAX, MIN, MOYEN (INFOCLIMAT.FR)	18
TABLEAU 2.4 : VITESSES MOYENNES MENSUELLES DES VENTS DEPUIS DE 2008	18
TABLEAU 2.5 : L'HUMIDITE MENSUELLE (1999-2019)	19
TABLEAU 2.6 : LES CARACTERISTIQUES DE LA STATION DE KSOB.....	20
TABLEAU 4.1 : VALEURS MAXIMALES DES EAUX USEES BRUTES ET EPUREES SELON L'OMS.....	34
TABLEAU 4.2 : NORMES D'IRRIGATION SELON LA FAO.....	35
TABLEAU 4.3 : VALEURS LIMITEES MAXIMALES DES PARAMETRES DE REJET DES INSTALLATIONS DE DEVERSEMENT	35
TABLEAU 4.4 : RESULTATS D'ANALYSES EFFECTUEES AU LABORATOIRE	36
TABLEAU 5.1 : ESTIMATION DES BESOINS DOMESTIQUE	38
TABLEAU 5.2 : ESTIMATION DES BESOINS DES EQUIPEMENTS EDUCATIFS	39
TABLEAU 5.3 : ESTIMATION DES BESOINS DE MOSQUEE	39
TABLEAU 5.4 : ESTIMATION DES BESOINS DE CENTRE CULTURAL.....	39
TABLEAU 5.5 : ESTIMATION DES BESOINS DE SANITAIRE.....	40
TABLEAU 5.6 : ESTIMATION DES BESOINS ADMINISTRATIFS.....	40
TABLEAU 5.7 : ESTIMATION DES BESOINS COMMERCIAUX	41
TABLEAU 5.8 : ESTIMATION DES BESOINS SOCIOCULTURELS	41
TABLEAU 5.9 : TABLEAU <i>RECAPITULATIF</i>	42
TABLEAU 5.10 : LES RESULTATS RECAPITULATIFS DES PRINCIPAUX PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT.....	43
TABLEAU 5.11 : RECAPITULATIF DES CHARGES POLLUANTES.	45
TABLEAU 5.12 : VALEURS DE « E » ET « D » POUR LES GRILLES GROSSIERES ET FINES	47
TABLEAU 5.13 : VALEURS DU COEFFICIENT B EN FONCTION DE LA FORME DES BARREAUX.....	48
TABLEAU 5.14 : LES RESULTATS DE CALCUL DES DEGRILLEURS	50
TABLEAU 5.15 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU PRETRAITEMENT.....	53
TABLEAU 5.16 : DIFFERENTES VALEURS DE K EN FONCTION DE LA NATURE DE L'EFFLUENT.....	55
TABLEAU 5.17 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION.....	56
TABLEAU 5.18 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DECANTATION	57
TABLEAU 5.19 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE <i>FINITION</i>	59
TABLEAU 5.20 : RECAPITULATION DES RESULTATS	60
TABLEAU 6.1 : ESTIMATION DE DEBIT	65
TABLEAU 6.2 : LES VALEURS DE K, M ET B.	66
TABLEAU 6.3 : COTES MOYENNES DU TERRAIN NATUREL D'IMPLANTATION DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STATION.....	67
TABLEAU 6.4 : LONGUEURS REELLES DES CONDUITES ENTRE LES OUVRAGES DE LA STEP.....	67
TABLEAU 6.5 : LES COTES DU RADIER DES OUVRAGES DE LA STEP.....	68
TABLEAU 6.6 : DIAMETRE ENTRE LES OUVRAGES	70
TABLEAU 7.1 : TRAITEMENTS PROPOSES POUR REpondre AUX CRITERES SANITAIRES, APPLICABLES A LA REALISATION DES EAUX USEES DANS L'AGRICULTURE POUR L'IRRIGATION	75
TABLEAU 7.2 : DIRECTIVES DE LA FAO POUR LES EAUX DESTINEES A L'IRRIGATION	76
TABLEAU 7.3 : CLASSEMENT DES EAUX SELON CONDUCTIVITE	77
TABLEAU 7.4 : CLASSEMENT DES EAUX SELON LE SAR.....	78
TABLEAU 7.5 : CLASSIFICATION COMPLETE DES EAUX D'IRRIGATION	79
TABLEAU 7.6 : TENEURS MAXIMALES D'ELEMENT A L'ETAT DE TRACES.....	80
TABLEAU 8.1 : LE COUT DE TERRASSEMENT DE CHAQUE OUVRAGE	83
TABLEAU 8.2 : LE COUT D'EXCAVATION DE CHAQUE OUVRAGE.....	84
TABLEAU 8.3 : LE COUT DE REVETEMENT EN GEO-MEMBRANE DE CHAQUE OUVRAGE.	84
TABLEAU 8.4 : LE COUT DU BETON ARME DE CHAQUE OUVRAGE.....	85
TABLEAU 8.5 : COUT ENERGETIQUE ELECTRIQUE.	87
TABLEAU 8.6 : RECAPITULATION DU COUT DE REALISATION DE NOTRE FUTURE STATION.....	89

Liste des figures

FIGURE 2.1 : PLAN DE SITUATION DE LA COMMUNE D'OULED ADDI GEUBALA.....	14
FIGURE 2.2 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DU VILLAGE D'OULED BIA.....	15
FIGURE 2.3 : HISTOGRAMME DE L'EVOLUTION DE LA POPULATION.....	16
FIGURE 2.4 : HISTOGRAMME DE LA VARIATION DE LA TEMPERATURE.....	18
FIGURE 2.5 : HISTOGRAMME DES VITESSES MOYENNES MENSUELLES DES VENTS.....	19
FIGURE 2.6 : L'HUMIDITE MENSUELLE.....	19
FIGURE 3.1 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU LAGUNAGE.....	23
FIGURE 3.2 : LES MECANISMES EN JEU DANS LES BASSINS DE LAGUNAGE NATUREL.....	25
FIGURE 3.3 : SYSTEME D'EPURATION PAR LAGUNES AERES.....	27
FIGURE 5.1 : DEGRILLEUR.....	46
FIGURE 5.2 : DESSABLAGE-DESHUILAGE.....	51
FIGURE 6.1 : SCHEMA DE PRINCIPE DU DEVERSOIR D'ORAGE.....	63

Liste des planches :

1. Lagunage aéré
2. PLAN DE MASSE
3. Profil hydraulique
4. Levé topographique

Liste des abreviations

Symboles

ERU

EU

EP

MD

MM

MO

N

MES

MVS

MMS

DCO

DBO5

ONM

ONS

ANRH

DRE

ONA

DPAT
du territoire.

AEP

STEP

DN

EqH

Hab

PEHD

PH

PN

T

Désignations

Eau résiduaire urbaine.

Eau usée.

Eau pluviale.

Matières décantables

Matières minérale

Matières organique

Azote

Matière en suspension.

Matière volatile en suspension.

Matière minérale en suspension.

Demande chimique en oxygène.

Demande biochimique en oxygène.

Office nationale de métrologie.

Office nationale des statistiques.

Agence nationale des ressources hydrauliques.

Direction des ressources en eau.

Office nationale d'assainissement.

Direction de planification et d'aménagement

Alimentation en eau potable.

Station d'épuration.

Diamètre nominal

Equivalent habitant

Habitant

Polyéthylène haute densité

Potentiel Hydrogène

Pression nominal

Température.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau, souvent qualifiée d'« or bleu », est un élément fondamental pour la croissance et le développement dans les domaines social, économique et environnemental. Elle est utilisée dans de nombreuses activités quotidiennes, mais après usage, elle se transforme en eau usée, généralement chargée de substances toxiques. Le rejet d'eaux usées polluées dans l'environnement sans traitement préalable constitue une des principales causes de la pollution, menaçant la qualité des nappes phréatiques et favorisant la propagation de maladies d'origine hydrique.

Pour remédier à cette situation, l'installation de stations d'épuration en fin de réseau de collecte est essentielle pour purifier les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel. Ces installations s'appuient sur une combinaison de processus physiques et biologiques, où les bactéries jouent un rôle crucial dans la décomposition de la matière organique. La taille et le type de station d'épuration nécessaires dépendent du degré de contamination des eaux à traiter.

La mise en place de ces stations est primordiale pour protéger à la fois l'environnement et la santé publique des conséquences néfastes liées au rejet d'eaux usées non traitées. Dans le contexte de l'étude, la question de l'impact des rejets sur la qualité environnementale soulève des préoccupations écologiques, car les eaux usées se déversent dans un cours d'eau saisonnier situé en aval de la ville. Ces rejets peuvent entraîner l'émission de gaz, des odeurs désagréables et l'infiltration d'eaux polluées dans le sol, compromettant ainsi la qualité des eaux souterraines.

Le débit de l'Ouled Addi Guebala, qui prend la forme d'un cours d'eau saisonnier, est particulièrement concerné. Les maladies liées à l'eau représentent une tragédie humaine de plus en plus grave, causant la mort de plus de 5 millions de personnes chaque année, soit dix fois plus que le nombre de victimes des guerres. Environ 2,3 milliards de personnes souffrent de maladies causées par une eau de mauvaise qualité. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), chaque année, environ 30 millions de personnes meurent à cause de la pollution de l'eau ou de maladies infectieuses liées à celle-ci. Parmi ces maladies figurent le choléra, la typhoïde, la polio, la méningite, l'hépatite A et E, ainsi que des diarrhées, qui sont toutes évitables grâce à un traitement adéquat de l'eau.

Problématique : Comment mettre en place une station d'épuration efficace qui puisse réduire significativement la pollution des eaux usées et prévenir les impacts néfastes sur l'environnement et la santé publique, tout en tenant compte des spécificités de la région et des contraintes techniques et économiques ?

Il est donc crucial de lutter contre ces maladies en mettant en place une station d'épuration pour traiter cette eau polluée.

Ce projet de traitement des eaux usées s'articule autour de plusieurs axes clés. D'abord, il est essentiel d'étudier les généralités sur les eaux usées, en mettant en lumière leur composition et leurs effets sur l'environnement. La présentation de la zone d'étude permettra de contextualiser les enjeux spécifiques liés aux eaux usées dans cette région. Ensuite, les facteurs influençant le pouvoir épuratoire et les normes de rejet seront analysés afin d'assurer que l'eau traitée respecte les standards environnementaux. Le dimensionnement de la station d'épuration et le calcul hydraulique garantiront une capacité et un fonctionnement optimaux. De plus, la faisabilité de

l'irrigation par les eaux usées épurées sera évaluée pour déterminer les possibilités de réutilisation de cette ressource. Enfin, une estimation du coût de réalisation permettra de s'assurer de la viabilité économique du projet.

CHAPITRE 1 : GENERALITE DES EAUX

A. Introduction :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérés par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (SELGHI, 2001). C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs (PAULSRUD et HARALDSEN ;1993).

B. Définition des eaux usées :

Les eaux usées correspondent aux eaux ayant été utilisées par les individus ou d'autres secteurs (industrie ou agriculture) (CHOCAT, 1997), elles résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines (RICHARD, 1996). Elles sont généralement chargées en matières minérale ou organique sous forme dissoutes ou en suspension (BOUZIANI, 2000). Les eaux usées sont toutes les eaux parvenant dans le réseau d'assainissement dont les propriétés naturelles sont transformées. (BLIEFERT, 2001). La plupart des eaux usées sont offensives, d'autre sont pathogènes, elles peuvent être l'origine de graves problèmes de santé publique (BECIS, BELOUIDIANE, 2005).

C. Origines des eaux usées :

On distingue 5 origines des eaux usées :

1. Les eaux usées domestiques :

Ce sont les eaux utilisées par l'homme pour des besoins domestiques (CHOCAT, 1997), elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides, protides), et des produits détergents ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bains chargées en produits pour l'hygiène corporelle. Généralement de matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composée azotés, phosphorés et en microorganismes (CHOCAT,1997 et FRANCK, 2002).

2. Les eaux usées pluviales :

Ce sont les eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation, elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de la pluie, par deux mécanismes :

- Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées

- La remise en suspension des dépôts des collecteurs. Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec de métaux lourds et des toxiques (Plomb, Zinc, Hydrocarbures) provenant essentiellement de la circulation automobile (FRANCK, 2002).

3. Les eaux usées agricoles :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau (Salem, 1990).

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais.
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants, d'insecticides.
- Apport de sulfate, de cuivre et de composés arsenicaux destinés à la protection de vignes en région viticole (Richard, 1996).

4. Les eaux usées industrielles :

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences, etc.) Qui sont caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution (KHADRAOUI et TALAB., 2008).

5. Les eaux de drainage :

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à système de drainage.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terre perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissent la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants, d'insecticides.
- En région viticole, apport du sulfate de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (RICHARD, 1996)

D. Pollution des eaux :

1. Définition de la pollution :

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) Et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons (LADJEL, 2006).

2. Principaux types de pollutions :

Généralement la pollution des eaux usées se manifeste sous les formes principales suivantes :

a) Pollution minérale :

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais, ex (plomb, du cuivre, du fer, du zinc et du mercure) (TCHIOMOGO, 2001).

b) Pollution microbiologique :

C'est une pollution d'origine humaine ou animale (LADJEL, 2006).

c) Pollution organique :

La pollution organique constitue la partie la plus importante et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont :

- Les protides
- Les lipides
- Les glucides (BOUTELLI et MENASRIA, 2008).

3. Les principaux paramètres de la pollution :

L'évaluation de la pollution d'une eau usée est basée sur la détermination de plusieurs paramètres organoleptiques, physiques, chimiques et bactériologiques, ces paramètres indiquent le degré de pollution de ces eaux et donnent le danger qui être provoqué par leur rejet en milieu naturel (BEADRY, 1992).

a) Paramètres organoleptiques :

- Odeur l'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (LADJEL, 2006).
- Couleur : La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, micro-organismes liés à un épisode d'eutrophisation...), soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible (THOMAS, 1995).

b) Paramètres physiques :

- Température : La température régit la qualité d'oxygène dissous dans l'eau : quand la température augmente, l'oxygène dissous diminue. Elle influe également sur la décomposition de la matière organique le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques (SLIMANI, 2003).
- Matières en suspension (MES) : Il s'agit de matière non solubilisée. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales (GAID, 1984). Dans une eau usée urbaine, près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de MES. Les résultats pour les eaux usées industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas. La composition de MES peut être appréciée par analyse directe ; plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les

erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées (BONTOUX, 1993). Les MES sont exprimées en mg/l.

- La turbidité : La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile limons, grains de silice, matières organiques, etc. La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux brutes. (RODIER, 1996).
- Le potentiel hydrogène (ph) : Le ph joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle (DALI et ZOUAOUI, 2007).
- La conductivité électrique : La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées (THOMAS, 1995). Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau (GAID, 1984).

c) Les paramètres chimiques :

- La demande biologique en oxygène (DBO5) : c'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO₂ les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique (BLIFERT, 2001).

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20 °C et pendant 5 jours à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (TARADAT et HENRY, 1992).

- La demande chimique en oxygène (DCO) : La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (RODIER, 1996). Elle est d'autant plus élevée qu'il y a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables présents dans l'eau usée. La DCO est mesuré en mg d'o₂/l (TARADAT et HENRY, 1992).
- l'oxygène dissous : La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable, l'oxygène permet de maintenir plusieurs des qualités de l'eau, notamment son goût et son degré d'aseptise. Il est essentiel pour la survie de nombreux organismes aquatiques. L'oxygène dissous dans l'eau peut provenir :
 - De la dissolution de l'oxygène de l'air par diffusion à travers la surface ;
 - De l'apport d'un affluent plus oxygéné, surtout dans le cas des rivières, et, parfois même, d'une aération artificielle
 - De la biosynthèse pour les plantes vertes aquatiques qui, sous l'effet de la lumière solaire, utilisent le CO₂ dissous dans l'eau grâce à leur fonction chlorophyllienne dans le cas du lagunage. (BEAUDRY, 1992)
- Autres éléments :

- Azote : c'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total. La présence d'azote organique à l'ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel. L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique à essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte. L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire (BECHAK et al, 1983).
- Phosphore : l'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine (LADJEL et BOUCHEFER, 2004).
- Métaux lourds : Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute. Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (TCHIOMOGO, 2001).

Dans l'eau les métaux lourds toxiques peuvent exister sous formes d'ions, de complexes organiques et minéraux en solution ou absorbés sur des colloïdes ou des aérosols (PERRAUD B., 2001).

d) Paramètres bactériologique (Indices de contamination fécale) :

Ils proviennent essentiellement des matières fécales qui contiennent majoritairement une flore anaérobie (10^9 - 10^{10} bactéries /g fèces) détruite à l'air, et une flore aérobie – anaérobie facultative (10^6 – 10^7 bactéries / g fèces). La présence de ces microorganismes dans les eaux usées et les boues résiduaires nécessite des règles sanitaires lors de leur traitement et de leur élimination. En particulier, lorsque le rejet se fait à proximité d'une zone conchylicole, d'une zone de baignade ou d'une prise d'eau potable, il est nécessaire d'effectuer une désinfection (REJSEK, 2002)

(1) Les germes totaux :

Ce paramètre permet de mesurer les conditions sanitaires de la distribution et résiduel de désinfection, une concentration très importante en germes totaux peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique, par contre une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution.

(2) Coliformes totaux :

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

(3) Coliformes fécaux :

Ils sont capables de se développer à 44°C, et permettent d'estimer le risque épidémiologique dans l'eau et devrait en tout logique tenir compte de la présence plus aux moins important de germes pathogènes. La principale bactérie fécale est Escherichia coli.

Streptocoques fécaux Ce groupe n'est généralement pas considéré comme pathogène, tout fois leur recherche associée celle des coliformes fécaux consiste un bon indice de contamination fécale car les streptocoques étaient un meilleur témoin que les coliformes fécaux pour des pathologies infectieuses. (POTELON et ZYSMAN, 1998).

E. Epuration des eaux usées :

1. Définition de l'épuration :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'environnement et non de produire de l'eau potable (SAGGAI, 2003).

2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux :

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

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien (BEKKOUCHE et ZIDANE ,2004).

3. Rôle des stations d'épuration Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique. Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009).

4. Procédés d'épurations des eaux usées :

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et de degré d'épurations désiré pour qu'elles soient conformes avec les exigences du milieu récepteur.

a) Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers (LADJEL, 2006).

Il comporte 3 parties principales :

(1) Dégrillage :

Il consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille, dont l'écartement se mesure habituellement en centimètres (BECHAC et al. 1983). Le dégrillage a pour objectif :

- l'élimination des déchets volumineux.
- La protection de la station de traitement (DEGRMONT, 2005).

(2) Dessablage :

Cette opération est indispensable pour éviter le colmatage des canalisations, surtout si elles sont enterrées et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) (MOUHAMMED OULI, 2001)

(3) Déshuilage dégraissage :

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau (LADJEL, 2006).

b) Traitement primaire (traitement physico-chimique)

(1) Décantation :

La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation de MES et des colloïdes, un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules (OUALI, 2001).

(2) Coagulation-floculation :

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation : la coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La floculation a pour l'objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées (LADJEL, 2006).

(3) Filtration :

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) (DEGREMONT, 2005).

c) Traitement secondaire (épuration biologique) :

Les techniques d'épuration biologiques utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobies c'est-à-dire nécessitant un apport oxygène. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs (BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009).

(1) Procédés biologiques intensifs :

Ce sont des systèmes d'épuration classiques qui occupent peu d'espace et consomment de l'énergie. En plus, ils ont un coût d'installation et de fonctionnement élevé. On distingue les

systèmes de traitement par boues activées, lits bactériens, disques biologiques etc. (EDELIN, 1980).

(2) Procédés biologiques extensifs :

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc. (EDELIN, 1980).

d) Traitements tertiaires :

Les traitements complémentaires appelés aussi tertiaires, avancés, ou de finissage, sont des procédés qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique ou un traitement physico-chimique. On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire de milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate. Ces procédés ont notamment pour but :

- l'élimination de l'azote et du phosphore.
- La désinfection.

Conclusion :

Les eaux usées urbaines peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel aboutissant à des stations d'épuration dont ils ne doivent pas perturber le fonctionnement. Pour cela on est appelé à préciser des normes de rejet pour protéger l'environnement contre impacts négative. Les normes doivent tenir compte des sensibilités des méthodes de dosage et des possibilités techniques de traitement. La connaissance de la composition des eaux résiduaires et leur paramètre essentiel pour assurer la pertinence du choix et du dimensionnement des filières de traitement appropriées. Bien que les gammes de concentrations des paramètres typiques des eaux usées soient globalement connues.

CHAPITRE 2 : Présentation de la zone d'étude

A. Introduction :

Les eaux usées urbaines et industrielles, qu'elles soient séparées ou mélangées, constituent des menaces importantes pour les environnements dans lesquelles elles pénètrent en raison de la diversité des matières qu'elles contiennent. Ces eaux usées, chargées de matières minérales et organiques en suspension et dissoutes, peuvent avoir de graves impacts sur les milieux naturels récepteurs. Dans la terminologie hygiéniste, les eaux usées sont souvent classées par couleur : les « eaux grises » désignent les eaux de lavage, tandis que les « eaux noires » désignent les eaux fécales des toilettes, également appelées eaux d'écluse. La distinction de couleur reflète les différents niveaux de risques sanitaires associés à la dispersion de ces deux types d'eau. La pollution des milieux naturels se produit lorsque des modifications sont introduites qui peuvent compromettre ou entraver les fonctions et l'utilisation naturelles de l'environnement. Une telle pollution limite non seulement les utilisations actuelles, mais compromet également les perspectives futures. L'urgence de cette question est devenue largement reconnue dans les années 1960, lorsqu'il a été constaté que d'importants volumes d'eaux usées, chargés d'éléments indésirables et de matières organiques biodégradables, perturbaient les processus naturels d'auto-épurations des lacs et des rivières. Pour répondre à cette préoccupation croissante, des stations d'épuration ont été créées dans le double objectif de protéger l'équilibre écologique et de faciliter la réutilisation de l'eau purifiée dans diverses applications. Cette étude porte sur l'évaluation d'un système d'épuration d'une lagune dans la commune d'Ouled Addi Guebala, Daïra de Ouled Derradj, Wilaya de M'Sila. La recherche vise à évaluer l'efficacité de ce système de traitement des eaux usées pour sauvegarder l'environnement et assurer la réutilisation durable des ressources en eau.

B. Situation géographique du périmètre d'étude, Limites administratives :

La commune d'ouled addi guebala est l'une des 47 communes de la wilaya de m'sila. Elle appartient administrativement à la daïra de Ouled Derradj. Elle est située à environ 30 km à l'est du chef-lieu de la Wilaya. Elle longe la RN 40 (située de part et d'autre de la RN 40).

- Limites Administratives de la commune sont :

La commune de OULED ADDIE est délimitée :

- Au nord Par MAADID
- A l'est par la commune de BARHOUM et DAHAHNA
- Au sud par le SOUAMAA et AIN KADRA
- A l'Ouest par la commune OULED DERRADJ

CHAPITRE 2 : Présentation de la zone d'étude

La superficie de chef-lieu de la commune est de 317 KM²



FIGURE 2.1 : PLAN DE SITUATION DE LA COMMUNE D'OULED ADDI GEUBALA

C. Situation géographique de la zone d'étude :

Le village d'Ouled Bia, d'étalé elle a une superficie de 332 ha située à 05 km ou nord-est du chef-lieu de la commune d'Ouled Addi Geubala (Figure 2).

Il est limité :

- Nord : la commune de Bordj Ghedir (BBA).
- Sud : chef-lieu de la commune d'Ouled Addi Geubala, route nationale (RN40).
- Est : village d'Ouled Gesmiae.
- Ouest : la commune de Maadid



FIGURE 2.2 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DU VILLAGE D'OULED BIA

D. Situation topographique de la zone :

La topographie joue un rôle déterminant dans la conception du réseau d'assainissement, vu que le drainage d'eau usée doit s'effectuer généralement par gravité. La zone d'étude est composée de deux (02) parties :

- Une partie urbanisée qui occupe 51 ha.
- l'autre partie est un terrain vide.
- La zone d'étude repose sur assiette accidentée avec une pente forte du Nord vers le Sud.

E. Situation démographique :

Le nombre d'habitants de la commune OULED ADDIE GUEBALLA en 2024 d'après la subdivision de l'hydraulique est de 37790 habitants, est pour la population le chef-lieu de la commune est représenté 16891 habitants.

La commune comporte :

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| -05 mosquées | - centre de sûreté |
| -07 écoles primaires | - stade approximatif |
| -(03) CEM | - Le centre de garde communale |
| -PTT | - 03 Hammams |
| - Un Lycée | - PC (100 employeurs) |
| - Ecole coranique | - Centre culturel |
| -Stade communal | - 02 Centre de soin |
| -Le centre de gendarmerie | - 06 douches |

CHAPITRE 2 : Présentation de la zone d'étude

-08 restaurants

-14 cafés

-06 Station de lavages

- 02 station de d'essence

F. Evolution de la population

Pour l'estimation de la population à l'horizon futur nous utiliserons l'expression des intérêts composées :

$$P_n = P_o(1+T)^n \dots\dots\dots 2.1$$

D'où :

P_n : Population future à l'horizon voulu

P_o : Population actuel pour l'année 2024

T : Taux d'accroissement (2.5% d'après L'APC)

N : Nombre d'années séparant l'année de futur et l'année de référence

TABLEAU 2.1 : EVOLUTION DE LA POPULATION AU FIL DU TEMPS

Localite	NOMBRE D'HABITANTS				
	Horizon 2008	Horizon 2024	Horizon 2030	Horizon 2040	Horizon 2045
Le chef-lieu de la commune OULED ADDIE GUEBALA	25456	37790	43825	56100	63472

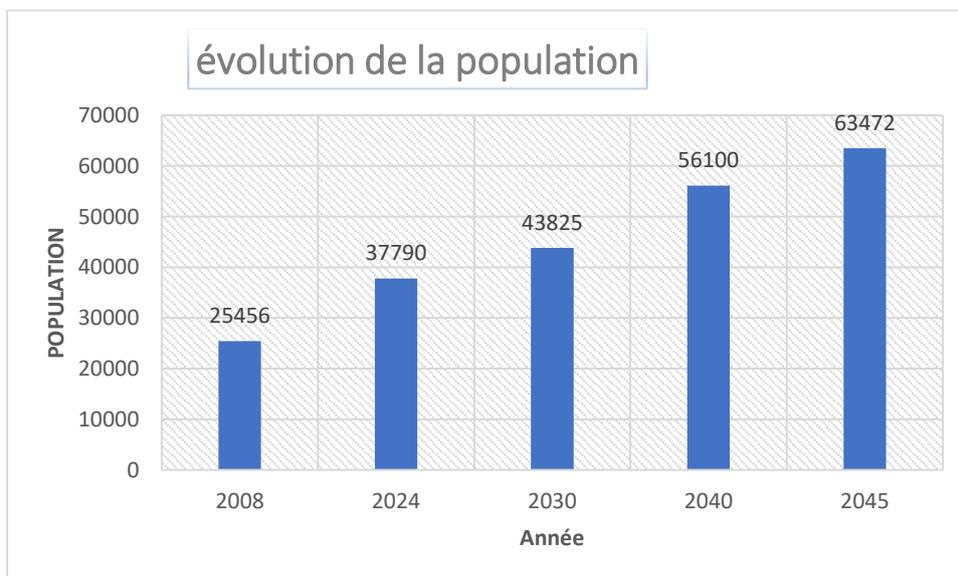


FIGURE 2.3 : HISTOGRAMME DE L'EVOLUTION DE LA POPULATION

Activite socio-economique

1- Activité industrielle :

Dans la zone du projet aucune activité industrielle existante.

2. Activité agricole :

Les cultures se trouvant dans la zone d'étude sont les céréales, et les arboricultures se sont des cultures irriguées.

G. Etude climatique

1. La temperature :

Les variations de température du milieu lagunaire influent sur le bon fonctionnement de la lagune puisqu'elles affectent la production d'oxygène par photosynthèse et agissent sur le mécanisme de croissance et de survie des micro-organismes qui peuplent ces bassins.

TABLEAU 2.2 : INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LE FONCTIONNEMENT DES BASSINS DE LAGUNAGE

Température (°C)	Activités
T < 5	Ralentissement très net de la croissance algale
T < 15	Développement maximal d'euglena, absence de chromatium (température inférieure à 15 °C au niveau des sédiments)
15 °C < T < 20 °C	Développement maximal de chlorella et micratinium
20 °C < T < 25 °C	Zone de développement maximum de chlamydomonas, thiocapsa abondant ainsi que les bactéries libres (augmentation des paramètres de pollutions carbonées)
T > à 20 °C	Algues vertes défavorisées au profit des Rhodobactéries

D'après la station métrologique de m'sila Les variations périodiques annuelles sont exprimées par les valeurs moyennes mensuelles à la période de 1991-2021.

La température moyenne mensuelle est estimée à 31.2° C, alors que la température maximale est de 46.2 °C, enregistrée au mois de juillet et la valeur minimale est de 2.4 °C au mois de janvier.

CHAPITRE 2 : Présentation de la zone d'étude

TABLEAU 2.3 : TEMPERATURES MAX, MIN, MOYEN (INFOCLIMAT.FR)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Min	33	29,6	18,9	12,2	2,4	10,6	23,6	30,2	27,4	34,1	38	36,1
Moy	37,9	33,6	23,7	18,5	19,7	23,1	26	32,4	34,2	40	43	42,5
Max	41	36,8	28,1	22,1	21,3	28,7	28,2	34,1	37,2	43,3	46,2	44,8

Remarque : La source des données est l'anrh de m'sila.

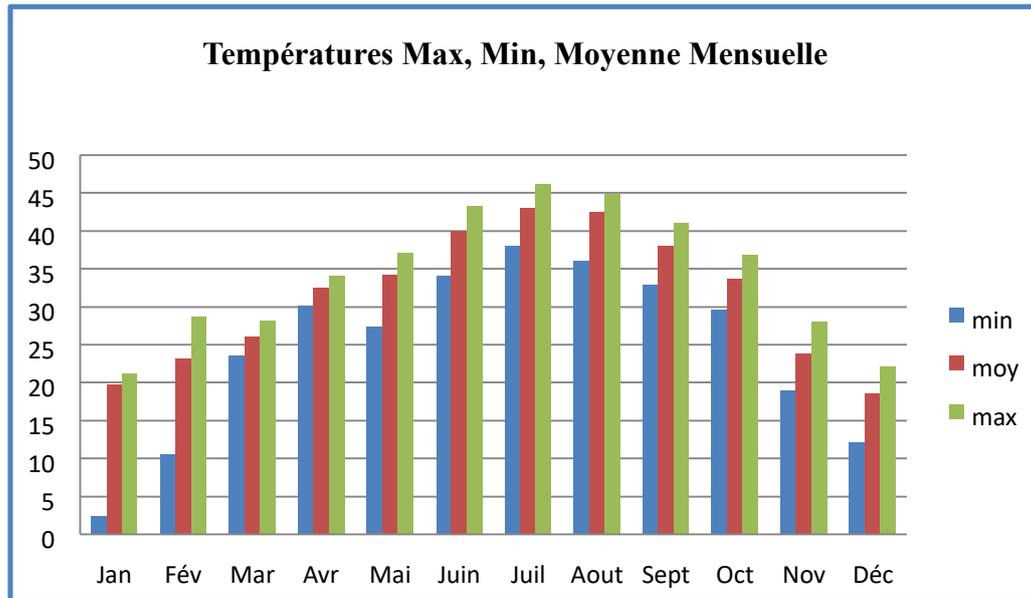


FIGURE 2.4 : HISTOGRAMME DE LA VARIATION DE LA TEMPERATURE

2. Vent :

La direction du vent fréquemment, cet est le nord-ouest et vers le nord-est tandis que l'été, nous trouvons les vents dominants de la direction du sud et la vitesse moyenne du vent est de 4.32 m/s

TABLEAU 2.4 : VITESSES MOYENNES MENSUELLES DES VENTS DEPUIS DE 2008

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan.	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
V_{moy} (m/s)	3,84	3,68	4,14	3,96	4,14	4,74	5,02	4,84	4,86	4,5	4,1	3,98

Remarque : La source des données est l'anrh de m'sila.

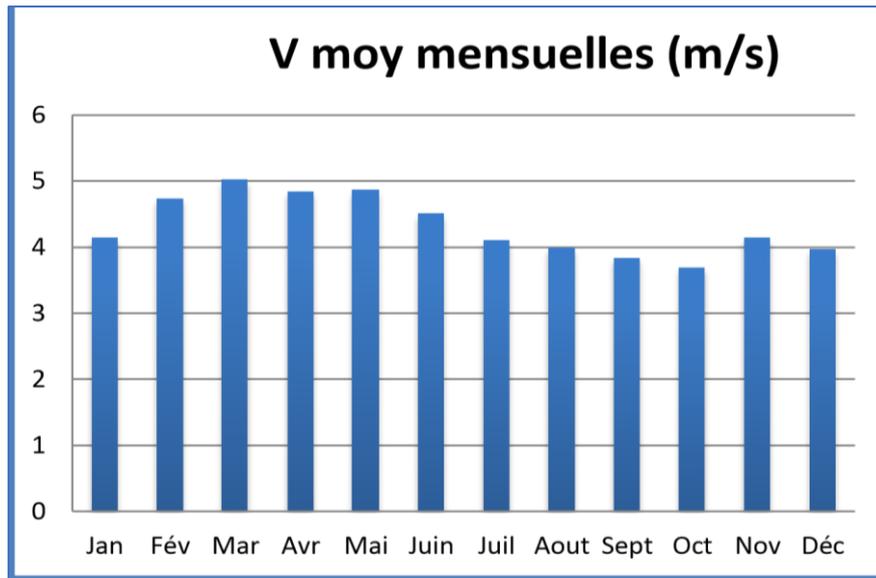


FIGURE 2.5 : HISTOGRAMME DES VITESSES MOYENNES MENSUELLES DES VENTS

3. L'humidité :

A partir de ce tableau nous observons que l'humidité maximale est estimée à 69% le mois de février, alors que l'humidité minimale est de 32% durant le mois de juillet, ce qui donne une humidité moyenne annuelle de 54%.

TABLEAU 2.5 : L'HUMIDITE MENSUELLE (1999-2019)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Humidité (%)	44	56	63	63	68	69	62	61	50	40	32	38

Remarque : La source des données est l'apc d'Ouled Addi Geubala et l'anrh de m'sila.

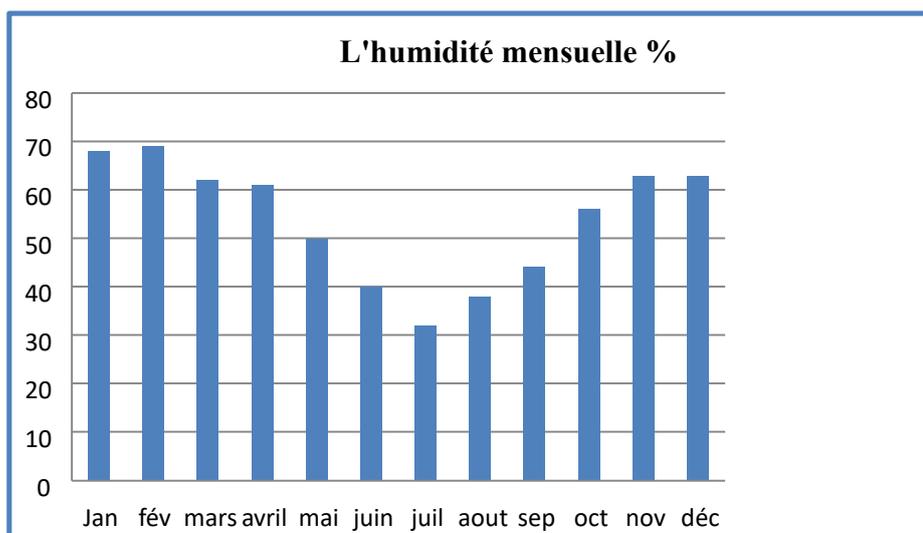


FIGURE 2.6 : L'HUMIDITE MENSUELLE

CHAPITRE 2 : Présentation de la zone d'étude

4. Pluviomètre :

Afin d'étudier la physiologie des types de temps dans la région de M'Sila, nous avons sélectionné la station pluviométrique de Ksob. Cette station dispose d'un échantillon de données de plus de 30 ans, la rendant particulièrement adaptée à notre étude compte tenu de sa proximité avec la zone d'intérêt.

TABLEAU 2.6 : LES CARACTERISTIQUES DE LA STATION DE KSOB.

Station	Code	X (m)	Y (m)	Z (m)	Nombre d'année	Pmoy (mm)	Pimax (mm)	Cv	B
KSOB	05/10/2005	668.45	282.10	580	50	267	32.60	0.32	0.35

Conclusion :

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre agglomération du point de vue topographie, climatologie, démographie, ainsi que la situation hydraulique, nous avons opté pour le dimensionnement total de la station.

CHAPITRE 3 : Généralités sur le lagunage et choix de la variante

A. Introduction :

L'eau est contaminée par l'utilisation humaine et doit être purifiée. La technologie la plus courante est celle des usines de traitement des eaux, qui traitent les eaux usées rejetées dans le réseau d'égouts à l'aide de divers moyens mécaniques et chimiques. Une technologie moins connue est la technologie des lagunes, qui utilise des organismes vivants pour désinfecter et purifier l'eau. En fait, il s'agit d'une forme naturelle et flexible de traitement biologique des eaux usées.

Il y a généralement trois bassins de lagunage. Ils sont conçus pour absorber l'eau, la traiter pendant un certain temps, puis la restituer dans l'environnement dans lequel elle a été reçue. Les principes suivants s'appliquent à tous les lagons : Après une première accalmie, les eaux usées s'écoulent dans des bassins situés dans des lagunes plantées ou non.

B. Définition du lagunage :

Le lac est un procédé d'épuration biologique des déchets domestiques et industriels basé sur un procédé autonettoyant. Le traitement de l'eau s'effectue par une combinaison de processus aérobies et anaérobies impliquant des micro-organismes, notamment des algues et des bactéries.

L'aménagement du lac s'effectue à travers une série d'étangs peu profonds

(3 étangs), de forme généralement rectangulaire. L'eau se déplace d'un bassin à l'autre par gravité. L'énergie solaire joue un rôle important car elle fournit de la chaleur et de la lumière. Favorise la croissance rapide des micro-organismes aérobies et anaérobies (par photosynthèse) qui consomment de la DBO. Cette technique est plus efficace pour éliminer les agents pathogènes que les traitements traditionnels.

C. Le principe général de lagunage :

Les principes suivants s'appliquent à tous les lagunages : Après une première décantation, les eaux usées s'écoulent dans des bassins situés dans des lagunages plantées ou non.

L'épuration s'effectue par les plantes et par les micro-organismes fixés sur leurs racines et sur des substrats (graviers, sable...), grâce à l'effet filtrant du sol. Dans certains types de lagunes,

les conditions aérobies et anaérobies se succèdent ou coexistent, ce qui permet d'obtenir un bon rendement d'épuration des nutriments (azote et phosphore).



FIGURE 3.1 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU LAGUNAGE.

✓ **Traitement per lagunage :**

* **Avantages du lagunage :**

- Procédé simple, naturel et efficace.
- Coûts de construction modérés. Il est principalement déterminé par le prix du terrain et l'état du terrain.
- Faibles coûts d'exploitation et de maintenance. Il n'y a pas de coûts énergétiques.
- La époque de vie est de 15 à 20 ans
- Moins de boues et nettement moins d'agents pathogènes que les stations traditionnelles.
- Facile et économique à entretenir
- Bonne intégration dans l'environnement. L'eau traitée peut être réutilisée à diverses fins telles que l'irrigation.

* **Inconvénients du lagunage :**

CHAPITRE 3 : Généralités sur le lagunage et choix de la variante

- Les étangs nécessitent une grande surface. Vous devez prévoir au moins 5 mètres carrés par résident, souvent 10 à 15 mètres carrés par résident.
- Le processus de nettoyage est lent.
- Des experts devraient être impliqués dans la conception et le suivi.
- Sensible aux changements de température, l'efficacité diminue en hiver.
- Des stations mal conçues ou mal entretenues peuvent créer un risque d'odeurs désagréables et d'insectes.
- Les lagunes sont inefficaces contre la pollution chimique.

1. Principaux procédés de lagunage :

Deux grands types de procédés sont utilisés :

A) Lagunage naturel.

B) Lagunage aéré.

a) Le lagunage naturel :

(1) Définition :

Le lagunage naturel est un processus de traitement biologique des eaux usées qui se déroule dans un bassin doté d'une couche d'eau de 0,8 à 1,5 m. Les microphytes, à savoir les algues, les petits animaux (protozoaires, rotifères, crustacés) et les bactéries, transforment la charge polluante en présence d'oxygène et stabilisent les boues.

(2) Mode de fonctionnement :

Le fonctionnement de ce système repose sur l'action combinée d'algues unicellulaires et de bactéries. Grâce au rayonnement lumineux, les algues produisent de l'oxygène, qui permet la respiration et le développement de colonies bactériennes. Les bactéries (et certains champignons microscopiques) décomposent la matière organique en azote ammoniacal. Dans un environnement bien oxygéné, celui-ci est transformé en nitrates, qui sont absorbés par les algues, et en phosphates, qui proviennent principalement des eaux de lavage. Les algues poussent

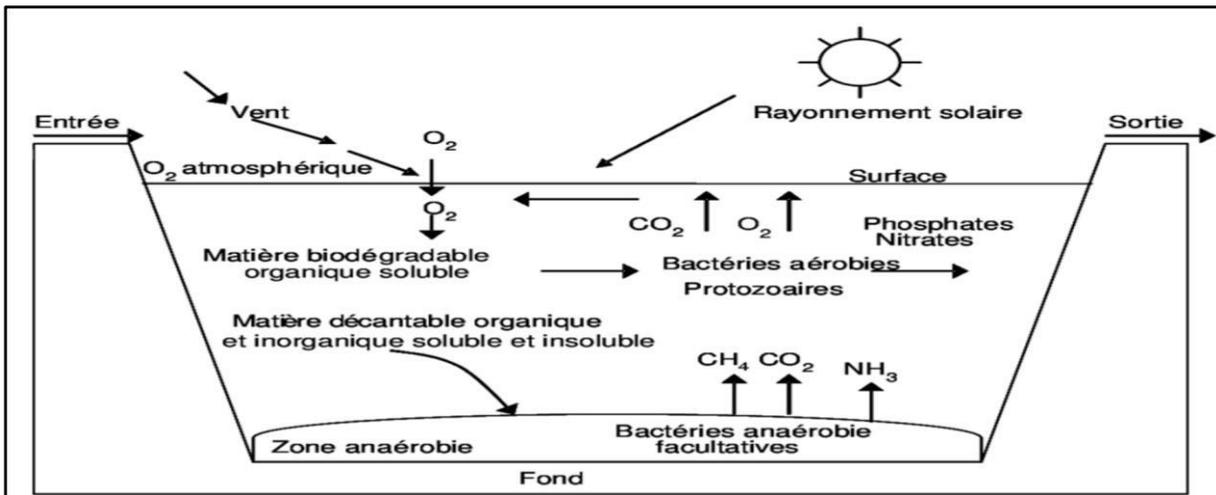


FIGURE 3.2 : LES MECANISMES EN JEU DANS LES BASSINS DE LAGUNAGE NATUREL.

(3) Type de bassins :

On trouve, généralement, 3 types de bassins

❖ **Bassin anaérobie (absence d'oxygène) :**

Ils reçoivent des niveaux relativement élevés de polluants, exprimés en demande biochimique en oxygène (DBO) par unité de volume. Celle-ci est réduite par sédimentation et digestion anaérobie avec des temps de séjour courts (1 jour ou plus) à des profondeurs de 2 à 5 mètres. Cela crée des bulles à la surface de la piscine, produisant du biogaz, un gaz composé à 70 % de méthane et à 30 % de dioxyde de carbone. Cette méthode présente l'avantage de réduire la charge initiale en DBO de près de 60 %. De plus, placer ce type de bassin au début du processus permet d'économiser toute la surface nécessaire au nettoyage.

❖ **Bassin facultatif :**

Sous le bassin anaérobie se trouve un grand bassin facultatif.

Lors de la construction d'un étang, la DBO est oxydée par les bactéries aérobies et devient le déchet dont elles ont besoin.

Fourni par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère et l'activité photosynthétique Micro algues : Utilisation du dioxyde de carbone (CO₂) produit par les bactéries produites par le micro algues converti en glucides.

CHAPITRE 3 : Généralités sur le lagunage et choix de la variante

Cependant, pour maintenir des conditions aérobies, la charge polluante entrante ne doit pas être trop élevée, tout comme la profondeur ne doit pas dépasser 2 mètres.

❖ **Bassin de maturation :**

Reçoit les eaux usées d'un bassin en option. Ce sont des étangs entièrement aérobies d'une profondeur relativement faible (1 à 1,5 mètres).

Leur taille et leur nombre sont principalement déterminés par la qualité bactériologique requise de l'eau traitée.

Les taux de réduction des bactéries fécales sont si élevés que l'utilisation de ces bassins est généralement réservée à une réutilisation agricole non restrictive.

✓ **Avantage :**

- Adapté aux réseaux unitaires (charges hydrauliques – dilution).
- Faibles coûts d'exploitation.
- Bonne intégration dans l'environnement.
- Bonne élimination des agents pathogènes.
- Boues à faible fermentescible.
- Aucune connexion électrique requise.
- Bonne élimination de l'azote (70%) et du phosphore (60%).

✓ **Inconvénients :**

- Nécessite un espace considérable.
- Restrictions relatives aux sols et à l'imperméabilisation.
- Fluctuations saisonnières de la qualité de l'eau traitée.
- Nuisances (rongeurs, odeurs, moustiques) provoquées par des erreurs de conception et/ou d'exploitation.
- Élimination incomplète de l'azote et du phosphore.
- Difficulté d'obtention des boues.
- Aucun réglage ne peut être effectué pendant le fonctionnement.
- Sensibilité à l'eau purifiée et aux eaux usées concentrées.

b) Le lagunage aéré :

(1) Définition :

CHAPITRE 3 : Généralités sur le lagunage et choix de la variante

Les lagunages aérées sont une technologie complète d'épuration biologique comprenant un ou plusieurs bassins de traitement dans lesquels la charge biodégradable des eaux usées est détruite par des moyens bactériens. Au moins une partie de ce traitement est réalisée de manière aérobie en fournissant artificiellement de l'oxygène dissous dans l'eau via un dispositif d'aération de surface ou des bulles d'air.

(2) Mode de fonctionnement :

Dans les lagunes aérées, l'enrichissement en oxygène est réalisé mécaniquement au moyen d'aérateurs de surface ou par injection d'air.



FIGURE 3.3 : SYSTEME D'EPURATION PAR LAGUNES AERES.

c) Type de bassins :

❖ Bassin d'aération :

Pendant la phase d'aération, les eaux usées sont décomposées par des micro-organismes qui consomment et absorbent les nutriments.

Le principe de base est le même que celui des boues activées, avec une faible densité bactérienne et sans recirculation.

L'apport d'oxygène est assuré par des aérateurs de surface ou par injection d'air. La consommation électrique de chacun de ces deux types d'aération est similaire à celle des boues activées.

❖ **Bassin de décantation :**

Les matières en suspension (accumulation de micro-organismes et de particules piégées) proviennent principalement d'un ou deux lagunes simples et s'agrègent lentement sous forme de boues.

Ceux-ci doivent être aspirés régulièrement. Deux bassins séparés pouvant être contournés facilitent le nettoyage. La floculation des boues est peu prononcée (décanteur trop grand).

❖ **Bassin de finition :**

Des lagunes à finition mixte (micro et macrophytes) peuvent être ajoutées pour améliorer le traitement, notamment en ce qui concerne l'azote et le phosphore. La suppression de ces deux paramètres peut également être réalisée dans un premier étage au niveau du réacteur de nitrification, qui fait recirculer une partie des eaux usées en partie haute du bassin primaire, et dans l'autre étage par voie physico-chimique.

2. Les organismes présents dans les bassins de lagunage :

a) **Bactéries exogènes :**

Ce sont des bactéries qui viennent avec les eaux usées, les eaux usées. Ce sont de bons indicateurs de contamination microbienne. Malgré leur diversité, certaines de ces bactéries peuvent être pathogènes (c'est-à-dire transmettre des maladies). Ils doivent donc être retirés lors du nettoyage pour éviter une contamination bactérienne ultérieure. En raison des changements environnementaux successifs, leur nombre est fortement réduit au moment où ils atteignent la station lagunage.

b) **Bactéries endogènes :**

Les bactéries endogènes sont naturellement présentes dans le bassin grâce à l'ensemencement naturel elles jouent un rôle dans la dégradation de la matière organique. Trois types de bactéries endophytes existent dans les étangs.

➤ **Bactéries anaérobies strictes :**

On le trouve sous les sédiments profonds dans les bassins où l'oxygène est absent. Ils produisent souvent des gaz malodorants qui affectent le processus de fermentation.

➤ **Bactéries aérobies strictes :**

Ces bactéries ont besoin d'oxygène pour vivre, elles vivent donc dans des couches aqueuses suffisamment alimentées en oxygène. Elles dégradent les matières en suspension.

➤ **Bactéries aérobies et anaérobies facultatives :**

Ils sont répartis de manière relativement homogène dans la colonne d'eau, avec des concentrations plus ou moins élevées dans les zones favorisant l'un ou l'autre. Les exigences en matière de teneur en oxygène dissous sont moindres. Certains individus tolèrent les fluctuations, tandis que d'autres vivent inaperçus, quelle que soit l'oxygénation de l'eau.

c) **Les algues microphytes ou phytoplancton :**

Il y a 4 types d'algues microphytes distinguées selon leur couleur :

1. **Les algues bleues :**

Organisme procaryote (sans noyau), riches en pigment bleuté (la phycocyanine).

2. **Les algues vertes :**

Organisme eucaryote, riches en pigment vert (la chlorophylle).

3. **Les algues brunes :**

Organisme eucaryotes, riches en caroténoïdes les colorant en brun à jaune d'or

4. **Les algues rouges (rhodophycées) :**

Organisme eucaryotes, riches en phycoérythrine.

d) **Zooplancton :**

➤ **Les protozoaires :**

Ce sont des organismes unicellulaires et les principaux prédateurs des bactéries. Ils vivent toute l'année et leur nombre ne change pas sensiblement.

➤ **Les métazoaires :**

Les métazoaires sont des organismes pluricellulaires d'une plus grande complexité.

Il existe 3 groupes dominant au sein des stations de lagunage

✓ **Les rotifères :**

Il existe 22 familles de rotifères regroupant plus de 2000 espèces différentes. Malgré leur taille réduite (200 nm à 1mm) et leur faible nombre de cellules (environ mille), ils sont des organismes très complexes avec œil, œsophage, cœur, estomac, intestin, etc. Mais ils n'ont ni tête, ni membres. Ils se nourrissent principalement de bactéries, micro-algues et matière organique, ce qui a pour effet de clarifier l'eau. Ils peuvent vivre dans des eaux très peu oxygénées et supportent de très grandes variations de la qualité du milieu.

➤ **Les copépodes :**

Ce sont de petits crustacés présents à la surface de l'eau et excellents prédateurs. Ils se nourrissent de phytoplancton, de jeunes larves d'insecte et de cladocères.

On distingue 2 groupes de copépodes : les calanoïdes phytoplanctonivores à longues antennes et les cyclopoïdes à courtes antennes plutôt zooplanctonivores.

➤ **Les cladocères :**

Ces petits crustacés herbivores et détritivores mesurent entre 0,2 et 3 mm. Ils jouent un rôle important dans les derniers bassins de lagunage pour baisser le taux de matière en suspension par filtration de la biomasse phytoplanctonique. Cela augmente ainsi la luminosité dans ces bassins mais leur mode de nutrition et leur respiration font baisser la quantité d'oxygène dissout dans l'eau.

e) **Les nuisances environnementales :**

Les dommages environnementaux peuvent être causés par quatre facteurs :

- Odeurs causées par l'accumulation de liquides, de mousse ou de boues dans des conditions anaérobies.
- Moussage et éclaboussures dus aux mouvements provoqués par les aérateurs dans les bassins aérés
- Infestation d'insectes.
- Contamination des eaux souterraines due à des fuites du fond ou des parois de la piscine.

f) **Contraintes d'exploitation :**

Veillez noter les limitations opérationnelles suivantes :

- Visitez l'opérateur une à deux fois par semaine.
- Contrôle de cannabis.
- Contrôle des rongeurs.
- Élimination des matières en suspension.
- Utilisez les pesticides judicieusement pour limiter la propagation des insectes.
- Très faible effort technique de la part de l'opérateur.
- Un nettoyage des boues complexe et coûteux est réalisé tous les 1 à 5 ans dans le bassin supérieur et tous les 10 à 20 ans dans tous les bassins.

g) **Comparaison entre lagunage naturel et lagunage aéré :**

Les avantages et les inconvénients de ces deux types de lagunage sont presque

CHAPITRE 3 : Généralités sur le lagunage et choix de la variante

Identiques, cependant, nous pouvons relever quelques points qui doivent être pris en compte par les décideurs.

- Temps de séjour : Le temps de séjour dans le lagunage naturel est très élevé (peut aller jusqu'à 50 jours) par rapport au lagunage aéré (quelques jours).
- Superficie : La superficie nécessaire dans le lagunage naturel est très importante par rapport au lagunage aéré.
- Consommation d'énergie : Il n'y a pas de consommation d'énergie pour le lagunage naturel, par contre dans les lagunes aérées une consommation d'énergie pour

L'aération est obligatoire.

Conclusion :

En résumé, le lagunage aéré offre plusieurs avantages : il est rustique et plus économique que le lagunage naturel. De plus, la superficie requise pour le lagunage aéré est bien plus réduite comparativement au lagunage naturel ou à une station d'épuration classique. Par conséquent, dans le cas du lagunage du centre de Ouled Addi, cette variante de lagunage aéré s'avère favorable, car elle nécessite une surface modérée et bénéficie d'une proximité avec la ligne électrique, facilitant ainsi l'approvisionnement en énergie.

*CHAPITRE 4 : Facteurs influençant le pouvoir épuratoire et normes de
rejet.*

A. Introduction

Le pouvoir épurateur est la capacité d'un système de traitement des eaux usées à éliminer les polluants, déterminé par des facteurs tels que la composition de l'eau, les technologies utilisées et les conditions opérationnelles. Les normes de rejet, établies par les autorités, contrôlent les niveaux de polluants dans les effluents pour protéger l'environnement et la santé publique.

B. Facteurs climatiques

1. Radiations solaires :

Elles constituent la principale source de chaleur dans la lagune en favorisant la dégradation de la matière organique. Ces radiations solaires sont indispensables à la photosynthèse. La ré aération de surface joue un rôle minime dans la livraison d'o₂ aux organismes aérobies. La grosse part d'o₂ est fournie par les algues, qui ne peuvent produire de l'o₂ qu'en présence de lumière adéquate.

2. Température :

La température est un facteur très important aussi, elle agit directement sur la vitesse des réactions biologiques. L'activité biologique du milieu est d'autant plus importante que la température augmente.

L'optimum se situe autour de 25°C, il y a une forte croissance algale dès que la température de l'eau atteint 20°C.

3. Le vent :

Le vent assure le brassage des eaux et contribue ainsi à une meilleure répartition de la température et de l'oxygène dissous et évite la stratification des eaux. Il contribue à l'évaporation au niveau de la surface de l'eau en renouvelant la pellicule d'air située immédiatement au-dessus de celle-ci.

4. Evaporation :

Dans la période estivale l'évaporation est très intense, elle peut diminuer le débit des effluents traités et peut augmenter la charge. Elle peut être néfaste et doit donc être prise en compte lors du dimensionnement.

C. Facteurs physiques

- **La forme des bassins** : La forme des bassins doit être hydrodynamique pour faciliter la circulation des effluents et éviter ainsi les zones mortes.
Etude d'un Système d'Epurateur par Lagunage de la Commune de QULED ADIDE CUELAILLA
- **Profondeur des bassins** : La profondeur agit directement sur la pénétration de la lumière qui favorise la photosynthèse.
- **Le volume des bassins** : Le volume de bassin permet avec les débits de fixer un temps de séjour optimum dépendant de la charge admise et de la dépollution souhaitée.

D. Les facteurs chimiques :

- **Le ph** : Le ph est un potentiel très important pour le pouvoir épuratoire. Un milieu très alcalin ou très acide ne peut être toléré puisqu'il y a une limite de tolérance imposée par les micro-organismes.
- **La charge organique** : La charge organique a son poids dans le pouvoir épuratoire. Il faut la choisir de façon à répondre aux exigences des micro-organismes sans dépasser le seuil de surcharge ou un manque de charge.
- **La composition en sels minéraux** : Cette composition doit être suffisante pour assurer aux végétaux une croissance normale, tout excédant peut provoquer des inhibitions.

E. Facteurs biologiques :

Le lagunage est basé sur des mécanismes d'épuration naturels où chaque organisme à un rôle à jouer, tout particulièrement les bactéries et les algues. Un des rôles essentiels du lagunage est l'oxygénation de l'eau par les algues, qui est suivie par une minéralisation et une production des déchets inorganiques. On reconnaît trois avantages aux algues ; la réoxygénation, la minéralisation et la production d'une chaîne alimentaire.

F. Rejet des eaux usées

1. Normes de rejet des eaux traitées

Prévenir la transmission de maladies véhiculées par l'eau et préserver l'environnement aquatique sont les deux principales raisons du traitement des eaux usées. On fournit certaines caractéristiques des eaux usées et comment elles influent sur le procédé de traitement.

Les normes de rejet et de réutilisation des eaux usées traitées parus en 1989, ont été élaborées sur la base des recommandations de la FAO et de l'OMS, de telle sorte que les effluents rejetés puissent être réutilisés sans risque majeur.

2. Les normes de rejets selon L'OMS

La qualité des effluents rejetés par les installations de traitement des eaux usées doit satisfaire aux critères définis par l'OMS indiquée sur le tableau

TABLEAU 4.1 : VALEURS MAXIMALES DES EAUX USEES BRUTES ET EPUREES SELON L'OMS

Paramètres	Unités	Valeurs Maximales	Eaux brutes
DBO5	Mg/l	400	30
DCO	Mg/l	900	90-120
MES	Mg/l	600	30
Azote	Mg/l	/	10-30
Phosphate	Mg/l	/	2
Température	°C	30	30
PH	/	5,5-8,5	5,5-8,5

Remarque : La source des données est Organisation mondiale de la Santé & Programme des guides.(2012).

3. Les normes de qualité de l'eau d'irrigation selon FAO

La réutilisation des eaux pour l'irrigation n'est possible que si les eaux usées sont traitées selon certaines normes de qualité. La définition de normes et d'une réglementation spécifique est indispensable pour toute politique de mise en œuvre d'une réutilisation durable. Ces normes doivent préciser la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux épurées afin de garantir la protection de la santé humaine et la préservation de l'environnement.

TABLEAU 4.2 : NORMES D'IRRIGATION SELON LA FAO

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
MES	Mg/l	20-30
DBO	Mg/l	5-20
Azote organique	Mg/l	5
Azote ammoniacal	Mg/l	0,2-10
Phosphate PO4	Mg/l	1-5
Nitrate NO3	Mg/l	1-5
PH	/	6,5-8,4

Remarque : La source des données est Article 32 de l'arrêté du 2 février 1998.

4. Les normes de rejet nationales

Selon le Journal Officiel de 1993, les normes nationales sont regroupées dans le tableau suivant :

TABLEAU 4.3 : VALEURS LIMITEES MAXIMALES DES PARAMETRES DE REJET DES INSTALLATIONS DE DEVERSEMENT

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
PH	/	5,5-8,5
MES	Mg/l	30
DBO5	Mg/l	40
DCO	Mg/l	120
Azote	Mg/l	40
Phosphates	Mg/l	2

Remarque : La source des données est Décret exécutif n 06 141 du 19 avril 2006.

G. Analyses du rejet

Les prélèvements d'échantillons ainsi que l'analyse physico-chimiques ont été réalisés au laboratoire, de « EURL LABORATOIRE KHERRA >>>

Prelevement et echantillonnage

Le prélèvement des échantillons et sa conservation conditionnent les résultats des analyses qui en seront donnée.

CHAPITRE 4 : Facteurs influençant le pouvoir épuratoire et normes de rejet.

Les prélèvements ont été effectués au niveau d'un seul point de rejet collectant les eaux usées.

Resultats d'analyses :

Les mesures de pollution effectuées par eurl laboratoire kherra sur l'échantillon prélevé au niveau d'un seul point de rejet sont mentionnées dans le tableau suivant :

TABLEAU 4.4 : RESULTATS D'ANALYSES EFFECTUEES AU LABORATOIRE

Paramètre	PH	Conductivité (mg/l)	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	PO4 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	Azote (mg/l)
Valeur	8.20	644	463	279	245	2.44	0.13	0.86	0.05

Conclusion :

Les résultats montrent que plusieurs paramètres, notamment les MES, la DCO, la DBO5 et les phosphates, dépassent les normes algériennes, ce qui indique que l'eau usée analysée est fortement polluée et nécessite un traitement avant d'être rejetée dans l'environnement pour éviter des dommages écologiques.

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

A. Introduction :

Dans ce chapitre, nous discutons des procédés d'épuration adaptés à la zone d'étude. Nous avons choisi de mettre en œuvre un procédé de traitement par lagunage parce qu'est une option économique et simple dans les zones rurales peu peuplées où de grandes superficies de terres peuvent être attribuées, tandis que STEP est une technologie plus avancée et plus efficace utilisée dans les zones urbaines qui permet un traitement plus rapide et plus précis des eaux usées. (et une future station d'épuration des eaux usées afin de traiter et de valoriser efficacement les eaux traitées. Cette solution éprouvée permettra de traiter efficacement toutes les eaux usées générées par les habitants de la ville de ouled addi, en tenant compte de facteurs tels que le débit, la pollution organique et les coûts d'exploitation.

B. Estimation des débits des eaux usées :

1. Consommation moyenne journalière

En tenant compte des besoins en Eau domestiques, scolaire, administratifs, et industriels, la consommation moyenne journalière se détermine par la formule suivante :

$$Q_{moy,j} = (q \cdot N) / 1000 \text{ (m}^3\text{/J)} \dots \dots \dots \mathbf{5.1}$$

Avec :

Q : la consommation moyenne journalière

N : nombre de consommateur ; besoin domestique, scolaire et industriel

Q : dotation moyenne journalière.

a) Besoins en eau du secteur domestique

TABLEAU 5.1 : ESTIMATION DES BESOINS DOMESTIQUE

Localité	Nombre d'habitant		Dotation l/J/hab.	Consommation moyenne journalière	
	2024	2045		2024	2045
OULED ADDIE GUEBALLA	37790	63472	150	5668.5	9520.8

Q_{moy, J} = 9520.8 m³ /j

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

b) Besoins en eau du secteur scolaire

TABLEAU 5.2 : ESTIMATION DES BESOINS DES EQUIPEMENTS EDUCATIFS

Équipements	N° d'établissement		Nombre d'élèves		Dotation (l/J)	Besoins en eau potable (m ³ /J)	
	2024	2025	2024	2025		2024	2025
Enseignement primaire	15	23	2956	4025	20	59,12	80,5
Enseignement moyen	4	9	4074	6953	20	81,48	139,06
Enseignement secondaire et technique	2	3	1714	2099	20	34,28	41,98
Formation professionnelle	1	2	345	700	20	6,9	14
Consommation Totale	/	/	/	/	/	181,78	275,54

Q_{moy, J} = 275,54 m³ /j

c) Besoins culturels

TABLEAU 5.3 : ESTIMATION DES BESOINS DE MOSQUEE

Type d'équipement	Nombre de pratiquant		Dotation I/J	Consommation moyenne journalière m ³ /j	
	2024	2025		2024	2025
Mosquée	1169	2063	10	11.69	20.63

Q_{moy, J} = 20.63 m³ /j

TABLEAU 5.4 : ESTIMATION DES BESOINS DE CENTRE CULTURAL

Type d'équipement	Nombre		Dotation l/J	Consommation moyenne journalière m ³ /j	
	2024	2025		2024	2025
Centre culturel	1	2	1000	1	2

Q_{moy, J} = 2 m³ /j

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

d) Besoins sanitaires

TABLEAU 5.5 : ESTIMATION DES BESOINS DE SANITAIRE

Type d'équipement	Nombre de lit		Dotation L/J	Consommation moyenne journalière m ³ /j	
	2024	2045		2024	2045
Centre de santé	50	100	50	2.5	5.0

Q_{moy}, J = 5 m³ /j

e) Besoins administratifs

TABLEAU 5.6 : ESTIMATION DES BESOINS ADMINISTRATIFS

Type d'équipement	Nombre		Dotation l/J	Consommation moyenne journalière m ³ /j	
	2024	2045		2024	2045
Centre APC	1	2	2000	2	4
PTT	1	1	1000	1	1
Le centre de gendarmerie	1	1	1000	1	1
Centre de sûreté	1	1	1000	1	1
Centre de garde communale	1	1	1000	1	1

Q_{moy}, J = 8 m³ /j

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

f) Besoins commerciaux

TABLEAU 5.7 : ESTIMATION DES BESOINS COMMERCIAUX

Type d'équipement	N° d'équipements		Nombre de personne		Dotation (l/J)	Besoins en eau potable (m ³ /J)	
	2024	2045	2024	2045		2024	2045
Cafés	14	21	/	/	1000	14	21
Restaurants	9	15	/	/	1000	9	15
Hamman	3	5	60	100	200	12	20
Douche	6	10	30	50	200	6	10
Station lavage	6	10	60	100	200	12	20
Boulangerie	3	5	15	25	200	3	5

Qmoy, J = 91 m³ /j

g) Besoins socioculturels

TABLEAU 5.8 : ESTIMATION DES BESOINS SOCIOCULTURELS

Type d'équipement	Nombre de pratiquants		Dotation I/J	Consommation Moyenne journalière m ³ /j	
	2024	2045		2024	2045
Stade	100	177	40	4	7.08

Qmoy, J = 7.08 m³ /j

Remarque : Source : PDAU et annuaire statistique 2008 (Reed.B.2013)

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

TABEAU 5.9 : TABLEAU RECAPITULATIF

TYPE DE CONSOMMATEUR	CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIERE M ³ /J
BESOINS DOMESTIQUE	9520,8
BESOINS EN EAU SCOLAIRE	275,54
BESOINS CULTURELS	22,63
BESOINS SANITAIRE	5
BESOINS ADMINISTRATIFS	8.00
BESOINS COMMERCIAUX	91.00
BESOINS SOCIOCULTURELS	7.08
TOTAL	9823,97

h) Débit de pointe par temps sec :

- Le débit moyenne journalière $Q_{moy,j}=9823,97 \text{ m}^3/\text{j}$ qui implique le débit moyenne horaire égale 113.71 l/s,

$$Q_{\text{pointe}} = C_p * Q_{\text{moy, hor}} * Tr \dots \dots \dots 5.2$$

Tr : toux de raccordement

$Q_{\text{moy, hor}}$: débit moyenne horaire

C_p : coefficient de pointe.

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{\text{moy,j}}}} \rightarrow \text{Si } Q_{\text{moy,j}} > 2,8 \text{ l/s}$$

$$C_p = 3 \rightarrow \text{Si } Q_{\text{moy}} < 2,8 \text{ l/s}$$

Pour l'horizon 2045, on a $Q_{\text{moy. j}} = 9823.97 \text{ m}^3/\text{j}$

$Q_{\text{moy.j}} = 113.71 \text{ l/s} > 2,8 \text{ l/s}$

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{113.71}} = 1.73$$

Donc le débit de pointe

$$Q_{\text{pointe}} = 113.71 * 1.73 * 0.9 = 177.03 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{pointe}} = 177.03 \text{ l/s}$$

i) Estimation de débit des eaux usées :

L'eau évacuée ne représente que 80% de l'eau consommée, donc le coefficient de rejet égale à **0,8**.

$$Q_{\text{eu}} = Q_{\text{moy,j}} \times 0,8 \dots\dots\dots 5.3$$

$Q_{\text{moy,j}}$: débit moyenne journalier

Q_{eu} : débit des eaux usées

$$Q_{\text{eu}} = 113.71 * 0.8$$

$$Q_{\text{eu}} = 90.97 \text{ l/s}$$

j) Débit diurne : Q_d (m³/h)

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives. En effet, la Période diurne peut être de 14 heures à 16 heures, le choix de 16 heures est motivé par le fait Qu'il s'agit dans notre cas d'une petite agglomération .Il est calculé comme suit :

$$Q_d = Q_{\text{moy,j}} / 16 \dots\dots\dots 5.4$$

$$Q_d = 9823.97 / 16$$

$$Q_d = 614 \text{ m}^3/\text{h} = 14736 \text{ m}^3/\text{j}$$

k) Débit de pointe par temps de pluie : Q_{ptp}

$$Q_{\text{ptp}} = (3 \div 5) Q_{\text{pt}} \dots\dots\dots 5.5$$

Pour notre cas on optera pour une dilution de 3

$$Q_{\text{ptp}} = 3 * 177.03 = 531.09 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{ptp}} = 45886.176 \text{ m}^3/\text{j}$$

TABLEAU 5.10 : LES RESULTATS RECAPITULATIFS DES PRINCIPAUX PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Horizon 2045	$Q_{\text{moy,j}}$	Q_{pt}	Q_{eu}	Q_{diurne}	Q_{ptp}
Débit (m ³ /j)	9823,97	15295.4	7859.81	14736	45886.176

2. Estimation de la charge polluante :

La charge polluante d'un plan d'eau peut être calculée en déterminant la population équivalente de la zone et les niveaux spécifiques de polluants par habitant et par jour. La population équivalente représente le nombre de personnes de la zone responsables du rejet de polluants, tandis que les niveaux spécifiques de polluants indiquent la quantité de polluants émis par une personne moyenne chaque jour. Une fois ces informations obtenues, une formule peut être utilisée pour calculer la charge polluante dans l'eau étudiée.

La charge en matière polluante = C * Qmoy,j (kg/j).....5.6

Avec :

C : concentration moyenne exprimée en (mg/l)

Qmoy,j : débit moyen journalier (m³/j)

DBO5 = 245 mg/l

DCO = 279 mg/l

MES = 463 mg/l

- Charge moyenne journalière en DBO5 (LDBO5) :

LDBO5 = [DBO5] x Q moy, j.....5.7

[DBO5] : concentration moyenne de la DBO5 exprimée en (mg/l)

LDBO5 = 245*9823,97/1000=2406.87 kg/j

- Charge moyenne des matières en suspension (LMES) :

Ce paramètre est calculé à partir de la concentration de MES, elle est exprimée en Kg/j :

LMES= [MES] x Qmoy, j.....5.8

Avec :

LMES : charge moyenne journalière en MES exprimée en (kg/j)

[MES] : concentration moyenne de MES exprimée en (mg/l)

LMES=463*9823,97/1000=4548,499 kg/j

- Charge moyenne en DCO(LDCO) :

Ce paramètre est calculé à partir de la concentration de DCO, elle est exprimée en kg/j :

LDCO= [DCO] x Qmoy,j.....5.9

Avec :

LDCO : charge moyenne journalière en DCO exprimée en (kg/j)

[DCO] : concentration moyenne de DCO exprimée en (mg/l)

LDCO=279*9823,97/1000=2740,89 kg/j

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

TABLEAU 5.11 : RECAPITULATIF DES CHARGES POLLUANTES.

Paramètre	2045
Q _{moy, j} m ³ /j	9823,97
LDBO5 kg/j	2406,87
[DBO5] mg/l	245
LMES kg/j	4548,499
[MES] mg/l	463
LDCO kg/j	2740,89
[DCO] mg/l	279

3. Caractéristique du système d'assainissement

Le système d'assainissement existant est du type unitaire, l'année de réalisation [1986 + 2007], la longueur totale du réseau est de **11500ml**

Dont :

- Le réseau primaire est de **3700ml**

- Le réseau secondaire est de **7800ml**

Les diamètres du réseau varient entre [DN 300+1000], leur est du comprimé, CAO, CAP, le nombre de regards dans le réseau est de l'ordre de 400 unités.

Les ouvrages existants dans le réseau sont :

-(02) Déversoirs d'orages N° 02

-(02) Traversée d'oued N° 02

-(02) Traversée de route N° 02

Le taux de raccordement au réseau d'assainissement est de l'ordre **90%**.

Le lieu du rejet actuel est l'oued.

L'état du réseau est bon.

Le volume rejeté actuelle est de **1624m³**

Le gestionnaire du réseau est APC.

Dans le réseau d'assainissement aucune d'installation de pompage

C. Dimensionnement des ouvrages de la station :

Les dimensions des ouvrages de la station sont basées sur du débit de pointe et des charges polluantes en DBO5 et MES.

1. Les prétraitements :

a) Le dégrillage

Il s'agit de séparer des eaux brutes, les matières les plus volumineuses, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent, afin d'éviter les risques de colmatage. Généralement pour les stations de lagunage un dégrilleur simple à nettoyage manuel dans le cas d'admission des eaux gravitairement, avec une fréquence de nettoyage une fois par semaine par temps sec et plus en cas d'orage sur réseaux unitaires. Il est nécessaire de procéder à un dégrillage grossier suivit d'un dégrillage fin. Le champ de grille, généralement incliné à environ 80° sur l'horizontale.

La vitesse de passage de l'eau brute est comprise entre 0.3 et 1.4 m/s. Le nettoyage est assuré manuellement pour le dégrillage grossier et automatiquement pour le dégrillage fin par un dispositif alternatif (râteau, grappin, ou poche pivotante) qui remonte les détritux le long du champ de grille.

Le dimensionnement des dégrilleur (grille grossière et grille fine) a été effectué pour l'horizon 2045. Les grilles sont dimensionnées avec une vitesse de passage de l'eau brute (v) au débit de pointe Qp est de 0.8m/s.



FIGURE 5.1 : DEGRILLEUR

La méthode de calcul utilisée est celle de KIRSCHMER. La largeur de la grille est donnée par l'expression :

$$L = \frac{s \cdot \sin a}{h_{\max} \cdot x(1 - c_1) \cdot c_2} \dots\dots\dots 5.10$$

Ou :

S : Section mouillée de la grille $S = \frac{Q_{p\text{te},p}}{v}$ exprimé en (m²)

Q_{p_{te},p} : débit de pointe en temps de pluie (m³/s)

V : vitesse d'écoulement de l'effluent en (m/s) entre les barreaux, elle peut aller de 0.5 à 1.5 m/s

H_{max} : hauteur maximale d'eau admissible sur la grille comprise généralement entre

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

0.15 et 1.5 m (en prendre Hmax=1.5 m)

A : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal (60° à 80°)

C2 : Coefficient de colmatage dépendant de la qualité de l'eau et du système de reprise des résidus. Généralement :

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,1 < C2 < 0.3 \text{ pour une grille manuelle.} \\ 0.4 < C2 < 0.5 \text{ pour une grille automatique} \end{array} \right.$$

C1 : Coefficient de passage libre donné par la relation suivante :

$$C_1 = \frac{\text{diametre des barreaux}}{\text{diametre des barreaux} + \text{espacement entre les barreaux}} = \frac{d}{d+e} \dots\dots\dots 5.11$$

Où : d : l'épaisseur des barreaux de la grille

E : l'espace libre entre les barreaux

Les valeurs de « e » et « d » sont données dans le tableau suivant :

TABLEAU 5.12 : VALEURS DE « E » ET « D » POUR LES GRILLES GROSSIERES ET FINES

	Grille grossière	Grille moyenne	Grille fine
e (cm)	3 à 10	2 à 3	0,3 à 1
d (cm)	2	1 à 2	1

Dont le nombre des barreaux est calculé comme suit :

$$N_b = \frac{\text{largeur de la grille}}{\text{Espacement} + \text{diamètre des barreaux}} \dots\dots\dots 5.12$$

✓ Pertes de charge (Δh) :

Une grille provoque des pertes de charge, selon KIRSCHMER, ces dernières sont fonction de :

- La forme des barreaux.
- l'espacement entre les barreaux.
- La largeur des barreaux.
- La vitesse d'approche.
- l'inclinaison de la grille.

Elles peuvent être calculées par la formule suivante :

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

$$\Delta h = \beta \times \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \times \frac{V^2}{2g} \times \sin \alpha \dots\dots\dots 5.13$$

Avec :

ΔH : La perte de charge (m)

G : Accélération de la pesanteur (9,81m/s²)

V : vitesse d'écoulement dans la grille (0,8 m/s)

D : diamètre des barreaux(m)

E : espacement entre les barreaux(m)

A : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal ($\alpha=80^\circ$).

B : coefficient qui tient compte de la forme des barreaux

TABLEAU 5.13 : VALEURS DU COEFFICIENT B EN FONCTION DE LA FORME DES BARREAUX.

Forme des barreaux	B
Section Rectangulaire à arrête à angle droit	2,42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1.83
Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1.67
Section Circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0.76

(1) Grille Grossière

Pour le calcul de la surface immergée, on utilise la formule de Kirschmer :

- Largeur de la grille :

$$L = \frac{s \cdot \sin a}{h_{\max} \cdot x(1 - C1) \cdot C2} \dots\dots\dots 5.14$$

$$S = \frac{0.531}{0.8} = 0.664 \text{ m}^2$$

$$S = 0.664 \text{ m}^2$$

$$D = 2 \text{ cm}$$

$$e = 3 \text{ cm}$$

$$C2 = 0.3 \text{ (grille manuelle)}$$

$$C1 = \frac{2}{2+3} = 0.4$$

$$L = 2.42 \text{ m}$$

$$Nb = \frac{242}{2+3} = 49$$

$$Nb = 49$$

Calcul de la perte de charge dans la grille

La perte de charge dans la grille se calcule avec la formule de Kirschmer :

$$\Delta H = \beta \times (d/e)^{4/3} \times \sin(\alpha) \times (V^2/2g)$$

Avec :

- ΔH : Perte de charge en m
- D : Épaisseur des barreaux
- E : Espacement des barreaux
- V : Vitesse amont en m/s
- A : Angle des grilles par rapport à l'horizontale ($\alpha = 80^\circ$)
- B : Facteur de forme (barreaux de section circulaire : $\beta = 1,79$)

A.N: $\Delta H = 0,0335 \text{ m}$

(2) Grille Fine

Pour le calcul de la surface immergée, on utilise la formule de Kirschmer :

- Largeur de la grille :

$$L = \frac{s \cdot \sin a}{h_{\max} \cdot x(1 - C1) + C2} \dots\dots\dots 5.15$$

$$S = \frac{0.531}{0.8} = 0.664 \text{ m}^2$$

S=0.664 m²

D=1 cm

e=1 cm

C2= 0.3 (grille manuelle)

$$C1 = \frac{1}{2} = 0.5$$

L= 2.91 m

$$Nb = \frac{291}{2} = 146$$

Nb= 146

✓ Calcul de la perte de charge dans la grille

La perte de charge dans la grille se calcule avec la formule :

Ainsi : $\Delta H = 0,0575 \text{ m}$

(3) Le volume refus annuel du dégrilleur :

Le volume des débris retenus par la grille est fonction de l'espacement entre les barreaux et la qualité des eaux à épurer Soit :

$$\frac{12}{d} < V_R < \frac{15}{d}$$

Avec :

D : Espacement entre les barreaux en mm

✓ Le refus annuel de la Grille grossière Horizon 2045 :

$$VR = \frac{12}{d} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ l/EH.an}$$

$$VR' = \frac{15}{d} = \frac{15}{20} = 0,75 \text{ l/EH.an}$$

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

✓ Le refus annuel de la Grille fine Horizon 2045 :

$$VR = \frac{12}{d} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ l/EH.an}$$

$$VR' = \frac{15}{d} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ l/EH.an}$$

TABLEAU 5.14 : LES RESULTATS DE CALCUL DES DEGRILLEURS

Paramètre	Unité	Horizon 2045	
		Grille grossière	Grille fine
Débit de pointe en temps de pluie (Q_{ptp})	M ³ /s	0,531	
La hauteur d'eau (h_{max})	M	1,5	1,5
Epaisseur des barreaux (d)	Mm	20	10
Espacement des barreaux (e)	Mm	30	10
Largeur de la grille (L)	M	2,42	2,91
Surface (S)	M ²	0,664	0,664
Le nombre des barreaux (Nb)	/	49	146
Pertes de charge (ΔH)	M	0,0335	0,0575
Volume maximal des déchets (V_{max})	L/EH.an	0,6	1,2
Volume minimal des déchets (V_{min})	L/EH.an	0,75	1,5

b) Dessablage-déshuilage :

Le dessablage consiste en l'extraction des graviers, sables et autres particules minérales plus

Au moins fines. Pour cette opération, ce sont les particules dont le diamètre (Ø) est supérieur à 200 µm, qui en sont la cible.

En ce qui concerne le déshuilage, son but essentiel serait de séparer les huiles libres

Pouvant perturber l'exploitation des ouvrages se trouvant en aval.

Pour des raisons économiques et aussi pour le rapprochement entre le principe de

Fonctionnement du dessableur aéré et un séparateur de graisse par flottation, il serait judicieux

D'opter pour un ouvrage unique qui sera un "dessableur - déshuileur aéré" du type Longitudinal.



FIGURE 5.2 : DESSABLAGE-DESHUILAGE

Dimensionnement du bassin.

Pour la décantation des particules il faut vérifier la condition suivante :

$$\frac{L}{H} < \frac{v_e}{v_s} \quad \text{OU} \quad v_e < v_s$$

L : Longueur du bassin (m)

H : Profondeur du bassin (H = 1 à 3 m)

Ve : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement est $v_e = 0.2$ à 0.5 m/s)

Vs : La vitesse de sédimentation (la vitesse $V_s = 10$ à 15 m/h pour le débit de pointe en temps sec et $v_e = 40$ à 70 m/h pour le débit de pointe en temps de pluie)

L/H : varier de 10 à 15

Ts : Le temps de séjour et compris entre 3 à 5 minute au débit de pointe.

1. Calcul de volume

$$V = Q_{ptp} * t_s \dots \dots \dots 5.16$$

On prend le temps de séjours $t_s = 5$ mn

$$Q_{ptp} = 0.531 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Donc } V = 160 \text{ m}^3$$

2. La surface horizontale (Sh)

$$Sh = \frac{V}{H}$$

On prend $H = 3 \text{ m}$:

$$Sh = \frac{160}{3}$$

$$Sh = 54 \text{ m}^2$$

3. La longueur (L)

$$\frac{L}{H} = 10 \quad L = H * 10$$

$$L = 30 \text{ m}$$

4. La largeur (l)

$$Sh = L * l$$

$$l = \frac{Sh}{L}$$

$$l = 1.8 \text{ m}$$

➤ **Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :** Le

débit d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m³ d'air /m³ d'eau

$$Q_{\text{air}} = Q_{\text{ptp}} * V \dots \dots \dots 5.17$$

V : Volume d'air à injecter, on prend $V = 1,5 \text{ m}^3$

Q_{ptp} : débit de pointe en temps de pluie (m³/s)

$$Q_{\text{air}} = 0.531 * 1.5 = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Vérification de la condition de dimensionnement :**

$$\frac{L}{H} < \frac{v_e}{v_s}$$

On prend $v_e = 45 \text{ m/h}$ et $v_s = 0.2$

$$\frac{30}{3} = 10 < \frac{0.2}{0.0125} = 16$$

La condition de dimensionnement est vérifiée.

5. Calcul des charges polluantes à la sortie du dessableur :

Le dessableur élimine dans les environs de 65 % des matières minérales présentes dans les Eaux usées :

$$\text{MMS sortie} = 35\% \text{ MMS entrée}$$

Les matières en suspension contiennent 35 % des matières minérales (MM) et 65 % des

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

Matières volatiles en suspension (MVS)

$$\text{MES} = 65\% \text{ MVS} + 35\% \text{ MMS} \dots \dots \dots 5.18$$

Avec :

MMS entrée : matières minérales en suspension à l'entrée du déssableur.

MMS sortie : matières minérales en suspension à la sortie du déssableur.

MVS : matières volatiles en suspension.

MES : matières en suspension à l'entrée du déssableur

$$\text{MMS entrée} = 0.35 \times \text{MES} = 0.35 \times 463 = 162.05 \text{ mg/l}$$

$$\text{MMS sortie} = 0.35 \times \text{MMS entrée} = 0.35 \times 162.05 = 56.72 \text{ mg/l}$$

$$\text{MVS entrée} = \text{MVS sortie} = 0.65 \times \text{MES} = 0.65 \times 463 = 300.95 \text{ mg/l}$$

$$\text{MES sortie} = \text{MMS sortie} + \text{MVS sortie} = 56.72 + 300.95 = 357.67 \text{ mg/l}$$

TABLEAU 5.15 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU PRETRAITEMENT.

Paramètre	Unité	Horizon 2045
Surface horizontale (Sh)	M ²	59
Volume (V)	M ³	177
Hauteur (H)	M	3
Longueur (L)	M	30
Largeur (l)	M	1.97
Temps de séjour par temps sec (t _s)	Min	5
Quantité d'air à injecter (q _{air})	M ³ /s	0.89
Matières minérales en suspension à l'entrée (mm _{se})	Mg/l	162.05
Les matières minérales en suspension à la sortie (mm _{ss})	Mg/l	56.72
Les matières volatiles en suspension (MVS)	Mg/l	300.95
Les matières en suspension à la sortie de déssableur (me _{ss})	Mg/l	357.67

c) DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION

✓ La lagune aérée-aérobie :

C'est celui pour l'ensemble du bassin est en aérobiose et où les solides sont maintenues en suspension. L'énergie de brassage doit donc être suffisante pour qu'aucun dépôt ne se forme. La lagune agit alors comme une station à boues activées à très faible charge volumique mais sans circulations.

✓ La lagune aérée aérobie -anaérobie :

Une partie de la lagune est en anaérobiose, la puissance de brassage étant généralement insuffisante pour éviter tout dépôt. Une partie de solide va donc se déposer et subir une

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

décomposition anaérobie. Théoriquement, un équilibre du niveau des boues se réalise en chaque point. De fait, cet équilibre est instable : divers phénomènes intervenant (remontée de boues due à une accélération de la production de gaz, ré solubilisation d'une partie des dépôts...). Les installations comprennent une ou plusieurs lagunes d'aération et de décantation. Dans les premières, se réalise l'essentiel de l'attaque de la charge organique. Dans les suivantes, les matières décan tables se séparent physiquement de l'eau épurée.

Donc, ce système est généralement traité comme un réacteur à mélange complet et à faible charge. La combinaison de bassins de la variante adoptée sera composée d'un bassin à aération mécanique suivi d'un bassin de décantation.

(1) Bassin d'aération

En adoptée une profondeur de la lagune de 3.50 m. Le temps de séjour pour ce cas étant pris égale à 10 jours et une hauteur utile de 3.50m.

✓ Calcul le volume (V) de lagune

On a

- Le débit moyenne journalière des eaux usée est de : $Q_{moy,j} = 9823,97 \text{ m}^3/\text{j}$.
- La profondeur du bassin est de : 3.50m.
- Le temps de séjour est : $T_s = 10$ jours.

Donc le volume de bassin d'aération est : $V = Q_{moy,j} * T_s$

$$V = 98239.7 \text{ m}^3$$

✓ Calcul la surface S :

La section de bassin est :

$$S = V/H = 28068.49 \text{ m}^2$$

On prendre deux bassins aérés d'une surface unitaire égale à 14035 m²

Alors :

La forme de surface est rectangulaire.

Le rapport de longueur/largeur est égal à 3

$$\text{Donc } l = \sqrt{(S/3)} = \sqrt{(14035/3)}$$

D'où $l = 68.4$ m donc les dimensions du bassin est :

- La largeur du bassin est : $l = 68.4$ m
- La longueur du bassin est : $L = 205.2$ m

✓ Calcul de la revanche :

Elle permet d'éviter la submersion de la crête des digues par les vagues. Pour les petits

Bassins (surface inférieure à 1 ha), il suffira d'une hauteur de revanche de 0.5m. Pour des

Surfaces de bassin comprises entre 1 et 3 ha, la hauteur de revanche varie linéairement entre

0.5 et 1m. Pour les grands bassins (surface de plus de 3 ha), la revanche peut être estimée par

La formule simplifiée suivante :

$$R = 1 + 0.3\sqrt{F} \dots \dots \dots 5.19$$

Avec :

R : la revanche.

F : (longueur du plan d'eau) en km.

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

On aura donc la surface de bassin comprises entre 1 et 3 ha, donc la hauteur de revanche varie linéairement entre 0.5 et 1m. (on prend **R=1m**)

- ✓ Détermination de la concentration de sortie

$$\frac{L_f}{L_0} = \frac{1}{(1+K*Ts)} \dots\dots\dots 5.20$$

Avec :

- L_f : concentration en DBO à la sortie du bassin.
- L_0 : concentration en DBO à la l'entrée du bassin.
- K : vitesse de dégradation de la DBO à la température de l'eau.
- T_s : Temps de séjour.

TABLEAU 5.16 : DIFFERENTES VALEURS DE K EN FONCTION DE LA NATURE DE L'EFFLUENT.

Type d'effluent	Jr -1
Effluents urbains bruts	0,35 à 0,39
Effluents d'un traitement primaire	0,35
Effluents d'un traitement secondaire	0,12 à 0,23

On prend : $K= 0.35 J_{r-1}$

AN :

$$L_f = 245 / (1+0.35*10) = 54.5 \text{ mg/l.}$$

Donc la concentration en DBO à la sortie du bassin est : $L_f = 54.5 \text{ mg/l.}$

- ✓ Calcul le rendement

$$\mu = \left(1 - \frac{L_f}{L_0}\right) * 100 \dots\dots\dots 5.21$$

$$\mu = (1 - (54.5/245)) * 100 = 77.8 \%$$

- ✓ La charge massique : C_m

Elle caractérise l'équilibre biologique du traitement. Elle représente le rapport : Nourriture/ biomasse, elle définit la quantité de substrat polluant (DBO5) mis à la disposition d'un micro-organisme (ou d'une unité de masse de micro-organismes) par unité de temps. Elle est exprimée en $\text{kgdbo}_5 / \text{kg MVS. J.}$

$$C_m = \frac{\text{KgDBO5 reçue}}{\text{KgMVS (bassin d'aération)}} \dots\dots\dots 5.22$$

$$C_m = \frac{2406.87 * 1000}{300.95 * 9823.97} = 0.81 \text{ kgdbo}_5 / \text{kg MVS. J.}$$

- ✓ Charge volumique : C_v

C'est le rapport de la charge en DBO5 reçue sur le volume du bassin d'aération.

$$C_v = \frac{\text{KgDBO5 a l'entrée}}{\text{volume de bassin}} \dots\dots\dots 5.23$$

$$C_v = \frac{2406.87}{98237} = 0.024 \text{ kgdbo}_5/\text{m}^3.\text{j}$$

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

TABLEAU 5.17 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION

Paramètre	Unité	Bassin d'aération
Débit	M ³ /j	9823.97
Hauteur	M	3.5
Surface	M ²	28068
Volume	M ³	98237
Revanche	M	1
Temps de séjour moyen	Jours	10
Charge à l'entrée	Kg DBO/J	2406.87
Concentration à l'entrée	Mg DBO/l	245
Charge volumique	Kg DBO/m ³ J	0.024
Charge massique	Kg DBO/kgmvs.J	0.81
Concentration à la sortie	Mg DBO5/l	54.5
Rendement	%	77.8

(2) Bassin de décantation

Pour la lagune de décantation en prendre même hauteur utile que le bassin d'aération H=3.50 m et un temps de séjour de 5 j

✓ Calcul le volume (V) de lagune

On a

- Le débit moyenne journalière des eaux usée est de : $Q_{moy,j} = 9823.7 \text{ m}^3/j$.
- La profondeur du bassin est de : 3.50m.
- Le temps de séjour est : $T_s = 5$ jours.

Donc le volume de bassin d'aération est : $V = Q_{moy,j} * T_s$

$$V = 49118.5 \text{ m}^3$$

✓ Calcul la surface S :

La section de bassin est :

$$S = V/H = 14033.86 \text{ m}^2$$

On prendre deux bassins de décantation d'une surface unitaire égale à 7017 m²

Alors :

La forme de surface est rectangulaire.

Le rapport de longueur/largeur est égal à 3

$$\text{Donc } l = \sqrt{(S/3)} = \sqrt{(7017/3)}$$

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

D'où $l=48.37$ m donc les dimensions du bassin est :

- La largeur du bassin est : $l=48.37$ m
- La longueur du bassin est : $L=145.1$ m
- ✓ Calcul de la revanche :

Surface inférieure à 1 ha donc la hauteur de revanche est 0.5m (**$R=0.5$ m**)

- ✓ Détermination de la concentration de sortie

$$\frac{L_f}{L_0} = \frac{1}{(1+K*Ts)} \dots\dots\dots 5.24$$

$$L_f = 54.5 / (1+0.35*5) = 19.8 \text{ mg/l.}$$

Donc la concentration en DBO à la sortie du bassin est : $L_f = 19.8$ mg/l.

- ✓ La charge massique : C_m

Elle caractérise l'équilibre biologique du traitement. Elle représente le rapport : Nourriture/ biomasse, elle définit la quantité de substrat polluant (DBO5) mis à la disposition d'un micro-organisme (ou d'une unité de masse de micro-organismes) par unité de temps. Elle est exprimée en $\text{kgdbo5} / \text{kg MVS. J.}$

$$C_m = \frac{\text{KgDBO5 reçue}}{\text{KgMVS (bassin d'aération)}} = \frac{54.5*9823.97*1000}{300.95*9823.97*1000} = 0.18 \text{ kgdbo5} / \text{kg MVS. J.}$$

- ✓ Charge volumique : C_v

C'est le rapport de la charge en DBO5 reçue sur le volume du bassin d'aération.

$$C_v = \frac{\text{KgDBO5 a l'entrée}}{\text{volume de bassin}} = \frac{54.5*9823.97}{49118,5*1000} = 0.01 \text{ kgdbo5/m}^3.$$

TABLEAU 5.18 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DECANTATION

Paramètre	Unité	Bassin décanta tion
Débit	M^3/j	9823,97
Hauteur	M	3,5
Surface	M^2	14034
Volume	M^3	49118,5
Ravanche	M	0,5
Temps de séjour moyen	Jours	5
Charge à l'entrée	Kg DBO/J	535,40
Concentration à l'entrée	Mg DBO/l	54,5
Charge volumique	Kg DBO/ m^3 J	0.01
Charge massique	Kg DBO/ kgmvs.J	0,18
Concentration à la sortie	Mg DBO/l	19,8

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

(3) Bassin de finition :

C'est le même calcul que les bassins de décantation avec un temps de séjour $t_s = 3$ jours.

✓ Calcul le volume (V) de lagune

On a

- Le débit moyenne journalière des eaux usée est de : $Q_{moy,j} = 9823.7 \text{ m}^3/\text{j}$.
- La profondeur du bassin est de : 2 m.
- Le temps de séjour est : $T_s = 3$ jours.

Donc le volume de bassin d'aération est : $V = Q_{moy,j} * T_s$

$$V = 29471.1 \text{ m}^3$$

✓ Calcul la surface S :

La section de bassin est :

$$S = V/H = 14735.55 \text{ m}^2$$

On prendra deux bassins de finition d'une surface unitaire égale à 7370 m^2

Alors :

La forme de surface est rectangulaire.

Le rapport de longueur/largeur est égal à 3

$$\text{Donc } l = \sqrt{S/3} = \sqrt{7370/3}$$

D'où $l = 50 \text{ m}$ donc les dimensions du bassin est :

- La largeur du bassin est : $l = 50 \text{ m}$
- La longueur du bassin est : $L = 150 \text{ m}$

➤ Calcul de la revanche :

Surface inférieure à 1 ha donc la hauteur de revanche est 0.5 m (**R=0.5 m**)

d) Détermination de la concentration de sortie

$$\frac{L_f}{L_0} = \frac{1}{(1+K*T_s)} \dots \dots \dots \mathbf{5.25}$$

$$L_f = 19.8 / (1+0.35*3) = 9.66 \text{ mg/l.}$$

Donc la concentration en DBO à la sortie du bassin est : $L_f = 9.66 \text{ mg/l}$.

✓ La charge massique : C_m

Elle caractérise l'équilibre biologique du traitement. Elle représente le rapport : Nourriture/ biomasse, elle définit la quantité de substrat polluant (DBO5) mis à la disposition d'un micro-organisme (ou d'une unité de masse de micro-organismes) par unité de temps. Elle est exprimée en $\text{kgdbo5} / \text{kg MVS. J}$.

$$C_m = \frac{\text{KgDBO5 reçue}}{\text{KgMVS (bassin d'aération)}} = \frac{19,8*9823.97*1000}{300.95*9823.97*1000} = 0.0006 \text{ kgdbo5} / \text{kg MVS. J.}$$

✓ Charge volumique : C_v

C'est le rapport de la charge en DBO5 reçue sur le volume du bassin d'aération.

$$C_v = \frac{\text{KgDBO5 a l'entrée}}{\text{volume de bassin}} = \frac{19,8*9823.97}{29471,1*1000} = 0.00061 \text{ kgdbo5/m}^3.$$

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

TABLEAU 5.19 : RECAPITULATION DE DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE FINITION

Paramètre	Unité	Bassin décantation
Débit	M³/j	9823,97
Hauteur	M	2
Surface	M2	14735.55
Volume	M3	29471.1
Ravanche	M	0,5
Temps de séjour moyen	Jours	3
Charge à l'entrée	Kg DBO/J	194,515
Concentration à l'entrée	Mg DBO/l	19,8
Charge volumique	Kg DBO/m3 J	0.00066
Charge massique	Kg DBO/kgmvs.J	0,00061
Concentration à la sortie	Mg DBO/l	9,66

(4) Besoins en air et puissance des aérateurs

✓ Calcul la consommation d'oxygène :

La consommation d'oxygène est déduite à partir de l'équation ci-dessous :

$$Co_2 = Q_p * L_0 \dots\dots\dots 5.26$$

Avec :

Co₂ : Consommation d'oxygène ; en kg/h.

Q_p: Le débit de pointe horaire ; en m³/h.

L₀ : Concentration en DBO à la l'entrée du bassin ; en kg/m³

AN : $Co_2 = Q_p * L_0$

$Co = 637.31 \times 0,245$

✓ **Co₂ = 156,141 Kg/h**

✓ Calcul la puissance des aérateurs nécessaires à l'oxygénation :

La puissance nécessaire à l'oxygénation déduite à partir de l'équation ci-dessous :

$$Po_2 = Co_2 / ASB \dots\dots\dots 5.27$$

Avec :

P_{o₂} : La puissance des aérateurs nécessaires à l'oxygénation ; en W.

ASB : Apport spécifique Brute ; en Kg d'oxygène /kwh absorbés. (ASB=1.5 Kg d'o₂/kwh).

CHAPITRE 5 : Dimensionnement de la station d'épuration

C_{O_2} : Consommation d'oxygène ; en kg/h.

$PO_2 = 156,141 / 1.5 = 104,1$ KW.

✓ Calcul la puissance assurer pour le brassage :

Pour l'aération du bassin en utilisant des aérateurs en surface ;

La puissance des aérateurs est variée en fonction de la nature des eaux tell que :

- Une puissance de 2.8 W/m^3 pour pâtes et papier.
- Une puissance de 3.9 W/m^3 pour les eaux domestique.

Pour notre cas les eaux utilisées sont les eaux domestiques donc la puissance spécifique pour le brassage est de 3.9 W/m^3 .

La puissance nécessaire est déduite à partir de l'équation ci-dessous :

$$P_b = P_s * V \dots\dots\dots 5.28$$

Avec :

P_b : La puissance à assurer le brassage ; en KW.

P_s : La puissance spécifique de brassage ; en W/m^3 .

V : Le volume de bassin d'aération ; en m^3 .

A.N:

$P_b = (3.90 * 98237) / 1000 = 383.125$ KW.

TABLEAU 5.20 : RECAPITULATION DES RESULTATS

Horizon	Consommation d'oxygène (Kg/h)	Apport spécifique des aérateurs (Kg d'o₂/kwh)	Puissance des aérateurs nécessaire a l'oxygénation (KW)	Puissance spécifique de brassage (W/m²)	Puissance à assurer pour le brassage (KW)	Puissance totale (KW)
2045	156,141	1.50	104,1	3,90	383,125	487,225

Conclusion :

La puissance totale des aérateurs pour l'oxygénation des bassins est de : 487,225 KW. Donc on prendre 10 aérateurs de 50 KW.

CHAPITRE 6 : Calcul hydraulique

A. Introduction

Ces calculs serviront à déterminer les dimensions appropriées des conduites de refoulement, des conduites de raccordement entre les structures et les dimensions de base des différentes structures, garantissant ainsi le bon fonctionnement de la station d'un point de vue hydraulique.

B. Déversoir d'orage

Un déversoir d'orage est un dispositif dont la fonction essentielle est d'évacuer les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur.

Généralement, on désigne par le terme « déversoir » des ouvrages de dérivation conçus pour les flux et limiter le débit dirigé par temps de pluie vers l'aval du réseau et donc vers la STEP.

C'est donc un ouvrage destiné à décharger le réseau d'assainissement d'une certaine quantité d'eaux pluviales, de manière à réagir sur l'économie d'un projet en réduisant les dimensions du réseau aval.

Les déversoirs d'orage sont appelés à jouer un rôle essentiel, notamment dans le concept des réseaux en système unitaire.

Un déversoir d'orage est donc un ouvrage de contrôle permettant une régulation hydraulique des effluents en réseau d'assainissement.

Il dérive une partie des effluents lorsque le débit à l'amont dépasse une certaine valeur que l'on appelle "débit de référence".

Dans tous les cas, le Déversoir d'Orage (DO) est constitué d'un ouvrage de dérivation recevant les eaux d'un collecteur amont, les renvoyant au collecteur aval et dirigeant le "trop plein" vers un collecteur de décharge.

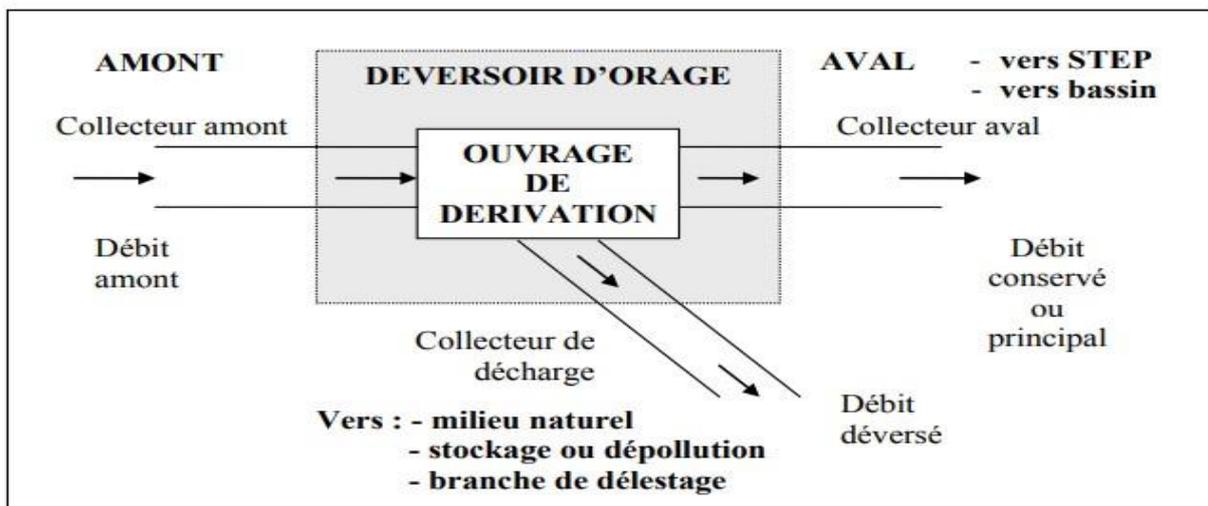


FIGURE 6.1 : SCHEMA DE PRINCIPE DU DEVERSOIR D'ORAGE.

Les déversements peuvent se faire vers des bassins d'orage ou de dépollution.

Mais ils se font le plus souvent directement vers le milieu naturel (cours d'eau et plans d'eau), exceptions faites des bras morts de cours d'eau, des canaux, et, avec des conditions particulières, dans le domaine public maritime.

1. Les différents types des déversoirs d'orage

On distingue différents types: des déversoirs d'orage selon la pente, l'écoulement, la position de la STEP (station d'épuration).

- Déversoirs d'orage à seuil frontal.
- Déversoirs d'orage à seuil latéral.
- Déversoirs d'orage avec ouverture du radier.
- Déversoir d'orage à double seuil latéral.

Le seul élément qui caractérise réellement un déversoir d'orage est l'ouvrage de dérivation.

2. Dimensionnement :

a) Evaluation du débit amont du déversoir :

Pour un système unitaire, le débit maximal d'entrée Amont est :

$$Q_{\text{amont}} = Q_{\text{ts}} + Q_{\text{p}} \dots \dots \dots 6.1$$

Avec :

Q_{ts} : Débit maximal à temps sec en m³/s

Q_p : Débit des eaux pluviales en m³/s

• **Détermination du débit des eaux pluviales :**

Ils existent plusieurs formules de calcul du débit des eaux pluviales. Parmi lesquelles, la méthode rationnelle et la méthode superficielle qui sont les modèles les plus répandus actuellement. En effet, la méthode la plus utilisée pour le calcul du débit des eaux pluviales est la méthode superficielle de Caquot du fait qu'elle donne des résultats satisfaisants. Elle s'écrit comme suit :

$$Q = K \times C_r^y \times I^v \times A^w \dots \dots \dots 6.2$$

Où : y, v et w sont des paramètres fonction de caractéristiques du bassin (déterminer expérimentalement) et de la période de retour.

Avec :

I : Pente moyenne du cheminement hydraulique le plus long.

K : Coefficient fonction directement de fréquence, il est déterminé expérimentalement

K = f (F).

C_r : coefficient de ruissellement.

A : surface d'apport ou surface drainé.

Formule s superficielles régionale des débits fréquentiels pour les périodes de retour d'un à dis ans :

Avec :

TABLEAU 6.1 : ESTIMATION DE DEBIT

T période de retour	Formules pour estimation de débit (Q)
1 an	$Q = 0.682 \times C_r^{1.23} \times I^{0.32} \times A^{0.77}$
2 ans	$Q = 0.834 \times C_r^{1.22} \times I^{0.31} \times A^{0.77}$
5 ans	$Q = 1.192 \times C_r^{1.21} \times I^{0.3} \times A^{0.78}$
10 ans	$Q = 1.43 \times C_r^{1.2} \times I^{0.29} \times A^{0.78}$

Donc :

Cr : coefficient de ruissèlement (0,5).

I : Pente moyenne du cheminement hydraulique le plus long. I = 0.5%

A : superficie à drainer (318 Ha).

Remarque : la source est DRE m'sila

$$Q = 1.43 \times 0.5^{1.21} \times 0.005^{0.29} \times 318^{0.78} = 11.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{amont}} = 11.9 + 0.177$$

$$Q_{\text{amont}} = 12.077 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Evaluation du débit aval du déversoir :

Le débit admis en aval du déversoir d'orage qaval devient :

$$Q_{\text{aval}} = C_d \times Q_{\text{ts}} \dots\dots\dots 6.3$$

Avec :

Cd : de dilution Cd= 3

Qts : Débit maximal à temps sec en m³/s.

$$Q_{\text{aval}} = C_d \times Q_{\text{ts}} = 3 \times 0.177 = 0,531 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{aval}} = 0,531 \text{ m}^3/\text{s}$$

c) Evaluation du débit déversé Qdév:

C'est le débit déversé par le déversoir, il est en fonction de la dilution admise par le milieu récepteur. Le débit maximum déversé est exprimé comme suit :

$$Q_{\text{dév}} = q_{\text{amont}} - q_{\text{aval}} = q_{\text{amont}} - C_d \times Q_{\text{ts}} \dots\dots\dots 6.4$$

Ce qui signifie que le déversoir d'orage, en fonctionnement normal, ne doit déverser aucune goutte d'eau dans la nature tant que qamont est inférieur à (Cd. Qts).

$$Q_{\text{dév}} = q_{\text{amont}} - q_{\text{aval}} = 12.077 - 0.531 = 11.546 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{dév}} = 11.546 \text{ m}^3/\text{s}$$

d) Dimensionnement de la conduite de fuite :

C'est une conduite sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers l'oued ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite est en PEHD:

On a:

$$Q_{\text{dev}} = 11.546 \text{ m}^3/\text{s} ; I = 1\%$$

D'après l'abaque de Bazin 01 on aura : Dd = 2000 mm

$$Q_{\text{ps}} = 13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 3.8 \text{ m/s}$$

C. Profil hydraulique :

Le profil hydraulique implique le calcul des niveaux d'eau à différents points de la chaîne de traitement, fournissant des informations sur la position de la ligne de charge.

1. Perte de charge, diamètre et la longueur des conduites reliant les ouvrages de la STEP :

Nous avons opté pour le PVC car il possède des propriétés avantageuses telles que la dureté, l'étanchéité, la résistance à la corrosion et une faible rugosité.

L'expression de la perte de pression est déterminée par la formule de **Darcy-Weisbach** :

$$\Delta H_T = \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m} = C_{PA} - C_{PB} \dots\dots\dots 6.5$$

Avec :

K : coefficient de perte de charge

Qeu : débit d'eau usée en m³/s

L : longueur de la conduite (m)

β : coefficient dépendant du régime d'écoulement

M : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite

Cpa : Côte du plan d'eau au point A(m)

Cpb : Côte du plan d'eau au point B(m)

TABLEAU 6.2 : LES VALEURS DE K, M ET B.

Tuyau	K	M	B
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,774	1,77

Pour notre cas on utilise le PEHD, on a alors : K=0,001052 m=4,774 β=1,77

2. Cotes moyennes du terrain naturel des ouvrages :

Le tableau ci-dessous présente les altitudes moyennes du terrain naturel dans les zones où les structures seront construites :

CHAPITRE 6 : Calcul hydraulique

TABLEAU 6.3 : COTES MOYENNES DU TERRAIN NATUREL D'IMPLANTATION DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STATION

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)
Déversoir d'orage	510.7
Dégrilleur	510.6
Déssableur-deshuileur	510.5
1 er lagune	510.3
2 -ème lagune	509.8
3 -ème lagune	508.8
L'Oued	507.3

- Diamètre de la conduite :

$$D = \frac{m \sqrt{K \times L \times Q^\beta}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}} \dots \dots \dots 6.6$$

- Longueur de la conduite :

Pour les calculs des longueurs ; ils utilisent les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$L_{\text{eq}} = 1,15 \times L_{\text{réelle}} \dots \dots \dots 6.7$$

Dans notre cas on a des distances faibles donc on néglige les pertes de charges singulières c'est à dire on prend les longueurs réelles.

Les distances sont présentées dans le tableau suivant :

TABLEAU 6.4 : LONGUEURS REELLES DES CONDUITES ENTRE LES OUVRAGES DE LA STEP

Ouvrage	L _{réelle} (m)	L _{éq}
Déversoir d'orage – Dégrilleur	6	6.9
Dégrilleur -Déssableur-déshuileur	6	6.9
Dessabler–Déshuileur – 1er Etage	10	11.5
1er Etage – 2em Etage	6	6.9
2em Etage - 3em Etage	6	6,9

a) Les cotes piézométriques des différents ouvrages :

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de **BERNOULLI** donnée par :

CHAPITRE 6 : Calcul hydraulique

$$P1/W + V1^2/2g + Z1 = P2/W + V2^2/2g + Z2 + H1-2 \dots\dots\dots 6.8$$

Avec :

P1/W et **P2/W** : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

V1/2g et **V2/2g** : énergies cinétiques en (1) et (2).

Z2 et **Z1** : cotes des points (1) et (2).

H1-2 : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

$$P1/W + Z1 = P2/W + Z2 + H1-2$$

On pose :

$$P1/W = H1 \text{ et } P2/W = H2$$

Donc :

$$H1+ Z1 = H2+ Z2+ H1-2$$

Cp1 = H1+ Z1 : cote piézométrique au point (1).

Cp2 = H2+ Z2 : cote piézométrique au point (2).

$$Cp1' = Cp2+ H1-2$$

TABLEAU 6.5 : LES COTES DU RADIER DES OUVRAGES DE LA STEP.

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)	Côtes piézométrique (m)	Hauteur de l'ouvrage (m)	La revanche (m)	Cote radier (m)
Dégrilleur	510.6	510.2	2.5	1	506.7
Déssableur-deshuileur	510.5	510.1	3	1	506.1
1 ^{er} lagune	510.3	509.9	3.5	1	505.4
2 ^{ème} lagune	509.8	508.1	3.5	0.5	504.1
3 ^{ème} lagune	508.8	507,3	2	0,5	504,8

✓ Conduite dégrilleur - Dessabler–Déshuileur :

On a :

Côte du radier du dégrilleur = 506.7 m

Hauteur d'eau : 1.5 m

D'où : CPA = 510,2 m

Côte du radier du déssableur-déshuileur = 506.1 m

CHAPITRE 6 : Calcul hydraulique

Hauteur d'eau : 1.5 m

D'où : CPA' = 510,1 m

Lréelle = 6 m

Diamètre :

$$D = \frac{m \sqrt{K \times L \times Q^\beta}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}} \dots \dots \dots 6.9$$

$$D = \frac{4,774 \sqrt{0,001052 \times 6 \times 0.091^{1.77}}}{\sqrt{510,2 - 510,1}} = 0.230 \text{ m}$$

D = 0,230 mm

Dn = 300 mm

✓ **Conduite Dessabler-Déshuileur – 1er Etage :**

On a :

CPB = 510.1 m

Côte du radier du 1er étage = 505.4 m

Hauteur d'eau : 1.5 m

D'où : CPB' = 509.9 m

L = 10 m

Diamètre :

$$D = \frac{m \sqrt{K \times L \times Q^\beta}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}} \dots \dots \dots 6.10$$

$$D = \frac{4,774 \sqrt{0,001052 \times 10 \times 0.091^{1.77}}}{\sqrt{510,1 - 509,9}} = 0.199 \text{ mm}$$

D = 0,199 mm

Dn = 200 mm

✓ **Conduite 1er Etage – 2em Etage :**

On a :

CPC = 509.9 m

Côte du radier du 2ème étage = 504.1 m

Hauteur d'eau : 2 m

D'où : CPC' = 508.1 m

L = 6 m

Diamètre :

$$D = \frac{m \sqrt{K \times L \times Q^\beta}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}} \dots \dots \dots 6.11$$

CHAPITRE 6 : Calcul hydraulique

$$D = \frac{4,774 \sqrt{0,001052 * 6 * 0,091^{1,77}}}{\sqrt{509,9 - 508,1}} = 0.126 \text{ mm}$$

D = 0,126 mm

Dn = 200 mm

✓ **Conduite 2em Etage – 3em Etage :**

On a :

CPC= 508.1 m

Côte du radier du 3 éme étage = 504.8 m

Hauteur d'eau : 1.5 m

D'où : CPC'= 507.3 m

L = 6 m

Diamètre :

$$D = \frac{m \sqrt{K \times L \times Q^{\beta}}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}} \dots\dots\dots 6.12$$

$$D = \frac{4,774 \sqrt{0,001052 * 6 * 0,091^{1,77}}}{\sqrt{508,1 - 507,3}} = 0.149 \text{ mm}$$

D = 0,149 mm

Dn = 200 mm

TABLEAU 6.6 : DIAMETRE ENTRE LES OUVRAGES

Désignation des ouvrages	Diamètre (mm)
Conduite dégrilleur - Dessabler–Déshuileur	300
Conduite Dessabler–Déshuileur – 1er Etage	200
Conduite 1er Etage – 2em Etage	200
Conduite 2em Etage – 3em Etage	200

Conclusion :

Afin d'éviter un afflux excessif d'eaux usées vers la station d'épuration, nous avons mis en place un système de débordement des eaux pluviales pour réguler l'alimentation. Il est essentiel de sélectionner soigneusement les tuyaux utilisés dans la station, en tenant compte de leur forme et de leur matériau, pour assurer le fonctionnement efficace de nos installations. Dans cette section, nous déterminerons les dimensions des tuyaux nécessaires aux différentes sections de la station.

CHAPITRE 7 : Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées

A. Introduction :

L'objectif premier de la réutilisation des eaux usées est d'accélérer le processus naturel de purification de l'eau et de fournir des quantités supplémentaires d'eau de haute qualité. Cela contribue à maintenir l'équilibre du cycle de l'eau et à protéger l'environnement. La réutilisation intentionnelle et planifiée des eaux usées vise à remédier aux pénuries d'eau en produisant de l'eau supplémentaire à diverses fins.

Une part importante des projets de réutilisation des eaux usées est axée sur les utilisations agricoles. Il a été démontré que la réutilisation de l'eau dans l'agriculture augmente le rendement des cultures et génère des gains financiers pour les agriculteurs.

B. Réutilisation des eaux usées épurées :

Dans un contexte de pénurie d'eau croissante dans notre pays, l'utilisation des eaux usées traitées constitue une solution intéressante pour répondre simultanément à deux problèmes urgents. D'une part, elle contribue à atténuer le déficit hydrique en fournissant une source d'eau supplémentaire. D'autre part, elle contribue à la préservation de l'environnement en réduisant la pollution et en protégeant les sources d'eau naturelles. Une méthode courante de réutilisation des eaux usées urbaines traitées consiste à irriguer les cultures agricoles ou les espaces verts. Cette approche offre un moyen pratique et durable de tirer le meilleur parti des eaux usées traitées à court et moyen terme.

C. Utilisateurs potentiels :

La construction d'un système de traitement des eaux usées pour la ville de ouled addi répond à plusieurs objectifs importants. Tout d'abord, il doit être conforme à la réglementation algérienne en matière de protection de l'environnement humain et naturel. Il s'agit notamment du respect des lois telles que la « Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable » et la « Loi 88-149, qui définit la réglementation des installations classées et impose la réalisation d'une EEI dans le cadre du processus d'autorisation. De plus, le respect du nouveau décret n° 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007, qui établit la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, est essentiel.

Par ailleurs, le système doit donner la priorité à la protection du milieu récepteur. Il s'agit de veiller à ce que les eaux usées traitées ne nuisent pas au milieu naturel dans lequel elles sont rejetées.

Enfin, le système doit offrir un potentiel important d'eau purifiée pour la réutilisation dans le secteur agricole, notamment à des fins d'irrigation. Cette considération prend en compte les activités actuelles et futures de la ville de ouled addi, le secteur agricole étant un utilisateur potentiel important de l'eau purifiée.

D. Irrigation au moyen d'eaux usées épurées :

La réutilisation des eaux usées présente des avantages supplémentaires, notamment l'amélioration du rendement des cultures grâce à l'utilisation d'engrais supplémentaires (NPK). Cependant, l'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des produits agricoles destinés à la consommation brute comporte des contraintes de santé publique et des coûts économiques. Malgré ces défis, l'irrigation est essentielle pour mener diverses activités, telles que

l'investissement et la mise en œuvre d'usines de traitement, la création de laboratoires d'analyse de l'eau, la formation de ressources humaines spécialisées, la conduite d'activités de vulgarisation et de communication et la fourniture d'équipements et de matériels spécifiques.

L'eau d'irrigation traitée de manière non conventionnelle doit être considérée comme une source d'eau acceptable sur la base de critères scientifiques et réglementaires concernant sa nature, sa quantité et sa qualité. Elle peut être accessible à partir des usines de traitement par des canalisations adaptées ou rejetée dans les oueds ou autres cours d'eau. Les agriculteurs doivent s'assurer de sa disponibilité au bon moment pour l'irrigation, car la compréhension de la qualité de l'eau permet de déterminer la zone d'irrigation appropriée. L'évaluation de la qualité de l'eau (bonne, moyenne, mauvaise) est essentielle pour déterminer le niveau de traitement ou de traitement supplémentaire requis avant utilisation.

E. Choix de la technique et du système d'irrigation :

Les trois systèmes d'irrigation les plus courants sont l'irrigation par gravité, l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée.

1. Irrigation par gravité :

L'irrigation par gravité consiste à distribuer l'eau aux champs par des canaux ouverts positionnés au niveau du sol. Cette méthode permet soit l'inondation complète du champ, soit la distribution ciblée de l'eau vers les sillons ou les plates-bandes d'irrigation.

2. Irrigation par aspersion :

L'objectif principal de l'irrigation par aspersion est d'assurer une distribution uniforme de l'eau sur la surface cultivée. La conception du système d'irrigation doit permettre d'appliquer l'eau à un débit inférieur à la capacité d'infiltration du sol pour éviter le ruissellement. Ce système comprend un équipement qui simule les précipitations artificielles, qui se compose d'une pompe, d'un mécanisme d'entraînement, de tuyaux spécialisés, d'arroseurs et de divers accessoires de raccordement pour former un système d'irrigation efficace.

3. L'irrigation localisée :

Également connue sous le nom de micro-irrigation, est une technique d'arrosage de précision qui distribue l'eau directement à la zone racinaire des plantes grâce à un réseau de tuyaux et d'émetteurs. Cette méthode consiste à appliquer l'eau uniquement sur des zones spécifiques du sol, en veillant à ce que l'humidité soit concentrée là où elle est la plus nécessaire. Les principales caractéristiques de l'irrigation localisée sont les suivantes :

- Arrosage ciblé qui minimise le gaspillage d'eau.
- Utilisation de faibles débits et pressions, contribuant à l'efficacité énergétique.
- Installation d'infrastructures fixes et légères.
- Réduction du contact de l'eau avec le feuillage des plantes, contribuant ainsi à la prévention des maladies.
- Compatibilité avec la Fert irrigation, permettant l'application simultanée d'engrais.
- Défis d'adaptabilité et de modifications en raison de la nécessité d'une planification et d'une conception minutieuses.

- Nécessite des évaluations techniques et économiques approfondies pour personnaliser le système afin de répondre aux exigences agricoles spécifiques.

F. Contraintes :

Dans la mise en œuvre d'un projet d'irrigation utilisant des eaux usées traitées, deux contraintes essentielles doivent être prises en compte :

- Conformité réglementaire : Il est essentiel de veiller à ce que l'utilisation des eaux usées traitées soit conforme aux réglementations locales et internationales. Cela comprend le respect des directives concernant la qualité de l'eau, les mesures de sécurité et les niveaux admissibles de contaminants. Les parties prenantes doivent être pleinement informées de ces réglementations pour favoriser la confiance et l'acceptation au sein de la communauté et des consommateurs.

- Perception et acceptation du public : Il est essentiel de surmonter les appréhensions de la société liées à l'utilisation des eaux usées traitées pour une mise en œuvre réussie. Des initiatives éducatives et des stratégies de communication transparentes doivent être développées pour informer le public sur la sécurité, les avantages et les processus de traitement rigoureux des eaux usées récupérées. L'engagement de la communauté par le biais de programmes de sensibilisation peut aider à atténuer les craintes et à promouvoir une attitude positive à l'égard de l'utilisation des eaux récupérées dans l'agriculture.

G. Normes OMS :

Des normes strictes sont établies pour diverses utilisations de l'eau, spécifiant les limites autorisées pour différents composants dissous ou transportés afin de garantir une utilisation sûre. Le tableau 7-1 décrit les traitements nécessaires pour atteindre les critères de santé pour ces utilisations. Les critères se concentrent sur l'élimination d'éléments spécifiques dans les eaux usées, classés de A à G comme suit :

- A : élimination des solides grossiers et réduction significative des œufs de parasites.
- B : inclut A, avec une réduction supplémentaire d'une partie substantielle des bactéries.
- C : s'appuie sur A et B, garantissant une élimination plus complète des bactéries et une élimination partielle des virus.
- D : limite les bactéries coliformes à un maximum de 100 par 100 ml dans 80 % des échantillons.
- E : garantit l'absence de coliformes fécaux par 100 ml, l'absence de particules virales par 1 000 ml et l'absence d'effets toxiques sur les humains, ainsi que des critères supplémentaires relatifs à l'eau potable.
- F : garantit qu'aucun produit chimique ne laisse de résidus indésirables dans les cultures.
- G : Garantit l'absence de produits chimiques pouvant irriter les muqueuses et la peau.

Ces critères sont essentiels pour préserver la santé publique et l'environnement en garantissant que l'eau utilisée à diverses fins répond à des normes de sécurité spécifiques.

CHAPITRE 7 : Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées

TABLEAU 7.1 : TRAITEMENTS PROPOSES POUR REpondre AUX CRITERES SANITAIRES, APPLICABLES A LA REALISATION DES EAUX USEES DANS L'AGRICULTURE POUR L'IRRIGATION

	Récoltes non destinées à la Consommation humaine directe	Récoltes Consommées après cuisson pisciculture	Récoltes destinées à être consommées Crues
Critères sanitaires	A + F	B + F ou D + F	D + F
Traitement primaire	XXX	XXX	XXX
Traitement secondaire		XXX	XXX
Filtration sur sable ou méthodes équivalentes de traitement très poussé		X	X
Désinfection		X	XXX

XXX : Obligatoire, **XX** : Nécessaire en général, **X** : Traitements complémentaires éventuels.

H. Qualité bactériologique :

La qualité bactériologique des eaux usées brutes montre des niveaux de coliformes fécaux variant de 2×10^2 à $8,6 \times 10^7$ UFC, avec une concentration moyenne de $1,6 \times 10^4$ UFC. Cette gamme est similaire à celle que l'on retrouve habituellement dans les effluents urbains. En revanche, les eaux usées traitées à la sortie de la station d'épuration par lagunage naturel présentent des niveaux résiduels de coliformes fécaux compris entre un minimum de 1×10^2 UFC et un maximum de $4,3 \times 10^7$ UFC (LAZAROVA et al., 1998 ; NIGIM et al., 2002).

I. Qualité requise pour les eaux d'irrigation :

L'eau d'irrigation doit répondre à certaines normes de qualité afin d'assurer une productivité agricole optimale. La présence de sels dissous peut avoir des effets négatifs sur le sol et les cultures, il est donc important d'évaluer le type et la quantité de sels dans l'eau. La FAO fournit des lignes directrices sur la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation, en tenant compte de l'impact potentiel des micro-organismes présents dans les eaux usées urbaines. Ces micro-organismes peuvent inclure des bactéries pathogènes, ce qui peut indiquer la présence d'une pollution microbiologique dans l'eau. Il est important de surveiller et de traiter l'eau d'irrigation pour réduire la présence de micro-organismes nocifs et garantir son aptitude à l'usage agricole.

TABLEAU 7.2 : DIRECTIVES DE LA FAO POUR LES EAUX DESTINEES A L'IRRIGATION

DIRECTIVES DE LA FAO POUR LES EAUX DESTINEE A L'IRRIGATION					
Paramètre de l'eau	Symbole	Unité	Valeurs limites souhaitées		
Teneur en sel					
Conductivité	Ecw	µs/cm	3000	µs/cm	3000
Total sel dissous TDS	TDS	Mg/l	2000	Mg/l	2000
Cations et Anions					
Calcium	Ca ⁺⁺	Mg/l	20	Mg/l	400
Magnésium	Mg ⁺⁺	Mg/l	5	Mg/l	60,75
Sodium	Na ⁺	Mg/l	40	Mg/l	920
Carbonates	CO ₃ ⁻⁻	Mg/l	0,1	Mg/l	3
Bicarbonates	HCO ₃ ⁻	Mg/l	10	Mg/l	610
Chlorures	Cl ⁻	Mg/l	30	Mg/l	1065
Eléments nutritifs					
Nitrates	NO ₃ ⁻	Mg/l	45	Mg/l	45
Ammonium	NH ₃ ⁺	Mg/l	6,50	Mg/l	6,50
Phosphate	PO ₄ ⁻⁻	Mg/l	6,20	Mg/l	6,20
Potassium	K ⁺	Mg/l	2	Mg/l	2
Divers					
Bore	B	Mg/l	2	Mg/l	2
Acidité	Ph		6-8,5		
Coeff, D'absorption de Sodium	SAR	Meq/l	15	Meq/l	15

J. Analyse chimique de l'eau :

Pour déterminer l'aptitude de l'eau à l'irrigation, il faut identifier ses caractères de Salinité et de sodicité (ou alcalinisation).

1. La salinité de l'eau :

La conductivité électrique de l'eau (CE) de l'eau à 25 °C informe sur la concentration totale en sels solubles. Pour l'usage agricole, on définit quatre (04) classes d'eau donner le tableau 7.3 :

TABLEAU 7.3 : CLASSEMENT DES EAUX SELON CONDUCTIVITE

Classement des eaux selon conductivité		
Classe de salinité	Conductivité CE ((μs/cm)	Observations
Classe 1 (C1)	$0 < CE < 250$	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures et sur la plupart des terrains avec peu de chance d'apparition de salinité dans le sol ; - Nécessite un léger lessivage.
Classe 2 (C2)	$250 < CE < 750$	
Classe 3 (C3)	$750 < CE < 2250$	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux utilisables pour les sels à drainage restreint. - Des pratiques spéciales de contrôle de la salinité peuvent être nécessaires - Les cultures doivent avoir une bonne tolérance aux sels
Classe 4 (C4)	$CE > 2250$	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux inutilisables normalement pour l'irrigation. Exceptionnellement, elles peuvent être utilisées pour des sols très perméables avec un bon drainage et l'eau d'irrigation appliquée en excès pour assurer un fort lessivage. - Les cultures doivent avoir une très bonne tolérance aux sels

Dans notre cas la conductivité est de 644 ppm = $1.56 * 644 = 1004.64 \mu\text{s/cm}$, donc les eaux usées épurées de station de lagunage sont de Classe 3 (C3).

2. L'Alcalinité :

Le risque d'alcalinisation d'un sol par l'eau d'irrigation est apprécié selon le sodium adsorbable par ce sol Ainsi selon le taux adsorbable de sodium (SAR) d'irrigation,

Estimation du SAR : Le SAR est calculé par la relation suivante :

CHAPITRE 7 : Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées

$$SAR = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \dots\dots\dots 7.1$$

On distingue quatre 4 classes était présenter dans le tableau 7.4 :

TABLEAU 7.4 : CLASSEMENT DES EAUX SELON LE SAR

Classe d'Alcalinité		Observations
S1	SAR<10	L'eau contenant une faible quantité de sodium peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans risque d'alcalinisation
S2	10<SAR<18	Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. Ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau
S3	18<SAR<26	Les eaux contenant une quantité de sodium élevée peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques
S4	SAR>26	Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium sont généralement impropres à l'irrigation sauf pour un degré de salinité très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Sa soluble pour améliorer le bilan ionique

Dans notre cas et d'après les analyses des eaux épurées on que dispose :

Na²⁺ =112.7 mg/l

Ca²⁺ =96.8 mg/l

Mg²⁺ =38 mg/l (Source DRE m'sila)

SAR = 13.73

Donc la Classe d'Alcalinité est : Classe S2.

Une classification complète d'eau d'irrigation donner par le tableau 7.5 :

TABLEAU 7.5 : CLASSIFICATION COMPLETE DES EAUX D'IRRIGATION

Classification complète des eaux d'irrigation		
Classe	Qualité	Observations
C1-S1	Bonne	A utiliser avec précaution pour plantes
C1-S2 C2-S1	Moyenne à bonne	A utiliser avec précaution Nécessité de drainage avec doses de lessivage et/ou apport de gypse.
C2-S2 C1-S3 C3-S1	Moyenne à médiocre	A utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitiers).
C1-S4 C2-S3 C3-S2 C4-S1	Médiocre à mauvaise	Exclure les plantes sensibles et les sols lourds utilisables avec beaucoup de précaution dans les sols légers et bien drainés avec des doses de lessivage et/ou apport de gypse.
C2-S4 C4-S2 C3-S3	Mauvaise	A n'utiliser qu'avec beaucoup de précaution que dans les sols légers et bien drainés et pour les plantes résistantes. Risques élevés Lessivage et apport de gypse indispensable.
C3-S4 C4-S3	Très mauvaise	A n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles
C4-S4	Déconseillée pour l'irrigation	

D'après notre résultat de calcul de SAR et salinité on a une classe **C3-S2**.

3. Teneurs Maximal d'éléments de traces recommandées pour les eaux d'irrigation :

Le tableau 7.6 montre les valeurs maximales des concentrations d'éléments de traces et les observations si les valeurs dépassent les limites.

CHAPITRE 7 : Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées

TABLEAU 7.6 : TENEURS MAXIMALES D'ÉLÉMENT À L'ÉTAT DE TRACES

<i>Élément</i>	<i>Concentration maximale (mg/l)</i>	<i>Observations</i>
Cd (cadmium)	0,01	Toxique pour les haricots, les betteraves et les navets à de faibles concentrations (0,10 mg/l dans la solution nutritive).
Cr (chrome)	0,10	N'est en général pas considéré comme un élément essentiel de la croissance. En raison d'un manque d'information sur ses effets toxiques ; on recommande des limites prudentes.
Cu (cuivre)	0,20	Toxique pour un certain nombre de plantes à partir de concentrations comprises entre 0,10 et 1,0 mg/l, dans la solution nutritive.
Fe (fer)	5,0	Pas toxique pour les plantes dans les sols aérés, mais peut contribuer à l'acidification des sols et à la baisse de la disponibilité du phosphore et du molybdène essentiel.
Mn (manganèse)	0,20	Toxique pour un certain nombre de plantes, à partir de quelques dixièmes de mg/l à quelques mg/l, mais en général dans les sols acides.
Ni (nickel)	0,20	Toxique pour un certain nombre de plantes à partir de concentrations variant de 0,05mg/l à 1,0 mg/l ; toxicité réduite avec le pH neutre alcalin.
Pb (plomb)	5,0	Peut inhiber la croissance des cellules végétales à des concentrations très élevées.
Zn (zinc)	0,2	Toxique pour de nombreuses plantes à des concentrations très variables ; toxicité réduite à pH > 6,0 et dans les sols à textures fines ou organiques.

Les eaux usées épurées de classe C3-S2 présentent une salinité élevée et un niveau modéré d'alcalinité, ce qui nécessite des choix de cultures adaptées pour minimiser les impacts négatifs sur la santé des plantes. Voici une liste de cultures qui peuvent être irriguées avec des eaux de cette catégorie :

Cultures tolérantes à la salinité pour irrigation avec des eaux C3-S2 :

a) Céréales :

Blé (*Triticum* spp.) : Variétés résistantes au stress salin sont recommandées.

Orge (*Hordeum vulgare*) : Très tolérante à la salinité, souvent utilisée dans des conditions difficiles.

CHAPITRE 7 : Faisabilité de l'irrigation par les eaux usées épurées

b) Légumineuses :

Fèves (*Vicia faba*) : Supporte bien la salinité et enrichit le sol en azote.

Pois chiches (*Cicer arietinum*) : Adapté à des sols secs et salins.

c) Légumes :

Betterave (*Beta vulgaris*) : Tolère des niveaux de salinité élevés.

Carottes (*Daucus carota*) : Peuvent bien croître avec un bon drainage.

Chou frisé (*Brassica oleracea*) : Résistant à la salinité.

d) Fruits :

Olives (*Olea europaea*) : Très tolérantes à la salinité, adaptées aux régions arides.

Grenades (*Punica granatum*) : Bien adaptées à des conditions de salinité modérée.

Figs (*Ficus carica*) : Résistantes aux sols salins.

e) Plantes fourragères :

Trèfle (*Trifolium spp.*) : Certaines espèces sont tolérantes à la salinité.

Avoine (*Avena sativa*) : Utilisée pour l'alimentation animale et supporte des conditions salines.

f) Plantes ornementales et médicinales :

Lavande (*Lavandula spp.*) : Résistante à la salinité et peut être utilisée en aménagement paysager.

Romarin (*Rosmarinus officinalis*) : Plante aromatique tolérante à la sécheresse et à la salinité.

Considérations pour l'irrigation avec des eaux C3-S2 :

1. Gestion de la salinité : Il est important de surveiller les niveaux de salinité du sol et de prendre des mesures de lessivage si nécessaire pour éviter l'accumulation de sels.
2. Amélioration du sol : l'ajout de matière organique peut aider à améliorer la structure du sol et sa capacité à retenir l'eau, réduisant ainsi l'impact des sels.
3. Choix des variétés : Sélectionner des variétés spécifiques des cultures mentionnées qui sont particulièrement tolérantes aux conditions de salinité.

Conclusion :

Les cultures qui tolèrent la salinité sont essentielles pour l'irrigation avec des eaux usées épurées de classe C3-S2. En choisissant judicieusement les espèces et variétés, en intégrant de bonnes pratiques de gestion des sols, et en surveillant les niveaux de salinité, il est possible de cultiver avec succès une variété de plantes, contribuant ainsi à l'agriculture durable et à la réutilisation efficace des ressources en eau.

CHAPITRE 8 : Cout et la durée de réalisation

A. Introduction :

Une fois la construction de la station d'épuration des eaux usées terminée, il est indispensable de procéder à une évaluation économique pour déterminer le coût total et la durée de réalisation du projet.

Cette évaluation sera basée sur la quantité d'eau épurée en mètres cubes (m3) par la station.

B. Cout de réalisation

1. Coût d'investissement :

a) Coût de terrassement :

Le prix du mètre cube de terrassement est 400 da donc :

$$C_t = 400 \times V \dots\dots\dots 8.1$$

Avec :

V : Volume de terrassement de l'ouvrage considéré.

L'épaisseur de la couche végétale sera estimée à 20 cm On calculera le volume de la couche végétale par l'expression :

$$V = 0,2 \times S_{hi} \dots\dots\dots 8.2$$

S_{hi} : Surface horizontale de l'ouvrage considéré.

TABLEAU 8.1 : LE COUT DE TERRASSEMENT DE CHAQUE OUVRAGE

Ouvrages	Nombre	Surface (m ²)	Volume (m3)	Coût (DA)
Dessableur	1	59	11.8	4720
Les bassins aérés				
Bassin aérés	2	28068	5613.6	2245440
Bassin de décantation	2	14034	2806.8	1122720
Bassin de finition	2	14740	2948	1179200
Total				4552080

C_t = 4552080 DA

2. Coût d'excavation :

Les coûts d'excavation et de remblayage s'élèvent actuellement à 500 DA par mètre carré.

CHAPITRE 8 : Cout et la durée de réalisation

TABLEAU 8.2 : LE COUT D'EXCAVATION DE CHAQUE OUVRAGE.

Ouvrages	Nombre	Volume (m3)	Coût (DA)
Dessableur	1	177	88500
Les bassins s aérés			
Bassin aérés	2	98237	49118500
Bassin de décantation	2	49118,5	24559250
Bassin de finition	2	29480	14740000
Total			88506250

$C_{ex} = 88506250$ DA

3. Coût de la géo-membrane :

$$C_{géo} = C_u \times S_b \dots \dots \dots 8.3$$

Avec :

Le coût du revêtement en géomembrane $C_u = 800$ DA/m².

S_b : Surface total des bassins (m²).

TABLEAU 8.3 : LE COUT DE REVETEMENT EN GEOMEMBRANE DE CHAQUE OUVRAGE.

Ouvrages	Nombre	Surface (m ²)	Coût (DA)
Bassin aéré	2	28068	22454400
Bassin de décantation	2	14034	11227200
Bassin de finition	2	14740	11792000
Total			45473600

$C_{géo} = 45473600$ DA

4. Coût du béton armé :

Le coût du béton est de :

$$C_{ba} = P_u \times V_{bt} \dots \dots \dots 8.4$$

Avec :

P_u : Le coût du mètre cube de béton est estimé actuellement $P_u = 17000$ DA

V_{bt} : Volume du béton total

- Epaisseur des murs des ouvrages $E_m = 0,15$ à $0,4$ m, on prend

$E_m = 0,3$ m

- Epaisseur du radier des ouvrages est prise $E_r = 0,3$ à $0,4$ m, on prend

$E_r = 0,3$ m

CHAPITRE 8 : Cout et la durée de réalisation

- Le mètre cube de béton contient en moyenne (40 à 100) Kg de fer.
- Le kilogramme de fer coûte actuellement 75 DA On prendra la valeur **50 Kg** de fer / m3 de béton Le coût de béton ferrailé est de :

$$C_t = C_b + C_f \dots\dots\dots 8.5$$

Avec :

C_b : le prix du béton

C_f : le prix du ferrailage

C_b = 17000 DA

C_f = 75 × 50 = 3750 DA

C_t = C_b + C_f = 17000 + 3750 = 20750 DA

Volume du béton total :

$$V_{bt} = V_{br} + V_{bm} \dots\dots\dots 8.6$$

Le volume du béton total pour chaque ouvrage est la somme de deux volumes :

V_{br} : Volume du béton pour le radier de chaque ouvrage

V_{bm} : Volume du béton des murs de chaque ouvrage.

Avec :

$$V_{br} = E_r \times S_h \dots\dots\dots 8.7$$

$$V_{bm} = E_m \times P \times h \dots\dots\dots 8.8$$

P : périmètre de l'ouvrage

H: hauteur de l'ouvrage

Dessableur :

$$V_{br} = E_r \times S_h = 0,3 \times 59 = 17.7 \text{ m}^3$$

$$V_{bm} = E_m \times P \times h = 2 \times 0.3 \times (30+1.97) \times 3 = 57.55 \text{ m}$$

TABLEAU 8.4 : LE COUT DU BETON ARME DE CHAQUE OUVRAGE.

Ouvrage	Nombre	Volume (m ³)		V _{bt} (m ³)	Cout C _{bf} (DA)
		V _{br}	V _{bm}		
Dessableur	1	17.7	57.55	75.25	15614438
Total					15614438

CHAPITRE 8 : Cout et la durée de réalisation

Donc le coût total du béton armé est $C_{ba} = 15614438$ DA

5. Coût des voiries et réseaux divers :

Le coût des voiries et réseaux divers est égale à :

$$CVRD = 0,25 \times C_{gc} \dots \dots \dots 8.9$$

C_{gc} : Coût du génie civil (DA)

$$C_{gc} = C_t + C_{ex} + C_{géo} + C_{ba} \dots \dots \dots 8.10$$

$$CVRD = 0,25 \times (C_t + C_{ex} + C_{géo} + C_{ba}) \dots \dots \dots 8.11$$

$$C_{vrd} = 0.25 \times (3372880 + 73766250 + 33681600 + 15614438)$$

$$C_{vrd} = 31608792 \text{ DA}$$

6. Coût des aérateurs :

$$C_{aér} = C_{u \text{ aér}} \times N \dots \dots \dots 8.12$$

$C_{u \text{ aér}}$: Coût d'aérateur unitaire est de $C_{u \text{ aér}} = 50000$ DA

N : nombre d'aérateur.

Donc :

$$C_{aér} = C_{u \text{ aér}} \times N = 50000 \times 10 = 500000 \text{ DA}$$

$$C_{aér} = 500000 \text{ DA}$$

7. Coût total des investissements de la station :

$$C_{it} = C_{g.c} + CVRD + C_{aér} \dots \dots \dots 8.13$$

$$C_{it} = (3372880 + 73766250 + 33681600 + 15614438) + 31608792 + 550000$$

$$C_{it} = 158593960 \text{ DA}$$

8. Le coût total de l'investissement avec TVA :

$$C_{it \text{ TVA}} = C_{it} + 17\% \times C_{it} \dots \dots \dots 8.14$$

$$C_{it \text{ TVA}} = 158593960 + 0.17 \times 158593960$$

$$C_{it \text{ TVA}} = 185554933.2 \text{ DA}$$

9. Coût de fonctionnement :

a) Coût de main d'œuvre :

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5% du coût d'investissement :

$$C_{mo} = 0,05 \times C_{it \text{ TVA}} \dots \dots \dots 8.15$$

$$C_{mo} = 0,05 \times 185554933.2$$

$$C_{mo} = 9277746.66 \text{ DA}$$

CHAPITRE 8 : Cout et la durée de réalisation

b) Coût de l'énergie électrique :

De 6 H 00 à 17 H 00 1,60 DA/kwh

De 17 H00 à 22 H 30 7,20 DA/kwh

De 22 H 30 à 6 H 00 0,85 DA/kwh

TABLEAU 8.5 : COUT ENERGETIQUE ELECTRIQUE.

Désignation	P-absorbé (kw)	Période (h)	N	Energie Totale (kwh)	P.U (DA/Kwh)	Cout (DA)
6 H 00 17 H 00						
Aérateur	50	4	11	2200	1,6	3520
Eclairage	1.8	2	2	7,2	1,6	11,52
17 H 00 - 22 H 30						
Aérateur	50	1,5	11	825	7,2	5940
Eclairage	1.8	4,5	2	16,2	7,2	116,64
22 H 30 - 6 H 00						
Aérateur	50	2,5	11	1375	0,85	1168.75
Eclairage	1.8	7,5	2	27	0,85	22,95
Total						10779.86

10. Le coût annuel de l'énergie électrique :

$$C_{\text{elc anl}} = 365 \times C_{\text{elc}} \dots \dots \dots 8.16$$

$$C_{\text{elc anl}} = 365 \times 10779.86$$

$$C_{\text{elc anl}} = 3934648.9 \text{ DA}$$

11. Coût de renouvellement du matériel électromécanique et frais financiers :

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total :

$$C_{\text{rm}} = 0.05 \times C_{\text{it TVA}} = C_{\text{ff}} \dots \dots \dots 8.17$$

C_{rm} : Coût de renouvellement du matériel électromécanique

C_{ff} : Coût frais financiers

$$C_{\text{rm}} = 0,05 \times C_{\text{it TVA}} = 0,05 \times 185554933.2$$

$$C_{\text{rm}} = 9277746.66 \text{ DA}$$

$$C_{\text{ff}} = 9277746.66 \text{ DA}$$

12. Coût de fonctionnement total :

$$C_{ft} = C_{mo} + C_{elec} + C_{rm} + C_{ff} \dots \dots \dots 8.18$$

$$C_{ft} = 9277746.66 + 3934648.9 + 9277746.66 + 9277746.66$$

$$C_{ft} = 31767888.88 \text{ DA}$$

C. Calcul du prix du m³ d'eau traitée :

1. Coût d'amortissement annuel :

On peut calculer le coût d'investissement par la durée d'amortissement selon la formule suivante :

$$C_{aa} = \frac{C_{it} \text{ TVA}}{t} \dots \dots \dots 8.19$$

Avec :

$C_{it} \text{ TVA}$: coût total d'investissement en TVA (DA).

T : durée d'amortissement ($t = 20$ ans).

$$C_{aa} = \frac{185554933.2}{20} = 9277746.66 \text{ DA}$$

D. Coût total de la station :

$$C_{t \text{ st}} = C_{aa} + C_{ft} \dots \dots \dots 8.20$$

Avec :

$C_{t \text{ st}}$: coût total de la station (DA).

C_{aa} : coût d'amortissement annuel (DA).

C_{ft} : coût de fonctionnement total (DA).

$$C_{t \text{ st}} = C_{aa} + C_{ft} = 9277746.66 + 32770989.28$$

$$C_{t \text{ st}} = 42048735.94 \text{ DA}$$

CHAPITRE 8 : Cout et la durée de réalisation

TABLEAU 8.6 : RECAPITULATION DU COUT DE REALISATION DE NOTRE FUTURE STATION.

Désignation	Montant DA
Terrassement	4552080
Excavation	88506250
Géo-membrane	45473600
Béton armé	15614438
Cout de génie civil	126435168
Voiries et réseau divers	31608792
Aérateurs	550000
Cout d'investissement total	158593960
Cout avec TVA	185554933.2
Main d'oeuvre	9277746.66
Energie électrique annuelle	3934648.9
Renouvellement du matériel électromécanique	9277746.66
Frais financiers	9277746.66
Cout de fonctionnement total	31767888.88
Amortissement annuel	9277746.66
Désignation	Montant DA
Cout totale de la station	42048735.94

E. La durée de réalisation :

Pour calculer la durée de réalisation d'une station de lagunage, il faut décomposer le projet en différentes phases, puis estimer la durée de chaque phase. Voici une méthode générale :

1. Phase de conception et études préliminaires

- Études de faisabilité : Estimez la durée nécessaire pour évaluer la viabilité du projet (environ 1 à 3 mois).
- Études d'impact environnemental : Prévoyez le temps pour les études environnementales, qui varient en fonction de la complexité du site (2 à 4 mois).
- Conception technique : Inclut la préparation des plans et des spécifications (2 à 3 mois).

2. Phase d'obtention des autorisations

- Permis de construire et autorisations environnementales : Cette étape dépend des régulations locales et peut prendre entre 3 et 9 mois.

3. Phase de construction

- Travaux préliminaires : Préparation du site, y compris l'excavation (1 à 2 mois).
- Construction des bassins et installation des équipements : Le temps nécessaire dépend de la taille de la station (4 à 8 mois).
- Infrastructure complémentaire : Raccordements aux réseaux, construction des routes d'accès, etc. (1 à 2 mois).

4. Phase de mise en service

- Essais et ajustements : Phase de test et d'optimisation (1 à 3 mois).

➤ **Méthode de calcul**

Supposons un projet où :

- Les études préliminaires prennent 10 mois.
- l'obtention des autorisations prend 9 mois.
- La construction prend 12 mois.
- La mise en service prend 3 mois.

Durée totale maximal estimée = 10 mois + 9 mois + 12 mois + 3 mois = 34 mois (2 ans et 10 mois).

Conclusion :

Le budget et la durée du projet joue un rôle crucial dans la recherche et la mise en œuvre du projet, car il a un impact direct sur la conception et l'exécution du projet. Après avoir effectué des calculs détaillés, il a été estimé que le coût de construction du futur site s'élève à environ 42048735.94 DA (Quarante-deux millions quarante-huit mille sept cent trente-cinq virgule quatre-vingt-quatorze dinars algériens) et la durée de réalisation est 2 ans et 10 mois.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principal de ce travail est de proposer la mise en place d'une station d'épuration des eaux usées dans la ville de ouled addi legbala, dans la wilaya de M'SILA. Actuellement, les eaux usées non traitées de la ville sont directement rejetées dans la vallée, ce qui entraîne d'importants problèmes environnementaux et de santé publique. La création d'une station d'épuration est indispensable pour relever ces défis et atteindre les objectifs suivants :

1. Éliminer les risques de pollution et de contamination dans la ville.
2. Protéger l'environnement, y compris les quartiers environnants.
3. Préserver le potentiel d'utilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation et d'autres fins bénéfiques.

Le secteur du traitement des eaux usées offre une gamme de technologies, notamment des méthodes de traitement conventionnelles avancées et de nouvelles techniques respectueuses de l'environnement telles que les systèmes de lagunage. Le choix de la méthode de traitement doit tenir compte des exigences de qualité des eaux usées brutes et traitées, ainsi que des facteurs économiques et opérationnels. Dans ce cas, un système de lagunage ventilé a été choisi en raison de sa taille compacte par rapport aux lagunes naturelles.

Il est important de souligner que le bon fonctionnement d'une station d'épuration des eaux usées repose non seulement sur sa construction, mais aussi sur une gestion et une maintenance efficace. Sans une gestion adéquate, même une station d'épuration bien conçue peut ne pas être durable à long terme.

La superficie nécessaire pour réaliser la station est 4,5 hectare à trois bassins d'aération, décantation et de finition des surfaces 28068 m² et 14034 m² et 14740 m² respectivement.

Le coût de réalisation de la station est environ quarante-deux millions quarante-huit mille sept cent trente-cinq virgule quatre-vingt-quatorze dinars algériens et la durée de réalisation de projet est 34 mois (2ans et 10 mois).

Le lagunage apparaît comme une alternative intéressante comparativement aux autres systèmes d'épuration classique.

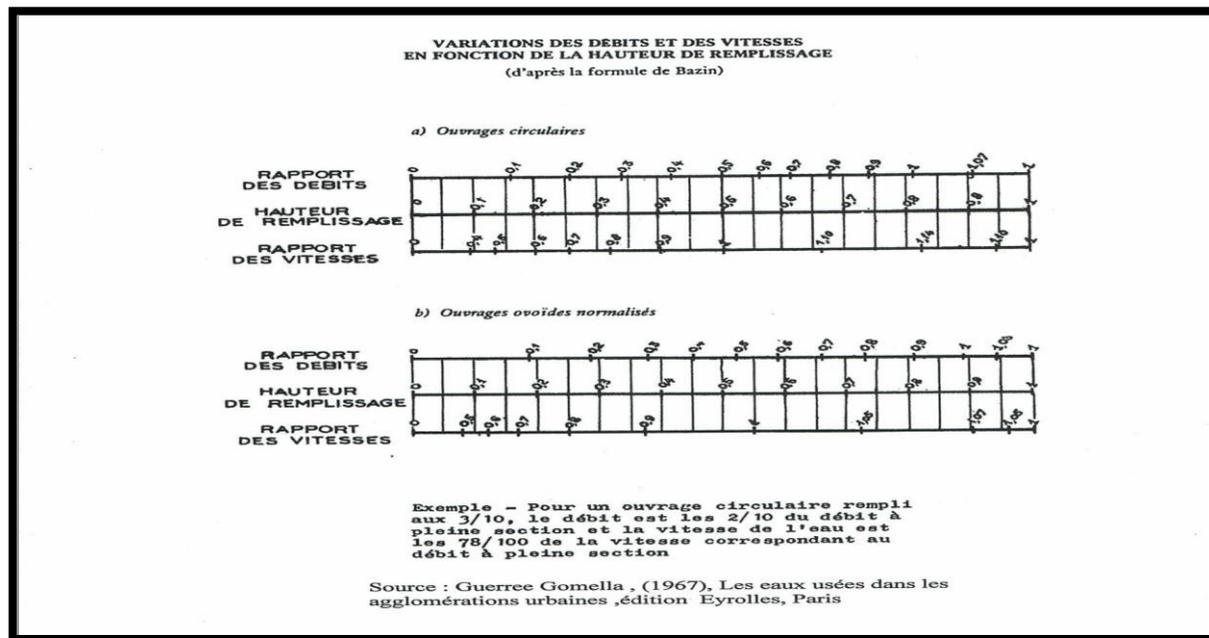
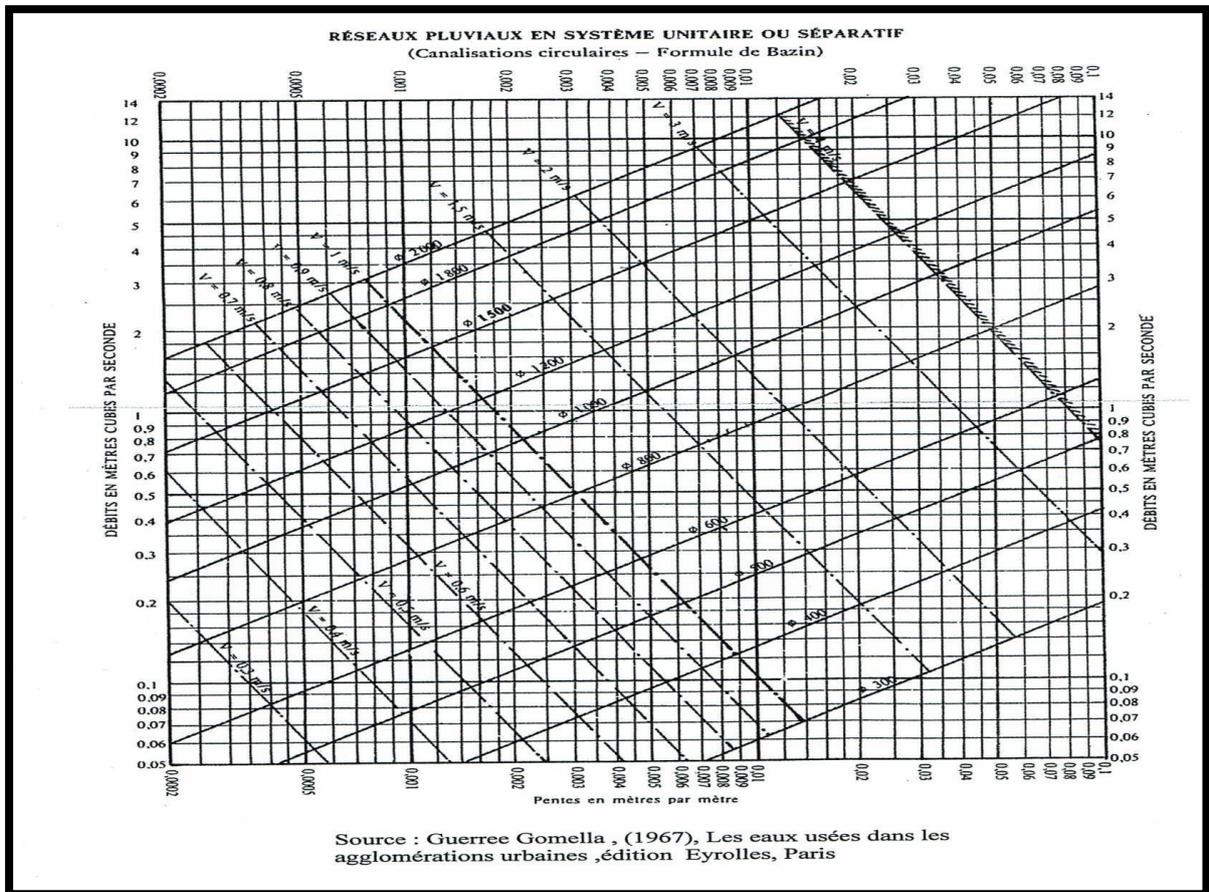
La ville d'Ouled addi présente par sa situation climatologique, morphologique géotechnique et sa disponibilité de surface, un site favorable à la mise en œuvre d'une station d'épuration par lagunage surtout avec l'espace disponible.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

- LIBES Y. Les eaux usées et leur épuration.
- Molle, P. (2010). Les systèmes extensifs de traitement des eaux usées : filtres plantés de roseaux et lagunage naturel. Ed. Tech.
- Liénard, A., Molle, P., & Boutin, C. (2006). "Le lagunage naturel: principes et performances". Revue des Sciences de l'Eau, 19(3), 317-335.
- Livre: Chanson, H. (2004). Hydraulique environnementale. Presses de l'Université du Québec
- Article: Leclerc, B. (2015). "Gestion des eaux pluviales en milieu urbain". Revue française d'hydraulique, 10(3), 45-60.
- Source Internet: Centre d'information sur l'eau. (s.d.). Les ressources en eau et leur gestion. <https://www.cieau.com>
- Livre: Chanson, H. (2004). Hydraulique environnementale. Presses de l'Université du Québec.
- L'apc d'Ouled Addi Geubala
- <https://iris.who.int/handle/10665/78280>
- <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC095225/>
- Ballage, M, 1973, Radier et al 2005. Paramètre de pollution organique
- ISMA au service de l'eau .le lagunage aéré ; 2015.
- Direction des ressources en eau de M'SILA.
- M. Nabil et Gzaidi «Dimensionnement de la station d'épuration de la ville de Sidi-Aich, wilaya de Bejaia», Mémoire de fin d'études, Master Hydraulique, Université de Bejaia, 2018.
- B.boudoumi Conception d'une station d'épuration par lagunage aéré de la ville de KHEMISTI (W.TISSEMSILT).2020
- G. BENFATMA Conception d'une station d'épuration par lagunage aéré de la ville de Mahdia (W. Tiaret).2023
- D'information PDAU de la commune de Mahdia wilaya de tiaret.

ANNEXE



Source : D. KAHLERAS ; cours d'assainissement ; Dimensionnement des canalisations des réseaux d'assainissement.